50639

EGYETEMI KÖNYVTÁR FOLYÓIRATOK SZEGED

ÓZDI KOHÁSZATI ÜZEMEK Műszaki Könyvtára Ózd

3397-2221.

TARTALOMJEGYZÉK.

	Lap
Ifj. Bakay Lajos: Belső elválasztású szervek összefüggésének és elváltozásainak vizsgálata magvariációs eljárással ..	299—311
Bognár Rezső l. Zemplén Géza.	
Buzágh Aladár: A szuszpenziók belső surlódásáról	89—118
Csiki Ernő: Adatok a Görgényi hegység levél- és fadarázsféléinek ismeretéhez	365—367
Csiki Ernő: Adatok a Görgényi hegység bogárfaunájának ismeretéhez	369—383
Györffy Barna: Polyploidok C-vitamin tartalma	329—335
Harangozóné Oroszy Magda l. Issekutz Béla.	
Herzog Ferenc: Megfigyelések a környéki vérkeringésen .	258—268
n. Hoor-Tempis Móric: Hazai vízierőink és az energiagazdálkodás javítására szükséges sürgős teendők	166—190
Issekutz Béla és Harangozóné Oroszy Magda: A pajzsmirigy befolyása az adrenalinnak a gázanyagcserére való hatására	313
Issekutz Béla és Issekutz Livia: A paraméciumok gázanyagcseréje	315—316
Issekutz Livia l. Issekutz Béla.	
Kaszab Zoltán: Magyarország Meloidái (Coleoptera)	337—363
Klug Lipót: Éleivel gömböt érintő tetraéder	23— 33
Mauthner Nándor: Az acylgyök vándorlása az orcinnél .	154—156
Mauthner Nándor: A resacetophenon glukosidjainak szintézise	159—163
Mócsy János: A lélekzési zörejek keletkezésének fizikai feltételei	270—294
Oláh László: Chromosoma-tanulmány az Amorphophallus Rivierin	319—320
Romwalter Alfréd: A kén szerepe szerves anyagok hőokozta bomlásakor	122—152
Strausz László: Viviparus-ok változékonysága	416—425
Szalay László: Adatok a Kőszegi-hegység ezerlábú (Diplopoda) faunájának ismeretéhez	400

	Lap
Szőkefalvi Nagy Gyula: Zérushelyek fekvésére vonatkozó tételek	1— 12
Sztrókay Kálmán l. Tokody László.	
Tokody László: Felsőbánya ásványai geokémiai szempontból	191—223
Tokody László és Sztrókay Kálmán: Kristályok növekedése áramló közegben	428—439
Varga Ottó: A Finsler-féle geometria felépítése Minkowski-féle simuló mértékmeghatározással	14— 21
Vendl Miklós: Szemnagyság-elemzések grafikus ábrázolásáról	249—257
Vitális István: Feltűnően nagy fűtőértékű barnaszeneinkről	234—245
Wagner János: Újabb adatok Erdély és a Partium puhatestű faunájának ismeretéhez	385—386
Zechmeister László: A chromatographia néhány újabb alkalmazásáról	36— 40
Zemplén Géza: A para-phlorrhyzin szintézise	42— 51
Zemplén Géza és Bognár Rezső: A «sophorabiozid»-ról, a Sophora japonica L. új glükozidjáról	53— 65
Zemplén Géza: A neolinarinnak végérvényes szerkezete	67— 86
Zimányi Károly†: Kálnoki hauerit és vaskapui kalcit	228—232

INNHALTSVERZEICHNIS.

Seite

BAKAY, L. jun.: Untersuchungen über Korrelation und Veränderungen innersecretorischer Drüsen, auf Grund variationstatistischer Erhebungen über die Zellkerngrösse ... 312

BOGNÁR, R. siehe ZEMPLÉN, G.

BUZÁGH, A. v.: Über die Viskosität der Suspensionen ..... 119—121

CSIKI, E.: Beiträge zur Kenntnis der Blatt- und Holzwespen des Görény-Gebirges 368

CSIKI, E: Beiträge zur Kenntnis der Käferfauna des Görgény-Gebirges 384

GYÖRFFY, B.: Vitamin C in red peppers. III. polyploidy and vitamin C in paprika 336

HARANGOZÓ-OROSZY, M. v. siehe ISSEKUTZ, B. v.

HERZOG, F.: Beobachtungen am peripheren Kreislauf 269

ISSEKUTZ, B. v. und HARANGOZÓ-OROSZY, M. v.: Über Beeinflussung der Wirkung von Adrenalin auf den Gasstoffwechsel durch die Schilddrüse 314

ISSEKUTZ, B. v. und ISSEKUTZ, L. v.: Über den Gasstoffwechsel der Paramecien ..... 317—318

ISSEKUTZ, L. v. siehe ISSEKUTZ, B. v.

KASZAB, Z.: Die Meloiden Ungarns (Coleopt.) 364

KLUG, L.: Ueber Tetraeder, deren Kanten eine Kugel berühren 34— 35

MAUTHNER, F.: Über die Wanderung der Acylgruppe beim Orcin ..... 157—158

MAUTHNER, F.: Die Synthese der Glucoside des Resacetophenons ..... 164—165

MÓCSY, J. v.: Physikalische Bedingungen für die Entstehung der Atmungsgeräusche ..... 295—298

OLÁH, L. v.: Chromosomen-Studie an Amorphophallus Rivieri Durieu ..... 321—328

ROMWALTER, A.: Die Rolle des Schwefels beim Abbau organischer Verbindungen durch Wärme 153

STRAUSZ, L.: Über die Variabilität der Viviparus-Arten ..... 426—427

SZALAY, L.: Beiträge zur Kenntnis der Diplopoden-Fauna des Kőszeger Gebirges ..... 401—415

Seite

Szőkefalvi Nagy, J. v.: Sätze über die Lage von Nullstellen . 13
Sztrókay, K. siehe Tokody, L.
Tokody, L.: Die Mineralien von Felsőbánya in geochemischer Betrachtung ..... 224—227
Tokody, L. und Sztrókay, K.: Wachstum der Kristalle in strömmender Flüssigkeit ..... 440—442
Varga, O: Aufbau der Finslerschen Geometrie mit Hilfe einer oskulierenden Minkowskischen Massbestimmung ... 22
Vitális, I. v.: Über ungarische Braunkohlen von auffallend hohem Heizwert ..... 246—248
Wagner, J.: Neue Beiträge zur Kenntnis der Molluskenfauna Siebenbürgens und des Partiums ..... 387—399
Zechmeister, L.: Über einige neuere Anwendungen der Chromatographie 41
Zemplén, G.: Synthese des Para-phlorrhyzins 52
Zemplén, G. und Bognár, R: Über Sophorabiosid, ein neues Glycosid der Sophora japonica L. 66
Zemplén, G.: Definitive Konstitution des Neolinarins ..... 87— 88
Zimányi, K.: Hauerit von Kálnok und Kalzit von Vaskapu 233

ZÉRUSHELYEK FEKVÉSÉRE VONATKOZÓ TÉTELEK.

SZŐKEFALVI NAGY GYULÁ-tól.

1. Bevezetés.

Megelőző dolgozatomban[1] DIEUDONNÉ egyik tételének általánosításaképp és élesítésekép a következő tételeket mutattam ki:

Ha $f(z)$ csupa valós zérushelyekkel bíró legfeljebb elsőfajú valós egész függvény, ha továbbá R pozitív, Q pedig tetszőleges valós szám, és ha végül a_h és a_{h+1} az $f(z)$ függvénynek nagyság szerint egymásra következő két zérushelye, akkor az

$$\frac{1}{R} - \frac{y}{(x-a_h)^2+y^2} - \frac{y}{(x-a_{h+1})+y^2} = 0 \qquad (1)$$

negyedrendű bicirkuláris G görbével határolt (egy vagy két különálló részből álló) véges B tartományban nincs képzetes zérushelye az

$$F(z) = e^{\left(Q+\frac{i}{R}\right)z} \cdot f(z) \qquad (2)$$

függvény deriváltjának. A B tartományban tehát nincs képzetes zérushelye a

$$G(z) = f'(z) + \left(Q + \frac{i}{R}\right) f(z) \qquad (i=\sqrt{-1}) \qquad (3)$$

függvénynek. Ennek a B tartománynak határa akkor és csak akkor tartalmazza a $G(z)$ függvénynek képzetes zérushelyét, ha a_h és a_{h+1} az $f(z)$ függvénynek egyszeres zérushelye és eze-

[1] DIEUDONNÉ egyik tételéről, Matematikai és Természettudományi Értesítő 60. kötet (1941), 700—716. lap.

ken kívül nincs más zérushelye. Ekkor a $G(z)$ függvénynek két zérushelye van és mindkettő a B tartomány határára esik.

Ha $2R \geqq |a_h - a_{h+1}|$, akkor a B tartomány összefüggő és közé és a valós tengely (a_h, a_{h+1}) szakasza közé egy véges T tartomány esik. Ebben a T tartományban a $G(z)$ függvénynek pontosan egy képzetes zérushelye van.

Ebből a tételből a következő tételeket hoztam le:

Ha $2R \geqq |a_h - a_{h+1}|$, akkor T helyett megadható a valós tengely fölé eső félsíknak egy olyan F félkörlapja, illetőleg egy olyan, félkörlapnál nem nagyobb S körszelete, amelyben a $G(z)$ függvénynek pontosan egy képzetes zérushelye van. Ezt az F félkörlapot, illetőleg S körszeletet a valós tengely a_h és a_{h+1} pontján átmenő $|a_h - a_{h+1}|$, illetőleg $2R$ átmérőjű körlapból vágja le a valós tengely.

Ezekben a tételekben az $f(z)$ függvénynek két szomszédos zérushelye szerepel. A következő tételekben az $f(z)$ függvénynek lényegében csak egy zérushelyét használjuk fel:

I. *Ha a_h a csupa zérushelyekkel bíró legfeljebb elsőfajú valós egész függvénynek egy zérushelye és ha R pozitív, Q pedig tetszőleges valós szám, akkor a*

$$G(z) = f'(z) + \left(Q + \frac{i}{R}\right) f(z) \qquad (i = \sqrt{-1}) \qquad (3)$$

függvénynek nincs képzetes zérushelye abban az R átmérőjű K_h körben, amely a valós tengely fölött fekszik és ezt az a_h pontban érinti. A $G(z)$ függvénynek a K_h körön akkor és csak akkor van képzetes zérushelye, ha a_h az $f(z)$ függvénynek egyetlen (és egyúttal egyszeres) zérushelye.

E szerint a tétel szerint az előbbi tételben szereplő S körszeletből vagy F félkörlapból elhagyhatjuk annak a K_h és a K_{h+1} körbe eső részét, a megmaradt tartománynak is megvan az tulajdonsága, hogy pontosan egy képzetes zérushelyét tartalmazza a $G(z)$ függvénynek.

II. *Ha $a_1, a_2, \ldots, a_m$ jelöli a csupa valós zérushelyekkel bíró n-edfokú $f(z)$ polinom egymástól különböző zérushelyeit $(m \leqq n)$, ha továbbá R pozitív szám, Q pedig tetszőleges valós szám, és ha végül $K_1', K_2', \ldots, K_m'$ jelöli a valós tengely fölött fekvő*

azt az m-számú és nR-átmérőjű kört, amely a valós tengelyt az $a_1, a_2, \ldots, a_m$ pontban érinti, akkor a

$$G(z) = f'(z) + \left(Q + \frac{i}{R}\right) f(z)$$

polinomnak akármelyik képzetes zérushelye benne van a $K_1', K_2', \ldots, K_m'$ kör közül legalább az egyikben. A $G(z)$ függvénynek csak akkor eshetik képzetes zérushelye egyik ilyen körre, ha $m = 1$ vagy $m = 2$.

Ha a K_h' körnek a többi $m-1$ kör közül az egyikkel sincs közös pontja, akkor a $G(z)$ polinomnak a K_h' körben pontosan egy képzetes zérushelye van.

Ha T' a komplex számsíknak egy olyan tartománya, amely $K_1', K_2', \ldots, K_m'$ közül s körlapot magában foglal, a többi $m-s$ körlap közül pedig egyikkel sincs közös pontja, akkor a $G(z)$ polinomnak pontosan s képzetes zérushelye van a T' tartományban.

Ha K_h'' jelöli azt a tartományt, amely a K_h' körlapból a K_h körlap eltávolítása után megmarad, akkor az I. és II. tétel miatt a $G(z)$ polinomnak nincs olyan képzetes zérushelye, amely a $K_1'', K_2'', \ldots, K_m''$ tartomány közül egyiknek sem volna pontja.

Mivel a

$$\overline{G}(z) = f'(z) + \left(Q - \frac{i}{R}\right) f(z) \tag{4}$$

függvény a $G(z)$ függvénynek konjugáltja, azért zérushelyei a $G(z)$ függvény zérushelyeinek konjugáltjai. E miatt a $\overline{G}(z)$ függvény zérushelyeire megfelelő tételek mondhatók ki.

$G(z)$ és $\overline{G}(z)$ a valós tengelynek csak azokban a pontjaiban vesz fel valós értéket, amelyekben $f(z)$ eltűnik. Az

$$R^2 . G(z) . \overline{G}(z) = f^2(z) + R^2 . [f'(z) + Qf(z)]^2$$

függvény valós függvény. Ennek a függvénynek képzetes zérushelyeire az előző tételek alapján megfelelő tételek mondhatók ki.

2. Az I. tétel bizonyítása és általánosítása.

Mivel az I. tételben foglalt értelmezés szerint $f(z)$ csupa valós zérushelyekkel bíró legfeljebb elsőfajú egész függvény, azért

$$f(z) = Cz^m e^{Az} \prod' \left(1 - \frac{1}{z-a_h}\right) e^{\frac{z}{a_h}} \tag{5}$$

alakban állítható elő. Itt C, A, a_1, a_2,... valós szám, m nem negatív egész szám és $\sum' \frac{1}{|a_h|^2}$ konvergens. Ha $f(z)$ polinom vagy nulladfajú egész függvény, akkor $A = -\sum' \frac{1}{a_h}$. Mind a három esetben írhatjuk tehát, hogy

$$\frac{F'(z)}{F(z)} = \frac{G(z)}{f(z)} = A + Q + \frac{i}{R} + \frac{m}{z} + \sum' \left(\frac{1}{z-a_h} + \frac{1}{a_h}\right). \tag{6}$$

Az $F'(z)$ vagy a $G(z)$ függvénynek az $f(z)$ függvény többszörös zérushelyeitől különböző zérushelyei képzetesek. Ha $z = x + iy$ a $G(z)$ függvénynek egy képzetes zérushelye, akkor erre az x, y értékpárra vonatkozólag a (6) képzetes része eltűnik, vagyis az $a_0 = 0$ ponthoz tartozó tagnak az összegezésbe foglalásával

$$\frac{1}{R} - \sum' \frac{y}{(x-a_h)^2 + y^2} = 0. \tag{7}$$

Ebből az egyenletből következik, hogy

$$\frac{1}{R} - \frac{y}{(x-a_h)^2 + y^2} \geqq 0. \tag{8}$$

Itt az egyenlőség jele akkor és csak akkor áll fenn, ha a (7) egyenletben az összeg csak az a_h-ra vonatkozó tagot tartalmazza és ha a_h az $f(z)$ függvénynek egyszeres zérushelye.

Mivel a (8) egyenlőtlenséget

$$(x-a_h)^2 + \left(y - \frac{R}{2}\right)^2 - \left(\frac{R}{2}\right)^2 \geqq 0 \tag{9}$$

alakban is írhatjuk, azért a $G(z)$ függvénynek egy képzetes zérushelye sem eshetik a (9) egyenlettel előállított K körlapba. Ennek a körnek kerületére csak akkor esik a $G(z)$ függvénynek egy képzetes zérushelye, ha az az $f(z)$ függvénynek egyszeres és egyetlen zérushelye.

Ezzel az I. tételt kimutattuk. Ezt a tételt a bevezetésben idézett tétel első részéből is le lehet hozni. A K kör ugyanis a B tartományban fekszik. Ennek a B tartománynak az (x, y)

pont akkor belső, illetőleg határpontja, ha ebben az (x, y) pontban az (1) egyenlet baloldala negatív, illetőleg zérus.

Ha már most (x', y') jelöli a K körnek az x-tengelyen kívül fekvő egy tetszőleges pontját, akkor erre az x' y' számpárra vonatkozólag a (8) egyenlet baloldala eltűnik, minélfogva az (1) egyenlet baloldala

$$\frac{1}{R} - \frac{y'}{(x'-a_h)^2+y'^2} - \frac{y'}{(x'-a_{h+1})^2+y'^2} = \frac{-y'}{(x'-a_{h+1})^2+y'^2} < 0.$$

Ezzel az I. tételt újra bebizonyítottuk.

Az I. tételt magában foglalja a következő tétel:

III. *Ha a_h a csupa valós zérushelyekkel bíró nulladfajú vagy elsőfajú valós $f(z)$ egész függvénynek legalább p-szeres zérushelye és ha R pozitív, Q pedig tetszőleges valós szám, akkor a*

$$G(z) = f'(z) + \left(Q + \frac{i}{R}\right) f(z)$$

függvénynek egy képzetes zérushelye sincs a valós tengely fölött fekvő és a valós tengelyt az a_h pontban érintő pR átmérőjű körben. Ezen a körön akkor és csak akkor van zérushelye a $G(z)$ függvénynek, ha a_h $f(z)$-nek pontosan p-szeres zérushelye és ezen kívül más zérushelye nincs.

Ez a tétel a (7) alatti egyenlőségből éppúgy következik, mint az I. tétel. A III. tétel feltevései szerint ugyanis a $G(z)$ függvény bármely $z = x + iy$ képzetes zérushelyére a (7) alatti egyenletből a

$$\frac{1}{R} - \frac{py}{(x-a_h)^2+y^2} \geqq 0 \qquad (10)$$

egyenlőtlenség is következik. Ezzel az egyenlőtlenséggel a III. tétel be van bizonyítva, mert itt az egyenlőség jele csak akkor állhat fenn, ha a (7) egyenletben az összeg csak az itt szereplő p tagot tartalmazza.

3. A II. tétel bebizonyítása.

Ha az I. vagy a III. tételben értelmezett $f(z)$ függvénynek csak véges számú zérushelye van, akkor feltételezhetjük róla, hogy polinom.

Ha ugyanis $f(z)$ elsőfajú egész függvény volna, akkor a (6) alatti kifejezésben

$$Q' = Q + A + \sum \frac{1}{a_h}$$

helyettesítéssel éppen olyan alakú kifejezést kapunk, mintha az (5) alatti függvény jobboldalában az exponenciális függvénytényezők hiányoznának. A (7) alatti egyenlet ugyanaz, ha $f(z)$ véges számú zérushellyel bíró elsőfajú egész függvény, vagy pedig ugyanezekkel a zérushelyekkel bíró polinom.

Ha $f(z)$ n-edfokú polinom és a $G(z)$ függvénynek a $z=x+iy$ képzetes zérushelyéhez az $f(z)$ polinomnak a_h zérushelye van a legközelebb, vagy legalább is a_h az $f(z)$ polinom z-hez legközelebb és egyszersmind egyenlő távolságra eső két zérushelyének egyike, akkor a (7) alatti egyenletből az

$$\frac{1}{R} - \frac{ny}{(x-a_h)^2 + y^2} \leqq 0 \tag{10}$$

egyenlőtlenség következik. Itt az egyenlőség jele akkor és csak akkor áll fenn, ha a_h az $f(z)$ poliomnak n-szeres zérushelye, vagy ha a_h az $f(z)$ polinomnak csak p-szeres zérushelye ($p<n$), de az $f(z)$ polinomnak csak egy olyan zérushelye van, amely a_h-tól különbözik (ez a zérushely szükségképpen $(n-p)$-szeres). A második esetben szükséges azonban az is, hogy a $G(z)$ polinomnak a z zérushelye a $f(z)$ polinom két különböző zérushelyétől egyenlő távolságra essék.

A (10) egyenlőtlenségből azzal az okoskodással, amellyel a (8) egyenlőtlenségből lehoztuk az I. tételt, következik a II. tétel első részének igazsága.

A II. tétel első részéből közvetlenül következik a következő tétel:

IV. *Ha az $f(z)$ n-edfokú polinom zérushelyei mind valósak és mind ráesnek a valós tengely (a, b) szakaszára, ha továbbá R pozitív szám, Q pedig valós paraméter, akkor bármely*

$$G(z) = f'(z) + \left(Q + \frac{i}{R}\right) f(z)$$

polinomnak valamennyi zérushelye beleesik a valós tengely felett fekvő és a valós tengelyt az a, ill. b pontban érintő annak a két körnek konvex burokjába, amelyeknek nR az átmérőjük.

A bevezetés végén mondottak értelmében ennek a tételnek egyszerű következménye a következő ismert tétel:[2]

Ha $f(z)$ csupa valós zérushelyekkel bíró n-edfokú polinom és ha R zérustól különböző valós szám, akkor az

$$f^2(z) + R^2 f'^2(z)$$

polinom bármely zérushelyének képzetes része $-nR$ és $+nR$ közé esik.

A II. tétel második részének bebizonyítása végett a következő jelöléseket vezetjük be:

r-rel jelölünk egy R-nél nem nagyobb pozitív számot. $K'_h(r)$ jelöli a valós tengelyt az a_h pontban érintő, a valós tengely fölött fekvő és nr átmérőjű kört. $G(z;r)$ függvényen a

$$G(z;r) = f'(z) + \left(Q + \frac{i}{r}\right) f(z)$$

függvényt értjük.

Ezekkel a jelölésekkel $K'_h(R) = K'_h$ és $G(z;R) = G(z)$.

Az $f(z)$ polinom akármelyik többszörös zérushelye a $G(z;r)$ polinomnak nyilvánképpen eggyel kevesebb sokszorosságú zérushelye. A $G(z;r)$ polinomnak az ilyen (valós) zérushelyein kívül minden más zérushelye képzetes és a (7) egyenlet szerint a valós tengely fölötti félsíkban fekszik. Ezeknek a képzetes zérushelyeknek száma annyi, mint az $f(z)$ polinom egymástól különböző zérushelyeinek száma, vagyis m.

Ha a pozitív r paraméter zérus felé tart, akkor a $G(z;r) = 0$ egyenlet az $f(z) = 0$ egyenlethez tart. Ha tehát r elég kicsiny pozitív szám, akkor az $f(z)$ polinom $a_1, a_2, \ldots, a_m$ zérushelye közül akármelyiknek szomszédságába a $G(z;r)$ polinom képzetes zérushelyei közül egy és csak egy esik.

---

[2] Lásd E. Cesàro-G. Kowalewski: Elementares Lehrbuch der algebraischen Analysis und der Infinitesimalrechnung, I. kiadás (1904), 431—432. lap.

Ha azonban r elég kicsiny, akkor a $K_1'(r)$, $K_2'(r)$,..., $K_m'(r)$ körök olyan kicsinyek, hogy közöttük nincs olyan kettő, amelynek egymással közös pontja volna. Ilyen r paraméterhez tartozó $G(z;r)$ polinomnak a $K_1'(r)$, $K_2'(r)$,..., $K_m'(r)$ kör közül akármelyikbe pontosan egy képzetes zérushelye esik, mivel a II. tétel első része miatt ezeken kívül nem lehet képzetes zérushelye és mivel a $G(z;r)$ polinomnak az a_h ponthoz közel fekvő képzetes zérushelye csak a $K_h'(r)$ körbe eshetik. Ez a képzetes zérushely nyilvánképpen a $K_h' = K_h'(R)$ kör belsejébe esik.

A II. tétel második részének megfelelően most feltételezzük, hogy a K_h' körnek nincs közös pontja a K_1', K_2',..., K_{h-1}', K_{h+1}',..., K_m' kör közül egyikkel sem.

Ha a pozitív r paramétert egy olyan elég kicsiny r_0 ($<R$) értékből kiindulva, amelyre vonatkozólag a $K_h'(r_0)$ körlap a $G(z;r_0)$ polinomnak csak egy képzetes zérushelyét tartalmazza, R-ig növeljük, akkor r-nek ez alatt a változása alatt a $G(z;r)$ polinomoknak képzetes zérushelyei folytonosan változnak, de közülük egy sem lépheti át a K_h' kört.

Ez abból következik, hogy nincs olyan r_1 ($<R$) pozitív szám, amelyhez tartozó valamelyik $G(z;r_1)$ polinomnak valamelyik zérushelye K_h' körre esnék.

Ha ugyanis a $G(z;r_1)$ polinomnak a $z' = x' + iy'$ képzetes zérushelye a K_h' körön volna, akkor erre az x', y' számpárra fennállana a K_h' kör egyenlete és így

$$\frac{1}{R} - \frac{ny'}{(x'-a_h)^2+y'^2} = 0 \tag{11}$$

volna. A $z' = x' + iy'$ szám kielégíti a (6) függvénynek megfelelő

$$\frac{G(z;r_1)}{f(z)} = A + Q + \frac{i}{r_1} + \sum' \frac{1}{z-a_j} = 0$$

egyenletet. Ennek az egyenletnek képzetes részére tehát fennáll az

$$\frac{1}{r_1} - \sum' \frac{y'}{(x'-a_j)^2+y'^2} = 0 \tag{12}$$

egyenlet.

Mivel a z' pont a K_h' körön fekszik és ennek a körnek egy $K_j'(j \neq h)$ körrel sincs közös pontja, azért a z' pontnak az

$a_1, a_2, \ldots, a_m$ pont közül az a_h ponttól való távolsága a legkisebb. E miatt a (12) egyenletből az

$$\frac{1}{r_1} - \frac{ny'}{(x'-a_h)^2 + y'^2} \leqq 0 \tag{13}$$

egyenlőtlenség következik.

Ez az egyenlőtlenség a (11) alatti egyenlettel egyszerre nem állhat fenn, mivel $0 < r_1 < R$. Az $r_1 = R$ esetben is csak akkor állhat fenn a (11) és (13) összefüggés, ha (13) az egyenlőség jelével teljesül. Ez pedig csak akkor következik be, ha az $f(z)$ polinomnak a_h n-szeres zérushelye, mivel a K_h' körnek feltételünk szerint más $K_j'(j \neq h)$ körrel nincs közös pontja és így a K_h' körön fekvő z' pont az a_h ponttól különböző bármely más a_j ponttól nagyobb távolságra esik, mint az a_h ponttól. Ha azonban a_h $f(z)$-nek n-szeres zérushelye, akkor a $G(z)$ polinomnak z' egyetlen képzetes zérushelye.

A mondottakból következik, hogy azalatt, amíg r r_0-tól R-ig nő, egy $G(z;r)$ polinomnak sem léphet be képzetes zérushelye a K_h' körlapba, sem onnan nem léphet ki. E miatt a K_h' körlap annyi képzetes zérushelyét tartalmazza a $G(z)$ polinomnak, mint a $G(z;r)$ polinomnak, vagyis pontosan egyet.

Ezzel a II. tételnek második részét is teljesen bebizonyítottuk.

Hátra van még a harmadik rész bizonyítása. E végett $\overline{T}'$-vel jelöljük a T' tartománynak azt a legkisebb részét, amely $K_1', K_2', \ldots, K_m'$ közül s körlapot magában foglal, míg a többi $m-s$ körlap közül egyikkel sincs közös pontja. Ez a $\overline{T}'$ tartomány T'-vel össze is eshetik.

A $\overline{T}'$ tartomány határa körívekből áll. Egy-egy ilyen határkörív akármelyik pontjától az $a_1, a_2, \ldots, a_m$ pont közül vagy csak egy, vagy pontosan kettő van a legkisebb távolságra a szerint, amint az a pont a körívnek belső, illetőleg végpontja, tehát a szerint, amint a $\overline{T}'$ tartomány határának az a pontja a $K_1', K_2', \ldots, K_m'$ körlap közül egynek, vagy kettőnek esik a határára.

Ha r_0 elég kicsiny pozitiv szám, akkor az előbbiek szerint a $K_1'(r_0), K_2'(r_0), \ldots, K_m'(r_0)$ kör között nincs olyan kettő, amely-

EGYETEMI KÖNYVTÁR SZEGED

nek volna egymással közös pontja, s így mindegyik ilyen körlap a $G(z;r_0)$ polinomnak pontosan egy-egy képzetes zérushelyét tartalmazza.

Mivel $r_0<R$, azért a $K'_h(r)$ körlap a K'_h körlapban van. E miatt a $\overline{T}'$ tartományban a $G(z;r_0)$ polinomnak pontosan s képzetes zérushelye van.

Mialatt r r_0-tól kiindulva R-ig nő, azalatt a $G(z;r)$ polinomok zérushelyei folytonosan változnak, de egyik zérushely sem lépheti at a $\overline{T}'$ tartomány határát.

Ha ugyanis ez nem volna igaz, akkor volna r_0 és R között egy olyan r_1, amelyre vonatkozólag az egyik $G(z;r_1)$ polinomnak a $z'=x'+iy'$ képzetes zérushelye a $\overline{T}'$ határára esnék. Ha K'_h volna az a kör, amelyre a z' pont esik, akkor az x', y' számpárra éppúgy fennállana a (11) egyenlet és a (13) egyenlőtlenség, mint a II. tétel második részének bizonyításakor.

Minthogy ez a két összefüggés egyszerre nem állhat fenn, azért ebből az ellentmondásból következik, hogy a $G(z)$ polinomnak a $\overline{T}'$ tartományban ugyanannyi képzetes zérushelye van, mint a $G(z;r_0)$ polinomnak, vagyis pontosan s.

Ezzel a II. tétel teljesen be van bizonyítva.

4. Általánosítások.

Az előbbi tételekhez hasonló módon bizonyítható be a következő tétel:

V. *Ha $M(z)$ olyan meromorf függvény, amelynek a valós tengelyen valósak az értékei és amelynek parciális törtekre való bontása*

$$M(z)=A+\frac{b_0}{z}+\sum\left(\frac{b_h}{z-a_h}+\frac{b_h}{a_h}\right) \quad \left(\sum\tfrac{1}{|a_h|^2}\ konvergens\right) \quad (14)$$

alakú, és ha ebben a kifejezésben A, a_1, a_2,... valós szám, b_0 nem negatív, b_1, b_2,... pedig pozitív szám, akkor az $M(z)$ függvény a valós tengely fölötti felső félsíkon egy olyan képzetes értéket sem vesz fel, amelynek képzetes része pozitív; az alsó félsíkban $M(z)$ egy olyan képzetes értéket sem vesz fel, amelynek képzetes része negatív.

Ha K_h, illetőleg $\bar{K}_h$ jelöli a valós tengelyt az a_h pontban érintő Rb_h-átmérőjű kört a felső, illetőleg az alsó félsíkban, akkor az $M(z)$ függvény a K_h, illetőleg $\bar{K}_h$ körben egy olyan képzetes értéket sem vesz fel, amelynek képzetes része $-\frac{i}{R}$, illetőleg $+\frac{i}{R}$.

Ha az $M(z)$ függvénynek csak m-számú pólusa van, mégpedig: $a_1, a_2, \ldots a_m$ és ha K_h', illetőleg $\bar{K}_h'$ jelöli a valós tengelyt az a_h pontban érintő $(b_1+b_2+\cdots+b_m)R$ átmérőjű kört a felső, illetőleg az alsó félsíkban, akkor az $M(z)$ függvény egy

$$Q-\frac{i}{R}, \quad \text{illetőleg} \quad Q+\frac{i}{R} \qquad (Q \text{ valós szám})$$

értéket sem vesz fel a $K_1', K_2', \ldots, K_m'$, illetőleg $\bar{K}_1', \bar{K}_2', \ldots, \bar{K}_m'$ körön kívül.

Ha a K_h' körnek a $K_1', K_2', \ldots, K_{h-1}', K_{h+1}', \ldots, K_n'$ kör közül egyikkel sincs közös pontja, akkor az $M(z)$ függvény bármely Q valós szám esetén a $Q-\frac{i}{R}$ értéket a K_h' körben pontosan egyszer veszi fel.

A komplex síknak egy olyan tartományában, amely a $K_1', K_2', \ldots, K_m'$ körlap közül s-számút magában foglal, de a többi m-s körlap közül egyikkel sincs közös pontja, az $M(z)$ függvény bármely $Q-\frac{i}{R}$ alakú képzetes értéket pontosan s-szer vesz fel.

Hasonló tétel állítható azokra a képzetes helyekre vonatkozólag is, amelyeken az $M(z)$ függvény $Q+\frac{i}{R}$ alakú képzetes értéket vesz fel.

Ha ugyanis $M(z)$ a $z=x+iy$ $(y \neq 0)$ helyen felveszi a $Q-\frac{i}{R}$ értéket, akkor fennáll az

$$A+\frac{b_0}{z}+\sum\left(\frac{b_h}{z-a_h}+\frac{b_h}{a_h}\right)=Q-\frac{i}{R} \qquad (15)$$

egyenlet. Ennek az egyenletnek képzetes részére a $z=x+iy$ behelyettesítésével az

$$\frac{1}{R}-\sum\frac{b_h y}{(x-a_h)^2+y^2}=0 \qquad (16)$$

egyenletet kapjuk, amelyben az összeg a $b_0 \neq 0$ esetben az $a_0 = 0$ pólushoz tartozó tagra is kiterjed. Ebből az egyenletből következik az

$$\frac{1}{R} - \frac{b_h y}{(x-a_h)^2 + y^2} \geqq 0 \tag{17}$$

egyenlőtlenség.

Ha a (16) egyenletben az összeg csak az $a_1, a_2, \ldots, a_m$ pólushoz tartozó m tagot tartalmazza és ha a $z = x + iy$ pontnak az a_h ponttól való távolsága nem nagyobb, mint a többi $m-1$ ponttól való távolsága, akkor a (16) egyenletből egyszersmind az

$$\frac{1}{R} - \frac{(b_1 + b_2 + \cdots + b_m)\, y}{(x-a_h)^2 + y^2} \leqq 0 \tag{18}$$

egyenlőtlenség is következik.

A (17) és (18) egyenlőtlenségből éppúgy hozható le az V. tétel, mint a (8) és (10) egyenlőtlenségből az I. és II. tétel.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. febr. 16-án tartott üléséből.)

SÄTZE ÜBER DIE LAGE VON NULLSTELLEN.

Von GYULA (JULIUS) v. SZŐKEFALVI NAGY.

Anschliessend an eine frühere Arbeit des Verfassers werden — unter anderem — die folgenden Sätze bewiesen:

Voraussetzungen: *$f(z)$ sei eine reelle ganze Funktion vom Geschlecht Null oder Eins mit lauter reellen Nullstellen. R bedeute eine positive Zahl, Q einen reellen Parameter. Es sei a_h eine Nullstelle von $f(z)$ und K_h der Kreis vom Durchmesser R, der in der oberen komplexen Halbebene liegt und die reelle Achse im Punkte a_h berührt.*

Behauptung: *Im Kreise K_h hat keine der Funktionen von der Form*

$$G(z) = f'(z) + \left(Q + \frac{i}{R}\right) f(z) \qquad (i = \sqrt{-1})$$

imaginäre Nullstellen. Auf K_h hat $G(z)$ dann und nur dann eine imaginäre Nullstelle, wenn $f(z)$ nur in der einfachen Nullstelle a_h verschwindet.

Ist $f(z)$ ein Polynom n-ten Grades mit lauter reellen Nullstellen, das nur in den Punkten $a_1, a_2, \ldots, a_m$ verschwindet und bezeichnet K_h' den Kreis vom Durchmesser nR, der in der oberen komplexen Halbebene liegt und die reelle Achse im Punkte a_h berührt, so hat das Polynom

$$G(z) = f'(z) + \left(Q + \frac{i}{R}\right) f(z)$$

ausserhalb der m Kreisflächen $K_1', K_2', \ldots, K_m'$ keine imaginäre Nullstelle. Hat K_h' mit keinem der übrigen $m-1$ Kreise einen gemeinsamen Punkt, so liegt genau eine imaginäre Nullstelle von $G(z)$ in K_h'.

Bezeichnet B einen Bereich, der s von den m Kreisflächen $K_1', K_2', \ldots, K_m'$ enthält und mit den übrigen $m-s$ Kreisflächen keinen Punkt gemeinsam hat, so hat $G(z)$ genau s imaginäre Nullstellen in B.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Febr. 1942.)

A FINSLER-FÉLE GEOMETRIA FELÉPÍTÉSE MINKOWSKI-FÉLE SÍMULÓ MÉRTÉK-MEGHATÁROZÁSSAL.

VARGA OTTÓ-tól.

Bevezetés.

Közismert az az alapvető tény, hogy a RIEMANN-féle tér bármelyik pontjának környezetében úgy viselkedik, mint egy euklidesi. Ez teszi lehetővé azt, hogy a RIEMANN-féle tér metrikáját éppúgy lehet felépíteni, mint ahogy az euklidesi térét.

A második lényeges lépés a RIEMANN-féle geometria felépítésében az ú. n. térösszefüggés felállítása. Ez, miként E. CARTAN megmutatta, a fenti alapvető tény felhasználásával, az euklidesi geometria ismert tételeiből szintén könnyen levezethető. E. CARTAN egy x_0^i pontnak a környezetében a RIEMANN-féle térelemet megközelítő euklidesi térelemet görbevonalú koordinátarendszerre vonatkoztatja. Ezáltal az euklidesi térelemben egy olyan mértékmeghatározást vezet be, amely az x_0^i pontban a RIEMANN-féle mértékmeghatározást oszkulálja. Ez azt jelenti, hogy ebben a pontban az alaptenzor és ennek elsőrendű parciális differenciálhányadosai mind a két térben megegyeznek. Ezzel a símuló euklidesi mértékmeghatározással a térösszefüggés kérdése, az euklidesi geometria eredményeinek felhasználásával majdnem minden számítás nélkül megoldható.

A FINSLER-féle tér a MINKOWSKI-féle térhez éppen olyan viszonyban áll, mint a RIEMANN-féle tér az euklidesi térhez, azaz a FINSLER-féle tér bármelyik pontjának környezetében úgy viselkedik, mint egy MINKOWSKI-féle tér.[1]

[1] L. BERWALD [1] 4. o.

A mértékmeghatározás valamint a térösszefüggés és ezzel a FINSLER-féle térnek teljes felépítése egy simuló MINKOWSKI-féle mértékmeghatározással éppúgy végezhető, miként E. CARTAN fent említett egyszerű esetében. A MINKOWSKI-féle geometria eredményeinek tekintetbevételével most is számítás nélkül kapjuk az összes eredményeket.[2]

1. §. Finsler-féle térnek pontjaihoz rendelt Minkowski-féle érintőterek.

Vegyünk alapul egy olyan n-dimenziós teret, amelynek ívelemе

$$ds = L(x^1, \ldots, x^n, dx^1, \ldots, dx^n) \equiv L(x, dx). \qquad (1.1)$$

Az $L(x, dx)$ alapfüggvény tegyen eleget a FINSLER-féle geometriában ismeretes feltételeknek.[3]

A FINSLER-féle geometriában szokásos módon az n-méretű tér $(x^1, x^2, \ldots, x^n)$ pontjához hozzávesszük az azon a ponton átmenő összes irányokat. Így az n-dimenziós ponttér helyett egy $2n-1$-méretű $(x^1\, x^2, \ldots, x^n, \dot{x}^1, \dot{x}^2, \ldots, \dot{x}^n)$ vonalelemsokaságot kapunk.

Az összes mennyiségek (pl. tenzorok) az $(x, \dot{x})$ vonalelemtől függnek.

Az x_0^i pont környezetében a

$$ds = L(x_0, dx) \qquad (1.2)$$

mértékmeghatározás akkor lesz MINKOWSKI-féle, ha a dx^i-ben egynél magasabbrendű mennyiségeket elhanyagoljuk.

Tegyük fel, hogy az így meghatározott és (1.2) szerint DESCARTES-féle koordinátarendszerre vonatkoztatott[4] infinitezimális térelemet egy olyan véges MINKOWSKI-féle térre bővítjük ki, amelynek $L(v_0^1, v_0^2, \ldots, v_0^n, \dot{v}^1, \dot{v}^2, \ldots, \dot{v}^n)$ az alapfüggvénye. Ebben

---

[2] Lásd VARGA O. [2]. A FINSLER-féle geometriának ilyen levezetésére már ott rámutattam.

[3] E. CARTAN [1] vagy VARGA O. [1].

[4] VARGA O. [2] 1. §. 1. pont.

az esetben a $\dot{v}_0^1, \dot{v}_0^2, \ldots, \dot{v}_0^n$ állandók és a $v^1, v^2, \ldots, v^n$ DESCARTES-féle koordináták és

$$v_0^i = x_0^i. \tag{1.3}$$

Ezt a teret a FINSLER-féle tér x_0^i pontjához tartozó MINKOWSKI-féle érintőtérnek nevezzük. Az x_0^i ponthoz tartozó MINKOWSKI-féle érintőtér megegyezik a FINSLER-féle térnek az x_0^i ponthoz tartozó elsőrendű kicsiny környezetével. Ez indokolja a következő feltételeket:

1. *Az x_0^i-hez tartozó* MINKOWSKI-*féle érintőtérben egy $(x_0, \dot{x}_0)$ vonalelemhez rendeljük hozzá a*

$$\dot{v}_0^i = \dot{x}_0^i \tag{1.4}$$

egyenletekkel meghatározott irányt.

Ez a követelmény infinitezimális mennyiségek esetében is álljon fenn.

2. *Ha ξ^i egy az $(x_0, \dot{x}_0)$ vonalelemhez tartozó vektor, akkor az x_0^i-hoz tartozó* MINKOWSKI-*féle érintőtérben egy olyan vektort rendelünk hozzá, amelynek komponensei ξ^i-vel megegyeznek és amely az első feltétellel meghatározott irányhoz tartozik.*

Ehhez a feltevéshez még azt a megjegyzést fűzzük, hogy amíg a FINSLER-féle térben egy vektor egy vonalelemhez tartozik, addig a MINKOWSKI-féle térben (DESCARTES-féle koordinátarendszerben) egy vektor csak az iránytól függ.

Ez a két feltétel akkor is álljon fenn, ha az x_0^i pontot egy olyan $x_0^i + \delta x_0^i$ ponttal helyettesítjük, amely annak elsőrendű kicsiny környezetébe esik. Ez annak a felfogásunknak felel meg, hogy egy a FINSLER-féle térhez tartozó elsőrendű kicsiny környezet a megfelelő MINKOWSKI-féle érintőtérrel összeesik. A következő pontban a fenti feltételt vektorok esetére még külön megfogalmazzuk, mivel az fontos szerepet játszik.

3, *Legyen ξ_1^i az $(x_0 + \delta x_0, \dot{x}_0)$ vonalelemhez tartozó vektor, ahol $x_0^i + \delta x_0^i$ az x_0^i pontnak elsőrendű kicsiny környezetébe esik. Az x_0^i-hez tartozó* MINKOWSKI-*féle érintőtérben rendeljük a ξ^i vektorhoz azt a vektort, amelynek komponensei ugyancsak ξ^i-k és amely az $\dot{x}_0^i$-hez (1.2) szerint hozzárendelt irányhoz tartozik.*

Az imént bevezetett MINKOWSKI-féle érintőtér segítségével értelmezhetjük egy vonaleleméhez tartozó mértékmeghatározást.

...DI KOHÁSZATI ÜZE... Műszaki

A MINKOWSKI-féle térben minden irányhoz azt az euklidesi teret rendeljük, amelyet a

$$g_{ik}(v_0, \dot{v}) = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \left(L^2(v_0, \dot{v})\right)}{\partial \dot{v}^i \partial \dot{v}^k} \tag{1.5}$$

alaptenzor határoz meg.[5] Ezek szerint a FINSLER-féle térben a mértékmeghatározást szintén az (1.5) tenzor értelmezi, ha abban $(v_0, \dot{v})$ helyébe $(x, \dot{x})$ változókat tesszük. A fentiek segítségével a FINSLER-féle geometriában egy vonalelemhez tartozó vektorok skaláris sorozata a MINKOWSKI-féle térben ismert képletek szerint fejezhető ki. Ez a vektorok hosszát és a szögmetrikát is meghatározza.[6]

Megjegyezzük még, hogy a FINSLER-féle tér tetszőleges $(x, \dot{x})$ vonaleleméhez tartozó

$$A_{ikl}(x, \dot{x}) = LC_{ikl}(x, \dot{x}) = \frac{1}{4} \frac{\partial^3 \left(L^2(x, \dot{x})\right)}{\partial \dot{x}^i \partial \dot{x}^k \partial \dot{x}^l} \tag{1.6}$$

tenzor numerikusan megegyezik a MINKOWSKI-féle érintőtérnek azzal a tenzorával, amely ugyanígy vezethető le a MINKOWSKI-féle tér alapfüggvényéből.

2. §. A símuló Minkowski-féle mértékmeghatározás. Az euklidesi térösszefüggés levezetése Finsler-féle terekben egy símuló Minkowski-féle meghatározással.

A FINSLER-féle tér és ennek tetszőleges pontjában a hozzárendelt MINKOWSKI-féle érintőtér az 1. §. értelmében olyan, hogy a megfelelő vonalelemekhez tartozó mértéktenzorok és a g_{ik}-nak az $\dot{x}^i$-re vonatkozó elsőrendű parciális deriváltjai számértékben egyenlők. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a FINSLER-féle és a MINKOWSKI-féle mértékmeghatározás egymást érintik.

Most a MINKOWSKI-féle érintőtérben egy olyan görbevonalú koordinátarendszert vezetünk be, amelyben a FINSLER-féle $g_{ik}(x, \dot{x})$ mértékmeghatározás — az alább meghatározandó értelemben — még jobban megközelíthető. Ha a MINKOWSKI-féle teret görbevonalú $(u^1, u^2, \ldots, u^n)$ koordinátarendszerre vonatkoztatjuk[7] akkor

[5] VARGA O. [2] (1, 13) képlet.

[6] VARGA O. [2] (1, 16) és (1, 17) képlet.

[7] Lásd az egész 2. §-hoz VARGA O. [2].

az (1.5) és (1.6)-nak megfelelő tenzorokon kívül még más fontos mennyiségeket is kapunk. Ezek az invariáns differenciált meghatározó következő $\Gamma^{\star}_{ikl}$ és Γ_{ikl} mennyiségek:

$$\left.\begin{aligned} &\text{(a)}\quad \Gamma^{\star}_{ikl}(u,\dot{u}) = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial g_{ik}}{\partial u^l} + \frac{\partial g_{kl}}{\partial u^i} - \frac{\partial g_{il}}{\partial u^k}\right) - C_{iks}\frac{\partial G^s}{\partial \dot{u}^l} - \\ &\qquad - C_{kls}\frac{\partial G^s}{\partial \dot{u}^i} + C_{ils}\frac{\partial G^s}{\partial \dot{u}^k}. \\ &\text{(b)}\quad \Gamma_{ikl} = \Gamma^{\star}_{ikl} + C_{iks}\Gamma^{\star s}_{rl}\dot{u}^r \end{aligned}\right\} \qquad (2.1)$$

ahol

$$G_l = \frac{1}{4}\left(\frac{\partial^2(L^2)}{\partial \dot{u}^l \partial u^k}\dot{u}^k - \frac{\partial(L^2)}{\partial u^l}\right).$$

A $\Gamma^{\star}_{ikl}$-ek jelentéséből adódik, hogy ezek a

$$\frac{\partial g_{ik}}{\partial u^l} = \Gamma^{\star}_{ikl} + \Gamma^{\star}_{kil} \qquad (2.2)$$

differenciálegyenletrendszer megoldásai. Ezek után az $L(x, \dot{x})$ alapfüggvény és ennek parciális deriváltjai segítségével a Finsler-féle térben is értelmezhetjük a $\Gamma^{\star}_{ikl}(x, \dot{x})$ és $\Gamma_{ikl}(x, \dot{x})$-nak megfelelő $\Gamma^{\star}_{ikl}(u, \dot{u})$ és $\Gamma_{ikl}(u, \dot{u})$ mennyiségeket.

Az x^i_0-hez tartozó Minkowski-féle érintőtérben a $v^1, v^2, \ldots, v^n$ Descartes-féle koordináták helyébe most oly módon vezetünk be $u^1, u^2, \ldots, u^n$ koordinátákat, hogy így a Minkowski-féle és a Finsler-féle mértékmeghatározás egy vonalelemen egymást oszkulálja; vagyis: *1. a két mértékmeghatározás érinti egymást, 2. a* Finsler*-féle térhez tartozó $\Gamma^{\star}_{ikl}$-ek a megfelelő vonalelemen megegyeznek a hozzárendelt* Minkowski*-féle érintőtérhez tartozó $\Gamma^{\star}_{ikl}$-ekkel.*

Ha egy ilyen símuló mértékmeghatározás létezik, akkor (2.2) miatt a megfelelő vonalelemekben a két térre vonatkozólag nem csak a g_{ik} mennyiségek, hanem ezeknek összes elsőrendű parciális deriváltjai is egyenlők. Jegyezzük meg azonban, hogy egy ilyen megegyezésből — a Riemann-féle tértől eltérőleg[8] — még nem lehet következtetni arra, hogy a két mértékmeghatározás egymást oszkulálja.

---

[8] E. Cartan [1] 94—95. o.

Az oszkuláló mértékmeghatározás létezésének bebizonyításához elég kimutatnunk, hogy a MINKOWSKI-féle érintőtérben van legalább egy olyan görbevonalú koordinátarendszer, amely simuló mértékmeghatározást hoz létre.

Legyen a MINKOWSKI-féle térben $\bar{u}^i$ egy tetszőleges koordinátarendszer. Legyen továbbá u^i egy olyan koordinátarendszer, amely az $\bar{u}^i$-ből valamilyen megfordítható és folytonosan deriválható transzformációval adódik, azaz

$$\begin{aligned} u^i &= u^i(\bar{u}^1, \bar{u}^2, \ldots, \bar{u}^n) \\ \bar{u}^i &= \bar{u}^i(u^1, u^2, \ldots, u^n). \end{aligned} \tag{2.4}$$

A számunkra fontos mennyiségek igy transzformálódnak:

$$\left.\begin{aligned} &\text{(a)} \quad \dot{\bar{u}}^i = \frac{\partial \bar{u}^i}{\partial u^k}\,\dot{u}^k \\ &\text{(b)} \quad g_{ik}(u, \dot{u}) = \bar{g}_{sr}(\bar{u}, \dot{\bar{u}})\,\frac{\partial \bar{u}^s}{\partial u^i}\,\frac{\partial \bar{u}^r}{\partial u^k} \\ &\text{(c)} \quad C_{ikr}(u, \dot{u}) = \bar{C}_{jlm}(\bar{u}, \dot{\bar{u}})\,\frac{\partial \bar{u}^j}{\partial u^i}\,\frac{\partial \bar{u}^l}{\partial u^k}\,\frac{\partial \bar{u}^m}{\partial u^r}. \end{aligned}\right\} \tag{2.5}$$

Ha a ξ^i vektort az $(u, \dot{u})$ vonalelemből egy párhuzamos szomszédos vonalelembe áthelyezzük, akkor az invariáns differenciál a következő:

$$D\xi^i = d\xi^i + \Gamma^{*i}_{kl}\,\xi^k du^l.^9$$

Ha az u^i-ről az $\bar{u}^i$ koordinátákra térünk át, akkor

$$D\bar{\xi}^i = \overline{D\xi^i} = D\xi^r \frac{\partial \bar{u}^i}{\partial u^r} \tag{2.7}$$

mivel $D\xi^i$ vektor és mivel (2.6) koordinátainvariáns. (2.7) tekintetbevételével következik, hogy

$$\Gamma^{*l}_{jm} = \Gamma^{*q}_{ks}\,\frac{\partial u^k}{\partial \bar{u}^j}\,\frac{\partial \bar{u}^l}{\partial u^q}\,\frac{\partial u^s}{\partial \bar{u}^m} + \frac{\partial^2 u^q}{\partial \bar{u}^j \partial \bar{u}^m}\,\frac{\partial \bar{u}^l}{\partial u^q} \tag{2.8}$$

A Γ^{*l}_{jm} és Γ^{l}_{jm} között tehát ugyanaz az összefüggés, mint a RIEMANN-féle terekben megfelelő elsőfajú CHRISTOFFEL-féle szim-

---

[9] VARGA O. [2] (2, 7) képlet.

bólumok között. Ha az u^i koordinátákat a v^i DESCARTES-féle koordinátákkal helyettesítjük, akkor (2.8) alakja

$$\Gamma^{*l}_{jm}(u, \dot{u}) = \frac{\partial^2 v^q}{\partial u^j \partial u^m} \frac{\partial u^l}{\partial v^q} \tag{2.9}$$

mivel a Γ^{*i}_{kl}-ek zérusok.[10]

A (2.4) transzformáció most u^i és v^i között létesít kapcsolatot, ezt a következőképp választjuk:

$$v^i - v^i_0 = (u^i - u^i_0) + \tfrac{1}{2}\Gamma^{*i}_{sr}(x_0, \dot{x}_0)(u^s - u^s_0)(u^r - u^r_0) \tag{2.10}$$

Az x^i_0-knek (1.3) szerint u^i_0 felel meg. Az x^i_0 helyen v^i-knek u^i-re vonatkozó parciális deriváltjai:

$$\left(\frac{\partial v^i}{\partial u^k}\right)_0 = \delta^i_k \tag{2.11}$$

és

$$\left(\frac{\partial^2 v^q}{\partial u^j \partial u^m} \frac{\partial u^l}{\partial v^q}\right)_0 = \Gamma^{*l}_{jm}(x_0, \dot{x}_0). \tag{2.12}$$

(2.10) és (2.5a)-ból következik, hogy

$$\dot{u}^i_0 = \dot{x}^i_0. \tag{2.13}$$

Az $(x_0, \dot{x}_0)$ vonalelemnek tehát a MINKOWSKI-féle érintőtérben az $(u_0, \dot{u}_0)$ vonalelem felel meg. (2.5b)-ből és (2.5c)-ből (2.10) figyelembevételével továbbá következik, hogy

$$\begin{aligned} g_{ik}(u_0, \dot{u}_0) &= g_{ik}(x_0, \dot{x}_0) \\ C_{ikl}(u_0, \dot{u}_0) &= C_{ikl}(x_0, \dot{x}_0) \\ \Gamma^{*l}_{im}(u_0, \dot{u}_0) &= \Gamma^{*l}_{im}(x_0, \dot{x}_0). \end{aligned} \tag{2.14}$$

A (2.14) képletek azt fejezik ki, hogy az x_0-hoz tartozó MINKOWSKI-féle érintőteret olyan görbevonalú koordinátarendszerre vonatkoztattuk, amely símuló mértékmeghatározást hoz létre.

Símuló MINKOWSKI-féle mértékmeghatározással különböző vonalelemekre értelmezett vektorokat is összehasonlíthatunk. Ezzel egyúttal a térnek euklidesi összefüggését is elintézhetjük. Értelmezzünk az $(x_0, \dot{x}_0)$ vonalelemre és ennek környezetében egy folytonosan deriválható $\xi^i(x, \dot{x})$ vektormezőt. Ennek a vektormezőnek két olyan vektora, amelyek közül mindkettőnek középpontja az x^i_0 pontnak elsőrendű kicsiny környezetébe esik,

[10] VARGA O. [2] 1. §. 2. pont.

a harmadik feltevésünk értelmében az x_0^i-hez tartozó MINKOWSKI-féle érintőtérhez tartozó vektorának fogható fel. Ezeknek a «vektorkülönbségét» a MINKOWSKI-féle térben az invariáns differenciál határozza meg. Ez a kifejezés tehát a FINSLER-féle térben is megadja a szóbanforgó vektorkülönbséget és ez egyúttal a FINSLER-féle térnek is invariáns differenciálja.

Legyen $\xi^i(x_0, \dot{x}_0)$ és $\xi^i(x_0 + dx_0, \dot{x}_0 + d\dot{x}_0)$ két vektor és $\xi^i(\dot{u}_0, u_0)$ és $\xi^i(u_0 + du_0, \dot{u}_0 + d\dot{u}_0)$ a megfelelő két vektor a MINKOWSKI-féle érintőtérben. Ezt az érintőteret a fentebb bevezetett görbevonalú koordinátákra úgy vonatkoztatjuk, hogy ott simuló mértékmeghatározást kapjunk. A két szomszédos vektor invariáns differenciálját C_{ikl} és Γ_{ikl} határozza meg, mégpedig ezeknek az $(u_0, \dot{u}_0)$ vonalelemen felvett számértéke. Mivel ezek a mennyiségek (2.13), (2.14) és (2.1b) szerint a FINSLER-féle tér megfelelő mennyiségével számértékre egyenlők, azért az invariáns differenciál a FINSLER-féle terekben a következő alakú:

$$D\xi^i = d\xi^i + C^i_{kl}\xi^k d\dot{x}^l + \Gamma^i_{kl}\xi^k dx^l \qquad (2.15)$$

A (2.15) alatti invariáns differenciál a FINSLER-féle térben euklidesi összefüggést létesít, mivel a MINKOWSKI-féle térben a vektorok hossza párhuzamos áthelyezéssel nem változik.[11]

Irodalom.

L. BERWALD [1]: Über FINSLERsche und verwandte Räume, Zprávy o druhem sjezdu matematiku zemi slovanských. Praha 1935.

E. CARTAN [1]: Géométrie des espaces de RIEMANN, Paris, GAUTHIER-VILLARS et Cie. 1928. [2]: Les espaces de FINSLER, Actualités scientifiques et industrielles, 79, Paris, HERMANN et Cie 1934.

VARGA O. [1]: Zur Herleitung des invarianten Differentials in FINSLERschen Räumen, Monatshefte für Math. und Phys. 50. Wien 1941. [2]: Zur Begründung der MINKOWSKIschen Geometrie, Acta Sci. Math. Szeged. 10. (1942) 3—4. füzet sajtó alatt.

[11] VARGA O. [2] 1. § 2. pont és 2. § 2. pont.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. február 16-án tartott ülésén bemutatta Szőkefalvi Nagy Gyula l. t.)

AUFBAU DER FINSLERSCHEN GEOMETRIE MIT HILFE EINER OSKULIERENDEN MINKOWSKISCHEN MASSBESTIMMUNG.

Von O. VARGA.

Die Tatsache, dass der FINSLERsche Raum sich in der Umgebung einer Stelle wie ein MINKOWSKIscher verhält, wird in der vorliegenden Arbeit zum Aufbau der FINSLERschen Geometrie verwendet. Der Grundgedanken ist folgender: Das MINKOWSKIsche Raumelement, dass in einer gewissen Umgebung ein FINSLERsches Raumelement approximiert, wird auf ein solches Koordinatensystem bezogen, dass dadurch die MINKOWSKIsche Massbestimmung die FINSLERsche oskuliert. Diese oskulierende Massbestimmung ermöglicht es neben der Raummetrik auch den euklidischen Zusammenbang des Raumes herzustellen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Feber 1942.)

ÉLEIVEL GÖMBÖT ÉRINTŐ TETRAÉDER.

KLUG LIPÓT-tól.

Oly tetraédert akarunk szerkeszteni, amelynek élei egy gömbnek érintői. E végből a tetraédernek egyik élháromszögét vagy egyik éltriéderét és a gömböt, amely ama élháromszög oldalait, illetőleg az éltriédernek éleit érinti, tetszés szerint vehetjük fel és az első esetben annak negyedik csúcsát, a másodikban pedig negyedik lapját kell meghatározni. Az első esetet egy régebbi értekezésemben tárgyaltam részletesen.[1] Jelenleg a második esetből indulok ki, amidőn t. i. a tetraédernek egyik éltriédere és ennek éleit érintő gömb van megadva, és meghatározom a hiányzó negyedik tetraéderlapot. Ebből folyólag az első esetre vonatkozólag is újabb szerkesztést mutathatunk.

*

1. Legyen adva egy D csúcsú és a, b, c élű triéder $D(abc)$ és megakarjuk határozni az a, b, c éleken (a Dpontból kiinduló félsugarakon) megfelelőleg az A, B, C pontokat úgy, hogy az $ABCD$ tetraéder élei egy gömbnek érintői legyenek.

E végből az a, b, c félsugarakon az L, M, N pontokat egyenlő távolságra vesszük fel a D csúcstól. E pontokban az illető élekre merőleges síkoknak metszőpontja, középpontja egy olyan G gömbnek, amely a triéder éleit az L, M, N pontokban érinti. Jelöljük azt a három kört, amelyben a triéder lapjai a G gömböt metszik, tehát a triéder bc, ca, ab élpárjait az MN, NL, LM pontokban érintik, megfelelőleg: k_a, k_b, k_c-vel; továbbá messék az LMN

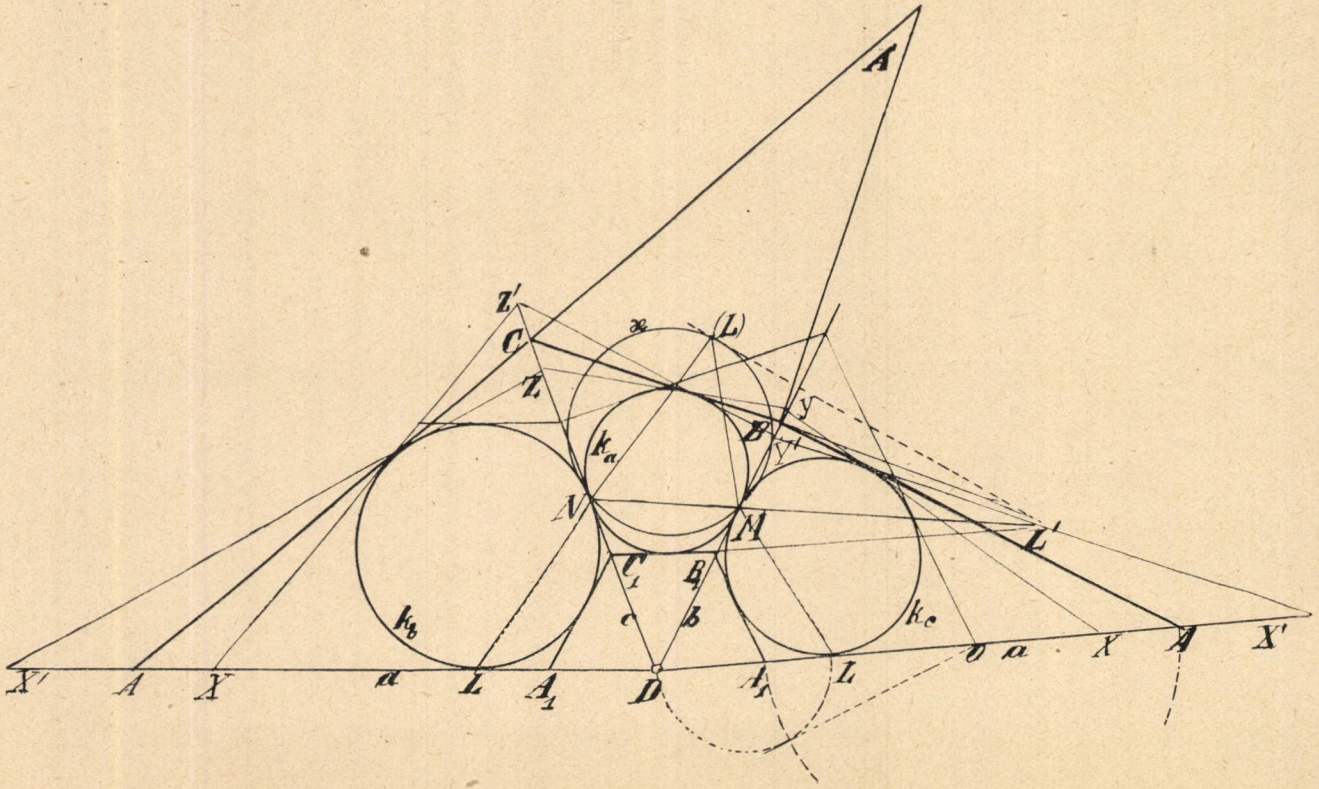
[1] A Magyar Tud. Akadémia Mat. és Természettudományi Értesítője XLIV. kötet; 1927 (477—494. oldal).

háromszög köré írt k kör L, M, N pontjainak érintői az ezekkel szembenfekvő oldalakat megfelelőleg az L', M', N' pontokban. E metszőpontok egy g egyenesen vannak, amelynek az LMN háromszögre vonatkozó G harmonikus pólusa harmonikusan választja el a háromszög oldalpárjait a g egyenes L', M', N' pontjaitól. Ez a G harmonikus pólus a g egyenesnek pólusa a k körre, és ezért a DG és a g egyenes: merőleges polárispárja a G gömbnek.

Az egymást az L, M, N pontban érintő k_bk_c, k_ck_a, k_ak_b körpár egy-egy II. r. kúpon van, amelynek csúcsa az L', M', N' pont. Ezért e kúpok bármelyikéhez a g egyenesen át vezethető két érintősík a másik két kúpot is érinti. És ha az egyik érintősík a tri̇éder a, b, c élét az A, B, C pontban, a másik pedig az A_1, B_1, C_1 pontban metszi, akkor az ABC és $A_1B_1C_1$ háromszög BC, B_1C_1; CA, C_1A_1; AB, A_1B_1 oldalpárjai egymást a g egyenes L', M', N' pontjában metszik és ezért ezek az oldalpárok e pontokból a k_a, k_b, k_c körökhöz kisugárzó érintők lesznek. Ebből látható, hogy az $ABCD$, $A_1B_1C_1D$ tetraéderek a kívánt tulajdonságúak, és hogy a két tetraédernek új lapjai harmonikusan választják el a D csúcsot az SMN síktól, és hogy a G gömb az egyik tetraéder véges terében, a másiknak pedig a lapjaitól elválasztott 15 tér egyik végtelen nagy terében van, végre, hogy a kitűzött feladatnak ∞^1 a megoldása, mert az L, M, N pontot a triéderekben végtelen sokfélekép vehetjük fel a D csúcstól egyenlő távolságra.

Ez volna a feladat elméleti megoldása, és most lássuk: hogyan végezhető ez el gyakorlatilag.

Forgassuk D (abc) triéder ab, ca lapjait a b, ill. c él körül a bc lapba és ez legyen a képsík, amelyen a szerkesztést elvégezzük (1. ábra). Az L, M, N pontokat a D ponttól egyenlő távolságra vesszük fel az a, b, c éleken és leírjuk azokat a k_a, k_b, k_c köröket, amelyek megfelelőleg a bc, ca, ab élpárokat az MN, NL, LM pontpárokban érintik. Ezután az MN körhúr fölé megrajzoljuk azt az (L)MN háromszöget, amelynek (L)M, (L)N oldala a k_c, k_b köröknek LM, ill. LN húrjával egyenlő, végre az (L)MN háromszög köré írt x kör (L) pontja érintőjének metszését az MN oldallal L'-nek nevezzük. Ebből az L' pontból a k_a körhöz kisugárzó egyik érintő a b, c egyeneseket a B, C pontokban, a másik érintő a B_1, C_1 pontokban metszi; a B és B_1 pontból a k_c körhöz kisugárzó két



1. ábra.

érintő az egyik leborított a élet az A, A_1 pontokban, a C és C_1 pontból a k_b körhöz kisugárzó második érintő a leborított második a élet szintén két pontban metszi, amely a D ponttól ép oly távolságra van, mint az előbbi A és A_1 pont s melyeket ugyanily betűkkel jelölhetünk, mert a két leborított lapnak a térbe való visszahelyezése után a két A és a két A_1 pont egyesül.

Ha végre a BC oldal fölé háromszöget rajzolunk, amelynek a másik két oldala BA, CA-val és a B_1C_1 oldal fölé szintén háromszöget rajzolunk, amelynek másik két oldala B_1A_1, C_1A_1 vonaldarabokkal egyenlő, akkor oly két tetraédernek $ABCD$, $A_1B_1C_1D$-nek a hálóját kapjuk, amely a kívánt tulajdonságú.

2. A feladatoknak az előbbitől eltérő és a térszemléletet kevésbbé igénybe vevő megoldása a következő meggondoláson alapszik. (1. ábra.)

A $D(abc)$ triéder ab, ac lapját mint előbb a bc lapba forgatjuk és megrajzoljuk azt a három kört, k_a, k_b, k_c-t, amely megfelelőleg az egy síkba leborított bc, ca, ab élpárt a D csúcstól egyenlő távolságra levő MN, NL, LM pontpárban érinti. Ezután az egyik a élen felveszünk egy X pontot, innen húzunk érintőt a k_c körhöz, amely a b élet az Y pontban metszi; ebből meghúzzuk az érintőt a k_a körhöz, amely a c élet a Z pontban metszi, és végre a Z-ből érintőt vezetünk a k_b körhöz, amely a másik a élet egy X' pontban metszi. Ha a két leborított a félsugáron $DX=DX'$, akkor X, Y, Z a kívánt tetraédernek csúcsai a leborításban (azaz a hálón). Ez azonban általában nem következik be! Ezért az X pontot az első a élen tovamozgatva képzeljük; ezzel az Y, Z és X' pont a b, c és a másik a élen az X-szel projektív sort ír le (mert egy változó körérintő a körnek két szilárd körérintőjét projektív sorokban metszi). Ha a változó X' pontok sorát az X pontsor a tartójára átvisszük (mintha eredeti helyzetébe egyesítenők az a élet), akkor a közös a tartón oly két projektív pontsort, $X\ldots$, $X'\ldots$ kapunk, amely involuciós helyzetű; mert ha az X pont mozgása közben a D és az L helyzetébe jut, akkor az X' pont az L, ill. a D pontba kerül. Ennek az $XX'\ldots$ involuciós pontsornak két kettőspontja már a keresett két tetraédernek az a élen levő egy-egy csúcsa, A, ill. A_1.

Ezért felkeressük az involuciós pontsor O középpontját, azaz

a végtelen távol levő $X'=O_\infty$ pontnak társpontját. Ez úgy történik, hogy a másik a éllel parallel érintőt vezetünk a k_b körhez, amelynek metszőpontjából a c éllel a k_a körhez vezetett érintő a b élet egy pontban metszi; végre ez utóbbi metszőpontból a k_c körhez kisugárzó érintő az involuciós pontsor a tartóját annak O középpontjában vágja át. Ha azután az a tartón az A, A_1 pontok úgy vannak meghatározva, hogy $\overline{AO}^2=\overline{OA_1}^2=OL.OD$, akkor azok már kettőspontjai az involuciós pontsornak, és ezért ebből az A és A_1 pontból a k_c körhez vezetett két érintő a b élet a B és B_1 pontokban, ezekből pedig a k_a körhöz húzott érintők a c élet a C és C_1 pontban, végre ezekből a k_b körhöz kisugárzó érintők a másik a élet a D ponttól ugyanoly távolságra levő A és A_1 pontban metszik, mint amilyen távol vannak az ily nevű pontok az első a élen. Így tehát leborításban megkaptuk a kívánt tulajdonságú $ABCD$ és $A_1B_1C_1D$ tetraédert.

Ebből következik:

Ha a $D(abc)$ triéder a, b, c élei egy gömbnek érintői és a triéder bc, ca, ab lapjai a gömböt a k_a, k_b, k_c körökben metszik, akkor a gömböt érintő oly hatszöget, $XYZX'Y'Z'$ találunk, amelynek XX', YY', ZZ' szembenfekvő csúcsai megfelelőleg a triéder a, b, c élein vannak és az YZ, $Y'Z'$; ZX, $Z'X'$; XY, $X'Y'$ szemben fekvő oldalai megfelelőleg a k_a, k_b, k_c köröknek érintői, bárhol is vegyük fel a hatszögnek egyik csúcsát a triéder egyik élén. A hatszög változásával szembenfekvő csúcsai involuciós sorokat írnak le a triéderéleken, amelyekben a triéder csúcsának társpontjai az éleknek a gömbbel való érintőpontjai. Ezeknek az involuciós soroknak AA_1, BB_1, CC_1 kettőspontjai az a, b, c éleken oly két háromszögnek csúcsai, amelynek oldalai a gömbnek érintői és így az $ABCD$, $A_1B_1C_1D$ tetraéderek élei a gömbnek érintői. A két tetraédernek új lapjai harmonikusan választják el a triéder D csúcsát az éleinek a gömbbel való érintőpontjaitól.

A tétel betűk nélkül ekkép fejezhető ki:

Azoknak a hatoldalaknak szembenfekvő csúcsai, amelyeknek szembenfekvő oldalai egy triéder lapjain levő és egymást páronként érintő köröknek érintői: három involuciós pontsornak társpontjai. E hatoldalak közül az a kettő háromszöggé fajul, amelynek csúcsai az involuciós pontsoroknak kettőspontjai. A triédernek és mindegyik háromszögnek lapja oly két tetraédert határol, amelynek összes élei a

körökön átmenő gömbnek érintői. (E hatoldalt is BRIANCHON-féle hatoldalnak nevezhetjük, mert főátlói egymást egy pontban metszik.)

E tétel alapján megoldható a következő APOLLONIUS-féle feladat: Egy gömbön adva van három egymást páronként érintő kör, olyköröket kell találni, amelyek ezeket érintik.

Az a két sík, amely az adott körök síkjaitól képezett triédert oly tetraéderre egészíti ki, amelynek élei a gömböt érintik: a gömböt a kívánt körökben metszi.

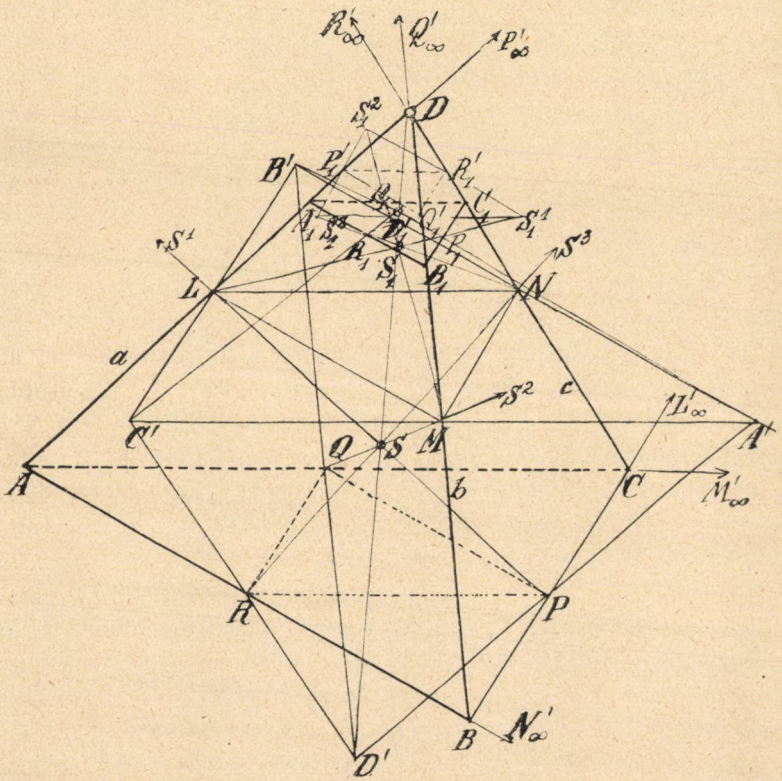
3. Vizsgáljuk most meg ama köröknek (és síkjainak) helyzetét, amelyek egy gömböt éleivel érintő T tetraéder éleit az érintőpontokban derékszögben metszik.

Az eddig használt jelölést megtartva érintsék a $T=ABCD$ tetraéder BC, CA, AB élei a gömböt a P, Q, R pontokban. Ezek a pontok a gömb k_a, k_b, k_c köreinek és az ABC lapon levő k_d körnek érintőpontjai az élekkel és harmonikusan választják el az illető éleken levő csúcsokat az L', M', N' pontoktól. (Ez utóbbi pontok a 2. ábrán végtelen távol levők az illető éleken.) Az $L'M'N'$-g egyenesnek pólusa a k_d körre és harmonikus pólusa az ABC háromszögre vonatkozólag az AP, BQ, CR egyeneseknek metszése és mint ilyen rajta van a g egyenesnek a gömbre vonatkozó polárisán.

Azoknak a P', Q', R' pontoknak $Q'R'$, $R'P'$, $P'Q'$ összekötő egyenesei, amelyek a tetraéder AD, BD, CD élén a csúcsokat az L, M, N ponttól harmonikusan elválasztják: az L', M', N' ponton mennek át és így ezekkel együtt egy σ síkon vannak, amelynek a gömbre vonatkozó pólusa az LP, MQ, NR egyeneseknek S metszőpontja. (Ez a σ sík a 2. ábrán végtelen távol levőnek tekintendő.) Ez utóbbi három egyenesnek a gömbre vonatkozó polárisa az $L'M'N'P'Q'R'$ négyoldal $S^1S^2S^3$ átlóháromszögének három oldala: $S^2S^3=L'P'$, $S^3S^1=M'Q'$, $S^1S^2=N'R'$.

Ezek a polárispárok LP, $L'P'$, MQ, $M'Q'$; NR, $N'R'$, amelyek a tetraéder egyes szembenfekvő élpárját metszik, a másik két szemben fekvő élpárját pedig harmonikusan elválasztják, egy oly $S=SS^1S^2S^3$ tetraédernek szemben fekvő élei, amely a T tetraéderrel együtt egy dezmikus rendszerhez tartozik. Ily két tetraédernek pedig az a tulajdonsága, hogy négyfélekép perspektív a rendszer-

hez tartozó harmadik tetraédernek, $T'=A'B'C'D'$-nek, egyes csúcsaira és az azokkal szemben fekvő lapokra, mint perspektivitási középpontokra és -síkokra vonatkozólag. Ennek a T' tetraédernek szemben fekvő élei amazok szemben fekvő éleinek metszésein mennek át és csúcspontjai az egyes éleken ama metszőpontokat



2. ábra.

harmonikusan választják el úgy, hogy a: $B'LC'L'$, $C'MA'M'$, $A'NB'N'$, $A'PD'P'$, $B'QD'Q'$, $C'RDR'$ négyesek mind harmonikusak.

A T' tetraéder élei ugyanazokban a pontokban érintik a gömböt, mint a T tetraéder élei és ezekben a pontokban merőlegesek ennek éleire úgy, hogy a gömbnek az a négy köre, amely a T (ill. T') tetraéder élháromszögének oldalait érinti: a T' (ill. T)

tetraéder éltriéderének éleit derékszögben metszi. Ezért mondhatjuk:

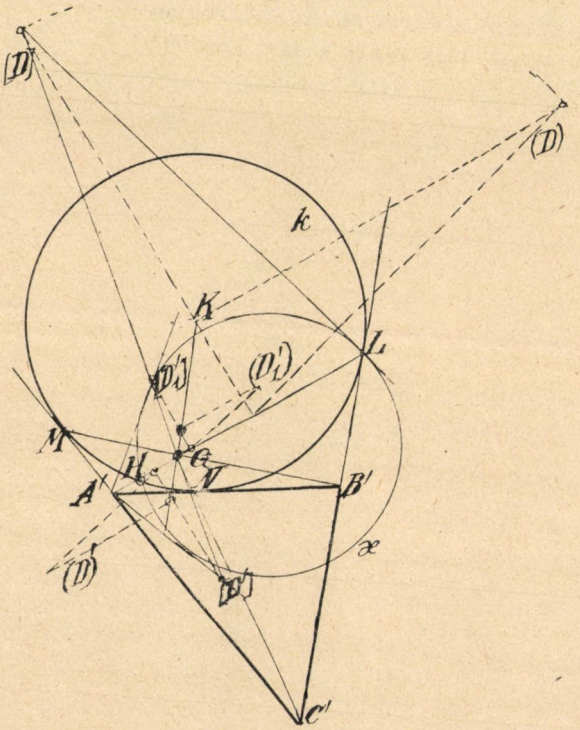
Ha a T teraéder élei egy gömbnek érintői, akkor a tetraéder élháromszögeinek oldalai a gömb négy körét hat pontban érintik és a tetraéder éltriéderének élei a gömbnek más négy körét ugyanazokban a pontokban derékszögben metszik. Ez utóbbi négy kör négy síkja egy T' tetraédernek négy lapja, amelynek élei szintén érintői a gömbnek és a két környegyes a két tetraéderre vonatkozólag, ami az élek érintését és derékszög alatt való metszését illeti, szerepet cserél.

A két tetraédert a gömbnek egy poláris tetraédere dezmikus rendszerré egészíti ki, s így a három tetraéder bármelyikének csúcsára és az azzal szemben fekvő lapra vonatkozólag a másik két tetraéder centrikusan involuciós.

4. Az 1. és 2. pontban tárgyaltakból tudjuk, hogy a $D(abc)$ triédert, amelynek éleit egy gömb az L, M, N pontokban érinti, két sík: ABC, $A_1B_1C_1$ egészíti ki oly két $T=ABCD$, $T_1=A_1B_1C_1D$ tetraéderré, amelynek összes élei a gömböt érintik, és hogy a két sík metszőegyenese $g=L'M'N'$ harmonikusan választja el a kiegészítő síkokon a BC, CA, AB, B_1C_1, C_1A_1, A_1B_1 éleknek P, Q, R, P_1, Q_1, R_1 érintőpontjait a g egyenestől. Ez a T_1 tetraéder pedig, épp úgy, mint a T tetraéder, két új tetraédert, $T_1'=A'B'C'D$ és $S_1=S_1S_1'S_1'S_1'$-t határoz meg, amely a T_1-gyel együtt egy dezmikus rendszert képez (2. ábra). A T_1' tetraéder élei a gömböt ugyanazokban az L, M, N, P_1, Q_1, R_1 pontokban érintik, mint a T_1 tetraéder élei és ugyanazokban a pontokban metszik derékszög alatt ennek érintőit; az A', B', C' csúcsai pedig a T' tetraéder csúcsaival esnek egybe, míg a D_1' csúcsa harmonikusan választja el ennek D' csúcsát a triéder D csúcsától és a $\delta=LMN$ síktól, mikép a PP_1, QQ_1, RR_1 pontpárok. Az S_1-nek pedig, amely poláris tetraédere a gömbnek, az S_1 csúcsa az LP_1, MQ_1, NR_1 egyenesek metszése, míg a többi az $L'M'N'P_1'Q_1'R_1'$ négyoldal állóháromszögének, $S_1^1S_1^2S_1^3$-nek három csúcsa, végre hogy az S, S_1 poláris tetraédereknek S, S_1 csúcsai és az ezekkel szemben fekvő lapjai harmonikusan vannak elválasztva a D pont és a δ síktól, mint ama csúcsokon átmenő LP, LP_1 egyenesek, illetve eme lapokon levő P_1', P_1' pontok.

5. A következőkben a tárgyaltnak duális kérdésével akarunk

foglalkozni, azaz: az előbbi T', T_1' tetraédereket függetlenül a T, T_1 tetraéderektől meghatározni. Adva van tehát az $A'B'C'$ háromszög és a $B'C'$, $C'A'$, $A'B'$ oldalt az L, M, N pontban érintő gömb a háromszög síkjának a gömbre vonatkozó D pólusa által. Ez az LMN háromszög K középpontjában síkjára emelt merőlegesnek egy adott távolságra levő pontja. A D', D_1' pontokat úgy akar-

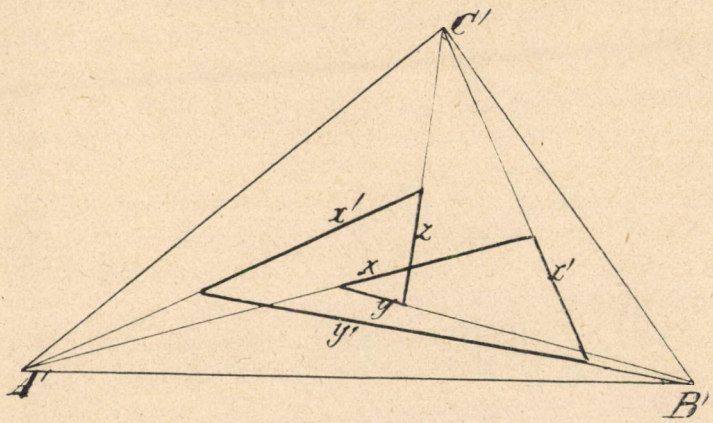


3. ábra.

juk megszerkeszteni, hogy a $T'=A'B'C'D'$ és $T_1'=A'B'C'D_1'$ tetraéder összes élei a gömböt érintsék.

Az A', B', C' pontokból a gömbhöz érintőleg kisugárzó egyenesek egy-egy forgáskúpot, A_k', B_k', C_k'-t alkotnak, amelyeknek közös pontjai már a keresett D', D_1' pontok lesznek. Két ilyen kúpnak, pl. a B_k', C_k'-nak a $B'C'$ alkotó mentén közös érintősíkja van, és ebben az alkotóra az L pontban merőleges DL egyenes

a gömbön levő vezérvonalainak közös érintője. Másrészt az A' is közös pontja a két kúpnak, tehát az $A'DL$ síknak metszése az egyik vagy másik kúppal, azoknak közös kúpszelete. Ezt a kúpszeletet és metszőpontjait az A'_k kúppal nem kell megszerkesztenünk, hogy az A'_k kúpnak a metszőpontokon átmenő alkotóit megkapjuk, mert az A' pontból a gömb és az $A'LD$ sík metszőköréhez kisugárzó érintők már a keresett alkotók lesznek. Az $A'LD$-hez, analóg a $B'MD$, $C'ND$ sík; és ha az $A'L$, $B'M$, $C'N$ egyenesek közös pontja a G, akkor a három sík egymást a GD egyenesben metszi. Ezen a GD egyenesen lesz tehát a két keresett



4. ábra.

pont, D', D'_1, és maga az egyenes polárisa a g egyenesnek a gömbre vonatkozólag. A kivitel pedig a következő (3. ábra):

Ha az adott $A'B'C'$ háromszögbe írt K középpontú kör érintőpontjai a $B'C'$, $C'A'$, $A'B'$ háromszögoldalakkal az L, M, N, akkor az $A'L$, $B'M$, $C'N$ egyenesek G metszésének összekötő egyenese a K ponttal, derékszögű képe a DG egyenesnek az $A'B'C'$ képsíkra. A D pont, mint pólusa az $A'B'C'$ háromszög oldalait érintő gömbre vonatkozólag, K derékszögű képével és a képsíktól való távolságával $K(D)$-vel van megadva — az $A'L$ egyenes körül a képsíkba leborítva a (D) helyzetbe jut. Ha továbbá a k kör és az $A'L$ egyenes második metszőpontja a H, akkor e ponton átmenő és az $L(D)$ egyenest az L pontban érintő H körhöz a kisugárzó

rintők a $G(D)$ egyenest a keresett D', D_1' pontoknak (D'), (D_1') leborításaiban metszik, és e pontokból azoknak derékszögű képei a GH egyenesen, és távolságai a képsíktól, mint az ábrában látható, könnyen megállapítható.

6. Végre a 2. pont tételének duális tételével akarunk még foglalkozni.

Láttuk, hogy a három forgáskúp, A_k', B_k', C_k', az $A'B'C'$ háromszög két-két oldalán megy át és egymást azokban a közös alkotókban páronként érinti. Ha az alkotók egyikén pl. $A'B'$-n át síkot vezetünk (a 4. ábra mint vázlat), ez az A_k', B_k' kúpokat, egy x, ill. y alkotóban, az $yB'C'$ sík pedig a C_k' kúpot egy z alkotóban metszi, míg a $z\,C'A'$ sík az A_k' kúpot egy x' alkotóban találja az $x'A'B'$ síknak a metszése a B_k' kúppal egy y' alkotó lesz, végre az $y'C'B'$ sík a C_k' kúpot még egy z' alkotóban vágja át. Ez a z' alkotó pedig az x-szel egy síkban van úgy, hogy az $xyzx'y'z'$ egyenesek térhatszöget alkot. Ilyen térbeli hatszög, amelynek oldalai a kúpokba írt gömbnek érintői, ∞^1 sok van, amelyeknek szemben fekvő oldalai xx', yy', zz' az A_k', B_k', C_k' kúpokon egy-egy involuciós sornak társsugarai, s e három involuciós sornak kettőssugarai egymást hármasával a D', D_1' pontokban metszik és a $T'=A'B'C'D'$, $T_1'=A'B'C'D_1'$ az a két tetraéder, amelynek élei a gömbnek érintői.

Ezért a 3. pont tételének dualisa:

Ha egy háromszög oldalai valamely gömbnek érintői, akkor a háromszög oldalaiból kisugárzó és a gömböt érintő oly egyenespárok, amelyek egy térbeli hatszögnek szemben fekvő oldalai, a hatszög változásával, három forgáskúpon lévő involuciós sornak társsugarai; ezeknek kettőssugarai egymást két pontban metszik, amelyek a háromszög csúcsaival együtt a gömböt érintő két tetraédernek csúcspontjai.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. febr. 16-án tartott üléséből.)

UEBER TETRAEDER, DEREN KANTEN EINE KUGEL BERÜHREN.[1]

Von L. KLUG.

In dieser Arbeit werden solche Tetraeder konstruiert, deren Kanten eine Kugel berühren, wenn gegeben sind: *a)* ein Kantentrieder, *b)* ein Kantendreieck des Tetraeders und die Kugel, welche die Kanten des Tetraeders berühren soll. Man erhält dabei folgende dualen Sätze:

Die Eckpunkte der Sechsseiten, dessen Gegenseiten die auf den Seitenflächen eines Trieders liegenden und sich auf den Kanten paarweise berührenden Kreise berühren, bilden drei involutorische Punkreihen auf diesen Kanten. Von diesen Sechsseiten entarten zwei, dessen Eckpunkte die Doppelpunkte der involutorischen Punktreihen sind, in Dreiecke; die Eckpunkte dieser, sowie die des Trieders bilden die Eckpunkte solcher zwei Tetraeder, dessen Kanten die durch Kreise gehende Kugel berühren.

Berühren die Seiten eines Dreieckes eine Kugel, so bilden solche aus den Eckpunkten desselben ausstrahlenden Tangentenpaare der Kugel, welche die Gegenseiten eines Sechseckes sind, drei Erzeugendenpaare von drei der Kugel umschriebenen Drehungskegeln, welche bei Veränderung des Sechseckes drei involutorisch liegende Erzeugendestrahlen der Kegeln sind. Die Doppelstrahlen dieser treffen sich zu dreien in zwei Punkten, von welchen jeder mit den Eckpunkten des angenommenen Dreieckes, die Eckpunkte von Tetraedern sind, dessen Kanten die Kugel berühren.

---

[1] Siehe unter demselben Titel: Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn; Band XXXIV. Budapest, 1926—27. Seite 56—73.

Berühren die Kanten eines Tetraeders T eine Kugel, so berühren die Seiten der Kantendreiecke desselben vier Kreise der Kugel in sechs Punkten, und die Kanten der Kantentrieder des Tetraeders treffen vier andere Kreise der Kugel in den nämlichen Punkten rechtwinkelig. Die Ebenen der vier lezteren Kreise sind die Flächen eines Tetraeders T', dessen Kanten die Kugel ebenfalls berühren, und die zweimal vier Kreise vertauschen ihre Rollen, was die Berührung und das Treffen unter rechten Winkeln ihrer Kanten anbelangt, bezüglich der zwei Tetraeder, die Polargebilde von einander sind in Bezug auf die Kugel, und schliesslich werden die zwei Tetraeder T, T' durch ein Polartetraeder der Kugel zu ein desmisches System ergänzt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Februar 1942.)

A CHROMATOGRAPHIA NÉHÁNY ÚJABB ALKALMAZÁSÁRÓL.

ZECHMEISTER LÁSZLÓ r. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

Úgy elméleti, mint gyakorlati szempontból fontos feladat, kitűzni a határait oly módszerek alkalmazhatóságának, melyek a kémiai kutatás menetének új lökést adhatnak. E szempont figyelembevételével iparkodtunk, számos munkatársammal, a pécsi egyetem kémiai intézetében a chromatographikus eljárás határait több irányban megállapítani. Nem célom a felgyülemlett új kísérleti adathalmaz közlése, csupán az elvi eredmények ismertetése és összefoglalása.

I.

A szervetlen vegytan területére vezetett bennünket azon óhaj, hogy az adsorpciós eljárás egyik válfaját, az ú. n. ecset-módszert, az eddignél szélesebb körben hasznosítsuk. Az eljárás alapgondolatát már régebben közzétettük, vitéz CHOLNOKY LÁSZLÓ úrral és UJHELYI ERZSÉBET k.a.-al,[1] azonban az eddig kizárólag a szénvegyületeknél nyert alkalmazást. Ha az adszorpciós kísérlet után kipréselt oszlopon alkalmas színreagens-oldatba mártott ecsettel az oszlop tengelyével párhuzamos vonalat húzunk, úgy az ecset útja csupán ott válik színessé, ahol keresztezi az illető kémszerrel reagáló vegyület láthatatlan zónáját. Ilykép színtelen anyagok megtalálása és szétválasztása is sikerül.

FREHDEN OSZKÁR úrral végzett kísérleteink szerint, az említett

[1] Bull. soc. chimie biol. **18**, 1885 (1936).

munkamenet kationok kimutatására is alkalmas, aluminiumoxyd-oszlopon, kivált az esetben, ha az oldatban előforduló fémek száma nem nagy. A fő nehézség eleinte abban állott, hogy az egyes kation-rétegek nem váltak el kielégítően egymástól, vagyis, hogy keverék-zóna képződött. E nehézség azonban egyszerű fogással megkerülhető: Több párhuzamos vonalat húzunk az oszlopon, különböző kémszerekbe mártott ecsetekkel, pl. a nikkelt dimethylglioximmal, a ferri-iont kaliumferrocyaniddal, az ólmot jódkálival mutatjuk ki stb. Jelenleg még hibája a módszernek, hogy nem alkalmazható általánosan, azonban mint előkísérlet máris hasznos a szervetlen elemzésben. Különösen szép az urán esete, amelyben nem is kell vonalat húznunk, mert az oszlopon rögzített uranyl-ion kvarclámpa alatt jellemző fluorescentiát mutat. A lámpa alkalmazása néhány más esetben is tanácsos, mert az ecset-vonalak gyakran új színt mutatnak a besugárzásnál.

II.

Kísérleti tevékenységünknek egyik teljesen más iránya térbeli-izomer szénvegyületek adszorpciós elválasztására vonatkozik. Érdekes megvizsgálni, hogy mennyiben differenciálható két vegyület adszorpciós-affinitása, ha szerkezeti képletük azonos és csupán a térbeli elrendeződés különböző. Első pillantásra talán valószínűnek látszanék, hogy a tér-izoméria fínomságai nem alkalmasak a gyakorlati szétválasztásra, Tswett-féle oszlopon. Ily feltevésre azonban rácáfolt maga a természet és pedig a carotinoidok egész területén. Tuzson Pál, v. Cholnoky László és Polgár Andor urakkal már korábban megmutattuk,[1] hogy növényi carotinoidok oldatai térbeli izomerizációt szenvednek. A polyen-szénhidrogének esetében e változás az adszorpciós erők csökkenését idézi elő, pl. a neo-lycopin nehezebben fogódik meg az oszlopon, mint a lycopin.

E viszonyok csakis az elektron-elmélet alapján érthetők meg. A természetes carotinoidok molekuláját kinyujtott alakúnak kell feltételeznünk, míg az izomerizáció hatása alatt begörbül a ten-

[1] Biochemical J. 32, 1305 (1938). Ber d. d. chem. Ges. 72, 1340, 1678 és 2039 (1939).

gely és a trans-formából cis-módosulat lesz. Így a molekula két végcsoportjában foglalt elektron-rendszerek közelebb jutnak egymáshoz és a szorosabb kölcsönhatás folytán az egész elektrostatikai rendszer megváltozik.

De ugyanekkor meg kell változnia a viszonynak az adszorbeáló anyag külső rétegében uralkodó elektronrendszerrel is, ami gyakorlatilag az adszorpciós-affinitás módosulásában nyilvánul meg. Ha a festék legalább két hidroxilt tartalmaz, úgy nem csökken, hanem megnő az adszorpcióra való hajlam, a térbeli módosulás folyamán. A polyen-alkoholok tapadási helye az oszlopon u. i. kétségtelenül az *OH*-csoport. A görbült alakú cis-vegyületnek könnyebben fér a molekula végein elhelyezett mindkét hidroxilja az adszorbeáló felülethez, míg a dioxivegyület trans-alakjára nézve feltételezhetjük, hogy annak tengelye a hengeréhez merőleges helyzetű, tehát hogy az egyik hidroxil az adszorpció szempontjából elveszett.

III.

Új kísérleteinknek egy utolsó csoportja ismét teljesen más anyagokra, t. i. enzymek chromatographiás szétválasztására vonatkozik. Korábbi vizsgálatinkat elsősorban Tóth Géza úrral együtt végeztük, Bálint Péterné úrhölgy, Vajda Éva k. a. és Fürth Pál úr közreműködésével.[1] Az idevágó tanulmány célja : megvizsgálni, hogy egyazon oldatban foglalt különböző enzymek mennyiben választhatók szét. Legújabb kísérleteinknél, melyeknél Bársony György úr is közreműködött, néhány β-glukozidáz részleges szétválasztására törekedtünk.

Első kiindulási anyagunk Merck-féle emulzin volt, melynek oldatát megfelelő aluminiumoxid- vagy bauxit-oszlopon szívtuk át, megvizsgálva a szűrlet hatását különböző substratumokra. A cél nem enzim-tisztítás volt — erre a leírt módszer alkalmatlan — hanem a következő kérdés eldöntése: Ha valamely fermentum többféle substratumra hat, úgy vitás, hogy széles specificitású egységes enzimmel, vagy pedig több enzim keverékével állunk-e szemben?

---

[1] Enzymologia **5**, 302 (1938); **7**, 165 és 170 (1939).

Talán célszerű itt konkrét példát felhozni: Az emulzin-oldat eredeti salicináz-hatásának csupán 25%-át találtuk a szűrletben, ellenben az eredeti cellobiáz-hatásnak 65%-át. Ennélfogva nem lehet egységes a fermentum. Hasonló kísérleteknél persze megeshetnék, hogy nem enzim-frakcionálás, hanem specifikus aktiváló vagy gátló mellékanyagok adszorpciós kirekesztése következik be az oszlopon. Ámde teljesen kizárt, hogy nagyszámú kísérleteink mindegyikének vagy többségének eredményét hasonló jelenség hozta volna létre. Azért kimondhatjuk, hogy ha valamely chromatographiás szűrletben lényegesen más hatás-erősségeket találunk különböző substratumokkal szemben, mint találtunk volt az adszorpció előtt, úgy több enzimnek kell jelen lennie. A salicináz és a cellobiáz nem lehetnek teljesen azonosak.

Említett kísérletünk nem kielégítő annyiban, hogy az emulzin nagymennyiségű salicináz mellett igen kevés cellobiázt tartalmaz csupán, mely körülmény az elemzés pontosságának rovására megy. Kívánatos volt azért más természetes kivonatot találni, amelyben a két enzym mennyisége azonos nagyságrendű. Moesz Gusztáv igazgató úr szívessége folytán nagyobb mennyiségű Merulius lacrimans-myceliumhoz jutottunk néhány évvel ezelőtt. A gombát annak idején más természetű kísérletekhez kívántuk felhasználni, amelyek nem sikerültek. Most azonban éppen e nyersanyag kivonata adta a keresett kiindulási anyagot. Minthogy a Meruliusban, fordítva, mint az emulzinban, erős cellobiáz- és gyenge salicinázhatás észlelhető, a két oldat (emulzin+gombakivonat) keveréke helyes, t. i. kb. egyenlő arányban nyujtja a két említett enzimet. A kísérletek eredménye megerősítette az előzőket.

Ilykép irányult figyelmünk a házigomba β-glukozidázaira. Az amygdaláz-, gentiobiáz- és salicináz-tartalom nagyfokú szétválasztása ez esetben is sikerült, chromatographiás adszorpció útján. Tehát e fermentek sem lehetnek szigorúan azonosak.

Hogy a különbség pontosan miben áll, nem tudjuk. Willstätter klasszikus kutatásai óta ismeretes, hogy az enzim-molekula («symplex») két részből áll: a kolloid tartóból («pheron») és a szorosan vett aktív csoportból («agon»), amelyek Kraut véleménye szerint diszociációs egyensúlyban vannak a sértetlen symplex-szel.

Az általunk vizsgált esetekre nézve a legalkalmasabb munka-

hipotézis, hogy az említett β-glukozidázok azonos agont, de mérsékelten különböző pheronokat tartalmaznak, ami chromatographiás kísérleteknél részleges frakcionálásra vezet. Azonban biztosat e tárgyról nem mondhatok és nem állíthatom, hogy szerény kísérleti eredményeink lényegesen hozzájárultak volna az enzimszerkezet főkérdésének megoldásához.

A jelen értekezésben, új kísérleti anyag kapcsán, arra kívántam reámutatni, hogy a chromatographiás módszer előtt még felszántatlan területek nyílnak meg, úgy a szervetlen elemzés, mint a szerves kémia és a biokémia területén.

Fogadja a tek. *Akadémia* hálás köszönetemet kitüntető bizalmáért, a herceg *Eszterházy*-féle alapítvány pedig anyagi támogatásért. Köszönettel tartozom összes idősebb és fiatalabb munkatársaimnak is.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1940. okt. 21-én tartott üléséből.)

ÜBER EINIGE NEUERE ANWENDUNGEN DER CHROMATOGRAPHIE.

Von L. ZECHMEISTER, ord. Mitglied.

(Antrittsvortrag.)

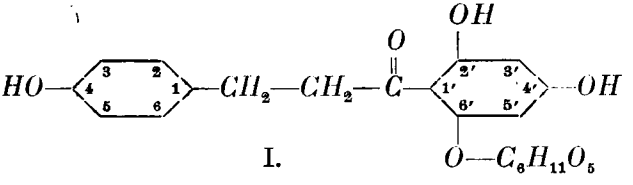
In dieser zusammenfassenden Abhandlung wird zunächst die Anwendung der chromatographischen Pinselmethode auf dem Gebiete des Metallionnachweises besprochen, sodann werden Trennungsmethoden betr. stereoisomere Carotinoide erörtert. Schliesslich wird die partielle Trennung gewisser β-Glucosidasen beschrieben.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Oct. 1940.)

A PARA-PHLORRHYZIN SZINTÉZISE.

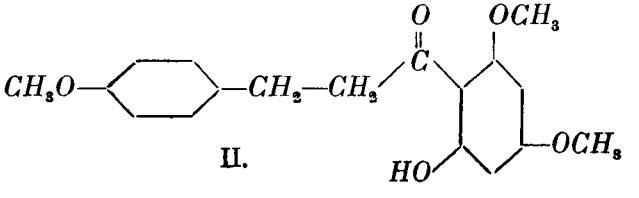
ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

A phlorrhyzinra vonatkozó régebbi irodalom feltárta a vegyület szerkezetét, kivéve azt, hogy a glükóz-maradék a phloroglucinnak melyik hidroxiljába van bekapcsolva. A glükozidnak methylezése és a keletkezett termék savas hidrolizise olyan bizonyítékot[1] szolgáltatott a cukorkapcsolódás helyére, mely szerint a glükóz a phloroglucinnak az *oxo*-csoporthoz közelálló hidroxiljába van kötve. E szerint a természetes phlorrhyzint az *ortho-phlorrhyzin* név illeti meg a következő képlet szerint (I):



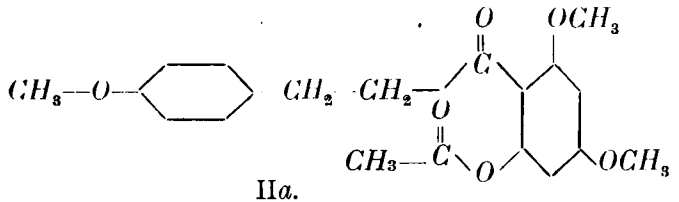
I.

A methylezett phlorrhyzin savakkal hidrolizálva ugyanis a phloretinnak egy olyan trimethyltermékét (II) szolgáltatta, melyet szintézissel is elő lehetett állítani és amelyről kiderült, hogy ecetsavanhydriddel és nátriumacetáttal hosszú ideig forralva pyronszármazékká alakítható át (III). Ezen átalakulásnál közbeeső termékképpen feltétlenül a II*a* jelzésű acetylvegyület tekintendő.

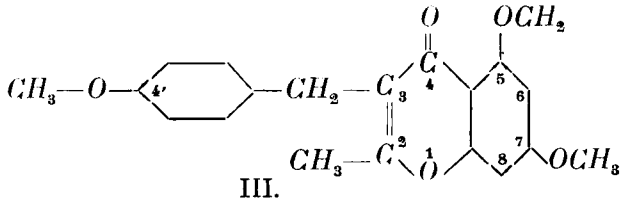


II.

[1] F. R. Johnson és A. Robertson: Journal of Chem. Soc. London 1930, 21; F. W. Canter és A. Robertson: Ugyanott 1931, 1245.



IIa.



III.

Már több mint 10 éve sok kísérletet végeztünk, hogy *phloretin*ből vagy *phloretin*származékokból és *acetobromglükóz*ból valamilyen módon a *phlorrhyzin*hoz jussunk. Ellenben akkoriban valamennyi ez irányban végzett kísérlet balul ütött ki.[1] Még a teljesen acetylezett phlorrhizinből jégecetes bromhidrogénnel való bontás után nyert szép, kristályos *triacetylphloretin*, amelynek szabad hidroxilja biztosan azon a helyen van, ahol eredetileg a cukor volt, sem volt hajlandó acetobrómglükózzal kapcsolódni.

Mostani kutatásaink kézzelfogható eredménnyel jártak, dacára annak, hogy a végcélt, a természetes phlorrhyzin szintézisét még mindég nem értük el. Az a termék, amelyet elő tudtunk most állítani: a természetes phlorrhyzinnak az izomérje, a *para-phlorrhyzin*. A következő úton jutottunk el hozzá.

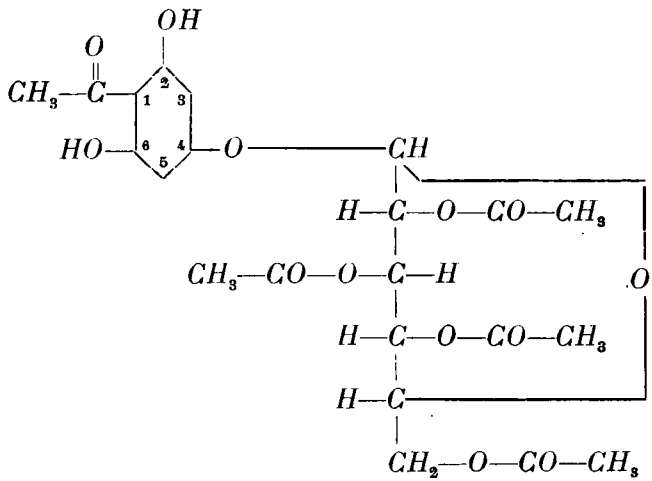
Phloracetophenont acetonos oldatban sikerült *acetobromglükóz*zal nátronlúg jelenlétében a szépen kristályosodó *tetraacetyl-phloracetophenon-4-glükozid*dá (IV) szintétizálni. A cukor helye a phloro glucinmagban úgy volt bizonyítható, hogy a diazomethannal megmethylezett glükozid savas hidrolízise nem az eddig ismert és szerkezetében feltétlenül igazolt 4, 6-*dimethylphloracetophenont*[2]

---

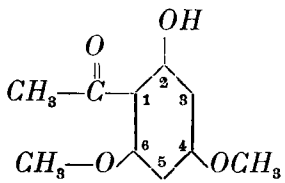
[1] G. Zemplén, Z. Csürös, A. Gerecs u. St. Aczél: Berichte d. Deutsch. Chem. Gesellschaft. 61, 2486 (1928).

[2] v. Kostanecki és Tambor: Berichte d. Deutsch. Chem. Ges. 32, 2262 (1899).

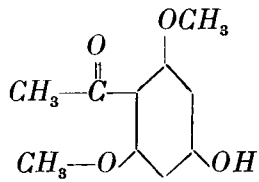
(V) szolgáltatta, hanem az izomér, csak olajformában elkülönít-hető 2, 6-*dimethyl-phloracetophenont* (VI).



IV. Tetraacetyl-phloracetophenon-4-glükozid

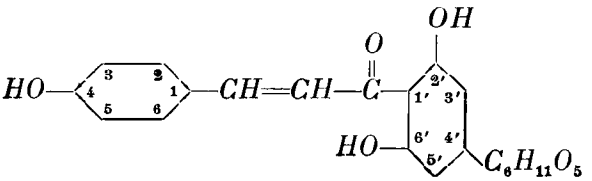


V. 4, 6-Phloracetophenon-dimethylaether.



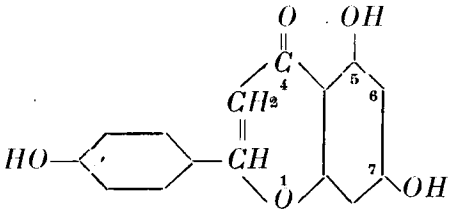
VI. 2, 6-Phloracetophenon-dimethylaether.

A *tetraacetyl-phloracetophenon-4-glükozidot* minden különösebb nehézség nélkül sikerült *p-oxybenzaldehyd*dal koncentrált káliumhidroxid hatására a *chalkon*ná alakítani. A szép, világos, narancssárga kristályos vegyület a *naringenin-4-glükozidnak chalkon* formája (VII). Ez a megfigyelés azért emelendő ki, mert *phloracetophenont* magát semmiféle körülmények között sem sikerült eddig p-oxybenzaldehyddal úgy kondenzálni, hogy kristályos terméket lehessen a reakciókeverékből elkülöníteni.



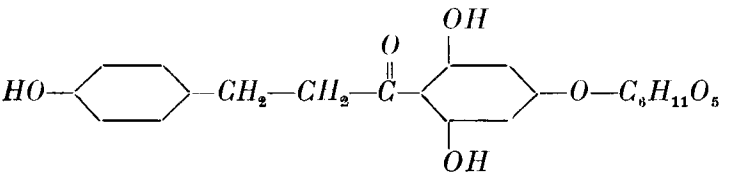
VII. Naringenin-4-glükozid (chalkon).

Savas hidrolízis a VII. vegyületből naringenint eredményez, mégpedig a *flavanon* formájában (VIII).



VIII. Naringenin.

A *naringenin-glükozid-chalkon* hidrálása palladiumos szén jelenlétében minden nehézség nélkül szolgáltatja a szépen kristályosodó *paraphlorrhyzint* (IX). Külső megjelenésében a vegyület megtévesztésig hasonlít a természetes phlorrhyzinhez; csak könnyebben oldható vízben és lényegesen magasabb a forgatóképessége. Teljesen acetylezett származéka éppen annyira forgat balra, mint a megfelelő heptaacetyl-phlorrhyzin. A jégecetes bromhidrogennel



IX. Para-phlorrhyzin.

való bontás azonban nem ad kristályos *triacetyl-phloretint*, mint a természetes *heptaacetyl-phlorrhyzin*.

A fent leírt észleléseknek kiterjesztése sok érdekes szintézishez vezethet, miért is ezt a kutatásterületet biztosítani kívánom magam részére.

A KISÉRLET LEIRÁSA.

Tetraacetyl-phloracetophenon-glükozid (IV).

$C_{22}H_{26}O_{13} = 498{\cdot}42.$

A) 11·2 g phloracetophenont és 33·4 g acetobromglükózt oldunk 75 cm³ acetonban, jéggel lehűtjük az oldatot és kis részletekben összesen 37·5 cm³ *NaOH* oldatot (9·0 g *NaOH* oldva 100 cm³ vízben) adunk hozzá. Két réteg különül el. Szobahőfokon gyakori rázogatás mellett állni hagyjuk kb. $^3/_4$ óra hosszat, majd kisebb részletekben újabb 75 cm³ acetont adunk a reakcióelegyhez, mire a két réteg eltűnik és átlátszó borszínű oldatot kapunk. Ezután szobahőmérsékleten hagyjuk állni kb. 14 óra hosszat és utána savanyítás nélkül 30 C°-nál nem magasabb hőfokú vízfürdőről ledesztilláljuk az acetont vákuumban. A visszamaradó rész sárgás, sűrű olaj és egy vöröses-barna híg, vízzel elegyedő oldat, amely kb. 20—25 cm³. Ez utóbbit leöntjük, az olajos maradékot hideg deszt. vízzel alaposan kimossuk — 6—7 mosás à 100—150 cm³ víz. — A kimosott világossárga olajat 130 cm³ alkohol+100 cm³ vízben melegítve oldjuk; már melegítés közben megindul a kristályosodás: nagy fehér pelyhekbe összeálló tűkristályok válnak ki. Szobahőfokon hagyjuk állni másnapig, majd leszívatjuk. Előbb alacsonyabb hőfokon, majd 80°-on megszárítjuk. Kaptunk 4·2 g tetraacetyl-phloracetophenon-glükozidot. Ezt az így kapott nyersterméket, melynek o. p.-ja 206°-tól kezdődő lágyulás után 210—211° minden további tisztítás nélkül felhasználhatjuk a lúgos kondenzációkhoz.

B) Pontosan a fenti leírás szerint dolgozva 18·4 g phloracetophenon+55·0 g accetobromglükózból 120 cm³ acetonban oldva, hozzáadva 62 cm³ fenti töménységű *NaOH*-t, majd a még szükséges 120 cm³ acetont és a nyersterméket 250 cm³ CH_3OH+200 cm_3 vízből átkristályosítva kaptunk 7·1 g száraz nyersterméket.

Átkristályosítás: 1 g nyersterméket oldunk 20 cm³ meleg acetonban, megszűrjük, hozzáadunk 50 cm³ meleg CH_3OH-t. Lehűléskor gyönyörű, hosszú, hófehér selymesen csillogó tűkristályok válnak ki. Másnap leszívatva, 80°-on szárítva: 0·8 g tiszta terméket kapunk.

Redukcióképesség (a nyerstermékből): *a)* Hidrolízis előtt: 0·0754 g anyag fogyaszt 0·1 cm³ $^n/_{10}$ $KMnO_4$-ot.

b) Hidrolízis után (5%-os *HCl*-val forralva $1^1/_4$ óra hosszat): 0·0852 g anyag fogyaszt 8·14 cm³ $^n/_{10}$ $KMnO_4$-ot=0·0261 g glükóz=30·7%.

Az átkristályosított termék *o. p.-ja:* lágyul 213°-tól, olvad 215—216°-on.

Forgatóképessége:

$$[\alpha]_D^{20°} = \frac{-0{,}785 \times 5}{0{,}0740} = -\ 52{,}7°\ \text{pyridinben}$$

Tetraacetyl-phloracetophenon-glükozid methylezése diazomethánnal.

0·8 g átkristályosított tetraacetyl-glükozidot oldunk 50 cm³ acetonban, hozzáadunk 100 cm³ éteres diazomethan-oldatot (10 g nitrosomethylcarbamidból). Éjszakán át állni hagyjuk szobahőfokon. Másnap vákuumban bepároljuk, fehér hab marad vissza, mely nem kristályosodik CH_3OH+vízből.

Hydrolysis: A methylezett terméket 10 cm³ alkoholban oldva *NaOH*-dal elszappanosítjuk, majd jégecettel megsavanyítva, az alkoholt lehajtjuk vákuumban, utána 40 cm³ 2·5%-os *HCl*-val visszacseppegő hűtő alatt forraljuk 1^h hosszat. Másnapig áll. Olajos kiválás. Kiéterezzük, az éteres oldatot vákuumban bepároljuk, a maradékot kevés alkoholban oldjuk s kb. ugyanannyi vizet adunk hozzá. Nem kristályosodik. További víz hozzáadásakor amorf kiválás mutatkozik.

Tetraacetyl-phloracetophenon-glükozid kondenzálása p-oxybenzaldelyddel.

Naringenin-4'-glükozid (chalkon) (VII).

$C_{21}H_{22}O_{10} = 434{\cdot}38.$

2·8 g nyers tetraacetylphloracetophenon-glükozidot 3 cm³ 96%-os alkohollal eldolgozunk, jeges vízzel lehűtjük és 15 cm³ 60%-os ugyancsak lehűtött *KOH*-ot adunk hozzá. A glükozid elszappanosodik és oldatba megy. Ekkor hozzáadunk 0·9 g p-ogxybenzaldehydet+még 6 cm³ 60%-os *KOH*-ot. Kevés oldatlan rész

van. Egy napig rázatjuk a reakcióelegyet gépen, egy további napig szobahőn hagyjuk állni. (Későbbi kondenzációknál kiderült, hogy 24^h alatt is végbemegy a reakció.) Két nap eltelte után az oldat színe vörösbarna és kevés oldatlan rész van benne. Ekkor ugyanannyi vízzel felhigítjuk, jéggel lehűtjük és ugyancsak jéghűtés mellett 10%-os *HCl*-val lakmuszra gyengén megsavanyítjuk. Beoltva igen szép narancssárga vékony, fínom tűkristályok alakjában beáll az oldat. Másnap leszivatjuk és 25 cm^3 meleg vízből átkristályosítjuk. Egy napig áll jégszekrényben, majd leszivatjuk, vákuumexsiccátorban égetett mész és P_2O_5 fölött megszárítjuk: 1·2 g.

Az exsiccatorban állva, felülete megvörösödik, 5%-os *HCl* hatására is megvörösödik, de ez az élénk meggypiros szín víz vagy alkohol hatására eltűnik, visszatér az anyag kanárisárga színe.

O. p.: kissé lágyul 110°-tól, 155—160°-on erősen lágyul, üvegszerű, teljes olvadás 189—192°, de a nedvességtartalomtól függően más és más képe van az olvadáspontnak.

A vák. exsicc.-ban szárított anyag *nedvességtartalma:*

0·3680 g anyag veszt vák. pisztolyban 100°-on lead.

0·0218 g nedvességet = 5·9%.

$1^1/_2$ mol. krist. vízre ($C_{21}H_{22}O_{10}.1^1/_2\ H_3O$=461·40) számítva = 5·9%.

A szárított anyag hosszabb lágyulás után szintén 191°-on olvad meg teljesen.

Forgatóképesség: A vák. exsicc.-ban szárított anyagból:

$$[\alpha]_D^{15°} = \frac{-2·25 \times 10}{0·2884} = -78·0°$$ 96%-os alkoholban.

$$[\alpha]_D^{15°} = \frac{-0·50 \times 5}{0·0619} = -40·4°$$ pyridinben.

A chalkonglükozid hidrolízise.

Naringenin.

$C_{15}H_{12}O_5 = 272·24.$

Tekintve, hogy hidrolízis után az aglükon nem válik ki quantitative és hogy maga az aglükon is redukál, a hidrolizátumból redukcióképesség alapján nem lehet meghatározni a glükózt, csak forgatóképesség segítségével:

0·2396 g vák. pisztolyban szárított chalkon-glükozidot 2^h hosszat forraltunk 1%-os, majd további 2^h hosszat 2%-os *HCl*-val (22 cm^3). Utána jégszekrényban hagytuk állni két napig. Szép kristályos kiválás keletkezett, melynek súlya 100°-on szárítva:

0·0982 g (41%) számítva 62·3%

A hidrolizátumot feltöltjük 25 cm^3-re és meghatározzuk a forgatását: 2·2 dm-es csőben $\alpha = +0{\cdot}50°$, eszerint az oldat glükóztartalma:

$$\text{glükoz} = \frac{+\,0{,}50 \times 25}{2{,}2 \times 52{,}7} = 0{,}1078 \text{ g}$$

számított érték: 0·0994 g glükóz.

Az aglükont átkristályosítjuk: 0·09 g, oldjuk 5 cm^3 alkoholban, szűrjük + 5 cm^3 meleg víz. Vízfürdőn hagyjuk kissé elmenni az alkoholt. Lehűléskor igen szép, gyengén sárgás, jól fejlett hosszú tűkristályok válnak ki: 0·08 *g*.

O. p.: lágyul 245°-tól, olvad 247—248°-on barnulás, majd bomlás, feketedés közben.

Para-phloretin-glükozid. Para-phlorrhyzin (IX).

$C_{21}H_{24}O_{10} = 436{\cdot}40.$

3·0 g phloracetophenon-tetraacetylglükozidot és 0·9 g p-oxybenzaldehydet kondenzáltunk a fent leírt módon. A kikristályosodott chalkonglükozidot leszivattuk, kevés vízzel kimostuk, kinyomkodtuk és szárítás nélkül, nedvesen hydráltuk a következő módon. Kevés — 0·2—0·3 g — csontszénre kicsapott palladium-katalizátort 30 cm^3 96%-os alkoholban telítünk hidrogénnel. Ezután hozzátöltjük a fenti nedves kondenzációs termék oldatát 35 cm^3 96%-os alkoholban. Gyorsan megindul a hidrogénfogyasztás, kb. 1 óra alatt elfogy 63 cm^3 hidrogén. Ennek alapján a meghidrált anyagmennyiség = 1·22 *g*. Amint a hidrogénfogyasztás megszűnik, rögtön abbahagyjuk a hidrálást, leszűrjük az oldatot és vákuumban bepároljuk. A maradék sűrű szirupot 25 cm^3 vízben oldjuk, oltásra a kihűlt oldatból igen szép fehér, hosszú tűkristályok válnak ki. Egy éjjelen át jégszekrényben hagyjuk állni, másnap le-

EGYETEMI KÖNYVTÁR FOLYÓIRATOK SZEGED

50

szívatjuk, előbb alacsonyabb hőfokon, majd 80°-on szárítjuk. Kaptunk 1·0 g igen gyengén sárgásfehér anyagot.

Átkristályosítás: A fenti anyagmennyiség felét 10 cm³ vízből kristályosítjuk át, kiválik 0·3 g, a másik felét ennek az anyalúgjából, kivált 0·45 g.

Az átkristályosított, 80°-on szárított termék o. p.-ja: lágyul 125—130°-tól, 140°-tól üvegszerű, teljes olvadás 170—173°.

Nedvességtartalma: 0·2970 g vák. pisztolyban szárítva 80°-on 0·0156 g-ot veszít a súlyából. (Tovább szárítva 100°-on nincs súlyveszteség.) = 5·3%; másfél mol. kristályvízre számított érték $(C_{21}H_{24}O_{10}+1^1/_2\ H_2O=463{\cdot}42=5{\cdot}8\%$.

A vákuumpisztolyban szárított anyag *forgatása:*

$$[\alpha]_D^{18°} = \frac{-1{,}90 \times 10}{0{,}2810} = -67{,}6°$$ pyridinben

A vák. exsikkátorban szárított anyag *forgatása:*

$$[\alpha]_D^{14°} = \frac{-3{,}15 \times 10}{0{,}3166} = -99{,}5°$$ 96%-os alkoholban

A para-phlorrhyzin-hidrolizise.

Phloretin ($C_{15}H_{14}O_5 = 272.27$)

Tetraacetylphloretin ($C_{23}H_{22}O_9 = 442{,}41$)

0·3652 g 5·3% nedvességet tartalmazó anyagot $3^1/_2$ óra hosszat melegítettünk 20 cm³ 2·5%-os sósavval vízfürdőn. Az oldatból sárgásfehéren válik ki az aglükon. Másnapig állni hagyjuk, majd leszivatjuk és megszárítjuk: 0·1450 g.

A hidrolizátumot feltöltjük 25 cm³-re és ennek forgatóképessége alapján számítjuk ki glükóztartalmát:

$\alpha = +0{\cdot}77°$ 2·2 dm-es csőben

$$\text{glükoz} = \frac{0{\cdot}77 \times 25}{2{\cdot}2 \times 52{\cdot}7} = 0{\cdot}166 \text{ g.}$$

$1^1/_2$ mol. krist.-víztart. anyagra számítva $(C_{21}H_{24}O_{10}.1^1/_2H_2O = 463{\cdot}42)$: 0·142 g glükóz van a kiindulási 0·3652 g anyagban.

Az aglükont átkristályosítjuk aceton+vízből.

O. p.: 258—259° (bomlás).

Keverék o. p. phloridzinból előállított phloretinnel: 257—258°

(bomlás). Az aglükont megacetylezzük: 0·1 g átkrist. aglükon+0·2 g vízmentes *Na*-acetát+2 cm³ ecetsavanhidrid; 2 óra hosszat melegítjük vízfürdőn, majd 8 cm³ vízbe öntjük. Másnapra elporítható. Leszivatjuk, kétszer egymásután, átkristályosítjuk alkoholból. Fénylő, színtelen lemezek.

O. p. lágyul 160—161°-tól, olvad 164—165°-on. *Keverék o. p.* természetes phloretinből előállított acetáttal nem mutat depressziót, ugyanennyi az o. p.

Heptaacetyl-phloretin-glükozid.

$C_{35}H_{38}O_{17} = 730{\cdot}65.$

0·28 g vák. pisztolyban szárított phloretin-glükozidot 10 cm³ pyridin+7 cm³ ecetsavanhidriddel hagyunk állni egy napon át szobahőmérsékleten. Utána az acetylező elegy javarészét vákuumban lehajtjuk, a maradékot vízbe öntjük, 1—2 cm³ jégecettel utánaöblítjük. Hamarosan szétporlik az acetát fehér porrá, vákuumexsiccatorban P_2O_5 és *CaO* fölött szárítjuk: 0·46 g. Ennek a nyers acetátnak a forgatóképessége:

$$[\alpha]_D^{15°} = \frac{-2{\cdot}50 \times 5}{0{\cdot}3204} = -39{\cdot}0°$$ chloroformban.

Kristályosítani nem sikerült.

Ezt a heptaacetyl-phloretin-glükozidot $CHCl_3$-os oldatban jégecetes *HBr*-dal kezeltük, úgy mint a phloridzin-acetátot. A reakció képe egészen más, mint ott. Jegesvizes mosáskor ugyanis nem válik ki a részlegesen acetylezett aglükon, a kimosott $CHCl_3$-os oldat bepárlása után nyert olajból pedig nem tudtunk kristályos terméket elkülöníteni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. márc. 16-án tartott üléséből.)

SYNTHESE DES PARA-PHLORRHYZINS.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. M.

Phloracetophenon lässt sich mit Acetobromglykose in Acetonlösung und Natronlauge zu *Tetraacetyl-phloroacetophenon-4-glykosid* vereinigen. Letzteres konnte mit p-Oxybenzaldehyd zu *Naringenin-4'-glykosid (Chalkon)* in Gegenwart von einer konz. Alkalilösung kondensiert werden. Die Hydrolyse des Chalkons ergibt *Naringenin* als Flavanonform und die Hydrierung des Chalkons in Gegenwart von Palladiumkohle führt zu *Para-phlorrhizin*. Das neue Glykosid ist äusserlich dem natürlichen *Ortho-phlorrhizin* durchaus ähnlich, löst sich aber leichter in Wasser und dreht viel stärker nach links. Die Saurehydrolyse ergibt Phloretin.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. März 1942.)

A «SOPHORABIOZID»-RÓL, A SOPHORA JAPONICA L. ÚJ GLÜKOZIDJÁRÓL.

ZEMPLÉN GÉZA r. t. és BOGNÁR REZSŐ vendégtől.

A Sophora japonica termésében régebbi kutatók a *rutin*-glükozidot találták meg, melyet előbb *melin*[1]-nek, majd *sophorin*[2]-nak kereszteltek el. Néhány év előtt francia kutatók ugyancsak a Sophora terméséből két új glükozidot különítettek el, melyet *sophoricozid*,[3] ill. *sophoraflavonozid*[4] névvel jelöltek meg. Utóbbi nagyon érdekes új disaccharidot tartalmazna, melyet tanulmányozni szerettünk volna. Ezért a szerzők leírása alapján 1939-ben és 1940-ben két egymásután következő évnek 50—50 kg szeptemberi és októberi érésű Sophora termését dolgoztuk fel, de sajnos, a *sophoraflavonozidot* nem tudtuk megtalálni. Ellenben azon az analitikai helyen, ahol a kérdéses glükozidot fel kellett volna lelni, új glükozidra bukkantunk, mely a *genistein* nevű izoflavonszármazéknak egy biozidja s amelynek a *sophorabiozid* nevet adjuk.

A *sophoricosid* a francia kutatók szerint a *genistein*nek szőlőcukorral létesített β-glükozidja, amely különbözik a WALZ[5] előállította és szerkezetében pontosan felderített *genistin*től. Utóbbi a *genistein-7-glukozid* (I). Intézetünkben vezetésünk alatt FARKAS LÓRÁND bebizonyította, hogy a *sophoricozid*ban a cukor a 4′-hidroxilba van bekötve és ennélfogva a II. szerkezetnek megfelelő.

---

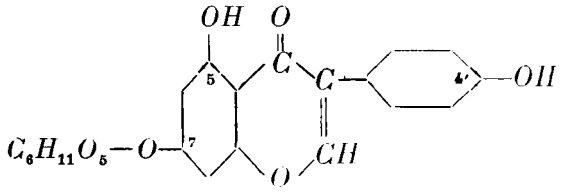
[1] STEIN: Journ. f. prakt. Chemie 58, 399 (1853); 85, 351 (1862); 88, 280 (1863).

[2] FOERSTER: Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 15, 214 (1882).

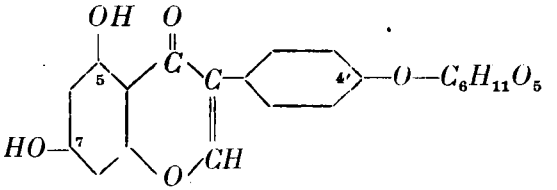
[3] C. CHARAUX és J. RABATÉ: Bull. soc. chim. biol. 20, 454 (1938).

[4] J. RABATÉ é J. DUSSY: Bull. soc. chim. biol. 20, 459 (1938).

[5] WALZ: Liebigs Annalen 489, 118 (1931).



I. Genistin = 5, 7, 4'-Trioxy-izoflavon-7-glükozid



II. Sophoricosid = 5, 7, 4'-Trioxy-izoflavon-4'-glükozid.

A bizonyítás anyagát külső okokból kifolyólag később fogjuk közölni.

Az új glükozid, a *sophorabiozid*, az alább leírt kísérleti bizonyítékok alapján a sophoricosiddal teljesen analóg felépítésűnek mutatkozott, azzal a különbséggel, hogy a szőlőcukor helyén a 4' helyen egy *l-rhamnozido-d-glükózt* visel, mely azonban különbözik a rutinóztól, miért is e közelebbről még nem ismert diszaccharidnak a *sophorabióz* nevet adjuk.

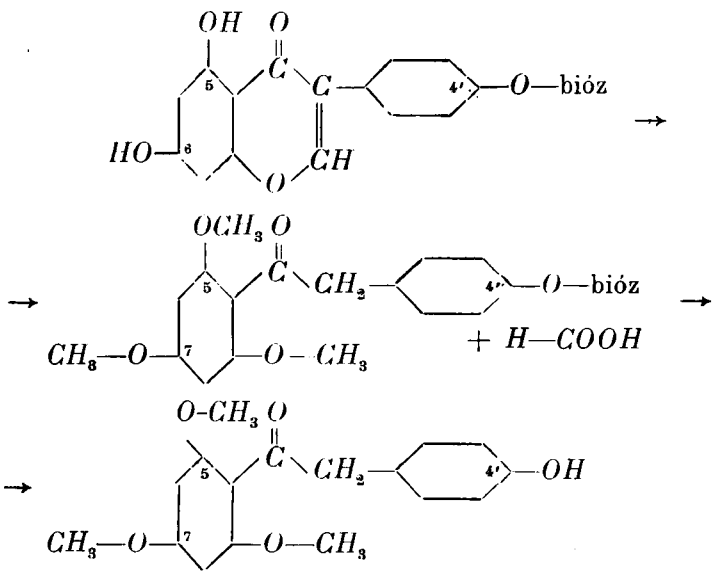
Ezek az eredmények azért bírnak jelentőséggel, mert a flavoncsoportba tartozó eddig ismert nagyszámú glükozid közül egyikben sincs a cukor a 4'-helyű hidroxilhoz kapcsolódva, miért is ez a két glükozid egész új típust képvisel.

A *sophorabiozid* összetételét a $C_{27}H_{30}O_{14}.3H_2O$ fejezi ki. A 3 mol. kristályvíz 100°-nál vákuumban kiűzhető. A híg savakkal való forralás alkalmából a *genistein* nevű aglükon csapódik ki a vizes oldatból, az anyalúg pedig *d-glükóz* és *l-rhamnóz*nak aequi molekuláris keverékét tartalmazza. A *sophorabiozid* ozonizálása ecetsavas oldatban, mely tapasztalataink szerint különösen alkalmasnak bizonyult flavonglükozidok cukorrészének elkülönítésére, ebben az esetben amorf diszaccharidhoz vezetett, melynek acetátja sem mutat hajlamot a kristályosodásra. A bióznak hypojoditos oxidációja alkalmával azonban az l-rhamnózrész változatlan marad,

miért is annyit sikerült róla eldönteni, hogy *l-rhamnozido-d-glükóz* van jelen, mely azonban különbözik a *rutinóztól*. Rutinóz jelenléte esetében ugyanis az ozonizálás eddig minden esetben a jól kristályosodó *heptaacetylrutinóz* birtokához vezetett. Ellenben az új bióz hasonlatosságot mutat tulajdonságaiban a *neohesperidin*ből[1] szintén ozonizálás útján nyerhető *neohesperidóz*zal. Talán a két diszaccharid azonos?

A sophorabiozid acetylezés útján könnyen szolgáltat jól kristályosodó *oktaacetyl-sophorabiozid*ot (III), melyben a czukorrésznek és az aglükonnak is összes hidroxiljai meg vannak acetylezve.

A sophorabiozid dimethylszulfáttal lúgos közegben melegen amorf methylezett termékhez vezet, mely savas hidrolízis alkalmával 2, 4, 6-*trimethoxyphenyl-4'-oxybenzylketont* (IV) szolgáltat. Ehhez hasonló átalakulást már Walz észlelt az 5, 4'-*dimethyl-genistein*nek alkálival való bontásánál, amikor a 2-es szénatom



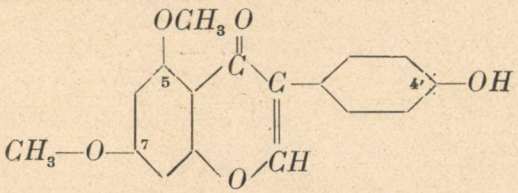
IV. 2, 4, 6-Trimethoxy-phenyl-4'-oxybenzylketon.

[1] G. Zemplén u. A. K. Tettamanti: Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. 71. 2511 (1938).

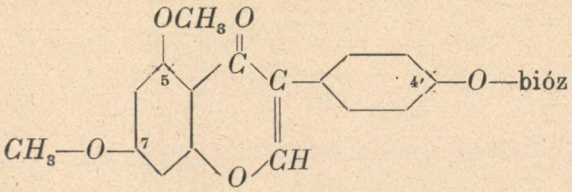
mint hangyasav szakad le. A mi esetünkben a reakció az előző képletekben feltüntetett módon játszódik le:

Ezt a ketont phloroglucin-trimethylaetherből és p-oxyphenylecetsavnitrilből a HOESCH-féle szintézis útján sikerült fel is építeni. Ezt a szintézist egy későbbi közleményben fogjuk leírni.

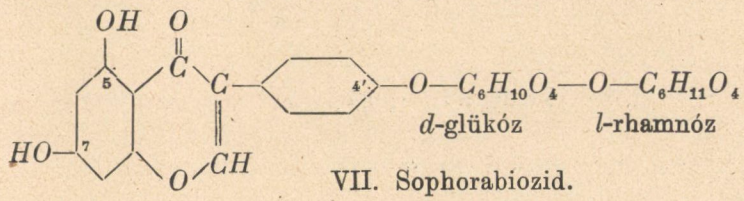
Alkalikus közegben való methylezés dimethylszulfáttal szobahőmérsékleten a sophorabiozidból amorf methyltermékhez vezet, melynek savval való hidrolizise *genistein-5, 7-dimethylaethert* (V) eredményez. Előnyösebbnek mutatkozott a diazomethannal való methylezés, melynek eredménye *sophorabiozid-5, 7-dimethylaether* (VI), melynek acetylezése a hexaacetyl-származékhoz (VII) vezet. A savval való hidrolízis eredménye itt is *genistein-5, 7-dimethylaether*. Ennek a vegyületnek szerkezetét bizonyítja az alkalikus közegben hidrogénhiperoxiddal végzett lebontás, ami *p-oxibenzoesavat* és nem ánissavat szolgáltat. A *sophorabiozid*ra nézve ezek alapján a VII. képletben ábrázolt szerkezet felel meg.



V. Genistein-5, 7-dimethylather.



VI. Sophorabiozid-5, 7-dimethylather.



VII. Sophorabiozid.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

A sophorabiozid előállítása.

$C_{27}H_{30}O_{14}.3H_2O = 632{\cdot}56$ (VII. képlet).

45 kg Sophora japonica októberi termést alkohollal kifőztünk, az alkoholos oldatot vákuumban bepároltuk és a sűrű maradékot vízben oldottuk. A vizes oldatot kibenzoloztuk addig, míg a benzol már nem színeződött. Vizes oldás és benzolozás közben dús sárgásfehér kiválás indul meg, ez a nyers *sophoricosid*. Leszűrjük, a vizes oldatból kidesztilláljuk a benzol-maradékot és kellőkép felhigítva vízzel elerjesztjük. A kierjedt vizes oldatot, eltávolítva belőle az élesztőt, vakuumban szirupsűrűre pároljuk. A sötét szirup súlya kb. 3 kg. Ezt 16 liter 96%-os alkohollal kicsapjuk, kisebb részletekben adva hozzá az alkoholt, kevergetés közben. Fekete szirupos kiválás áll elő. Egy nap mulva dekantáljuk az alkoholos oldatot és vákuumban szirupsűrűre pároljuk. Ezt a maradék 2 kg szirupot most acetonnal csapjuk ki: 8 liter acetont adunk hozzá fokozatosan, állandó kevergetés közben. Egy napi állás után dekantáljuk és vák.-ban teljesen lehajtjuk az acetont. Visszamarad 380 g igen sűrű sárgaszínű szirup, melyet kellőkép megszárítva vákuumban, a következőképpen dolgozunk fel tovább: Négyszeres mennyiségű abs. pyridin+5-szörös ecetsavanhydridben oldjuk és egy napig szobahőfokon állni hagyjuk; másnap vák.-ban $^1/_4$—$^1/_5$ részére bepároljuk és a maradékot 5—6-szoros vízbe öntjük, a vizet a lassan keményedő olajról többször cseréljük, majd leöntve a vizet, a félkemény maradékot 3 liter forró alkohollal eldolgozzuk, lombikba visszük és 15—20′-ig forraljuk visszacsepegő hűtő alatt, majd megfelelő edénybe kiöntjük és hagyjuk lassan kihűlni. Rögtön megindul a kristályosodás, a nyers sophorabiozid-acetát kiválik. 45 kg Soph. jap. termésből kaptunk így 70 g nyers acetátot (O. p. 250° körül), melyet minden további tisztítás nélkül felhasználhatunk a szabad glükosid előállítására.

Az acetonnal kicsapott sötétsárga szirup — kb. 1·6 kg— még igen sok sophorabiozidot tartalmaz, melyet a következő módokon állíthatunk elő belőle:

a) A szirupot vízzel felhigítjuk, bázikus *Pb*-acetáttal kicsap-

juk. Az ólomsókat centrifugálással elkülönítjük, kimossuk, vízben szuszpendáljuk és kénhidrogénnel megbontjuk. Az ólomtalanított oldatot vákuumban szárazra pároljuk és mint előbb, megacetylezzük pyridin+ecetsavanhydriddal. Az egész acetonos kicsapás feldolgozásával kapunk így kb. 40 g nyers acetátot, vagyis a 45 kg termésből az előbbi 70 g-mal együtt 110 g-ot, amiből előállítható mintegy 63 g szabad glükozid. Tehát 1 kg Sophora jap. termésből előállítható 1·4 g sophorabiozid.

b) Az acetonnal kicsapott szirupot vízzel felhigítjuk és megfelelő mennyiségű $Ba(OH)_2$-ot adva hozzá, 24 óra hosszat rázógépen rázatjuk. Ezután a csapadékot centrifugáljuk, vízzel kimossuk, majd bő vízben szuszpendáljuk és kénsavval pontosan közömbösítjük. A $BaSO_4$-ot eltávolítjuk és a vizes oldatot vízfürdőn porc. tálban kis térfogatra bepároljuk. A vizes oldatot beoltjuk szabad kristályos sophorabioziddal és szobahőfokon állni hagyjuk. Igen lassan szaporodik, pl. 20 kg Sophora-termés feldolgozásánál kapott acetonnal kicsapott szirup ilyen módon való feldolgozásánál kéthónapi állás után kivált 8 g nyers sophorabiozid.

Az acetylezett sophorabiozid elszappanosítása.

20·0 g oktaacetylvegyületet (nyers, o. p. lágyul 245°-tól, olvad 250—251°-on), 700 cm³ alkoholban forrásig melegítünk, — nem oldódik teljesen — majd 100 cm³ 3·3%-os *NaOH* oldatot adunk hozzá. Nagyon szép sárga csapadék válik ki, amely nem ragacsos. Kb. 5 percig melegítjük még állandó rázogatás közben és ezután kis részletekben hozzáadunk összesen 410 cm³ vízfürdőn felmelegített deszt. vizet. Pár percig tovább melegítjük, majd még melegen megsavanyítjuk jégecettel (5 cm³; $pH=5—6$). Redősszívón leszűrjük és vákuumban kb. 200 cm³-re bepároljuk. Bepárlás közben, mikor kb. 400 cm³ már az oldat, megkezdődik a glükozid kiválása. A 200 cm³-nyi maradékhoz adunk 30 cm³ abs. alkoholt, vízfürdőn felmelegítjük, a kivált glükozid oldatba megy, az oldatot Erlenmayer-lombikba öntjük ki és alkoholos vízzel utána öblítjük a frakcionálót. Lehűlés közben beoltjuk, mert különben kocsonyásan válik ki. Így sem teljesen kristályos. Másnapig állni hagyjuk, ekkor leszívatjuk, vízzel kimossuk és rögtön, még nedvesen átkristályosítjuk.

Oldjuk 170 cm³ víz+65 cm³ alkoholban. Lehűlés közben beoltjuk, kristályosan válik ki, de mellette kocsonyás kiválás is van. Két napig hagyjuk állni szobahőfokon, közben kevergetjük és így átkristályosodik a kocsonya is. Leszívatjuk, 1:3 alkohol: vízzel kimossuk, előbb 40°-on, majd 80°-on megszárítjuk.

Kaptunk 11·5 g szabad glükozidot.

Színreakció $FeCl_3$-dal: A sophorabiozid alkoholos oldata híg $FeCl_3$ oldattal pirosas-barna, gránátvörös színeződést mutat. Ugyanezt a színreakciót adja az aglükonja — a genistein — is.

O. p.: lágyulni kezd 150°-tól, 156—160°-on megömlik, buborékos, 190—195—200° körül megszilárdul és 245—248°-on újra megolvad.

Kristályvíztartalom meghatározás: vákuumpisztolyban 100°-on szárítva 12 óra alatt 0·2974 g glükozid veszít 0·0242 g vizet: 8·14%.

3 mol. kristályvízre számítva ($C_{27}H_{30}O_{14}.3H_2O = 632·56$) = = **8·55%**.

A szárított glükozid olvadáspontja:

Erősen lágyul 240°-tól, olvad 245—247°-on, teljes olvadás 248°-on, kezdődő bomlás közben.

Forgatóképesség: kristályvíztartalmú készítményből:

$$[\alpha]_D^{19°} = \frac{-1·93 \times 10}{0·2912} = -66·3°$$ pyridinben.

Kristályvízmentes termékre számítva:

$$[\alpha]_D^{19} = -\frac{-1·93 \times 10}{0·2663} = -72·5°$$ (pyridinben).

Redukcióképesség hidrolízis előtt:

0·1070 g glükozid fogyaszt 1·17 cm³ $^n/_{10}$ KM_nO_4-et = 0·0036 g glükóz = **3·4%**.

Hidrolízis: a) 0·1968 kristályvíztartalmú glükozidot 15 cm³ 3·3%-os H_2SO_4-val forralunk 2 óra hosszat:

Aglükon: 0·0862 g = **43·8%**.

A hidrolizátumot feltöltjük 25 cm³-re, ebből 15 cm³ fogyaszt 17·75 cm³ $^n/_{10}$ KM_nO_4-ot = 0·0600 g glükóz, az egész oldatban van tehát 0·100 g glükóz = **50·8%**.

A hidrolizátum forgatása:

$$[\alpha]_D = \frac{+\ 0{\cdot}25 \times 25}{2 \times 0{\cdot}100} = +\ 31{\cdot}2°.$$

b) 0·3576 g kristályvíztartalmú glükozidot 21 cm³ 3·3%-os H_2SO_4-val forraltunk 2 óra hosszat.

Ciglükon: 0·1568 g = **43·8%**.

A hidrolizátumot feltöltjük 25 cm³-re, ebből 5 cm³ fogyaszt 11·28 cm³ $^n/_{10}$ KM_nO_4-ot = 0·0368 g glükóz, az egészben 0·184 g glükóz = **51·5%**.

A hidrolizátum forgatása:

$$[\alpha]_D^{20} = \frac{+\ 0{\cdot}46 \times 25}{2 \times 0{\cdot}184} = +\ \mathbf{31{\cdot}3°}.$$

Rhamnóz-meghatározás a hidrolizátumból:

19·5 cm³-ből 0·0416 g phloroglucid = 0·068 g rhamnóz, az egész hidrolizátumban van tehát:

$$\frac{0{\cdot}068 \times 25}{19{\cdot}5} = 0{\cdot}0872 \text{ g rhamnóz} = \mathbf{24{\cdot}4\%}.$$

Számított értékek; $C_{27}H_{20}O_{14}.3H_2O$ = 632·56-ra:

Aglükon: 42·7%.

Összes cukor (glükóz + rhamnóz): 54·4%.

Rhamnóz: 25·9%.

Glükóz: rhamnóz = 1: 1 $[\alpha]_D$-je = 31·3°.

Az aglükon azonosítása genisteinnel; A hidrolíziseknél kapott aglükonokat egyesítve, 15 cm³ alkohol + 10 cm³ vízből kristályosítottuk át. Selymes tűkristályok.

O. p. 298—299° vörösbarna színeződés közben, bomlás nélkül. Keverék o. p. sophoricosidból előállított, átkristályosított, 297°-on lágyuló, 298—299°-on olvadó genisteinnel: lágyul 297°-on, olvad 298—299°-on, vörösbarna bomlás nélkül. Mindegyik esetben az olvadáspont előtt 2—3°-kal kissé kezd vörösödni.

Úgy a genisteinből, mint a mi aglükonunkból pyridin + ecetsavanhydriddel előállított, alkohol + chloroformból kristályosított acetylvegyületek o. p.-ja: lágyul 204°-tól, olvad 205—206°-on (korr.) és a keverékolvadáspont is ugyanez.

Tehát az aglükon genistein.

Oktaacetyl-sophorabiozid.

$C_{43}H_{46}O_{22} = 914{\cdot}80.$

0·4 g szabad glükozidot 10 cm³ pyridin+10 cm³ ecetsavanhydriddal szobahőfokon állni hagyunk egy éjjelen át. Vákuumban bepároljuk, alkohollal lehajtjuk és a maradékot alkohol+$CHCl_3$-ból kristályosítjuk. Szobahőfokon állva hófehér, csillogó, fejlett tűkristályok válnak ki: 0·55 g (95%).

O. p. lágyul 249°-tól, olvad 254—255°-on.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{15^\circ} = \frac{-0{\cdot}85 \times 10}{0{\cdot}1612} = -52{\cdot}7^\circ \text{ pyridinben.}$$

Acetylezett sophorabiozid bontása jégecetes HBr-dal.

8 g nyers acetátot 35 cm³ $CHCl_3$+35 cm³ jégecetes *HBr*-dal 6 óra hosszat állni hagyunk szobahőfokon. Utána jeges vízbe öntjük, dús csapadékkiválás van. Centrifugáljuk, a csapadékot $CHCl_3$-mal, majd vízzel mossuk és megszárítjuk: 2·0 g. Átkristályosítjuk vizes alkoholból. Az átkristályosított anyag o. p.-ja: lágyul 292°-tól, olvad 295—297°-on, barnás-vörösen. Keverék o. p. genisteinnel nem mutat o. p.-csökkenést, tehát az anyag genistein.

A $CHCl_3$-os oldatból nem sikerült kristályos terméket elkülöníteni.

Methylezési kísérletek.

A) Acetylezett sophorabiozid methylezése dimethylsulfáttal melegen.

2, 4, 6-trimethoxyphenyl-4'-oxybenzylketon (IV).

$C_{17}H_{18}O_5 = 302{\cdot}31.$

6·6 g nyers sophorabiozid-acetátot methyleztünk erős keverés közben, N_2 atmoszférában a következőképpen: 22 cm³ $(CH_3)_2SO_4$-tal péppé kevertük az anyagot és összesen 44 cm³ vízben oldott 21·1 g *NaOH*-ot adunk hozzá három részletben. Az első harmadot 10°-on kezdjük hozzácsepegtetni, $1^1/_2$ óra alatt felmegy a hőfok szobahőmérsékletre. A második harmadot szintén másfél óra alatt adagoljuk be 30°-on. Az utolsó harmadrész lúgot $2^1/_2$ óra alatt csepegtetjük bele úgy, hogy közben fokozatosan 30°-ról 70°-ra emeljük a hő-

fokot. Utána gyorsan felmegyünk 95—100°-ra és félóra hosszat ezen a hőmérsékleten tartjuk. Utána keverés közben és N_2 áramban hagyjuk kihűlni. Következő nap másodszor is methylezzük ugyancsak 22 cm³ dimethylszulfáttal és a fenti lúgmennyiséggel pontosan az előbb leírt módon.

Feldolgozás; A kivált Na_2SO_4-ot leszívatjuk, a csapadékot 3-szor 30—30 cm³ $CHCl_3$-mal kimossuk, a vizes szüredéket ezen $CHCl_3$ mennyiségekkel kirázzuk, majd a $CHCl_3$-os oldatot $CaCl_2$-dal megszárítjuk, vákuumban bepároljuk, alkohollal lehajtjuk. Maradék 2·35 g szép sárga szilárd hab. Kristályosítani nem sikerült.

Hidrolízis. Ezt a maradékot vízben való rossz oldhatósága miatt 20 cm³ jégecet+30 cm₃ 5%-os *HCl*-val hidrolizáljuk 2 óra hosszat forralva. Az anyag feloldódik, másnapra csúnya fekete olajos kiválás van. Az oldatot kichloroformozzuk, a $CHCl_3$-os oldat fekete, csontszénnel derítjük, de ez látszólag nem segít rajta. Megszárítjuk, bepároljuk vákuumban, alkohollal kétszer lehajtjuk; maradék 1·2 g. Ezt oldjuk 12 cm³ alkoholban, csontszénnel derítjük és 7 cm³ meleg vizet adunk hozzá. Jégszekrényben állva lassan megindul a kristályosodás. Két nap mulva leszívatjuk, újra átkristályosítjuk vizes alkoholból; most már könnyebben válik ki: 0·15 g. Még egyszer átkristályosítjuk.

O. p. 169·5—170·5° (korr.).

Methoxylmeghatározás; 2·828 mg anyag, 6·480 mg AgJ= **30·27**% CH_3O.

$C_{17}H_{18}O_5$=302·31-re számított érték: = **30·80**% CH_3O.

Az anyag tulajdonságaiban tökéletesen megegyezik a sophoricozidból kapott, valamint a szintétikusan előállított trimethoxyphenyl-oxybenzylketonnal.

B) A sophorabiozid methylezése dimethylsulfáttal hidegen.

Genistein-5, 7-dimethylaether.

2·0 g sophorabiozid-ot pár cm³ vízzel és 7 cm³ dimethylszulfáttal péppé dolgozzuk, majd cseppenként hozzáadunk 54 cm³ 10%-os *NaOH*-ot. Az anyag előbb összeáll, majd kocsonyás konzisztenciájú lesz, de legnagyobbrészt oldódik, kevés kocsonyás rész

marad csak oldatlanul. Az oldat sötét. Másnap rázógépen rázatjuk, minden feloldódik. Harmadnap lesemlegesítjük, 150 cm³-re kiegészítjük úgy, hogy 4%-os H_2SO_4-as legyen és 2 óra hosszat forralva hidrolizáljuk. Sötét olaj alakjában válik ki az aglükon, ami lehűlve, másnapra megkeményedik. Ezt a megkeményedett ragacsot próbáljuk kristályosítani. Alkoholban igen jól oldódik, vizes alkoholból olajosan válik ki. Oldjuk az egész ragacsot 8 cm³ alkoholban, szűrjük és hozzáadunk 4 cm³ meleg 80—100°-os benzint. Jégszekrényben állva, a kapargatások helyén megindul a kristályosodás, ami lassan szaporodik. Pár nap mulva leszívatjuk és újra átkristályosítjuk ezt a terméket (o. p. 260—263°, lágyul 255°-tól) 4 cm³ alkoholból. Kétnapi állás után szépen fejlett nagy tűkristályok váltak ki.

O. p.; lágyul 260°-tól, olvad 265—266°-on.

Keverék o. p.; sophoricozidból kapott 5·7-dimethylgenisteinnel: lágyul 260°-tól, olvad 264—265°-on.

C) A sophorabiozid methylezése diazomethánnal.

Sophorabioz-5, 7-dimethylaether.

$C_{29}H_{34}O_{14} = 606{\cdot}56.$

1. 1·5 g Sophorabiozidot oldunk 60 cm³ abs. CH_3OH-ban és 100 cm³ aetheres diazomethanoldatot (10 g nitrosomethylcarbamidból) adunk hozzá kisebb részletekben, mert a reakció igen heves, erős gázfejlődés és melegedés közben játszódik le. Éjjelen át áll szobahőfokon, kevés pelyhes kiválás van, ettől leszűrjük és vák.-ban szárazra pároljuk. A száraz maradékot mégegyszer methylezzük: 50 cm³ CH_3OH-ban oldjuk és 75 cm³ aetheres diazomethánoldatot (7·5 g nitrosomethylcarbomidból) adunk hozzá és újra állni hagyjuk egy éjjelen át. Másnap lehajtjuk róla az oldószert és kristályosítjuk: oldjuk melegen 6 cm³ víz+5 cm³ alkoholban. Jégszekrényben áll, másnapra megindul a kristályosodás, harmadnapra fehér, mikroszkópos, igen hosszú, igen vékony, pamatokba összeálló tűkristályok formájában válik ki az anyag, beáll az oldat. Leszívatva, vízzel mosva, 80°-on szárítva: 0·23 g.

O. p.-ja: lágyul 130°-tól, olvad 140° körül, buborékos, nem éles az o. p.

Átkristályosítás: 0·13 g anyagot 6 cm³ 50%-os alkoholból kristályosítottunk át. Lassan válik ki a hófehér anyag, három napi állás után leszívatva, megszárítva: 0·10 g. Az olvadáspont ugyanolyan, mint átkristályosítás előtt, nem éles.

2. 2·0 g sophorabiozidot methyleztünk ugyanúgy, mint előbb, két részletben 100 cm³, majd 75 cm³ aetheres diazomethanoldattal. Kristályosítás 8 cm³ alkohol+7 cm³ vízből. Szobahőfokon áll pár napig, kiválik 0·6 g dimethylvegyület, további állás után jégszekrényben kiválik még 0·1 g.

Olvadáspontja ugyanaz, mint az előző termékeknek: 130°-tól lágyul, 137—138°-on olvad, 140°-on buborékos, nem éles.

Kristályvíztartalom: Vákuumpisztolyban szárítva 100°-on.

0·6330 g veszít 0·0602 g vizet=**9·5**%.

4 molekula krist. vízre számítva ($C_{29}H_{34}O_{14}.4H_2O$=678·62)= **10·6**%.

A szárított anyag o. p.-ja:

lágyul 162°-tól, olvad 166—168°-on.

Methoxyl-tartalom a kristályvíztartalmú anyagból:

3·590 mg anyag, 2·410 mg AgJ=**8·87**% CH_3O.

$C_{29}H_{34}O_{14}.4H_2O$-ra számítva (678·62)=**9·15**% CH_3O.

Forgatóképesség (kristályvíztartalmú anyagból):

$$[\alpha]_D^{20°} = \frac{-0{\cdot}90 \times 5}{0{\cdot}0736} = -\mathbf{61{\cdot}1}°$$ (pyridinben).

Genistein-5-7-dimethylaether.

$O_{17}H_{14}C_5$ = 298·28.

Ezt a dimethylgenisteint a kristályos dimethyl-sophorabiozid hidrolizálásával állítottuk elő a következőképpen:

0·1918 g kristályvíztartalmú vegyületet 20 cm³ 4%-os *HCl*-val forralunk 2 óra hosszat. A tiszta oldatból a forrás kezdete után kb. 10′ mulva indul meg a kristályos aglükon kiválása. Az aglükont leszívatva, kimosva, megszárítjuk:

0·0844 g=**44·0**%.

$C_{29}H_{34}O_{14}.4H_2O$=678·62-re számított érték=**44·0**%.

Az aglükont átkristályosítjuk 10 cm³ alkoholból: 0·08 g-ból kiválik 0·06 g; fénylő, színtelen prizmák.

O. p.; 266—266·5°

Keverék o. p. nem mutat depressziót sem a sophorabiozidból dimethylszulfátos meleg methylezéssel kapott, sem pedig a sophoricozidból kapott genistein-5·7-dimethylaetherrel.

A sósavas hidrolizátumot feltöltjük 25 cm³-re, ebből 15 cm³ fogyaszt 15·95 cm³ $KMnO^4$-ot=0·0535 g glükóz; az egész oldatban van tehát 0·0892 g glükóz=*46·5%*.

$C_{29}H_{34}O_{14}.4H_2O$=678·62-re számított cukor=*50·7%*.

A hidrolizátum forgatása:

$$[\alpha]_D^{16} = \frac{+\ 0{\cdot}23 \times 25}{2 \times 0{\cdot}0892} = +\ 31{\cdot}2°.$$

Genistein-5·7-dymethylaether-acetát.

$C_{19}H_{16}O_6 = 340{\cdot}32.$

A dimethylsophorabiozid hidrolízisével kapott átkristályosított aglükont megacetyleztük: 0·03 g anyag+5 cm³ pyridin+5 cm³ ecetsavanhydrid; egy napig áll szobahőfokon. Utána vákuumban bepároljuk, alkohollal lehajtjuk és a maradékot 5 cm³ alkoholból kristályosítjuk. Hosszú, színtelen, csillogó vékony lapos tűk.

O. p. lágyul 185°-tól, olvad 187°-on (korr.).

Keverék o. p. sophoricozidból kapott ugyanezen termékkel: 187° (korr.).

Sophorabiozid-5·7-dimethylaether-hexaacetát.

$C_{41}H_{46}O_{26} = 858{\cdot}78.$

0·07 g sophorabiozid-5,7-dimethylaethert 5 cm³ pyridin+5 cm³ ecetsavanhydriddel állni hagyunk egy napig szobahőfokon, utána vákuumban bepároljuk, alkohollal lehajtjuk és alkoholból kristályosítjuk. Hófehér kristályos tűk: 0·07 g.

O. p.; 208·5—209° (korr.).

Forgatása;

$$[\alpha]^{20°} = \frac{-\ 0{\cdot}50 \times 5}{0{\cdot}0450} = -55{\cdot}6°$$ pyridinben.

Methoxyltartalom; 4·160 mg anyag, 2·410 mg *AgJ*=**7·66%**.

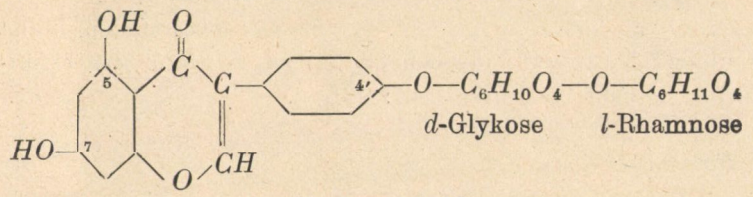
$C_{41}H_{46}O_{25}$=858·78-ra számított érték=**7·23%**.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. febr. 16-án tartott üléséből.)

ÜBER SOPHORABIOSID, EIN NEUES GLYKOSID DER SOPHORA JAPONICA L.

von GÉZA ZEMPLÉN o. M. u. REZSŐ BOGNÁR.

Aus den Früchten der Sophora japonica wurde ein neues Glykosid isoliert, das mit dem Namen *Sophorabiosid* belegt wird. Es gibt bei der Säurehydrolyse als Aglykon *Genistein*, als Zuckerkomponenten: d-Glykose und l-Rhamnose, die in Form einer l-Rhamnosido-d-Glykose zu einer Biose vereinigt sind, die verschieden ist von der Rutinose. Dieser Biose wird der Name *Sophorabiose* vorgeschlagen. Durch Methylierungsversuche wird festgestellt, dass diese Biose am Hydroxyl 4′ des Genisteins haftet. Dieses Resultat ist sehr bemerkenswert, denn unter der grossen Schaar der Flavonglykoside kein einziges den Zucker an dieser Stelle trägt. Die Konstitution des Sophorabiosids wird durch folgende Formel wiedergegeben. Die Arbeit wird in den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft erscheinen.



Sophorabiosid.

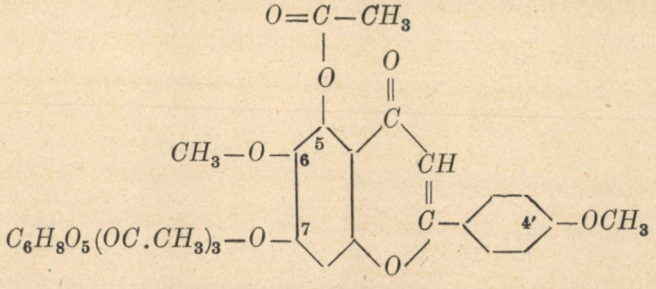
(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Februar 1942.)

A NEOLINARINNAK VÉGÉRVÉNYES SZERKEZETE.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

A *neolinarinról*, a *Linaria vulgaris* L.-nek új glükozidjáról egy előző közleményben,[1] számoltam be. Az új glükozidot csaknem 1%-nyi termeléssel lehet előállítani a megszárított virágzó növényrészekből, ha azokat alkohollal kifőzzük, a kivonatokból kiváló anyagot benzollal megtisztítjuk és szárítás után 80%-os vizes alkoholban forrón oldjuk. Kihűléskor először a *pektolinarin* válik ki kocsonyásan. Az anyalúg több napi állás után szolgáltatja a kristályos *neolinarint*. A glükozid methylezése és a methylezett termék savas hidrolízisének eredménye azt mutatta, hogy a *rhamnóz* és *glükóz* a neolinarinban *rutinóz* alakjában van kötve. A glükozid ozonizálása útján ecetsavas oldatban a rutinózt jól kristályosodó *heptaacetylrutinóz* alakjában sikerült el is különíteni, és azonosnak bizonyult a szintézissel[2] előállított termékkel.

Jégecetes brómhidrogén a teljesen acetylezett neolinarint megbontja,[3] mégpedig úgy, hogy a reakciókeverékből szépen kristályosodó termékképpen a *monoacetyl-pektolinarigenin-triacetyl-β-d-glükozid* (I) különíthető el. Nyilvánvaló, hogy ez a vegyület az acetylezett neolinarinból azáltal keletkezett, hogy a diszaccharidnak *rhamnóz* része, mint acetobrómrhamnóz leszakadt a glükozidról.

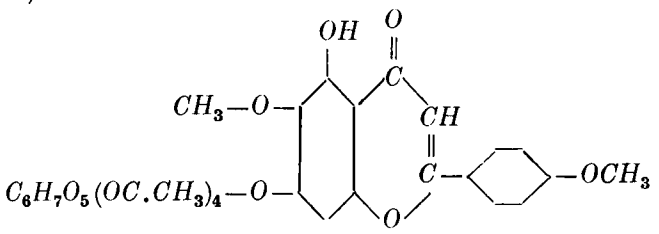


I. Monoacetyl-pektolinarigenin-triacetyl-glükozid

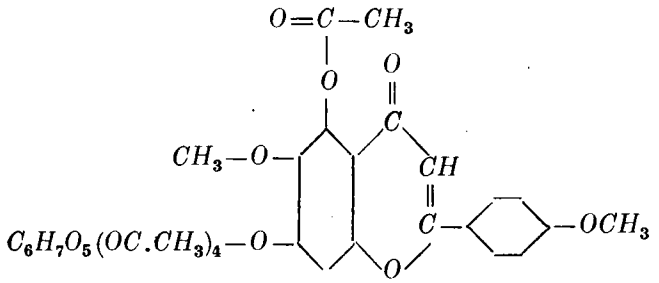
[1] ZEMPLÉN GÉZA: Math. és Term.-tud. Ért. **55**, 652 (1937).
[2] ZEMPLÉN GÉZA: Math. és Term.-tud. Ért. **53**, 232 (1935).
[3] G. ZEMPLÉN: B. **53**, 996 (1920).

Az acetyl-gyökök közül egy az 5-ös hidroxil hidrogénje helyén, pedig a glükóz hidroxiljaiba van behelyettesítve.

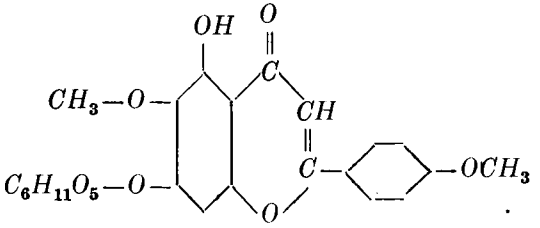
*Pektolinarigenin*ből és *acetobróm-glükóz*ból kiindulólag *tetra-acetyl-pektolinarigenin-glükozid* (II) állítható elő. Mindkét készítmény megacetylezve ugyanazt a *pentaacetyl*-vegyületet adja (III) és elszappanosításkor ugyanazt a szabad *pektolinarigenin-glükozidot* (IV).



II. Tetraacetyl-pektolinarigenin-glükozid



III. Pentaacetyl-pektolinarigenin-glükozid

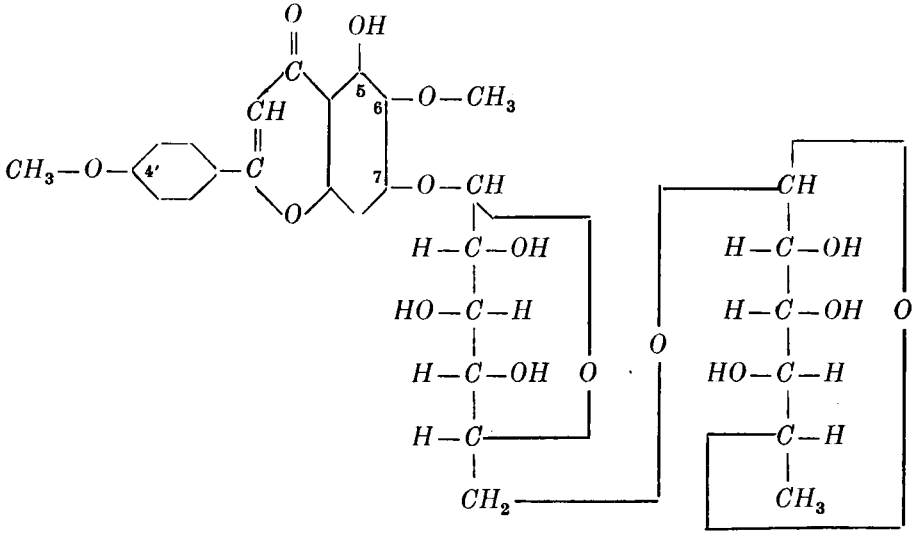


IV. Pektolinarigenin-glükozid

A *pektolinarin-acetat*nak jégecetes brómhidrogénnel való megbontása ugyanazt a *monoacetyl-pektolinarigenin-triacetyl-glüko-*

*zid*ot (I) szolgáltatja, mint az acetylezett *neolinarin*. Ez azt bizonyítja, hogy mindkét glükozid a *rutinóz*t ugyanazon a hidroxilon, mégpedig a 7-es számún viseli.[1]

A neolinarin és a pektolinarin ezek szerint azonos szerkezetűek és az V. képlettel fejezhetők ki.



V. Neolinarin és pektolinarin=6-methoxy-acacetin-β-7-rutinozid.

Legvalószínűbb, hogy a neolinarin a pektolinarinnak kristályos formája. Lúg hatására sikerült a *neolinarint pektolinarinná alakítani*. A pektolinarint neolinarinná eddig nem tudtam átváltoztatni.

KISÉRLETI RÉSZ.

A Neolinarin előállítása.

10 kg szárított anyagot 21 liter abszolút alkohollal extraháltunk. Háromnapi állás után a kivált csapadékot leszívattuk, kibenzoloztuk és azután megszárítottuk. Az így nyert anyag színe világosbarna, súlya 902 g.

---

[1] W. Merz u. Wu: Archiv d. Pharm. u. Ber. d. Deutsch. Phar Ges. 1936. 126.

Ezt három részletben dolgoztuk fel. 300—300 g-ot ötszörös abszolút alkohollal félóra hosszat forraltuk visszacseppegő hűtővel és másnapig állni hagytuk. Másnap leszívattuk a csapadékot és hétszeres, 80%-os alkohollal félóráig forraltuk, forrón szűrtük. A szűrőn jóformán semmi csapadék sem maradt. A szüredék néhány óra mulva bekocsonyásodott. Két napi állás után leszívattuk. A szüredékből néhány órai állás után, sőt néha már azonnal is szép sárga kristályok alakjában vált ki a neolinarin. 4—5 napi állás után leszívattuk, megszárítottuk. 10 kg-ból lett összesen 86 g.

A csapadékot (pektolinarint) ötszörös 80%-os alkoholból félóráig forralva átkristályosítottuk. Néha még ennek az átkristályosításnak az anyalúgjából is vált ki neolinarin. A pektolinarint még kétszeri ötszörös, 80%-os alkoholból való átkristályosítással tisztítva kaptunk összesen 102 g-ot. O. p.: 243—245.

A nyers neolinarint hússzoros, 80%-os alkoholból kristályosítottuk át. Kihasználás 77%-os. O. p.: 232—236 C°.

Ezzel az eljárással feldolgoztunk összesen 50 kg szárított anyagot. Kaptunk 440 g nyers neolinarint és 552 g pektolinarint.

A Neolinarin tulajdonságai.

Szárítása vákuumpisztolyban 100°-on 5 óra hosszat.

0·9587 g, veszít a súlyából 0·0503 g-ot.

$= 5{\cdot}24\%$

2 mol. kristályvízre számítva $= 5{\cdot}47\%$

Forgatása:

$$[\alpha]_D^{18^\circ} = \frac{-2{\cdot}00 \times 10}{0{\cdot}2264} = -88{\cdot}3^\circ \text{ pyridinben}$$

Hidrolízis: 5%-os *HCl*-val.

4·2400 g neolinarint 315 cm³ 5%-os *HCl*-val $2^1/_4$ óra hosszat forraltam, az aglükont másnap leszűrtem, megszárítottam:

1·9066 g aglükon $= 45{\cdot}0\%$

theor. $= 47{\cdot}7\%$

Rhamnóz elkülönítése.

5·0 g neolinarint 375 cm³ 5%-os H_2SO_4-val forraltam 2 óra hosszat, utána egy napig áll. Ekkor az aglükont leszűrve az olda-

tokból $BaCO_3$-tal, majd $Ba(OH)_2$-dal, végül *Ba*-acetáttal pontosan kicsapjuk a kénsavat.

A leszűrt oldatból a glükózt 4 g élesztővel elerjesztjük. Négy nap mulva 100 cm³ alkoholt adunk az oldathoz, az élesztőt lecentrifugáljuk, kevés csontszénnel derítjük és a víztiszta oldatot vákuumban sűrű sziruppá pároljuk.

A szirupot kb. 10 cm³ 96%-os alkohollal kioldjuk a lombikból. Alkohol hozzáadásakor fehér pelyhes kiválás van, ezt leszűrjük és az alkoholos oldatot állni hagyjuk. Néhány nap mulva, mikor az alkohol jórészt elpárolgott, megindul a rhamnóz kristályosodása jól fejlett, nagy, köpcös kristályok alakjában.

96%-os alkohollal felhigítva leszűrjük a kristályokat, újra feloldva kevés meleg, 96%-os alkoholban, most már sokkal hamarabb megindul a rhamnóz kikristályosodása.

A neolinarin cukorrészének vizsgálata ozonidos bontással.

1. *kísérlet.*

3 g neolinarint 50 cm_3 90%-os ecetsavban melegítve oldunk. Lehűlés után az oldatot, mely halványsárga színű, 12 órát ozonizáljuk gyors áramban. Az ozonizálás beköszörült mosópalackban történik. Az ózont Siemens-féle ozonizátorral fejlesztjük. Az oxigént kénsavas mosón keresztül bombából vezetjük az ozonizátorba. Az oxigénáram sebessége kb. 25—30 liter óránként. Az ozonizátorra kapcsolt transzformátor primér árama 110*v*, szekundér áram 10,000*v*.

Tizenkét órás ozonizálás után az oldat kivilágosodott. Térfogata 49 cm³. Ebből 2 cm³ redukcióját határoztuk meg BERTRAND szerint: Fogyott permanganát $10{\cdot}0 . 1{\cdot}017 = 10{\cdot}2$ cm³ $n/10$ $KMnO_4 = 0{\cdot}0331$ g glükóz. Az egész oldatban van $0{\cdot}0331 . 24{\cdot}5 = 0{\cdot}81$ g glükóz.

Az oldat redukciója tehát $\frac{0{,}81}{3{,}0} = 27\%$ (glükóz = 100).

Az oldatot vákuumban sirupsűrűségűre pároltuk be, majd alkoholban oldva, ismét szirupsűrűségűre pároltuk. Így az ecetsavat eltávolítottuk. A szirupot 30—40 cm³ vízben oldottuk. Az aglükon részben kristályosan, részben alaktalanul kivált.

A csapadékot leszívatva, a szüredéket 20 cm^3 bázikus ólomacetáttal derítettük, míg már több csapadék nem keletkezett. Háromórai állás után a csapadékot lecentrifugáltuk, a csapadékot kevés bázikus ólomacetátos vízzel mostuk. A szüredékből a fölös ólomsót kénhidrogénnel eltávolítottuk. Az ólomszulfidot lecentrifugáltuk és kevés vízzel mostuk. A szüredékot kevés csontszénnel derítettük, szűrtük. A kénhidrogén-felesleg eltávolítása végett vákuumban bepároltuk, vízben fölvettük. Kevés csapadékkiválás mutatkozott. Ezért mégegyszer szűrtük, majd 50 cm^3-re feltöltöttük.

50 cm^3 oldatból 5 cm^3-nek néztük a redukcióját. Fogyott permanganát :16·7 cm^3.1·017=17·0 cm^3 *n*/10 *KMnO* 0·0576 g.10= 0·576 g *glükóz*. Forgat:+0·12°. A fajlagos forgatóképességet a hidrolízis utáni redukcióértékre számítva

$$[\alpha]_D = \frac{0{\cdot}12.50}{2.1{\cdot}058} = +2{\cdot}83°.$$

10 cm^3 oldatot 10 cm^3 5%-os *HCl*-val (tehát 2·5% *HCl*-as oldatban) két órát forraltuk. Az oldat halványsárga színű. Kevés csontszénnel derítve, teljesen színtelen oldatot kaptunk.

Az oldat forgat: =+0·70.

A 20 cm^3 oldat redukál 15·5 cm^3 *n*/10 $KMnO^3$.1·017= 15·8 cm^3=0·0529 g glükóz. Tehát az eredeti 50 cm_3 cukoroldatban van összesen 1·058 g glükóznak megfelelő cukor, most azonban 100 cm^3 térfogata van. A hidrolízis utáni forgatást is erre az értékre számítva

$$[\alpha]_D = \frac{+0{\cdot}70.100}{2.1{\cdot}058} = +33{\cdot}2°.$$

35 cm^3 oldatot vákuumban szirupsűrűségűre bepároltunk, majd a víznyomokat eltávolítottuk azáltal, hogy alkohollal kétszer bepároltuk. A maradékot 1 g vízm. natriumacetáttal és 6 cm^3 ecetsavanhidriddel egy órát melegítettük vízfürdőn. Az így kapott acetilezett terméket vízbeöntöttük, majd másnap a vizet cserélve, világos színű anyaggá dolgoztuk szét. Leszívatva, vákuumban szárítottuk. Halvány krémszínű port kaptunk, melynek súlya 0·6 g. Az anyagot kétszer átkristályosítottuk két-két cm_3 alkoholból. Így fehér, kristályos anyagot kaptunk. Súlya 0·4 g. Olvadás-

pontja 169°—169·5°, mely a rutinózacetát olvadáspontjával egyezik. Keverékolvadáspont rutinózacetáttal 169°.

Forgatás 10 cm_3 kloroformban:

$$[\alpha]_D = \frac{+0{\cdot}24.100}{2.0{\cdot}866} = -27{\cdot}7°.$$

Tehát sikerült a neolinarin diszaccharidját, a *rutinózt*, elkülöníteni.

2. kísérlet.

3 g neolinarint a fenti módon ozonizáltam. Minthogy közben az oxigénáram lelassult, az ozonizálást 16 óráig folytattam. 48 cm^3 oldatból 2 cm_3 redukál: fogyott permanganát 12·2 cm^3.1·017= =12·4 cm^3 $n/10$ $KMnO_4$=0·0407 g glükóz. Az egészben van 0·0407·24=0·976 g glükóz. Tehát a redukció

$$\frac{0{\cdot}976}{3} = 32{\cdot}6\,\%.$$

Az ecetsavat vákuumban lehajtottam, alkohollal beháromltam. Kevés vízben fölvéve, az oldhatatlan részt szűrtem. Kb. 35 cm^3 bázikus ólomacetáttal megderítettem. Lecentrifugáltam kétórai állás után, majd a csapadékot kevés vízzel mostam. Utána a szüredéket kb. 1 g ezüstacetáttal megderítve, vöröses-barna csapadék vált ki, melyet két óra mulva leszűrtem. A fémsófelesleget kénhidrogénnel lecsaptam, az ólomszulfidot lecentrifugáltam. A szüredéket kevés csontszénnel megderítettem. Vákuumban a víztiszta oldatot bepároltam. Vízzel újra felvéve, a kevés csapadékkiválást leszűrtem, majd az oldatot vákuumban szárazra pároltam, alkohollal kétszer lehajtottam. A maradék súlya 0·896 g. 1 g vízm. nátriumacetáttal és 6 cm^3 ecetsavanhidriddel megacetileztem, vízfürdőn 1 órát melegítve. Vízbe öntve az olaj egészen világos színű. Másnapig állni hagyva, az anyalúgból az anyag egy része rögtön gyönyörű kristályokban vált ki. A vizet cserélve, az anyagot teljesen szétdolgoztam. Leszívatva vákuumban szárítottam. A fehér por súlya 1·0 g. Átkristályosítva 0·7 g anyagot kaptam. Olvadáspont: 169·5°. Keverékolvadáspont: 169·5°.

Tehát az első kísérletet még jobb kitermeléssel sikerült megismételni.

A neolinárin teljes methylezése.

A methylezett cukrok vizsgálata.

A neolinarin methylezését nitrogénatmoszférában végeztük lúgos dimethylszulfáttal erős keverés közben. Összesen 10 g neolinarint methyleztünk meg. A methylezést háromszor ismételtük. Utâna pedig 10 napig methyleztünk Ag_2O és CH_3J segítségével.

A keverővel ellátott 500 cm³ lombikban először 5 g neolinarint 50 cm_3 dimethylsulfáttal elkevertünk és 10°-ra lehűtött vízfürdőt helyeztünk a lombik alá. 48 g rúdalakú nátriumhidroxidot 100 cm³ vízben feloldottunk. Ennek az oldatnak egy harmadát 1 óra alatt csepegtettük a reakciókeverékhez. Közben a vízfürdő hőfoka szobahőfokra emelkedett. Az első 5 g neolinarin a dimethylszulfáttal sűrű pépet adott, ez lúg hozzácsepegtetésre lassan felhigult. Az első félóra leteltével tehát a további 5 g neolinarint is hozzáadhattuk.

Miután a lúg első részletét egy óra alatt hozzáadtuk, a reakcióelegyet egy félóráig szobahőfokon kevertük, majd a hőfokot 30°-ra emeltük és másfél óra alatt a lúg második harmadát is hozzáadtuk. Azután két és félóra alatt felmentünk a hőfokkal 70°-ra, ezen belül kb. másfél óra alatt csepegtettük a reakcióelegyhez a lúg többi részét. Ezután a fürdő hőfokát rövid idő alatt 95—100°-ra emeltük és ezen a hőmérsékleten tartottuk félóra hosszat. Végül keverés közben szobahőfokra hűtöttük a reakciókeveréket.

A második methylezésnél a reakciókeverékhez 25 cm_3 dimethylszulfátot adtunk és 50 cm³ vízben oldott 24 g nátriumhidroxidot csepegtettünk hozzá a fentebb leírt módon.

A harmadik methylezés ugyanúgy történt, mint a második.

Ezután a reakciókeverékből a kivált nátriumszulfátot leszívattuk, négyszer 50—50 cm³ kloroformmal kiráztuk és leszívattuk. A kloroformos oldattal a vizes oldatot is többször kioldottuk, majd a vizes oldat kirázását még háromszor megismételtük 30—30 cm_3 kloroformmal. Az egyesített kloroformos oldatot $CaCl_2$-al megszárítottuk, szűrtük, majd vákuumban szárazra pároltuk. Az így nyert, részben methylezett neolinarin üvegszerű, súlya 7·8 g.

A részlegesen methylezett neolinarint methyljodiddal és ezüstoxiddal tovább methyleztük. E végett az anyagot 50 cm³

methyljodidban oldottuk és 3 g aktív ezüstoxiddal (HELFERICH szerint!) forraltuk. A forralást visszacsepegő hűtővel és villanylámpamelegítéssel végeztük. Ezt a methylezést 10 napig folytattuk. Minden reggel és minden este 1 g ezüstoxidot adtunk a reakciókeverékhez. Tíz nap mulva a forralást abbahagytuk, az ezüstoxidot leszívattuk és addig mostuk acetonnal, míg már semmi sem oldódott ki belőle. Az egyesített szűredékeket vákuumba bepároltuk. Előzőleg azonban csontszénnel hidegen megderítettük. A bepárlás után kapott szirupot vákuumban foszforpentoxid felett 100°-on 4 órát szárítottuk. Barnásszínű, üvegszerű anyagot nyertünk, mely még kissé ragadós. Súlya 6·2 g.

A teljesen methylezett heptamethylneolinarin 9 drb. methoxylcsoportot tartalmaz. Ennek megfelelően a számított methoxyltartalom:

$$\frac{279.100}{720{\cdot}45} = 38{\cdot}72\,\%\ CH_3O.$$

A tíz methoxyl-gyököt tartalmazó oktamethylneolinarin jelenléte nem valószínű, minthogy a flavoncsoportba tartozó neolinarinnak nem ismeretes chalkon formája. Az oktamethylneolinarinnak 42·21% CH_3O tartalom felel meg.

A talált methoxytartalom nagyobb a számítottnál.

1. bemérés: 2·44 mg, kapott *AgJ* 7·28; CH_3O=39·8%

2. bemérés: 5·59 mg, kapott *AgJ* 17·35; CH_3O=41·29%

Tehát a neolinarin methylezése teljesen végbement.

Ezután a teljesen methylezett neolinarint jégecetes sósavval hidrolizáltuk, hogy a hidrolízistermékek tulajdonságaiból következtethessünk a cukorrész tulajdonságaira.

1. kísérlet.

Bemérés 0·5968 g teljesen methylezett neolinarin és 5 cm_3 jégecet+5 cm^3 5%-os *HCl* elegyében oldva 2 órát hidrolizáltuk. Utána 10 cm^3 vizet adtunk hozzá és másnapig állni hagytuk. A kivált aglükonról leszűrve, kétszer hidegen derítettük az oldatot szénnel, egy-egy félórát rázatva.

720·45 g heptamethylneolinarinban 428 g trimethylglükóz+trimethylrhamnóz van. A bemért mennyiségű anyagban pedig 0·3545 g

methylezett cukor van. A forgatást és a redukciót erre az értékre számítottuk.

$$[\alpha]_D = \frac{+0{\cdot}70.20}{0{\cdot}3545} = +39{\cdot}5°.$$

10 cm³ oldat redukál 6·1 cm³ $n/10$ $KMnO_4$=0·0193 glükóz. Redukcióérték:

$$\frac{2.0{\cdot}0193.100}{0{\cdot}3545} = 10{\cdot}88\ \%.$$

2. kísérlet.

Bemérés 0·8764 g teljesen methylezett neolinarin. 8 cm³ jégecet+8 cm³ 5%-os *HCl* elegyében 2 órát forraltuk. 16 cm³ vizet adva hozzá, két napig állt, míg az aglükon teljesen kivált, nagyrészt kristályosan. Szűrés után a fenti módon kétszer derítettük szénnel.

A bemért mennyiség 0·520 g trimethylglükóz+trimethylrhamnózt tartalmaz. Erre számított forgatóképesség és redukció:

$$[\alpha]_D = \frac{+0{\cdot}65.32}{0{\cdot}520} = +40{\cdot}0°.$$

8 cm³ oldat redukál 4·0 cm³.$n/10$ $KMnO_4$=0·0126 g glükóz. Redukcióértékek:

$$\frac{4.0{\cdot}0126.100}{0{\cdot}520} = 9{\cdot}7\%.$$

A kapott értékeket összehasonlítva a teljesen methylezett rutinóz, rutin, hesperidin és neohesperidin hidrolízisénél talált részben methylezett cukrok forgató- és redukálóképességével, nyilvánvaló, hogy a neolinarinban lévő diszaccharid is rutinóz.

Neolinarin-acetát bontása jégecetes-*HBr*-dal.

Ezeket a kísérleteket azért végeztük, hogy neolinarinból is megkapjuk a részlegesen acetilezett aglükont, mint ahogy MERZ és WU (Arch. d. Pharm. u. B. d. Deutsch. Pharm. Ges. 1936, 126) leírják a linarinacetát és pektolinarin-acetát bontását jégecetes *HBr*-dal, amikor is monoacetyl-acacetint és monoacetyl-pektoli-

narigenint kaptak. Másrészt az volt a célunk, hogy esetleg ezen módszer segítségével előállítsuk, illetőleg elkülönítsük a glükozid cukorrészét diszaccharid formájában.

Egyik célt sem értük el. Akárhogyan is változtattuk a jégecetes *HBr* mennyiségét, a kezelés időtartamát és hőfokát, a diszaccharidot nem sikerült előállítani. Amikor pedig pontosan Merz és Wu előírása szerint dolgoztunk, a várt monoacetyl-pektolinarigenin helyett kis termeléssel, de biztosan reprodukálhatóan kristályos vegyületet kaptunk, melyről a vizsgálatok folyamán kiderült, hogy monoacetyl-pektolinarigenin-triacetyl-glükozid (I).

Ennek a vegyületnek az o. p.-ja igen közel esik a Merz és Wu által leírt monoacetyl-pektolinarigenin o. p.-jához (195°, a mi glükozidunké 198—199°), tulajdonságaik is igen hasonlóak. Merz és Wu az ő monoacetyl-pektolinarigeninjüket úgy identifikálták, hogy diazomethannal methylezték, amikor monoacetyl-monomethoxy-pektolinarigenint kaptak; ez pedig azonosnak bizonyult a *7-methoxy-5-acetoxy-pektolinarigeninnel* (keverék o. p. alapján), melyet más úton úgy állítottak elő, hogy pektolinarigenint részlegesen methyleztek diazomethannal: *7-methoxy-pektolinarigenint kaptak* (a szerkezetfelderítés lúgos bontással történt). A vegyületet megacetylezve jutottak az *5-acetoxy-7-methoxy-pektolinarigeninhez.*

Az így előállított vegyület és a jégecetes *HBr*-os bontás útján kapott *monomethoxy-monoacetyl-pektolinarigenin* azonossága alapján jutottak arra az eredményre, hogy a pektolinarinban a 7-es helyen kapcsolódik a cukor.

Monoacetyl-pektolinarigenin-triacetyl-glükozid (I.).

$$C_{31}H_{32}O_{15}=644{\cdot}26.$$

I. 5·7 g neolinarin-acetátot oldunk 20 cm³ $CHCl_3$-ban, kevés szénnel derítjük, szűrjük és 1—2 cm³ $CHCl_3$-mal utána mossuk. Az oldathoz 23 cm³ jégecetes *HBr*-ot adunk és szobahőfokon hagyjuk állni 6 óra hosszat. Ezután jeges vízre öntjük, 20 cm³ $CHCl_3$-os oldatot jeges vízzel savmentesre mossuk; $CaCl_2$-dal szárítjuk és vákuumban kb. 15 cm_3-re bepároljuk. Hozzáadunk 25 cm³ petrolétert (60—80°-os), barna ragacsos anyag válik ki,

ezt vákuumban megszárítjuk. A megkeményedett sötétbarna ragacsot 15 cm_3 acetonban oldjuk és 10 cm_3 meleg vizet adunk hozzá. Másnapra kristályos kiválás mutatkozik, de mellette ragacsos kiválás is van. Három napi állás után leszívatjuk, 15 cm_3 acetonban oldjuk, kevés szénnel derítjük, szűrjük és 10 cm_3 meleg vizet adunk hozzá. Rövid állás után megindul a kristályosodás. Másnap leszívatva: 0·6 g. Újra átkristályosítva a fenti oldószermennyiségekből, másnapra 0·4 g (10%) sárga tűkristályok válnak ki.

O. p.: 196—197° (korr.).

(Merz és Wu monoacetyl-pektolinarigeninre 195° olv. pontot írnak le.)

Negyedszer átkristályosítva aceton+vízből hosszú, szép sárga tűkristályok válnak ki és az *o. p.:* 198—199° (korr.), mely további átkristályosítás után nem emelkedik.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{22} = \frac{0{\cdot}52 \times 5}{0{\cdot}0658} = -39{,}6°$$ (pyridinben).

CH_3O-tartalom: 2·625 mg: 2·000 mg *AgJ*.

$= 10{\cdot}09\%$ *CH_3O*
számított $= 9{\cdot}63\%$ *CH_3O*

II. 10 g nyers neolinarin-acetát 40 cm_3 *$CHCl_3$*-ban oldva, hidegen derítve+45 cm^3 jégecetes *HBr*. Szobahőfokon áll 6 órát. Feldolgozás ugyanúgy történik, mint I.-nél. A *$CHCl_3$*-os oldatot kb. 30 cm^3-re pároljuk be, 40—45 cm^3 benzint (80—100°-os) adunk hozzá. A kivált sárgásbarna ragacsot vákuumban megszárítva kristályosítjuk: 30 cm^3 forró acetonban oldjuk, 20 cm^3 meleg vizet adunk hozzá. Pár órai állás után hosszú sárga tűk kezdenek kiválni, melyek csomókba állnak össze. Két nap mulva leszívatva, még nedvesen átkristályosítjuk: 35 cm_3 acetonban oldjuk, derítés nélkül szűrjük és 20 cm_3 vizet adunk hozzá melegen. Másnap leszívatva, megszárítva: 0·95 g (13·5%), szép sárga, kb. $^1/_2$ cm hosszú, vékony, csomókba összeálló selymes tűkristályok.

O. p.: 194—197° (korr.).

III. 9·8 g neolinarinacetátból kiindulva, ugyanúgy dolgozva,

mint a II. kísérletnél, második átkristályosítás után kaptunk 0·85 g (12·3%) monoacetyl-pektolinarigenin-triacetyl-glükozidot.

O. p.: 196—198°.

Redukció hidrolizis előtt:

0·0882 g anyagra fogy: 0·87 cm³ *n*/10 $KMnO_4$=0·0027 g glükóz=3·06%.

Redukció hidrolizis után:

0·0972 g anyag 10 cm³ 5%-os *HCl*-val+2 cm³ jégecettel $1^1/_2$ óra hosszat forralva.

Fogy: 8·25 cm³ *n*/10 $KMnO_4$=0·0265 g glükóz

= 27·26%

Számított = 27·95%

Pektolinarigenin-glükozid (IV.).

$C_{23}H_{24}O_{11}$=476·19.

0·4 g tetraacetylvegyületet 20 cm³ abs. alkoholban melegítünk vízfürdőn. Nem oldódik fel teljesen. Hozzáadunk 2 cm³ 3·3%-os *NaOH* oldatot. Erre első pillanatban tökéletes az oldódás, de rögtön megindul egy levélzöld csapadék kiválása. 1—2 percig tovább melegítjük, a csapadék kissé tömörül. Ezután kisebb részletekben összesen 20 cm³ deszt. vizet adunk hozzá, további melegítés közben. A csapadék feloldódik, az oldat színe barnássárga. Még melegen megsavanyítjuk 0·6 cm³ 10%-os *HCl*-val; az oldat világossárgába csap át.

Lehűlés közben, de még melegen megindul a kristályosodás: kévékbe összeálló, szabadszemmel is jól látható sárgás selymes tűk. Másnap leszívatjuk, 1:1 alkohol+vízzel mossuk, megszárítjuk. 0·25 g (84·5%).

O. p.: 257—258° (korr.) bomlás közben.

Keverék o. p. A szintétikusan előállított pektolinarin-glükoziddal nem mutatott olvadáspontcsökkenést.

Forgatás:

$$[a]_D^{24} = \frac{-0{\cdot}93 \times 5}{0{\cdot}0664} = -70{\cdot}0°$$ (pyridinben).

CH_3O-tartalom: 2·960 mg: 2·990 mg *AgJ*

$= 13{\cdot}35\%$ *CH_3O*

számított $= 13{\cdot}03\%$ *CH_3O*

Pentaacetyl-pektolinarigenin-glükozid (III.).

$C_{33}H_{34}O_{16}=686{\cdot}27.$

0·1 g tetraacetyl-pektolinarigenin-glükozidot 5 cm³ pyridin+5 cm³ ecetsavanhidriddel állni hagyunk 12 óra hosszat. Másnap az acetylező keveréket vákuumban lehajtjuk, alkohollal egyszer elűzzük, a maradékot 12 cm³ abs. alkoholból kristályosítjuk. Szép sugarasan összeálló tűkristályok formájában beáll az egész oldat. Másnap leszívatva: 0·1 g (94%) hófehér, vattaszerű kristályok.

O. p.: lágyul 193°-tól, olvad 196°-on (korr.).

Keverék o. p. 195—196°-on olvadó szintétikus pentaacetyl-pektolinarigenin-glükoziddal:

195° (korr.) depresszió nincs.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{25°} = \frac{-0{\cdot}14\times 5}{0{\cdot}0482} = \mathbf{-14{\cdot}5°} \text{ (chloroformban).}$$

$$]\alpha]_D^{23} = \frac{-0{\cdot}53\times 5}{0{\cdot}0486} = \mathbf{-54{\cdot}6°} \text{ (benzolban).}$$

CH_3O-tartalom: 3·167 mg: 2·200 mg *AgJ*

$= 9{\cdot}18\%$ *CH_3O*

számított $= 9{\cdot}03\%$ *CH_3O*

Pektolinarin-acetát + jégecetes *HBr*.

Monoacetil-pektolinarigenin-triacetyl-glükozid (I.).

$C_{31}H_{32}O_{15}=644{\cdot}57.$

I. 5·0 g 4-szeri átkristályosítással tisztított 240—246°-on olvadó pektolinarint acetyleztünk 25 cm³ pyridin+40 cm³ ecetsavanhidriddel. Félóra hosszat melegítettük vízfürdőn, majd lehűlés után 450 cm³ vízbe öntöttük. Hamar szétporítható. Másnap leszívatva, kimosva, megszárítva: 7·1 g világosszürke por.

Ezt a 7·1 g nyers pektolinarin-acetátot 26 cm³ *$CHCl_3$*-ban

oldjuk, szénnel derítjük, leszűrjük és hozzáadunk 26 cm³ jégecetes *HBr*-ot. Szobahőfokon állni hagyjuk 6 óra hosszat. Utána jeges vízbe öntjük. 25 cm³ $CHCl_3$-mal felhígítjuk és a $CHCl_3$-os oldatot jeges vízzel savmentesre mossuk (6 mosás). Ezután a $CHCl_3$-os oldatot $CaCl_2$-dal megszárítjuk és vákuumban kb. 10—12 cm³-re bepároljuk. 30 cm³ 80—100-as benzint adunk hozzá mire barna ragacs válik ki. Rövid állás után az anyalúgot leöntjük róla és éjjelen át vák.-exsiccatorban conc. H_2SO_4 fölött szárítjuk. A száraz barna anyagot kristályosítjuk: oldjuk 22 cm³ acetonban és 14 cm³ forró vizet adunk hozzá. Lehűlés közben beoltjuk neolinarinból előállított monoacetyl-pektolinarigenin-glükoziddal, melynek hatására megindul a kristályosodás és lehűlve sárga kristályokkal áll be az egész oldat. 7—8 órai állás után leszívatjuk, 1 : 1 acetonvízzel mossuk, 80°-on szárítjuk. Kaptunk 1·05 g anyagot, melynek o. p.-ja: lágyul: 186°-tól, olvad 192—193°-on. Ezt a II. kísérlet hasonló tisztaságú anyagával egyesítjük és átkristályosítjuk.

II. 5 g 242°-on olvadó pektolinarint acetyleztünk meg ugyanúgy, mint az I. esetben. A kapott 7·0 g nyers pektolinarin-acetátot szintén pontosan ugyanúgy dolgoztuk fel, mint az I. kísérletnél. Kaptunk végül 0·9 g terméket, melynek o. p.-ja szintén: 186° lágyul, 192—193°-on olvad.

Az I. és II. kísérletnél nyert anyagokat egyesítjük és átkristályosítjuk: 1·9 g-ot oldunk 40 cm³ acetonban. Hidegen oldódik, megszűrjük és felmelegítve 28 cm³ meleg vizet adunk hozzá. Lehűléskor hosszú, világossárga, kévékbe összeálló vékony tűkristályok válnak ki. Másnap leszívatva, kimosva, megszárítva: 1·6 g.

O. p.: lágyul 192°-tól, olvad 196—197°-on (korr.).

Keverék o. p. neolinarinból kapott 198—199°-on (korr.) olvadó anyaggal: lágyul 193°-tól, olvad 196—198°-on (korr.).

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{21} = \frac{-1{\cdot}02 \times 5}{0{\cdot}1302} = -39{\cdot}2° \text{ (pyridinb. n).}$$

Acetyl-meghatározás: 0·4050 g: 12·66 cm³ $n/_5$ $NaOH$=0·1089 g acetyl=26·89% $CH_3—CO$

$C_{31}H_{32}O_{15}$(644·57)-re számított érték = 26·71% $CH_3—CO$.

Á tkristályosítás: 1·1 g fenti terméket 40 cm³ aceton+22 cm³

vízből átkristályosítva kapunk 0·8 g, igen hosszú vékony sárga tűket. O. p.: 199—200° (korr.).

Keverék o. p. neolinarinból kapott anyaggal: 198—199° (korr.).

Elszappanosítás:

0·5 g fenti átkristályosított vegyületet a szokásos módon 25 cm³ alkoholban 2·5 cm³ 3·3%-os *NaOH*-dal elszappanosítunk, 25 cm³ vizet adunk hozzá, 10%-os *HCl*-val semlegesítjük. A kihűlt oldatból mikroszkopikus kristályok formájában válik ki az anyag: 0·25 g.

O. p.: 238—240° (bomlás).

Az olvadáspont átkristályosítás után nem változik és a keverék o. p. pektolinarigenin-glükoziddal nem csökken: 238—240°.

CH_3O-tartalom: 4·580 mg anyag, 3·910 mg *AgJ*=11·28% *CH_3O*.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{18°} = \frac{-0{\cdot}59 \times 5}{0{\cdot}0476} = -62{\cdot}0°$$ (pyridinb n).

Hidrolizis: 10 cm³ 3·5%-os *HCl*+2 cm³ jégecettel 2·5 óra forralás.

0·1844 g anyag, 0·1076 g aglükon=58·3% aglükon theor. 65·9%.

A hidrolizátumot 15 cm³-re feltöltjük. Ebből 10 cm³-re fogy: 12·0 cm³ *n*/10 *$KMnO_3$*=0·0393 g glükóz, az egészben van tehát

0·059 g glükóz = 32·0%
theor. = 37·8%.

A hidrolizátum forgatása:

$$[\alpha]_D^{18°} = \frac{+0{\cdot}40 \times 15}{2 \times 0{\cdot}059} = +50{\cdot}9°.$$

Az aglükont alkoholból 2-szer átkristályosítjuk. *O. p.*: 202—204°

Acetylezés (a szabad vegyületből).

A forgatáshoz bemért 0·0476 g vegyületet 5 cm³ pyridin+5 cm³ ecetsavanhidriddal szobahőfokon két napig állni hagyjuk. Bepárolva, alkohollal lehajtva, a maradékot 10 cm³ alkoholból kristályosítjuk. Hófehér tűk. 0·05 g.

Alkoholból újra átkristályosítva:

O. p. lágyul 185°-tól, olvad 189—193°-on (korr.).

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{20°} = \frac{-0{\cdot}45 \times 5}{0{\cdot}0428} = -52{\cdot}5°$$ (benzolban).

Tetraacetyl Pektolinarigenin-glükozid. (II.)[2]

$C_{31}H_{32}O_{15}$=644·27.

7·0 g finomra porított pektolinarigenint 9·16 g acetobrómglükózzal 280 cm³ acetonban összerázunk. 44 cm³ 10%-os *KOH*-oldatot adagolunk apródonként a reakció-keverékhez, állandó rázogatás közben. Két óráig rázógépen rázatjuk, majd két napi állás után a sötétsárga színű, kevés olajat tartalmazó oldatot 1600 cm³ vízbe öntjük. Az elegyet 7·2 cm³ jégecettel megsavanyítjuk. A kivált sárga csapadék tömörül. Egy nap mulva leszívatjuk, megszárítjuk és 400 cm³ chloroformban szétdörzsöljük; legnagyobbrészt feloldódik. Az oldhatatlan maradék súlya 1·8 g. A chloroformos oldatot vízzel egyszer kimossuk, $CaCl_2$-dal megszárítjuk és vákuumban bepároljuk. A száraz maradék súlya 8·0 g. Ebből 2 g-ot 15 cm³ $CHCl_3$+30 cm³ alkoholból átkristályosítunk. Fínom, halványsárga tűkben kristályosodik, meglehetősen lassan. Három nap mulva 0·4 g kristályt különíthetünk el az anyalúgból, melyből a kristályosodás tovább folytatódik. A bepárlási maradék többi 6 g-ját is átkristályosítjuk 45 cm³ $CHCl_3$+120 cm³ alkoholból. Kiválik 1·2 g.

A két átkristályosítás anyalúgjainak bepárlásával kaptunk még 2·5 g nem teljesen tiszta kapcsolt terméket (o. p. 178°), ezt 20 cm³ $CHCl_3$+40 cm³ alkoholból mégegyszer átkristályosítva nyertünk 2·0 g tiszta anyagot, melynek o..p.-ja már azonos volt a közvetlenül kivált tiszta tetraacetát o. p.-jával. Összesen 3·6 g, kitermelés: 25·1%.

O. p.: 194°-tól barnul, 197°-on feltisztul (korr.).

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{17·5°} = \frac{-0·20 \times 10}{0·0764} = -26·2°$$ (chloroformban).

Kezdeti redukció: 0·0648 g anyagra fogy: 0·24 cm³ *n*/10 $KMnO_4$ =0·00075 g glükóz=1·2%.

Hidrolizis utáni redukció: Négyórai forralás 5%-os *HCl*-val:

[3] Beregi Éva kísérletei alapján.

0·0840 g anyagra fogy: 6·72 cm³ *n*/10 $KMnO_4$=0·0214 g glükóz=25·5%, számított érték=27·9%.

Aglükon-tartalom: 0·0840 g anyag 0·0416 g aglükon=49·5%
számított érték =48·8%

Pektolinarigenin-glükozid (szintétikus.)

$C_{23}H_{34}O_{11}$=476·21.

0·9 g tetraacetylvegyületet 24 cm³ forró alkoholban oldunk, 2·4 cm³ 3·3%-os *NaOH*-t adunk hozzá, egy percig tovább melegítjük, majd a kivált terméket 24 cm³ vízben oldjuk. A vizet kis részletekben adjuk hozzá. Ezután híg sósavval pontosan semlegesítjük az oldatot. Rövid idő mulva sárga tűkben kristályosodik a szabad glükozid. Súlya 0·6 g. A nyerstermék kitermelése 89·6%. Nem oldódik a szokásos organikus oldószerekben pyridin kivételével. Nem oldódik sem alkoholban, sem vízben, de 50—60%-os vizes alkoholból átkristályosítható.

A 0·6 g glükozidot 120 cm³ 60%-os alkoholból kristályosítjuk át. Lassan válik ki, súlya: 0·48 g. Az átkristályosítással az o. p.-ja csak egy fokkal emelkedett. Kitermelés így 72·2%.

O. p.: 256°-on barnul, 260°-on feltisztul (korr.).

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{18} = \frac{-0{\cdot}84 \times 10}{9{\cdot}1272} = 66{\cdot}0°$$ (pyridinb. n).

Kezdeti redukció: 0·0688 g anyagra fogy: 0·21 cm³ *n*/10 $KMnO_4$= =0·00064 g glükóz=0·9%.

Hirolizis utáni redukció: 8 órai forralás 5%-os *HCl*-val.

0·0870 g anyagra fogy: 9·40 cm³ *n*/10 $KMnO_4$=34·9%. Számított érték=37·8%.

Aglükontartalom: 0·0870 g anyag, 0·0571 g aglükon=65·6%, számított érték=66·0%.

Methoxyltartalom: 5·030 mg anyag, 5·020 mg *AgJ*=13·18% CH_3O, számított érték=13·03% CH_3O.

Pektolinarigenin-glükosid pentaacetát (a szintétikus termékből) **(III).**

$C_{33}H_{34}O_{16}$=686·29.

1·4 g tetraacetátot 30 cm³ pyridin+30 cm³ ecetsavanhidriddel egy óra hosszat melegítünk vízfürdőn. Utána fél napig állni hagyjuk szobahőfokon, majd vákuumban bepároljuk és az acetylező elegyet alkohollal lehajtjuk. A maradékot 25 cm³ 80%-os alkoholból átkristályosítjuk, majd leszívatva rögtön másodszor is átkristályosítjuk 12 cm³ 80%-os alkoholból.

0·7 g világos sárgásszürke, gömbösen rendezett apró tűkből álló kristályok váltak ki. Kitermelés: 46·9 g.

O. p.: 191°-on lágyul, 194°-on olvad (korr.).

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{16} = \frac{-0{\cdot}08 \times 10}{0{\cdot}0844} = -9{\cdot}5°$$ (chloroformban).

Kezdeti redukció: 0·1104 g anyagra fogy: 0·20 cm₃ *n/10 KMnO₄*= =0·00062 g glükóz=0·6%.

Redukció hidrolizis után: Hat órai forralás 5%-os *HCl*-val. 0·0910 g anyagra fogyott: 7·32 cm³ *n*/10 $KMnO_4$=0·0234 g glükóz=25·7%, számított érték=26·2%.

Aglükontartalom: 0·0910 g anyagban van 0·0422 g aglükon= =46·4%, számított érték=45·8%.

Pektolinarigenin-glükozid-pentaacetát szabad pektolinrigenin-glükosidból (III).

0·1 pektolinarigenin-glükozidot 5 cm³ pyridin+5 cm³ ecetsavanhidriddel állni hagyunk egy éjjelen át. Másnap lehajtva az acetylező keveréket, a maradékot abs. alkohollal bepároljuk és a maradékot 14 cm³ alkoholban oldjuk. Lehűlve kocsonyásan válik ki. Másnap leszívatjuk és nedvesen mégegyszer oldjuk 12 cm³ alkoholban. Lehűlve most már nagyon szép, hosszú, fehér, selymes tűk alakjában válik ki az acetylvegyület. Kapunk így a második átkristályosítás után 0·1 g hófehér anyagot, melynek olvadáspontja: 195—196° (korr.).

Ez a termék a neolinarinból kapott pektolinarigenin-glükozid-pentaacetáttal keverve:

O. p.: 195° korr., tehát nincs o. p.-csökkenés.

A neolinarin átalakítása pektolinarinná.

1·2 g neolinarint vízfürdőn melegítve oldunk 60 cm_3 abs. alkoholban, majd melegen 8·5 cm_3 3·3%-os *NaOH* oldatot adunk hozzá; sárga csapadék válik ki. Pár percig tovább melegítjük, majd 60 cm_3 vizet adunk hozzá, mire a csapadék feloldódik. Még melegen semlegesítjük az oldatot 10%-os *HCl*-val. Kihűlve kocsonyás kiválás indul meg. Két napig áll (a második napon jégszekrényben). Kémcsőpróba beoltva kristályos neolinarinnal, 20 nap mulva sem kristályosodik, marad kocsonyás, amorf.

Leszívatva, megszárítva 80°-on: 0·95 g.

Olvadáspontja nem éles.

Ujra átoldva: 0·9 g-ot 90 cm^3 66%-os acetonban forralva oldunk, leszűrjük. Lehűlve kocsonyásan válik ki. Két napig áll, mint fent.

Leszívatva, 50%-os acetonnal mosva, 80°-on szárítva: 0·6 g anyagot kapunk, igen szép világossárga porrá dörzsölhető szét.

O. p.: 253°-tól lágyul, olvad 256—257°-on (bomlás, barnulás közben).

Keverék o. p. szintétikus pektolinarinnal: nincs olvadáspont-csökkenés.

E dolgozathoz szükséges kísérletek elvégzésénél ügyesen segédkezett Bognár Rezső és Mester László, miért is nekik hálás köszönetet mondok.

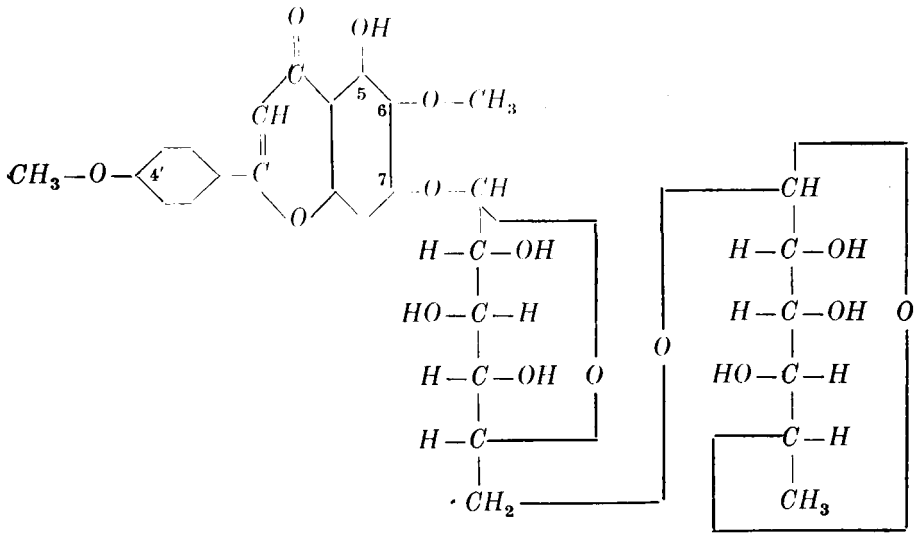
A *Széchenyi* tudományos társaság munkám kivitelét anyagi eszközökkel támogatta. Köszönet érte.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1941. ápr. 21-én tartott üléséből.)

DEFINITIVE KONSTITUTION DES NEOLINARINS.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. M.

Bei der Verarbeitung der getrockneten blühenden Pflanzenteile der *Linaria vulgaris* L. kann das schön krystallisierte *Neolinarin* in einer Menge von nahezu 1% isoliert werden. Sie befindet sich in den Mutterlaugen des *Pektolinarins*. Als Aglykon enthält das neue Glykosid *Pektolinarigenin* (6-Methoxy-acacetin) als Zuckerkomponenten *d-Glykose* und *l-Rhamnose*, die ursprünglich in Form von *Rutinose* als Disaccharid vorliegen. Nach der Ozonisierung des Glykosids in essigsaurer Lösung, kann die Rutinose als schön krystallisierter Heptaacetat aus dem Reaktionsgemisch gewonnen werden. Es ist identisch mit dem synthetischen Präparat. Das acetylierte Neolinarin ergibt bei der Spaltung mit Bromwasserstoff in Eisessiglösung *Monoacetyl-pektolinarigen-triacetyl-glykosid*. Dasselbe Spaltungsprodukt entsteht aus dem acetylierten *Pektolinarin*. Demnach besitzt Neolinarin dieselbe Konstitution, wie Pektolinarin nach folgendem Symbol:



Höchstwahrscheinlich ist Neolinarin die krystallisierte Form des Pektolinarins. Durch Einwirkung von Alkalien lässt sich Neolinarin in Pektolinarin überführen. Der umgekehrte Vorgang ist noch nicht gelungen.

(Ausder Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. April 1941.)

A SZUSZPENZIÓK BELSŐ SURLÓDÁSÁRÓL.[1]

BUZÁGH ALADÁR l. tagtól.

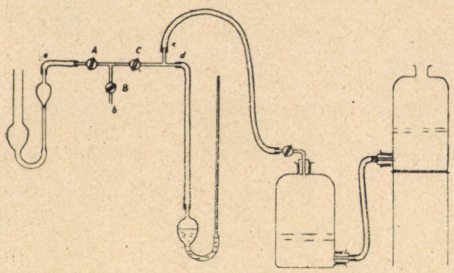
A szuszpenziók belső súrlódására vonatkozó ismereteink — noha az irodalom meglehetősen bővelkedik idevágó kísérleti adatokban — máig is meglehetősen hiányosak. Számos mérvadó tényező befolyását még csak minőségileg sem ismerjük eléggé, még kevésbbé vannak mennyiségi összefüggések birtokunkban. Mint általában a diszperz rendszerek minden fizikai és fizikai-kémiai tulajdonságánál, úgy a belső súrlódásnál is a diszperz rendszerekre legjellemzőbb három főtényező: a diszperzitásfok, a töménység és az adszorpciós rétegek szerkezetének, illetőleg befolyásának kérdése áll előtérben. E dolgozatban ismertetett, modellszerű, jól meghatározott rendszerekkel végzett vizsgálatok főképpen e három főtényező befolyásának lehetőleg mennyiségi megállapítására irányultak.

A vizsgálatok három főtípusú anyagrendszerrel, éspedig homodiszperz kvarc-, rizskeményítő- és bentonitszuszpenziókkal történtek. E kísérleti anyagok a következő szempontok figyelembevételével, tervszerűen voltak megválasztva. A kvarc, valamint alacsony hőmérsékleten a keményítő is kis mértékben hidrofil anyag, mindkettő felülete kapillárfizikai szempontból jól meghatározott, állandó tulajdonságú és reprodukálható. Míg azonban a kvarc felülete vízben nagy mértékben negatív töltésű, addig a keményítő elektromos töltése, elektrokinetikai potenciálja igen kicsi. Ennek folytán elektrolitek hatására a kvarcszuszpenzióknál

[1] A *Széchenyi Tudományos Társaság* támogatásával és eszközeivel készült dolgozat.

könnyen megvalósítható a koagulálás folyamata, tehát a kvarcszuszpenziók alkalmas modellszerű rendszereket adnak a koaguláló szuszpenziók belső súrlódásának vizsgálatához. Ezzel szemben a keményítőszuszpenzióknál a fokozatos stabilizálás, a peptizálás valósítható meg könnyen, vagyis a keményítőszuszpenzióknál a peptizálás és belső súrlódás közti összefüggés vizsgálható aránylag egyszerű viszonyok között. Végeredményben úgy a kvarc, mint a keményítő igen alkalmas anyagnak mutatkozik az elektromos kettősrétegben beálló változások és az ezekkel összefüggő tulajdonságok, valamint a szuszpenziók belső súrlódása között fennálló összefüggések tanulmányozására. A kvarccal és a keményítővel ellentétben a bentonit nagy mértékben hidrofil természetű anyag, elektrokinetikai potenciálja azonban tág határok között változtatható; e körülmény lehetővé teszi, hogy egyfelől összehasonlítást tehessünk a hidrofób és a hidrofil szuszpenziók között belső súrlódás tekintetében, másfelől, hogy a lioszférák, illetőleg azok kölcsönhatásának befolyását tanulmányozhassuk a szuszpenziók belső súrlódására.

A vizsgálatok kivétel nélkül meghatározott diszperzitásfokú, homodiszperz készítményekkel 25 C°-on részben az Ostwald-féle hajszálcsöves, részben a Höppler-féle üveggolyós viszkoziméterekkel történtek. A homodiszperz készítmények frakcionáló ülepítéssel készültek. Mivel az adszorpciós rétegek szerkezetének, illetőleg a hidrofilitás befolyásának megvizsgálásához a szerkezeti viszkozitás meghatározása is szükségesnek mutatkozott, különböző nyomáson is végeztünk méréseket. E mérésekhez az 1. sz. ábrán vázolt berendezést alkalmaztuk. A vizsgálatok kivitelénél nagy segítségemre voltak munkatársaim, Erényi Edit és Fleischl Adrien kisasszonyok, akiknek ezúton is köszönetemet fejezem ki.



1. ábra. A szerkezeti viszkozitás mérésére szolgáló berendezés.

A töménység és a diszperzitásfok befolyása a szuszpenziók belső surlódására.

Híg szuszpenziók belső súrlódására vonatkozóan — a legegyszerűbb viszonyokat tételezve fel — hidrodinamikai meggondolások alapján EINSTEIN a következő egyenletet vezette le:

$$\eta = \eta_0 \left(1 + 2{\cdot}5 \frac{v}{V}\right),$$

ahol η a diszperziós közeg belső súrlódását, η_0 a szuszpenzióét, v a diszperzrész térfogatát és V a szuszpenzió térfogatát jelenti. Ezen egyenlet szerint tehát a szuszpenziók belső súrlódása lineárisan arányos a töménységgel és független a diszperzitás fokától, feltéve, hogy a szuszpenzió annyira híg, hogy a részecskék egymásra semmiféle kölcsönhatást nem gyakorolnak, egymást áramlásukban nem befolyásolják és gömbalakúak. Az irodalmi adatok alapján némely szerző szerint az EINSTEIN-féle egyenlet híg szuszpenzióknál érvényesnek bizonyul, mások szerint a szuszpenziók belső súrlódása lineárisan növekszik ugyan a töménységgel, de az arányossági tényező értéke nagyobb, mint 2·5. Viszont vannak nagy számban kísérleti eredmények, melyek teljesen ellentétben vannak az EINSTEIN-féle egyenlet követelményeivel. Az eltérések okát általában két tényezőben, a részecskék elektromos töltésében és liofilitásában keresték. OSTWALD Wo.[1] megállapításai szerint a részecskék elektromos töltése növelheti a szuszpenziók viszkozitását, mivel a részecskéket övező elektromos kettősréteg ellenállást fejt ki a diszperziós közeg áramlásával szemben. E hatást, mely elektroviszkózus hatás elnevezéssel szerepel az irodalomban, SMOLUCHOWSKI[2] a következőképpen veszi számításba:

$$\gamma = \eta \cdot \left\{1 + 2{\cdot}5\,\varphi \left[1 + \frac{1}{\lambda \cdot \eta_0} \left(\frac{D \cdot \zeta}{2\pi r}\right)^2\right]\right\},$$

ahol λ a rendszer fajlagos vezetőképességét, r a részecskék sugarát, ζ a részecskék elektrokinetikai potenciálját és D a szuszpenzió

[1] OSTWALD Wo.: Grundriss der Kolloidchemie. 214. o. (3. kiadás 1912.)

[2] SMOLUCHOWSKI: Kolloid-Z. 18, 194 (1916).

dielektromos állandóját jelenti; $\varphi = \frac{v}{V}$. Ez egyenlet szerint a szuszpenziók belső súrlódása függvénye a diszperzitásfoknak, de szintén lineárisan kellene változnia a töménységgel.

Kétségtelen az, hogy az irodalomban található kísérleti adatok és elméleti megfontolások alapján nem lehet eldönteni, hogy az EINSTEIN-féle egyenlet — reális rendszereket véve figyelembe — mily feltételek mellett érvényes, illetőleg, hogy azok az ellentmondások, melyek ez egyenlettel a szuszpenziók belső súrlódása, töménysége és diszperzitásfoka között fennálló összefüggéssel kapcsolatban mutatkoznak, mily természetű tényezőkre vezethetők vissza. E kérdést tanulmányozva, mindenekelőtt viszkozitásméréseket végeztünk egyrészt tiszta vizes, tehát elektromos töltéssel ellátott részecskéket tartalmazó, másrészt izoelektromos állapotú kvarc-, keményítő- és bentonitszuszpenziókkal. E mérések célja volt eldönteni azt, hogy mennyiben befolyásolja a viszkozitás koncentrációbeli függvényét egyfelől a részecskék elektromos töltése, másfelől a részecskék hidrofilitása, vagyis a lioszférák jelenléte. A mérések eredményei az I. táblázatban vannak összefoglalva, illetőleg a 2. és 3. ábrán grafikusan ábrázolva.

Látható a kísérleti eredményekből, hogy a tiszta vizes, vagyis elektromos töltéssel ellátott ($\zeta > 0$) részecskékből álló szuszpenzióknál mindhárom anyag esetében a belső súrlódás a töménységgel nem lineárisan, hanem az abscissza-tengelytől elhajló görbe szerint növekszik (lásd 2. ábra). Kitűnik az is, hogy az egyenestől való elhajlás legnagyobb a bentonit-szuszpenzióknál, legkisebb a kvarcszuszpenzióknál, a keményítő-szuszpenziók közbülső helyet foglalnak el. Ugyanezen sorrendbe sorakoznak ezen anyagok hidrofilitásuk szerint is. Lényegesen más viszonyokat találunk az izoelektromos állapotú ($\zeta = 0$) szuszpenziáknál (lásd 3. ábra). Először is a kvarc- és keményítőszuszpenziók belső súrlódásának koncentrációs függvénye lineárissá válik, a bentonitszuszpenzióké azonban ezen állapotban is felfelé emelkedő $\frac{\eta}{\eta_0}$, m-görbét ad. Másodszor mindhárom anyagnál izoelektromos állapotban a belső súrlódás lényegesen nagyobb, mint a részecskék feltöltött állapotában.

E kísérleti eredmények nyilvánvalóan azt bizonyítják, hogy a

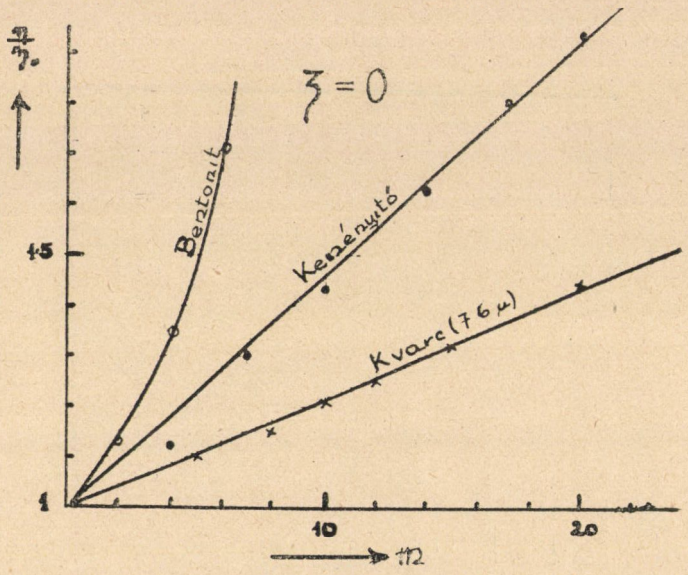
I. táblázat.

A) *Tiszta vizes szuszpenziók belső surlódása.*

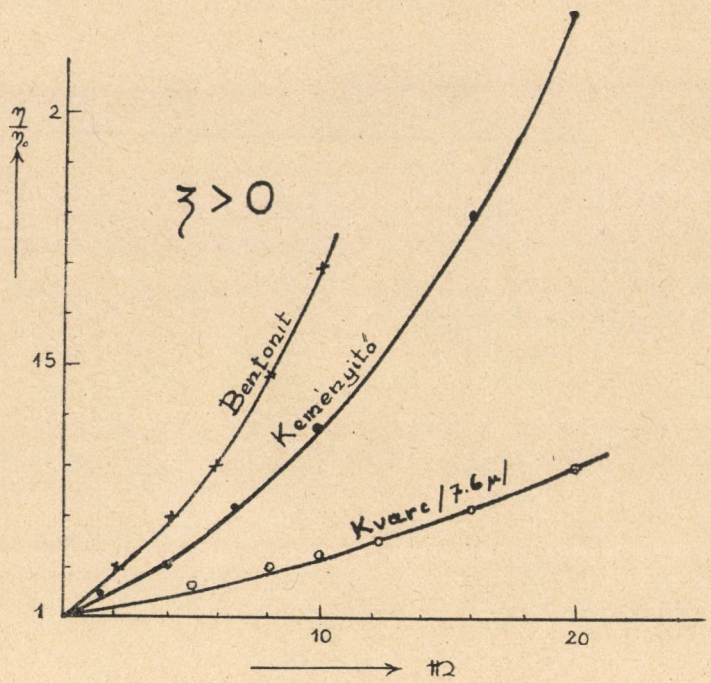
112 9/100 cm³	$\frac{\eta}{\eta_0}$		
	kvarc	keményítő	bentonit
1	—	$1{\cdot}01_8$	—
2	—	—	1·181
4	—	$1{\cdot}10_3$	1·215
5	$1{\cdot}05_9$	—	—
6	—	—	1·306
7	—	$1{\cdot}21_4$	—
8	$1{\cdot}08_8$	—	1·482
10	$1{\cdot}11_9$	$1{\cdot}33_2$	1·694
12	$1{\cdot}14_2$	—	—
14	$1{\cdot}18_6$	$1{\cdot}57_4$	—
17	—	$1{\cdot}79_8$	—
20	$1{\cdot}27_6$	$2{\cdot}12_7$	—

B) *Izoelektromos állapotú szuszpenziók belső súrlódása.*

112 9/100 cm³	$\frac{\eta}{\eta_0}$		
	kvarc	keményítő	bentonit
1	—	$1{\cdot}02_6$	—
2	—	—	1·135
4	—	$1{\cdot}12_1$	1·351
5	$1{\cdot}09_9$	—	—
6	—	—	1·712
7	—	$1{\cdot}28_3$	—
8	$1{\cdot}15_4$	—	2·241
10	$1{\cdot}21_6$	$1{\cdot}42_8$	—
12	$1{\cdot}25_0$	—	—
14	$1{\cdot}32_2$	$1{\cdot}62_2$	—
17	—	$1{\cdot}79_4$	—
20	$1{\cdot}43_7$	$1{\cdot}94_0$	—


ζ = 0
Bentonit
Keményítő
Kvarc (7,6 μ)
1,5
1
10
20
n/2

2. ábra.


ζ > 0
Bentonit
Keményítő
Kvarc (7,6 μ)
2
15
1
10
20
n/2

3. ábra.

szuszpenzióknak belső súrlódásánál egyaránt mérvadó szerepe van a részecskék elektromos töltésének és a részecskék hidrofilitásának, a lioszféráknak. A liofil és a liofob rendszerek jellegbeli különbsége élesen kifejezést nyer a bentonitszuszpenziók eltérő viselkedésében, vagyis abban, hogy a bentonitszuszpenziók viszkozitása izoelektromos állapotban sem változik lineárisan a töménységgel, amely jelenség nyilvánvalóan a lioszférák befolyására vezethető vissza. Másrészt ugyancsak e kísérleti eredmények azt is bizonyítják, hogy a szuszpenziók belső súrlódásánál a részecskék közti adhéziós erőknek is mérvadó szerepük van. Az adhézió és az elektromos töltés, valamint a liofilitás között ugyanis — amint ezt régebbi vizsgálataim kapcsán kimutattam — hasonló összefüggés áll fenn.

Még közelebbi felvilágosítást nyujtottak a mérvadó tényezők mibenlétéről és befolyásáról a szerkezeti viszkozitásra vonatkozó mérések. Különböző nyomáson végeztünk viszkozitásméréseket úgy a tiszta vizes, mint az izoelektromos állapotban lévő szuszpenziókkal. A mérések eredményei a II. sz. táblázatban és a 4. és 5. sz. ábrákon vannal feltüntetve. p jelenti a lefolyást előidéző nyomást milliméter-vízoszlopban kifejezve, vagyis a manometeren leolvasott nyomásnak és a viszkozimeterben lévő folyadékoszlop nyomásának összegét. Az ábrákon az abszcisszára p, az ordinátára pedig a lefolyási idő reciprok értéke van felmérve. Kitűnik e mérési adatokból, hogy a tiszta vizes kvarcszuszpenziók kifolyási sebessége lineárisan növekszik a nyomással (4. ábra). Ezek szerint a tiszta vizes kvarcszuszpenziók mint normális folyadékok viselkednek, érvényes reájuk a HAGEN—POISEUILLE-féle törvény, vagyis szerkezeti viszkozitásuk nincs, a lioszférák esetleges deformálódásának nincs befolyása a szuszpenziók kifolyási sebességére. Ezzel szemben az izoelektromos állapotú kvarcszuszpenzióknál a kifolyás sebessége alacsonyabb nyomáson nem lineárisan, hanem nagyobb arányban növekszik a nyomással, az l/t, p-görbe kis nyomáson az abszcisszától elhajló homorú görbe; a nyomás növekedésével eleinte csökken a belső súrlódás és csak magasabb nyomáson válik lineárissá az $l/t=f(p)$ függvény. E jelenség nyilvánvalóan csakis a részecskék közti tapadóképességgel lehet összefüggésben, mert hiszen az izoelektromos kvarc még kevésbbé hidrofil, mint az elektromos

II. táblázat.

A) *Tiszta vizes szuszpenziók kifolyási sebessége különböző nyomáson.*

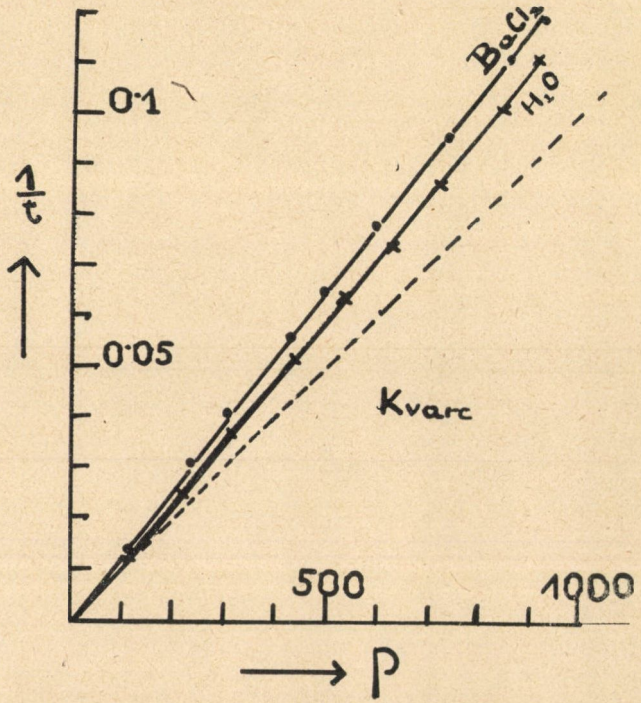
$\xi < 0$

Kvarc m = 12 g		Bentonit m = 5 g	
p mm vízoszlop	$\frac{l}{t}$	p	$\frac{l}{t}$
111	0·014	165	0·004
233	0·031	342	0·011
307	0·041	630	0·027
427	0·056	806	0·040
493	0·065	970	0·056
596	0·078		
736	0·096		
856	0·111		
928	0·119		

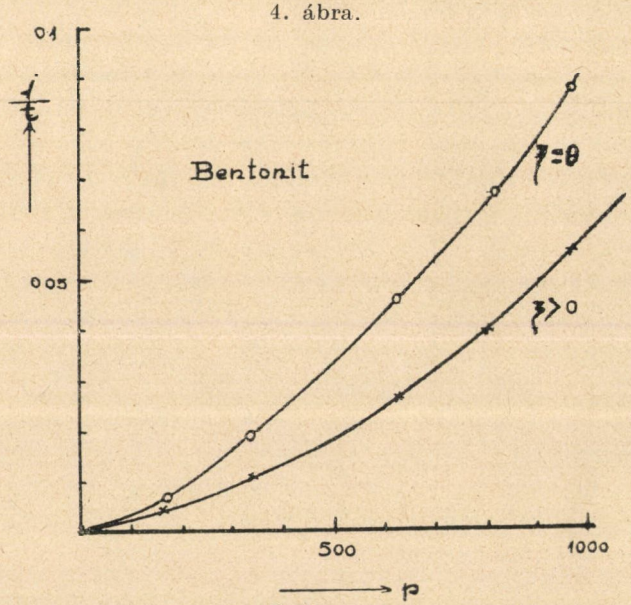
B) *Izoelektromos állapotú szuszpenziók kifolyási sebessége különböző nyomáson.*

$\xi = 0$

Kvarc m = 12 g		Bentonit m = 5 g	
p mm vízoszlop	$\frac{l}{t}$	p	$\frac{l}{t}$
111	0·012	165	0·007
216	0·025	342	0·019
316	0·037	630	0·046
435	0·052	806	0·067
533	0·064	970	0·088
629	0·074		
719	0·086		
839	0·101		
911	0·111		


0·1
0·05
1/t
BaCl₂
H₂O
Kvarc
500
1000
p

4. ábra.


0·1
0·05
1/t
Bentonit
ζ=0
ζ>0
500
1000
p

5. ábra.

töltéssel ellátott kvarc. Az izoelektromos állapotú kvarcszuszpenzióban többé-kevésbbé koagulált állapotban vannak a részecskék, ennek folytán az izoelektromos állapotú kvarcszuszpenzió belső súrlódása is nagyobb. A kapillárison keresztül történő kifolyás alkalmával megfelelő nagy tangenciális erő hatására, vagyis megfelelő nyomás alatt történő kifolyás esetén a részecskék elszakadnak egymástól s mint független egyedek áramlanak, aminek következtében érvényessé válik a HAGEN—POISEUILLE-féle törvény.

Lényegesen eltérően viselkednek e tekintetben a bentonit-, vagyis a nagymértékben hidrofil szuszpenziók (5. ábra). Amint látható, sem a tiszta vizes, sem pedig az izoelektromos állapotú bentonit-szuszpenziókra nem érvényes a HAGEN—POISEUILLE-féle törvény, minthogy mindkét fajta szuszpenzió szerkezeti viszkozitást mutat, megfelelően annak, hogy a bentonitrészecskék az izoelektromos pontban sem veszítik el lioszférájukat, melynek a nyomás növelésével történő fokozott deformálódása idézi elő, hogy a kifolyás sebessége a nyomással a lineráisnál nagyobb arányban növekszik.

E kísérleti eredmények tehát egyértelműen bizonyítják, hogy a liofob és a liofil anyagok szuszpenzióinak belső súrlódásában is jellegzetes különbségek vannak, éspedig annyiban, hogy míg a liofil szuszpenziók mind az izoelektromos állapotban, mind a részecskék feltöltött állapotában egyaránt mutatnak szerkezeti viszkozitást, addig a liofob szuszpenzióknak csakis az izoelektromos állapotukban van szerkezeti viszkozitásuk. De a szerkezeti viszkozitást előidéző tényező mibenlétében is különbség van a kétféle szuszpenzió között. Mert míg a liofil szuszpenziók szerkezeti viszkozitását az izoelektromos pontban is a lioszférák torzulásának kell tulajdonítanunk, addig a liofob szuszpenziók szerkezeti viszkozitását csakis a részecskék kölcsönös tapadása, adhéziója okozhatja.

Mindezen hatások kifejezésre jutnak a szuszpenziók belső súrlódásának diszperzitásfok-függvényeiben is. A III. és IV. sz. táblázatokban vannak összefoglalva a különböző diszperzitásfokú kvarcszuszpenziók belső súrlódásának értékei egyrészt elektromos töltésű, másrészt izoelektromos állapotú ($BaCl_2$-tartalmú) részecskéket tartalmazó szuszpenziók esetében. Az V. táblázat a keményítőszuszpenziókra vonatkozik.

III. táblázat.

Tiszta vizes, különböző töménységű, homodiszperz kvarcszuszpenziók viszkozitása.

$\frac{m}{g}$ / 100 cm	d	$2r = 0{\cdot}8\ \mu$, $t_0 = 58{\cdot}6''$, $k_1 = 3{\cdot}86$, $k_2 = 38{\cdot}8$			$2r = 1{\cdot}2\ \mu$, $t_0 = 54{\cdot}3''$, $k_1 = 3{\cdot}55$, $k_2 = 21{\cdot}2$			$2r = 1{\cdot}6\ \mu$, $t_0 = 58{\cdot}6''$, $k_1 = 3{\cdot}35$, $k_2 = 21{\cdot}6$			$2r = 2{\cdot}4\ \mu$, $t_0 = 54{\cdot}3''$, $k_1 = 3{\cdot}05$, $k_2 = 21{\cdot}4$		
		t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$ talált	$\frac{\eta}{\eta_0}$ számított	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$ talált	$\frac{\eta}{\eta_0}$ számított	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$ talált	$\frac{\eta}{\eta_0}$ számított	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$ talált	$\frac{\eta}{\eta_0}$ számított
5	1·037	61·7	$1{\cdot}08_4$	$1{\cdot}08_6$	56·4	$1{\cdot}07_4$	$1{\cdot}07_4$	60·9	$1{\cdot}07_1$	$1{\cdot}07_0$	55·9	$1{\cdot}05_3$	$1{\cdot}06_4$
8	1·049	64·1	$1{\cdot}14_6$	$1{\cdot}15_1$	—	—	—	62·1	$1{\cdot}11_1$	$1{\cdot}12_6$	—	—	—
10	1·062	66·2	$1{\cdot}19_9$	$1{\cdot}20_0$	59·0	$1{\cdot}15_5$	$1{\cdot}16_3$	63·4	$1{\cdot}14_8$	$1{\cdot}15_6$	59·0	$1{\cdot}15_5$	$1{\cdot}14_5$
12	1·074	68·3	$1{\cdot}25_1$	$1{\cdot}25_3$	—	—	—	65·2	$1{\cdot}19_4$	$1{\cdot}19_5$	60·5	$1{\cdot}19_7$	$1{\cdot}18_2$
13	1·081	—	—	—	61·4	$1{\cdot}22_3$	$1{\cdot}22_5$	—	—	—	61·3	$1{\cdot}22_1$	$1{\cdot}20_2$
15	1·093	72·1	$1{\cdot}34_4$	$1{\cdot}34_3$	—	—	—	67·1	$1{\cdot}25_1$	$1{\cdot}25_8$	—	—	—
17	1·106	—	—	—	64·4	$1{\cdot}31_3$	$1{\cdot}31_5$	—	—	—	63·8	$1{\cdot}29_9$	$1{\cdot}28_4$
20	1·124	78·7	$1{\cdot}50_9$	$1{\cdot}51_1$	67·0	$1{\cdot}38_7$	$1{\cdot}38_8$	71·7	$1{\cdot}36_4$	$1{\cdot}37_5$	65·2	$1{\cdot}35_1$	$1{\cdot}34_2$

$\frac{m}{g}$ / 100 cm	d	$2r = 4{\cdot}8\ \mu$, $t_0 = 58{\cdot}6''$, $k_1 = 2{\cdot}96$, $k_2 = 16{\cdot}4$			$2r = 7{\cdot}6\ \mu$, $t_0 = 58{\cdot}6''$, $k_1 = 2{\cdot}90$, $k_2 = 10{\cdot}3$			$2r = 11{\cdot}8\ \mu$, $t_0 = 58{\cdot}6''$, $k_1 = 2{\cdot}80$, $k_2 = 6{\cdot}4$			$2r = 14{\cdot}7\ \mu$, $t_0 = 58{\cdot}6''$, $k_1 = 2{\cdot}85$, $k_2 = 2{\cdot}1$		
		t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$ talált	$\frac{\eta}{\eta_0}$ számított	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$ talált	$\frac{\eta}{\eta_0}$ számított	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$ talált	$\frac{\eta}{\eta_0}$ számított	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$ talált	$\frac{\eta}{\eta_0}$ számított
5	1·031	60·7	$1{\cdot}06_7$	$1{\cdot}06_1$	60·2	$1{\cdot}05_9$	$1{\cdot}05_8$	60·2	$1{\cdot}05_9$	$1{\cdot}05_6$	59·6	$1{\cdot}04_9$	$1{\cdot}05_4$
8	1·049	61·4	$1{\cdot}09_0$	$1{\cdot}10_4$	60·8	$1{\cdot}08_8$	$1{\cdot}09_6$	60·5	$1{\cdot}08_3$	$1{\cdot}09_2$	60·5	$1{\cdot}08_3$	$1{\cdot}08_7$
10	1·062	62·5	$1{\cdot}13_2$	$1{\cdot}13_5$	61·9	$1{\cdot}11_9$	$1{\cdot}12_4$	61·6	$1{\cdot}11_6$	$1{\cdot}11_7$	61·1	$1{\cdot}10_6$	$1{\cdot}11_0$
12	1·074	63·1	$1{\cdot}15_7$	$1{\cdot}16_7$	62·3	$1{\cdot}14_2$	$1{\cdot}15_2$	62·0	$1{\cdot}13_7$	$1{\cdot}14_2$	62·0	$1{\cdot}13_7$	$1{\cdot}13_3$
15	1·093	64·5	$1{\cdot}21_6$	$1{\cdot}22_0$	63·6	$1{\cdot}18_6$	$1{\cdot}19_7$	63·6	$1{\cdot}18_6$	$1{\cdot}18_2$	62·5	$1{\cdot}16_6$	$1{\cdot}16_8$
20	1·124	68·5	$1{\cdot}31_3$	$1{\cdot}31_6$	66·5	$1{\cdot}27_6$	$1{\cdot}27_7$	65·2	$1{\cdot}25_2$	$1{\cdot}25_3$	63·9	$1{\cdot}22_5$	$1{\cdot}22_7$

IV. táblázat.

$BaCl_2$ tartalmú, izoelektromos állapotú, különböző töménységű, homodiszperz kvarcszuszpenziók viszkozitása ($BaCl_2$)-100 millimól/L.

m g/100 cm³	d*	2 r = 0·8 μ, t_0 = 58·6″			2 r = 1·2 μ, t_0 = 54·2″			2 r = 1·6 μ, t_0 = 58·6″			2 r = 2·4 μ, t_0 = 54·3″		
		t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$	k	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$	k	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$	k	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$	k
5	1·048	74·2	$1·32_7$	17·39	66·5	$1·28_6$	15·21	69·4	$1·24_1$	12·81	62·4	$1·20_5$	10·90
8	1·067	84·8	$1·54_3$	18·04	—	—	—	75·1	$1·36_7$	12·42	—	—	—
10	1·079	90·5	$1·66_6$	17·67	72·0	$1·43_2$	11·46	80·4	$1·48_1$	12·76	68·7	$1·36_8$	9·76
12	1·092	98·8	$1·84_0$	18·59	—	—	—	84·8	$1·57_7$	12·77	71·7	$1·44_3$	9·56
13	1·098	—	—	—	—	—	—	—	—	—	72·4	$1·46_4$	9·51
15	1·110	106·8	$2·02_3$	18·07	85·0	$1·73_9$	13·05	90·3	$1·70_9$	12·53	—	—	—
17	1·122	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76·6	$1·58_3$	9·11
20	1·141	123·9	2·41	18·72	91·5	$1·92_5$	12·26	102·4	$1·90_5$	13·17	81·4	$1·71_0$	9·46
				k= 18.08			k= 12·92			k= 12·74			k= 9·71

* 100 millimólos $BaCl_2$-oldat fajsúlya = 1·018.

m g/100 cm³	d	2 r = 4·8 μ, t_0 = 58·6″			2 r = 7·6 μ, t_0 = 58·6″			2 r = 11·8 μ, t_0 = 58·6″			2 r = 14·7 μ, t_0 = 58·6″		
		t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$	k	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$	k	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$	k	t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$	k
5	1·048	64·2	$1·14_8$	7·87	61·5	$1·09_9$	5·27	61·4	$1·09_8$	5·21	61·1	$1·09_2$	4·89
8	1·067	67·8	$1·23_4$	7·77	63·4	$1·15_4$	5·12	62·8	$1·14_3$	4·75	62·9	$1·14_5$	4·82
10	1·079	70·1	$1·29_0$	7·69	66·1	$1·21_6$	5·73	64·5	$1·18_7$	4·96	63·8	$1·17_4$	4·62
12	1·092	72·6	$1·35_2$	7·75	67·2	$1·25_0$	5·53	65·3	$1·21_5$	4·76	65·1	$1·21_3$	4·63
15	1·110	76·4	$1·44_6$	7·88	69·8	1·32	5·69	67·8	$1·28_2$	4·98	67·6	$1·28_0$	4·95
20	1·141	82·5	$1·60_6$	8·04	73·8	$1·43_7$	5·80	71·2	$1·38_6$	5·12	71·2	$1·38_6$	5·12
				k= 7·83			k= 5·52			k= 4·96			k= 4·86

V. táblázat.

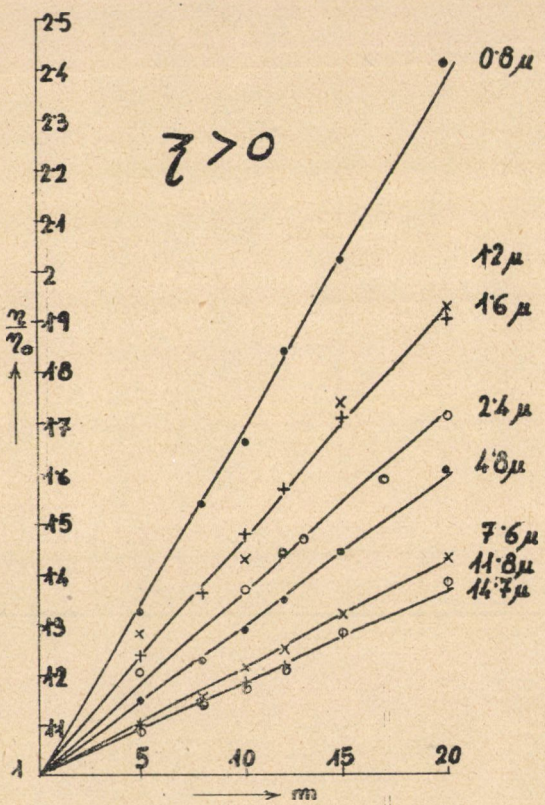
A) *Tiszta vizes keményítő-szuszpenziók viszkozitása.*

$\frac{m\ g}{100\ cm^3}$	d	$t_0 = 43{\cdot}5$ $k_1 = 2{\cdot}42$ $k_2 = 40{\cdot}3$		
		t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$ talált	$\frac{\eta}{\eta_0}$ számított
1	$1{\cdot}00_6$	44·1	$1{\cdot}01_8$	$1{\cdot}01_6$
4	$1{\cdot}01_5$	47·4	$1{\cdot}10_3$	$1{\cdot}09_8$
7	$1{\cdot}02_5$	51·7	$1{\cdot}21_4$	$1{\cdot}21_0$
10	$1{\cdot}03_6$	56·1	$1{\cdot}33_2$	$1{\cdot}33_7$
14	$1{\cdot}05_0$	65·4	$1{\cdot}57_4$	$1{\cdot}57_6$
17	$1{\cdot}05_7$	74·2	$1{\cdot}79_8$	$1{\cdot}81_6$
20	$1{\cdot}06_9$	86·8	$2{\cdot}12_7$	$2{\cdot}10_4$

B) *25 millimólnyi Na_2SO_4-t tartalmazó, izoelektromos állapotú szuszpenziók viszkozitása.*

$\frac{m\ g}{100\ cm^3}$	d	$t_0 = 43{\cdot}5$ $k = 65{\cdot}5$		
		t sec	$\frac{\eta}{\eta_0}$ talált	$\frac{\eta}{\eta_0}$ számított
0	$1{\cdot}00_7$	43·8	$1{\cdot}01_3$	—
1	$1{\cdot}01_3$	44·2	$1{\cdot}02_6$	$1{\cdot}04_2$
4	$1{\cdot}02_2$	51·3	$1{\cdot}12_1$	$1{\cdot}06_1$
7	$1{\cdot}03_2$	54·3	$1{\cdot}28_3$	$1{\cdot}30_0$
10	$1{\cdot}04_3$	59·8	$1{\cdot}42_8$	$1{\cdot}43_5$
14	$1{\cdot}05_7$	67·0	$1{\cdot}62_2$	$1{\cdot}61_7$
17	$1{\cdot}06_4$	73·6	$1{\cdot}79_4$	$1{\cdot}76_1$
20	$1{\cdot}07_6$	78·7	$1{\cdot}94_0$	$1{\cdot}87_9$

A táblázatokban használt jelzések a következőket jelentik: m=100 cm^3-nyi szuszpenzióban foglalt szuszpendált anyag mennyisége g-ban kifejezve; r=a részecskék sugara μ-ben kifejezve; t_o a



7. ábra. Izochlitromos állapotú kvarcszuszpenziók belső surlódása.

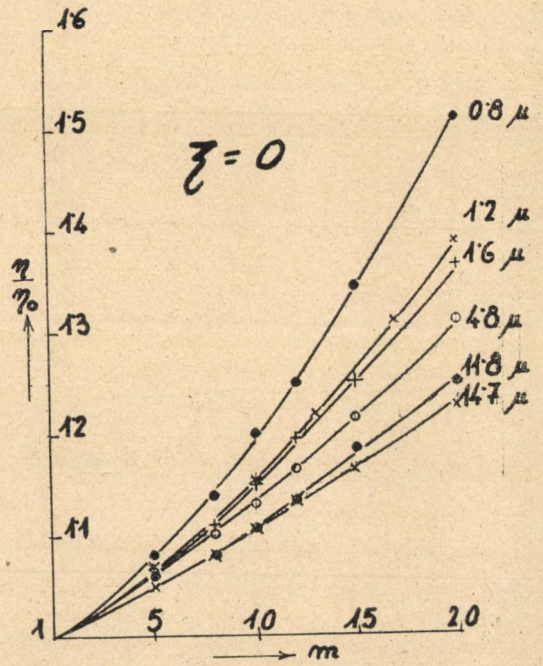
víz, t a szuszpenzió kifolyási ideje sec-ban kifejezve; $\frac{\eta}{\eta_o}$ a szuszpenzió relatív belső súrlódása.

E kísérleti eredmények szerint a belső súrlódás koncentrációs függvényének jellege a diszperzitásfoktól független, de a belső súrlódás értéke a diszperzitásfokkal növekszik, tehát e tekintetben sincs kielégítve az EINSTEIN-féle egyenlet követelménye.

Az izoelektromos kvarc- és keményítőszuszpenzióknál érvényes ugyan a

$$\eta = \eta_0(1 + k\psi)$$

egyenlet, de k értéke lényegesen eltér 2·5-től és növekszik a diszperzitásfokkal. Ha a k állandó értékeit a diszperzitásfok függvényeként ábrázoljuk (lásd 8. ábra), úgy kitűnik, hogy a k értéke egy



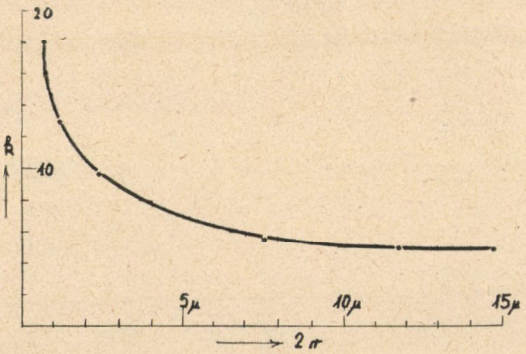
6. ábra. Elektrolitmentes kvarcszuszpenziók belső surlódása.

határérték felé konvergál. Hasonló összefüggés áll fenn régebbi vizsgálataim szerint a kvarcrészecskék tapadóképessége és diszperiztásfoka között az izoelektromos pontban, illetőleg annak közelében. Ez az analógia is arra vall, hogy a szuszpenziók belső súrlódásánál a részecskék közti tapadóképesség mérvadó tényező s erre vezethető vissza a belső súrlódás növekedése a részecskék elektromos töltésének csökkenésével.

Az elektromos töltéssel ellátott részecskékből álló kvarc- és keményítőszuszpenzióknál, valamint az izoelektromos állapotú bentonitszuszpenzióknál is a belső súrlódásnak a töménységtől való függését a következő másodfokú egyenlettel fejezhetjük ki:

$$\eta = \eta_0(1 + k_1\varphi + k_2\varphi^2)$$

Amint a III. és V. táblázatból látható, a relatív belső súrlódásnak ezen egyenlet felhasználásával számított értékei jól egyeznek a kísérletileg meghatározott értékekkel. A k_1 és a k_2 állandó értéke szintén változik a diszperzitásfokkal, éspedig a diszperzitásfok csökkenésével csökken. Míg azonban a k_1 értéke csak kismérvű



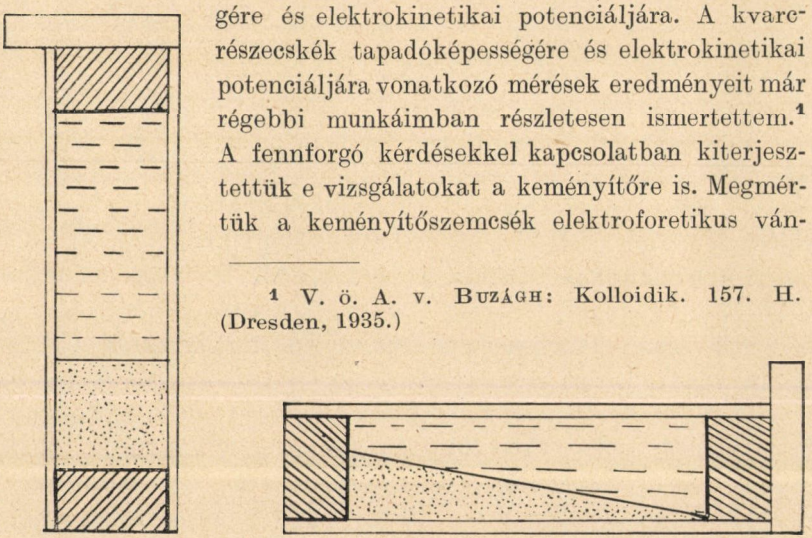
8. ábra.

változást mutat, addig a k_2 nagymértékben csökken. Szembeötlő az is, hogy a k_3 értéke közel áll az izoelektromos állapotú szuszpenziókra vonatkozó k-állandóanak nagy szemcseméretnél mutatkozó határértékéhez. E körülmény a mellett szól, hogy a k_1 a tapadóképességnek a függvénye. Ha a részecskék nagymértékben vannak feltöltve, úgy — amint ezt régebbi vizsgálataimmal kimutattam — a tapadóképesség kicsi, tehát a szuszpenzió nem koagulál, viszont az izoelektromos pontban sem aggregálnak a nagy részecskék, mivel súlyuknál fogva elválnak egymástól, tehát nagy szemcseméretnél a tapadóképesség kevésbbé befolyásolja a szuszpenzió belső súrlódását, illetőleg kifolyási sebességét. Viszont a k_2-értékének a szemcsemérettel való csökkenése a lioszférák befolyásának tulajdonítható. Ugyanis a lioszférák mennyisége s így

hatása a fajlagos felülettel, vagyis a diszperzitásfokkal arányos. A részecskék növekedésével e hatásnak is csökkennie kell. Evvel összhangban a kísérleti eredmények azt mutatják, hogy kis diszperzitásfokú szuszpenzióknál az egyenlet négyzetes tagja elhanyagolhatóan kicsi értéket ad, aminek következtében a durva szuszpenziók belső súrlódásának koncentrációs függvénye nem izoelektromos állapotban is megközelíti a lineáris jelleget.

Elektrolitek befolyása a szuszpenziók belső surlódására.

Az előző fejezetben ismertetett kísérleti eredmények kétségtelenül bizonyítják, hogy a szuszpenziók viszkozitásánál mérvadó szerepet játszik a részecskék közti adhézió, illetőleg az adszorpciós rétegek szerkezetének függvénye. Azt természetesen, hogy mily mértékben áll fenn szimbázia a kétféle jelenség között, az előző kísérleti eredményekből eldönteni nem lehet. E kérdés megvizsgálása végett különböző elektrolitekkel, főképpen neutrális sókkal végeztünk méréseket, vizsgáltuk ezek befolyását a szuszpenziók belső súrlódására, a részecskék tapadóképességére és elektrokinetikai potenciáljára. A kvarcrészecskék tapadóképességére és elektrokinetikai potenciáljára vonatkozó mérések eredményeit már régebbi munkáimban részletesen ismertettem.[1] A fennforgó kérdésekkel kapcsolatban kiterjesztettük e vizsgálatokat a keményítőre is. Megmértük a keményítőszemcsék elektroforetikus ván-



a *b*

9. ábra.

[1] V. ö. A. v. Buzágh: Kolloidik. 157. H. (Dresden, 1935.)

dorlási sebességét, továbbá adhézióját ugyanazon elektrolitoldatokban, melyekkel a belső súrlódás méréséhez használt szuszpenziókat is készítettük. A keményítőrészecskék tapadóképessége a már ismertetett szakadási szög mérésén alapuló módszerrel nem határozható meg, mivel a keményítőből síma felületet előállítani nem lehet. Ellenben nehézség nélkül meghatározható az ú. n. *lejtőszög* (Böschungswinkel), mely a szakadási szöggel egyértelműen változik, tehát a tapadóképességnek mértékéül szolgál. Ha egy négyszögalakú edénykében (lásd 9. *a* ábra) tömény szuszpenzió részecskéit leülepítjük, majd az edénykét óvatosan 90°-kal megdöntjük, a részecskék egymáson gördülve az anyagi minőségre, a részecskék méretére, valamint a részecskék közti erőhatásokra jellemző lejtőszög alakul ki (lásd 9*b*. ábra). E szöget vagy közvetlenül lemérhetjük, vagy pedig a szög tangensét határozzuk meg, úgy, hogy lemérjük a háromszög-keresztmetszetű üledék keresztmetszetének magasságát és hosszát.

Az idevágó mérések eredményeit a VI. és VII. táblázat, valamint a 10. és 11. ábrák tüntetik fel. A táblázatokban c az elektrolit töménysége millimólban, f_+, illetőleg $f_\pm$ az aktivitási koefficiens, $\frac{\eta}{\eta_0}$ a szuszpenziók vízre vonatkoztatott viszonylagos belső súrlódása, u a részecskék elektroforetikus vándorlási sebessége, $tg\alpha$ a szuszpenzió lejtőszögének tangense.

A kísérleti adatokból kivétel nélkül megállapítható, hogy kvarc és keményítő esetében a szuszpenziók belső súrlódásának, a részecskék tapadóképességének, valamint vándorlási sebességének változása között a legteljesebb párhuzamosság áll fenn. Azt látjuk ugyanis, hogy minden esetben a belső súrlódás növekedésének a tapadóképesség növekedése és a vándorlási sebesség csökkenése felel meg. A két anyag viselkedése között csupán jellegbeli különbségek vannak. Így kvarc esetében az egy- és kétértékű kationokat tartalmazó neutrális sók kivétel nélkül növelik a szuszpenziók belső súrlódását. Érvényes mind a vegyértékűség, mind a liotropsor szabálya (lásd 10. ábra). A 3- és 4-értékű kationokat tartalmazó elektrolitek jelenlétében pedig maximumgörbe szerint változik a kvarcszuszpenziók belső súrlódása (lásd 11. ábrát). Ugyanilyen értelemben változik — mint azt régebbi vizsgálataim bizonyítják —

VI. táblázat.

Neutrális sók hatása kvarcszuszpenziók belső surlódására. $m = 12\ g/100\ cm^3$.
A tiszta vizes szuszpenziók relatív viszkozitása: $= 1{\cdot}197$.

C	f_+	$\frac{\eta}{\eta_0}$	C	f_+	$\frac{\eta}{\eta_0}$	C	f_+	$\frac{\eta}{\eta_0}$	C	$\frac{\eta}{\eta_0}$
1. 1—1			**2. 1_2—2**			**5. 2—1_2**			**7. 3—1_3**	
$NaCl$ $t_0 = 54{\cdot}3$			Na_2SO_4 $t_0 = 55$			$BaCl_2$ $t_0 = 55{\cdot}1$			$AlCl_3$ $t_0 = 55$	
10	0·89	$1{\cdot}22_2$	10	0·87	$1{\cdot}28_5$	1	0·78	$1{\cdot}22_5$	0·001	$1{\cdot}19_7$
50	0·77	$1{\cdot}27_1$	20	0·82	$1{\cdot}32_6$	5	0·59	$1{\cdot}30_1$	0·06	$1{\cdot}24_8$
70	0·73	$1{\cdot}33_0$	50	0·73	$1{\cdot}39_2$	10	0·45	$1{\cdot}39_2$	0·09	$1{\cdot}38_5$
100	0·70	$1{\cdot}34_8$	100	0·64	$1{\cdot}45_9$	50	0·17	$1{\cdot}42_6$	0·12	$1{\cdot}40_8$
200	0·60	$1{\cdot}40_1$	200	0·53	$1{\cdot}50_9$	100	0·08	$1{\cdot}44_3$	0·18	$1{\cdot}42_2$
KCl			K_2SO_4			$MgCl_2$			0·28	$1{\cdot}42_7$
$t_0 = 54{\cdot}3$			$t_0 = 55$			$t_0 = 54{\cdot}3$			0·58	$1{\cdot}40_3$
10	0·89	$1{\cdot}23_3$	5	0·91	$1{\cdot}26_8$	12·4	0·42	$1{\cdot}32_3$	1·15	$1{\cdot}37_2$
50	0·77	$1{\cdot}27_3$	20	0·82	$1{\cdot}38_1$	37·1	0·24	$1{\cdot}39_0$	5·8	$1{\cdot}39_8$
70	0·73	$1{\cdot}33_6$	50	0·73	$1{\cdot}41_2$	61·9	0·13	$1{\cdot}41_6$	11·5	$1{\cdot}39_7$
100	0·70	$1{\cdot}36_0$	100	0·64	$1{\cdot}43_1$	123·8	0·07	$1{\cdot}44_8$		
200	0·60	$1{\cdot}40_5$	200	0·53	$1{\cdot}46_4$				**8. 4—1_4**	
NH_4Cl			**3. 1_3—3**			**6. 2—2**			$Th(NO_3)_4$	
$t_0 = 55{\cdot}0$			$K_3Fe(CN)_6$			$MgSO_4$			$t_0 = 55$	
12·1	0·88	$1{\cdot}23_5$	$t_0 = 55$			$t_0 = 55{\cdot}1$			0·004	$1{\cdot}20_4$
24·3	0·83	$1{\cdot}26_8$	10	0·85	$1{\cdot}28_5$	0·2	0·87	$1{\cdot}24_3$	0·02	$1{\cdot}24_3$
48·7	0·76	$1{\cdot}36_9$	20	0·79	$1{\cdot}38_1$	1	0·75	$1{\cdot}27_6$	0·03	$1{\cdot}38_7$
97·4	0·69	$1{\cdot}38_4$	40	0·72	$1{\cdot}41_0$	2	0·66	$1{\cdot}30_0$	0·035	$1{\cdot}40_5$
194·8	0·60	$1{\cdot}41_4$	100	0·59	$1{\cdot}42_6$	5	0·52	$1{\cdot}34_1$	0·04	$1{\cdot}37_2$
$RbCl$			200	0·48	$1{\cdot}45_1$	10	0·40	$1{\cdot}38_1$	0·05	$1{\cdot}21_9$
$t_0 = 55$			**4. 1_4—4**			50	0·13	$1{\cdot}41_8$	0·06	$1{\cdot}20_5$
10·2	0·89	$1{\cdot}25_2$	$K_4Fe(CN)_6$			$CuSO_4$			0·1	$1{\cdot}19_8$
20·4	0·85	$1{\cdot}33_2$	$t_0 = 55$			$t_0 = 55{\cdot}1$			0·62	$1{\cdot}19_6$
51·2	0·77	$1{\cdot}37_0$	10	0·83	$1{\cdot}26_6$	0·2	0·87	$1{\cdot}24_3$	10·—	$1{\cdot}23_6$
61·4	0·75	$1{\cdot}38_9$	20	0·77	$1{\cdot}34_9$	0·5	0·81	$1{\cdot}27_9$		
102·8	0·70	$1{\cdot}40_5$	40	0·70	$1{\cdot}39_7$	1	0·75	$1{\cdot}29_0$		
$AgNO_3$			100	0·56	$1{\cdot}46_0$	2	0·66	$1{\cdot}30_7$		
$t_0 = 55$			200	0·44	$1{\cdot}51_2$	5	0·52	$1{\cdot}39_7$		
2	0·95	$1{\cdot}20_6$				10	0·40	$1{\cdot}41_4$		
10	0·89	$1{\cdot}31_5$				50	0·13	$1{\cdot}43_1$		
20	0·85	$1{\cdot}37_7$								
50	0·77	$1{\cdot}38_0$								
100	0·70	$1{\cdot}40_9$								
200	0·60	$1{\cdot}41_1$								

VII. táb-

Elektrolittartalmú keményítő-szuszpenziók viszkozitása.

C	$f_{\pm}$	$\frac{\eta}{\eta_0}$	μ	tg α
		1. 1—1		
NaCl $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	—0·44	0·114
10	0·89	$2{\cdot}16_1$	—0·38	0·144
20	0·85	$2{\cdot}18_0$	—0·32	0·149
50	0·77	$2{\cdot}20_6$	—0·26	0·176
100	0·69	$2{\cdot}24_1$	—0·12	0·194
KCl $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	—0·44	0·114
10	0·89	$2{\cdot}17_0$	—0·35	0·148
20	0·85	2·18	—0·30	0·155
50	0·77	$2{\cdot}23_0$	—0·24	0·184
100	0·69	$2{\cdot}24_8$	—0·08	0·202
		2. 1_2—2		
K_2SO_4 $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	—0·44	0·114
1	0·88	$2{\cdot}17_1$	—0·38	0·137
5	0·77	$2{\cdot}21_6$	—0·30	0·202
10	0·67	$2{\cdot}22_8$	—0·14	0·209
20	0·60	$2{\cdot}25_7$	—	0·204
50	0·41	$2{\cdot}23_2$	+0·31	0·191
100	0·28	$2{\cdot}21_6$	+0·76	0·169

C	$f_{\pm}$	$\frac{\eta}{\eta_0}$	μ	tg α
		3. 1_3—3		
K_3PO_4 $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	—0·44	0·114
1	0·76	$2{\cdot}20_6$	—0·20	0·180
5	0·58	$2{\cdot}21_6$	—	0·207
10	0·43	$2{\cdot}22_8$	+0·27	0·184
25	0·37	$2{\cdot}18_1$	+0·62	0·162
50	0·15	$2{\cdot}15_9$	+1·12	0·137
100	0·07	$2{\cdot}24_0$	+0·68	0·187
$K_3Fe(CN)_6$ $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	—0·44	0·114
1	0·76	$2{\cdot}34_2$	—0·12	0·191
5	0·58	$2{\cdot}44_1$	—	0·224
10	0·43	$2{\cdot}42_5$	+0·23	0·202
25	0·37	$2{\cdot}39_7$	+0·68	0·173
50	0·15	$2{\cdot}24_3$	+1·21	0·146
100	0·07	$2{\cdot}45_2$	+0·76	0·207
		4. 1_4—4		
$K_4Fe(CN)_6$ $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	+0·44	0·114
1	0·63	$2{\cdot}37_4$	—0·08	0·205
5	0·43	$2{\cdot}36_2$	+0·32	0·191
10	0·23	—	+1·01	0·153
25	0·14	$2{\cdot}26_2$	+1·30	0·173
50	0·04	$2{\cdot}45_2$	+1·12	0·191
100	0·01	$2{\cdot}54_6$	+0·93	0·199

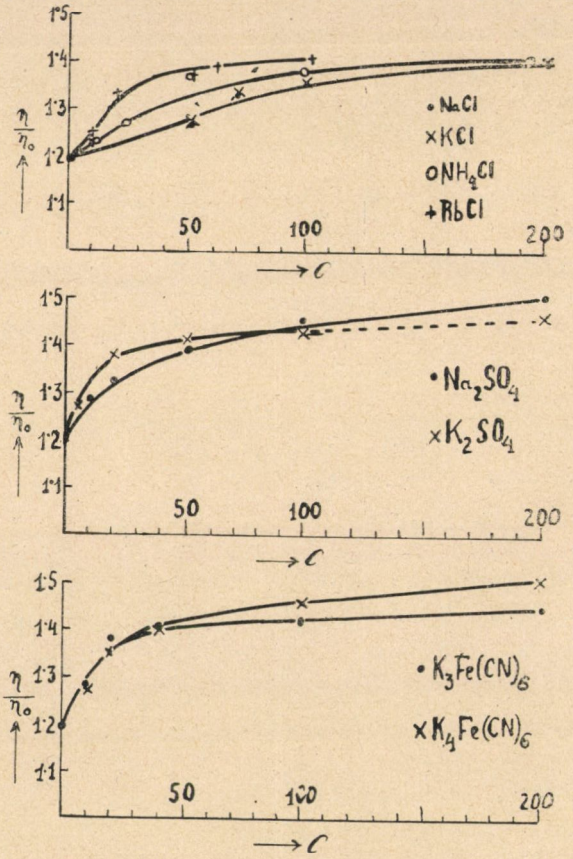
lázat.

elektrokinetikai potenciálja és adhéziója.

C	$f_{\pm}$	$\frac{\eta}{\eta_0}$	μ	tg α
		5. 2—1_2		
$BaCl_2$ $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	—0·44	0·114
5	0·84	$2{\cdot}19_8$	—	—
10	0·67	$2{\cdot}27_5$	—0·20	0·209
25	0·51	$2{\cdot}26_7$	—	0·223
50	0·41	$2{\cdot}25_2$	+0·34	0·202
100	0·28	$2{\cdot}23_9$	+0·68	0·164
$CuCl_2$ $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	—0·44	0·114
5	0·84	$2{\cdot}18_8$	—	—
10	0·67	$2{\cdot}26_0$	—0·24	0·220
25	0·51	$2{\cdot}25_2$	—	0·233
50	0·41	$2{\cdot}24_4$	+0·36	0·205
100	0·28	$2{\cdot}23_2$	+0·70	0·191
		6. 2—2		
$MgSO_4$ $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	—0·44	0·114
1	0·75	$2{\cdot}23_7$	—0·24	0·187
5	0·57	$2{\cdot}26_1$	—	0·220
10	0·40	$2{\cdot}23_8$	+0·48	0·187
20	0·27	$2{\cdot}22_4$	+0·76	0·198
50	0·13	$2{\cdot}21_8$	+1·18	0·118
100	0·06	—	+1·04	0·173
		7. 3—1_3		
$AlCl_3$ $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	—0·44	0·114
1	0·76	$2{\cdot}20_5$	—0·32	0·184
3	0·63	$2{\cdot}25_4$	—0·12	0·204
5	0·58	$2{\cdot}27_6$	—	—
10	0·43	$2{\cdot}20_3$	+0·34	0·166
50	0·15	$2{\cdot}15_1$	+1·10	0·126
100	0·07	$2{\cdot}22_9$	+0·91	0·184
		8. 4—1_4		
$ThCl_4$ $t_0 = 43{\cdot}5$				
0	1·—	$2{\cdot}12_7$	—0·44	0·114
1	0·63	$2{\cdot}32_1$	—0·18	0·202
3	0·45	$2{\cdot}34_0$	+0·28	0·209
5	0·39	$2{\cdot}29_1$	—	—
10	0·23	$2{\cdot}20_3$	+1·08	0·146
20	0·13	$2{\cdot}24_4$	+1·40	0·191
50	0·04	$2{\cdot}44_3$	+6·93	0·224

a kvarc tapadóképessége az itt felsorolt elektrolitek jelenlétében.[1]

A keményítőszuszpenzióknál az elektrolitek hatása lényegesen más jellegű, megfelelően annak, hogy a keményítő elektromos

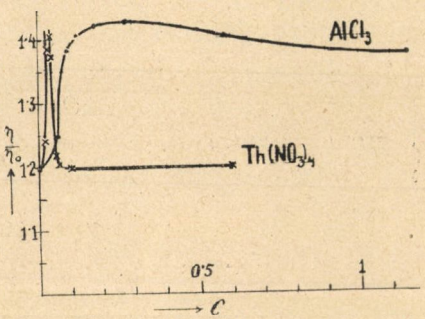


10. ábra. Neutrális sókat tartalmazó kvarcszuszpenziók belső surlódása. Kation 1- és 2-értékű.

töltése tiszta vízben — ellentétben a kvarccal — igen kicsi. A neutrális sókat hatásuk alapján keményítőszuszpenziók esetében három csoportba sorozhatjuk. Az első csoportba tartoznak azok, melyek

[1] Buzágh, A.: Kolloidik l. c. (Dresden, 1936.)

a keményítőszuszpenziók belső súrlódását és a keményítőrészecskék tapadóképességét töménységük növelésével csak növelik, a részecskék elektrokinetikai potenciálját pedig csökkentik. Ide tartoznak az 1—1 típusú sók. A második csoportba tartoznak azok az elektrolitek, melyek a szuszpenziók belső súrlódását, a részecskék tapadását maximumgörbe szerint befolyásolják, a részecskék elektromos töltésének jellegét megváltoztatják, pozitív töltésüket növelik. Így viselkednek az 1—2 és a 2—1_2 típusú sók. A harmadik csoportba pedig azok tartoznak, amelyek a keményítőszuszpenziók belső súrlódását és a keményítőrészecskék tapadóképességét először egy maximumig növelik, majd egy minimumig csökkentik és ismét növelik, a részecskék elektrokinetikai potenciáját pedig egy meghatározott koncentráció fölött pozitívvá változtatják, a pozitív mezőben pedig maximum-görbe szerint befolyásolják. Ide tartoznak az 1_3—3, 1_4—4, 2—2, 3—1_3 és a 4—4_4-típusú vegyületek. Ezeket a viszonyokat tüntetik fel grafikusan a 15., 16. és 17. ábrák, melyeken az abszcisszára a koncentráció helyett az aktivitási koefficiens van felmérve, ez azonban a változás menetének jellegén semmit sem változtat.



11. ábra. Elektrolittartalmú kvarcszuszpenziók belső surlódása. Kation 3- és 4-értékű.

A keményítőszuszpenziók annyiban viselkednek eltérően a kvarcszuszpenzióktól, hogy már a 2—1_2 és a 2—2 tipusú sók is pozitív töltést kölcsönöznek a keményítőrészecskéknek; kvarcnál pedig csakis a 3- és a 4-értékű kationok idéznek elő áttöltést. A keményítőnek ezen eltérő viselkedése nyilvánvalóan avval van összefüggésben, hogy a keményítő negatív töltése igen kicsi és a pozitív ionokat viszonylagosan nagy mértékben adszorbeálja. Evvel áll összefüggésben az a kísérleti tény is, hogy az aniónok minőségének és vegyértékűségének is nagy befolyása van mindhárom fizikai sajátságra. Pl. a $K_3Fe(CN)_6$ és a K_3PO_4 azonos típusú só, mégis a $K_3Fe(NC)_6$ lényegesen nagyobb mértékben befolyásolja

mindhárom tulajdonságot, mint a K_3PO_4. E sajátosságoktól eltekintve a keményítőnél is, éppúgy mint a kvarcnál, érvényesül az a szabály, hogy a növekvő tapadóképességnek a belső súrlódás növekedése, a tapadóképesség csökkenésének pedig a belső súrlódás csökkenése felel meg. Izoelektromos pontban ez esetben is maximumot mutat mind a tapadóképesség, mind pedig a belső súrlódás.

A *bentonitnál* lényegesen más viszonyokkal találkozunk. Sajnos, a bentonitnál — a nagyfokú hidrofilitás miatt — a lejtőszög-módszerrel sem lehet meghatározni a tapadóképességet. Így csupán a szuszpenziók belső súrlódásának és a vándorlási sebességének mérésére szorítkoztam. A VIII. sz. táblázat és 12. ábra tünteti fel egyfelől a *NaCl*-tartalmú, másfelől $CaCl_2$-tartalmú bentonitszuszpenziók belső súrlódását és e szuszpenziók részecskéinek elektroforetikus vándorlási sebességét.

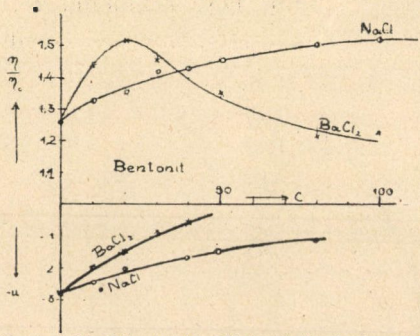
VIII. táblázat.

NaCl- és $CaCl_2$-tartalmú bentonitszuszpenziók belsősurlódása ($\frac{\eta}{\eta_0}$) és elektroforetikus vándorlási sebessége ($-u$).

C millimol/l	$\frac{\eta}{\eta_0}$		$-u\,\mu$ (Volt/cm) sec	
	NaCl	$CaCl_2$	NaCl	$CaCl_2$
0	1·262	1·262	2·79	2·79
10	1·328	1·445	2·50	2·02
20	1·355	1·518	2·02	1·48
30	1·421	1·456	1·85	0·86
40	1·426	—	1·63	0·54
50	1·460	1·356	1·45	—
80	1·504	1·215	1·02	—
100	1·518	1·226	—	—

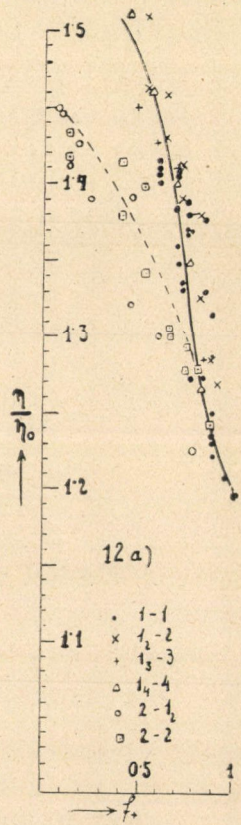
Látható e kísérleti eredményekből, hogy a belső súrlódás és a vándorlási sebesség változása között csakis a *NaCl*-tartalmú szuszpenzióknál van párhuzamosság. A $CaCl_2$-tartalmú szuszpenziók belső súrlódása azonban maximum-görbe szerint változik, holott a részecskék elektrokinetikai potenciálja $CaCl_2$ hatására is csak csökkenést, sőt nagyobbfokú csökkenést szenved, mint *NaCl* hatására. E jelenség is egyfelől a bentonit nagyfokú hidrofilitásá-

val, másfelől a *Ca*-ionok nagyfokú dehidratáló képességével van összefüggésben. A *NaCl* nem dehidratálja a bentonitot, csupán a részecskék töltését csökkenti, ennek folytán a belső súrlódás is



12. ábra. $NaCl_2$ és *BaCl*-tartalmú bentonit-szuszpenziók belső surlódása és elektroforetikus vándorlási sebessége.

csak növekedik. Ellenben a *Ca*-ionok magasabb töménységben nemcsak töltést csökkentő, hanem dehidratáló hatást is kifejtenek, ami végeredményben diszperzitásfokbeli növekedést jelent, minek folytán a szuszpenzió belső súrlódása egy maximális érték elérése után csökken.

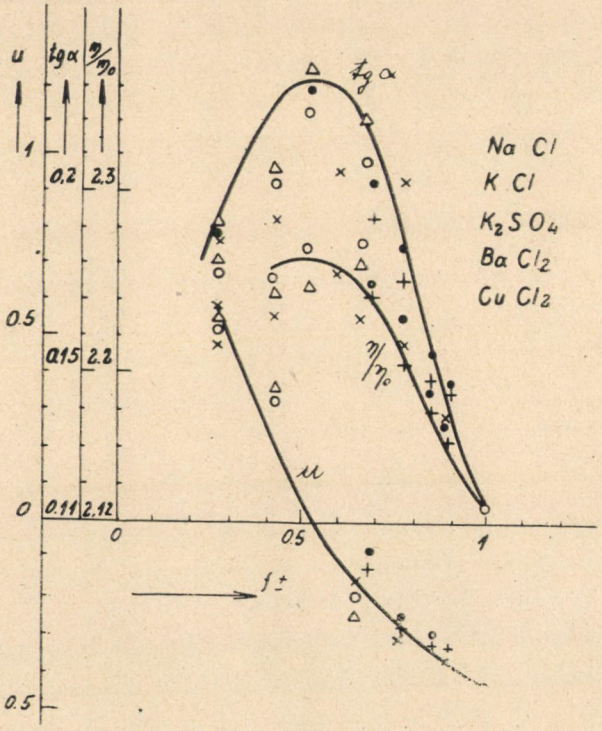


13. ábra.

A hidrofob szuszpenzióknál (kvarc és keményítő) a belső súrlódás és a részecskék tapadóképessége közti szoros összefüggés különösen abban jut kifejezésre, hogy e szuszpenzióknál az *aktivitási koefficiens tétele* a belső súrlódásra éppúgy érvényesnek bizonyult, mint a részecskék tapadóképességére. Az utóbbira vonatkozóan e tétel érvényességét kvarcrészecskék esetében már egy előző munkámban bizonyítottam be.[1] A háromféle kísérleti anyagunk között e tekintetben is különbségek vannak, amint ez az alábbiakban kitűnik. Jelen dolgozatomban kvarc esetében csupán a belső súrlódásra vonatkozó kísérleti eredményeket foglaltam

[1] A. Buzágh: Kolloid-Z. 76, 2 (1936).

össze. Ezekből kitűnik, hogy kvarcszuszpenzióknál az aktivitási koefficiens tétele a belső súrlódásra vonatkozóan is ugyanabban a fogalmazásban érvényes, mint a kvarcrészecskék tapadóképességére. Látható ugyanis a 13. sz. ábrán, hogy a különböző típusú neutrális sók a *katinonra* vonatkoztatott aktivitási koefficiens



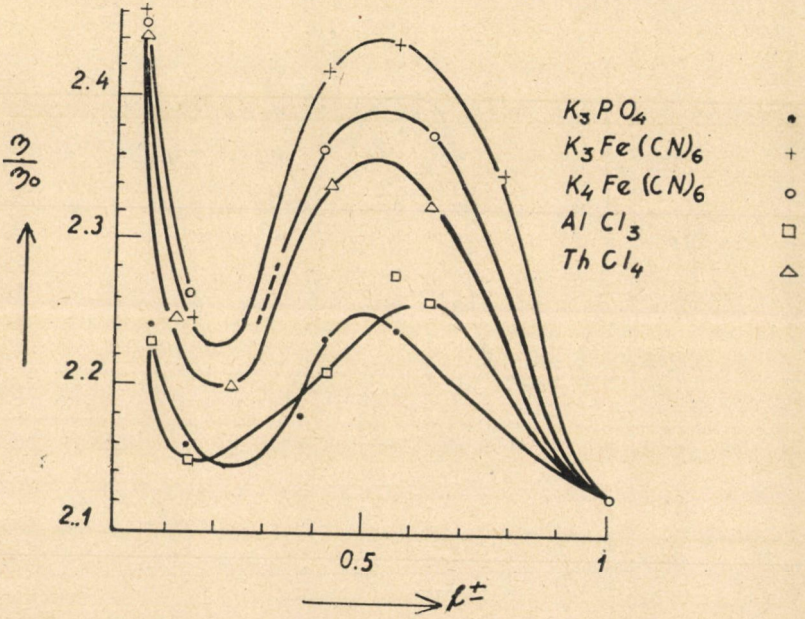
14. ábra. **Neutrális sókat tartalmazó keményítő-szuszpenziók belső súrlódása.**

egyenlő értékeinél közel egyenlő mértékben befolyásolják a kvarcszuszpenziók belső súrlódását. A $\frac{\eta}{\eta_0}$, f_+-görbe, mint a tapadóképesség sin α, f_+-görbéje szintén S-alakú görbe. Tehát kvarc esetében csupán a katiónok aktivitási koefficiense:

$$-\log f_+ = 0,5 \,.\, z_+^2 \,.\, \sqrt{\frac{u}{n_+}}\,.$$

mérvadó.

Csupán a kétértékű katiónokat tartalmazó sóknál ($BaCl_2$, $MgCl_2$, $MgSO_4$), magasabb koncentrációkban mutatkoznak eltérések (13. ábra szaggatott vonal), amennyiben e sók nagyobb koncentrációknál a $\frac{\eta}{\eta_0}$-értékek valamivel kisebbek, mint az egyértékű katiónokra vonatkozó $\frac{\eta}{\eta_0}$-értékek. Ez az eltérés arra vezethető

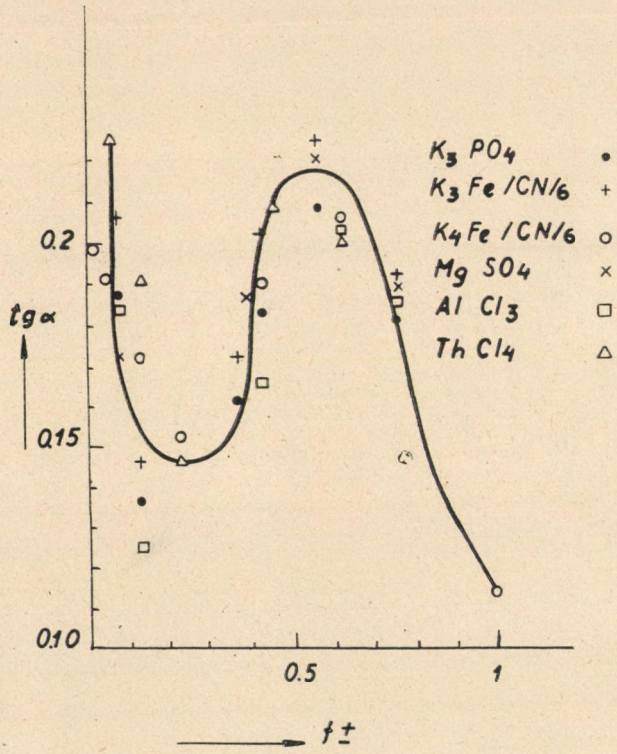


15. ábra. 1—1, 1_2—2, 2—1_2 tipusú neutrális sók befolyása a keményítő-szuszpenziók beiső súrlódására, a keményítő-részecskék vándorlási sebességére és tapadóképességére

vissza, hogy a kétértékű katiónok nagyobb koncentrációban a kvarc felületét nagy mértékben dehidratálják s ennek következtében a kvarcrészecskék — amint ezt korábbi vizsgálataim kapcsán kimutattam — igen laza szerkezetű, rideg, könnyen széteső halmazokat képez.[1] A viszkoziméter kapillárisán történő kifolyás alkalmával e laza szerkezetű halmazok széthullanak kisebb halmazokra, aminek következtében a belső súrlódás látszólag csökken.

[1] A. v. Buzágh: Kolloidchem. Beihefte 32, 114 (1930).

A keményítőnél a viszonyok e tekintetben is lényegesen mások. Keményítőnél az ismertetett anionhatás következtében már eleve ki van zárva, hogy az aktivitási koefficiens tétele oly fogalmazásban, mint a kvarcnál, érvényes legyen. Indokolt volt azonban e



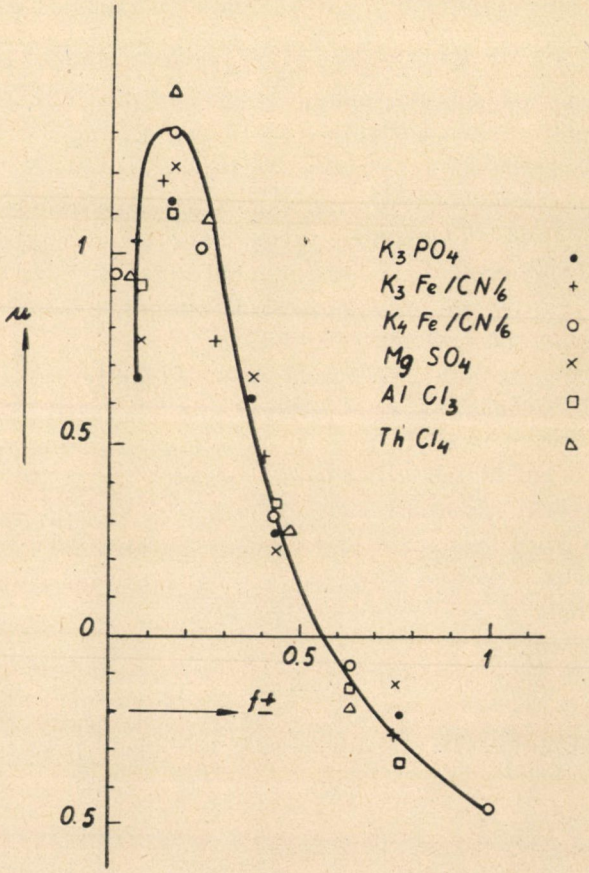
16. ábra 1_3—3, 1_4—4, 2—2, 3—1_3, 4—1_4-tipusú sók befolyása a keményítő-részecskék tapadóképességére.

tétel érvényességét ez esetben az összaktivitási koefficiens $f_{\mp}$ alapján megvizsgálni. Az összaktivitási koefficiens értéke

$$-\log f_{\pm} 0,5 \,.\, z_{+} \,.\, z_{-} \sqrt{u}.$$

Ugyanis a viszonyok hasonlóaknak látszanak azokhoz, amelyeket Ostwald a neutrális sóknak szénen történő adszorpciójánál állapított meg. Az adszorpciónál is mindkét ionnak van mérvadó szerepe és ennek megfelelően Ostwald az erős elektrolitek ad-

szorpciójára az összaktivitási koefficiens értékét találta mérvadónak. A 14—17. ábrák tüntetik fel keményítő esetében a belső súrlódás, a tapadóképesség és az elektrokinetikai vándorlás sebességét az $f_{\pm}$ függvényében.



17. ábra. 1_3—3, 1_4—4, 2—2, 3—1_3, 4—1_4-típusú sók befolyása a keményítő-részecskék vándorlási sebessége.

E grafikonokból a következő szabályszerűségek tűnnek ki:

1. Az 1—1, 2—2 és az 1_2—2 típusú neutrális sók mind az adhéziót, mind a viszkozitást és a vándorlási sebességet azonos mértékben befolyásolják, ha a diszperziós közeg összaktivitási koefficiensének értéke azonos (lásd a 14. ábrát).

2. Az 1_3—3, 1_4—4, 2—2, 3—1_3 és a 4—1_4 típusú vegyületeknél, vagyis azoknál, melyek maximum-minimum-görbe szerint befolyásolják a belső súrlódást és az adhéziót, az aktivitási koefficiens tétele annyiban bizonyult érvényesnek, hogy a belső súrlódás maximuma és minimuma a különböző vegyületeknél azonos $f_{\pm}$-értékeknél lép fel, vagyis a $\frac{\eta}{\eta_0}$, $f_{\pm}$-görbék affinek. Az adhézió és a vándorlási sebesség értékei pedig ezeknél is egy-egy közös görbét határoznak meg (lásd a 15., 16., 17. ábrákat).

Ezek szerint az aktivitási koefficiens tétele abban a fogalmazásban, mint ahogy azt Wo. OSTWALD az erős elektrolitek adszorpciójánál tapasztalta, szintén érvényesnek bizonyult, tehát jellegzetes sajátosságnak kell tekintenünk, hogy a *liofob* szuszpenziók belső súrlódása és a részecskék tapadóképessége között a legmesszebbmenő összefüggés áll fenn.

A bentonit, mint erősen liofil anyag e tekintetben is eltérően viselkedik, amennyiben az elektrolitek által előidézett viszkozitásbeli változására nem érvényes az aktivitási koefficiens tétele. Ez nyilvánvalóan szintén a lioszférák jelenlétére és sajátos befolyására vezethető vissza. Ebből egyúttal az is következik, hogy a nagymértékben szolvatált adszorpciós és elektromos kettősrétegben az ionok aktivitása lényegesen eltér a szabad ionok aktivitásától, valamint a kis mértékben szolvatált adszorpciós rétegben lévő ionokétől.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. febr. 16-én tartott üléséből.)

ÜBER DIE VISKOSITÄT DER SUSPENSIONEN.

Von A. v. BUZÁGH.

Um den Einfluss der massgebenden Faktoren auf die Viskosität von groben Suspensionen festzustellen, wurden Viskositätsmessungen an verschiedenen Typen von groben Suspensionen ausgeführt. Zu den Messungen wurden homodisperse Quarz-, Stärke- und Bentonitsuspensionen angewandt. Quarz- und Stärkesuspensionen stellen Modelle für schwach solvatisierte Suspensionen dar; während aber der Quarz sehr stark aufgeladen ist, hat die Stärke nur geringe negative Ladung. Der Bentonit ist auch in isoelektrischem Zustande stark hydrophil. Es wird insbesondere der Einfluss der Konzentration, des Dispersitätsgrades und der von starken Elektrolyten und damit im Zusammenhang der Einfluss der Haftfähigkeit der Teilchen untersucht.

Es wurde gezeigt, dass zwischen den zwei verschiedenen Haupttypen (hydrophoben und hydrophilen) der Suspensionen ein wesentlicher Unterschied im Verhalten gegenüber den verschiedenen Einflüssen beim Fliessen durch Kapillaren besteht.

Bei Suspensionen mit aufgeladenen Teilchen nimmt die Viskosität mit zunehmender Menge der suspendierten Teilchen in jedem Falle entsprechend einer zur Abszissenachse konvex verlaufenden Kurve zu. Die Abhängigkeit der Viskosität von der Suspendierten Menge lässt sich mit der Gleichung

$$\eta = \eta_0 (1 + k_1\varphi + k_2\varphi^2)$$

ausdrücken. Bei Quarz- und Stärkesuspensionen mit *isoelektrischen* Teilchen ändert sich die Viskosität mit der Konzentration entsprechend der Gleichung $\eta = \eta_0 (1 + k\varphi)$ linear. Die Konstante k ist grösser als 2·5 und ändert sich mit dem Dispersitätsgrad ent-

sprechend einer ähnlichen Kurve, wie sie für die Änderung der Haftfähigkeit der Quarzteilchen mit dem Dispersitätsgrad festgestellt wurde. Dagegen ändert sich die Viskosität der Bentonitsuspensionen auch im isoelektrischen Punkt entsprechend einer konvexen Kurve. Die Quarz- und Stärkesuspensionen zeigen im aufgeladenen Zustande keine Strukturviskosität, demgegenüber ist bei Bentonitsuspensionen eine starke Strukturviskosität sowohl im aufgeladenen wie im isoelektrischen Zustande festzustellen. Werden die Quarz- und Stärketeilchen entladen, so zeigen ihrer Suspensionen gleichfalls Strukturviskosität. Die Entladung der Teilchen bewirkt in jedem Falle eine Erhöhung der Viskosität. Aus diesen Ergebnissen wurde gefolgert, dass bei der Viskosität von hydrophoben Suspensionen die Ladung und damit im Zusammenhang die Haftfähigkeit der Teilchen und bei den hydrophilen Suspensionen ausserdem der Einfluss der Lyosphären eine massgebende Rolle spielt.

Es wurde untersucht, inwieferne ein Parallelismus zwischen der Viskosität, Haftfähigkeit und Wanderungsgeschwindigkeit in Anwesenheit von starken Elektrolyten besteht. Es wurde eine Methode zur Bestimmung der Haftfähigkeit von Stärketeilchen. beschrieben, die auf die Messung der Böschungswinkel beruht Die starken Elektrolyte beeinflussen die erwähnten Eigenschaften der drei verschiedenen Suspensionen verschiedenartig. Bei den Quarz- und Stärkesuspensionen zeigt sich ohne Ausnahme die Regelmässigkeit, dass die verschiedenen Elektrolyte die Viskosität der hydrophoben Suspensionen in dem Sinne beeinflussen, wie sie auch die Haftfähigkeit der suspendierten Teilchen erhöhen, bzw. erniedrigen. Im isoelektrischen Punkt tritt bei diesen Suspensionen ein Maximum der Viskosität und Haftfähigkeit auf.

Ein Unterschied zwischen Quarz und Stärke besteht darin, dass bei Quarzsuspensionen nur die Kationen ausschlaggebend sind, bei Stärkesuspensionen dagegen auch der Einfluss der Anionen zur Geltung gelangt. Dies hängt mit den kapillarelektrischen Eigenschaften der reinen Oberfläche der Quarz- bzw. Stärketeilchen zusammen. Diese Übereinstimmungen, zugleich aber auch Abweichungen kommen besonders deutlich auch darin zum Ausdruck, dass sich der Aktivitätskoeffizienten-Satz für die Viskosität

sowohl bei Quarz- wie bei Stärkesuspensionen für gültig erwiesen hat. Während aber bei Quarzsuspensionen der Kationenaktivitätskoeffizient ausschlaggebend ist, ist bei den Stärkesuspensionen infolge der gleichzeitigen Kationen- und Anionenwirkung der Gesamtaktivitätskoeffizient als massgebender Parameter einzuführen.

Die Bentonitsuspensionen verhalten sich auch in Anwesenheit von Eelektrolyten wesentlich anders. Es besteht kein Parallelismus zwischen der Viskosität und der elektrophoretischen Wanderungsgeschwindigkeit, wenn neben der Entladung zugleich auch eine Dehydratation eintritt. Infolge des Einflusses der Lyosphären ist der Aktivitätskoeffizienten-Satz für die Anderung der Viskosität von Bentonitsuspensionen nicht gültig. Dies stellt einen charakteristischen Unterschied zwischen hydrophoben und hyrophilen Suspensionen dar.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. Februar 1942.)

A KÉN SZEREPE SZERVES ANYAGOK HŐOKOZTA BOMLÁSAKOR.

ROMWALTER ALFRÉD-tól.

Székfoglaló értekezés.

Ként tartalmazó vagy kénnel kevert szerves anyagoknak a levegő kizárása mellett bomlásig való felhevítésekor mindig keletkezik kénhidrogén. Kénnel kevert szerves anyagok ilyen «száraz» lepárlása alkalmával gyakran bőséges kénhidrogéntermeléséről talán már az ókori népek is tudtak, mert az alexandriai egyetem neveltje, PAULOSZ ÉGINÉTÉSZ, Kr. u. a VII. században az orvostudományról írt összefoglaló művében igen bevált gyógyszerekül ajánlja az olajokból, kénvirággal való hevítés révén előállítható balzsamokat. Hasonló készítmények a XIX. század küszöbéig megjelent gyógyszerkönyvekben mindig emlegetett «Balsamum sulphuris therebintinatum, anisatum, foeniculatum» stb., valamint a megfelelő gyantásabb «corpora balsamorum». Azonban nem a kénhidrogén érdekelte a régi szerzőket, hanem a vele együtt keletkezett egyéb termék és talán HUGO REIMSCH 1838. évi dolgozata [1] mutat reá először a kénnel hevített lenolajból vagy faggyúból bőségesen fejlődő kénhidrogénre. Azóta sok közlemény és szabadalmi leírás ismertetett efféle eljárást kénhidrogén előállítására. Csupán a «Chemisches Zentralblatt» referátumai alapján a következő irodalmi helyeket említhetjük. V. MERZ és W. WEITH szerint [2] anilin és kén elegyének hevítésekor bőséges H_2S fejlődése közben «Thioanilin» képződik a következő egyenlet szerint:

$$2C_6H_5NH_2+S_2\rightarrow H_2S+(C_6H_4NH_2)_2S.$$

[1] HUGO REIMSCH: Untersuchungen der Verbindungen der Schwefels mit fetten Ölen. Journal für praktische Chemie 13 (1838) 136.

[2] V. MERZ u. W. WEITH: Über Thioanilin und Thiotoluidin. Ber. d. deutschen Chem. Ges. 4/1 (1871) 384—385.

JOHN GALLETLY közli,[3] hogy paraffin és kén üveglombikban hevítve folytonos áramban szolgáltat H_2S gázt; a hevítés félbeszakítására a gázfejlődés megszűnik, újabb hevítésre ismét megindul. A fejlődő H_2S vattán való szűrés után analitikai célra alkalmas. A. LIDOW H_2S előállítására ásványolajoknak olvasztott kénbe való csöpögtetését javasolja.[4] M. BERTHELOT is említi,[5] hogy szerves vegyületek kénnel hevítve H_2S-t termelnek. J. FLETCHER ismét kén és paraffin hevítését ajánlja a H_2S előállítására.[6] J. TAYLOR szerint[7] olvasztott kénen átbuborékoltatott világítógáz szabad hidrogéntartalmának fele H_2S-sé alakul, míg a szénhidrogének változatlanok maradnak. PROTHIÈRE[8] közli, hogy 30 g vazelin+70 g kén keverékének hevítésekor 48·18 l kénhidrogén fejlődik. PAUL MOCLEALLE[9] azt tapasztalta, hogy kén és szacharóz összeolvasztásakor olyan terméket kapunk, amely vízben lassankint H_2S-t termel. Gyorsabban szolgáltatja a H_2S-t az a termék, amelyet a szacharóz-kénolvadék szódaoldatban való feloldása és az oldat beszárítása révén kapunk. Igen érdekesek a VOURNAZOS-féle formiátoxalátreakciók idevágó részletei.[10] A 120° C-on szárított, majd 160° C-on teljesen vízmentesített nátriumformiát 210° C-nál nagyobb hőmérsékleten a $2NaHCOO \rightarrow H_2 + Na_2C_2O_4$ egyenlet szerint hidrogéngázt és nátriumoxalátot és ez az utóbbi tovább hevítve az $Na_2C_2O_4 \rightarrow Na_2CO_3 + CO$ egyenlet szerint nátriumkarbonátot és szénmonoxidot szolgáltat. Ha azonban a száraz nátriumformiáthoz megfelelő mennyiségű száraz nátriumhidroxidot elegyítünk, akkor a $CO + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2$ egyenlet szerint a szénmonoxid helyett szintén hidrogén fejlődik. Viszont a száraz, sztöchiometriai nátriumformiát—kén—nátriumhidroxid elegyből 400° C hőmér-

---

[3] JOHN GALLETLY: Chem. N. 24 (1871) 187, ref. Ch. Z. 1871. 738.

[4] A. LIDOW: Darstellung von Schwefelwasserstoff durch Einwirkung von Oleonaph a auf Schwefel. Ber. d. deutschen Chem. Ges. 14 (1881)2712.

[5] Compte Rendu 1874.

[6] J. FLETCHER: Ref. Ch. Z. 1879. 154.

[7] J. TAYLOR: Chem. N. 47 (1883) 145, ref. Ch. Z. 1883. 261.

[8] PROTHIÉRE: L'Union phaimac. 1902. Nr. 12 és Phaim. Ztg. 48, 78—79, ref. Ch. Z. 1903, 492.

[9] PAUL MOCLEALLE: D. R. P. 164, 322, ref. Ch. Z. 1905, II. 1568.

[10] VOURNAZOS: Compte Rendu 150, 465, ref. Ch. Z. 1910. I. 1415. II. 1122—1123.

sékleten a $2NaHCOO+2S+2NaOH \rightarrow 2Na_2CO_3+2H_2S$ egyenlet szerint kénhidrogén fejlődik. E. MANNHEIMER előadási kísérletként ajánlja [11] a H_2S közvetlen szintézisét hidrogénnek forró kénbe való vezetésével. BENJAMIN T. BROOKE és IRWIN E. HUMPHRY hangsúlyozzák,[12] hogy az ásványolajokból, kénnel való hevítés révén előállított kénhidrogén termelési költsége $^1/_5$ része a ferroszulfidból, savval előállítottának és az előbbi előállításmódot az ERDMANN féle «thiozonidok»[13] keletkezésével magyarázzák, amennyiben ezek a sárga, olajszerű közbeeső termékek fokozódó hőmérsékleten H_2S képződés közben bomlanak. ABRAHAM HENWOOD, RAYMOND M. GAREY, WOOLF GOLDBERG és ELMER FIELD[14] úgy vélik, hogy a paraffin és kén elegyének száraz lepárlásakor a $C_n H_{2n+2} + (n+1) S \rightarrow (n+1) H_2 S + nC$ egyenlet szerint keletkezik H_2S. A Tubize Artificial Silk Company of Amerika U. S. A. kátrányolajnak és efféle anyagoknak kénnel való hevítése révén gyárt kénhidrogént és erre az eljárásra francia szabadalmat is kapott.[15] Értékes megfigyeléseket közöltek R. VONDRAČEK és K. KRAVCOV.[16] Szerintük 420° C-nál kisebb hőmérsékleten a H_2, avagy a H_2O nem bontja meg a piritet. Szenek hidrogénáramban lepárolva nagyobb H_2S-kihozatot szolgáltatnak, mint N_2-áramban. A szenek szerves kénvegyületekben foglalt kéntartalma lassú melegítés közben több H_2S-t szolgáltat, mint gyors melegítéssel. A fent többekkel együtt említett RAYMOND M. GAREY amerikai szabadalmat kapott[17] a kénhidrogénnek 110° C-nál

---

[11] E. MANNHEIMER: Ztschr. für phys. chem. Unterricht. 26. (1913) 368, ref. Ch. Z. 1914. I. 325.

[12] BENJAMIN T. BROOKE és IRWIN E. HUMPHRY: Ref. Ch. Z. 1818. I. 972.

[13] ERDMANN: Liebigs Ann. 362. 133.

[14] ABRAHAM HENWOOD, RAYMOND M. GAREY, WOLF GOLDBERG, ELMER FIELD: Journ. Franklin Inst. 199, 685—686. Philadelphia, Central High School, ref. Ch. Z. 1925, II. 533.

[15] Tubize Artificial Silk Company of Amerika 587. 440. számú francia szabadalma, ref. Ch. Z. 1925. II. 594.

[16] R. VONDRAČEK és K. KRAVCOV: Chim. et Ind. 17, külön szám, 324—333. oldal, ref. Ch. Z. 1927. II. 2249.

[17] RAYMOND M. GAREY: 1., 623., 942. sz. U. S. A. szabadalma, ref. Ch. Z. 1927. II. 156.

nagyobb forrpontú paraffinszénhidrogénfélék, kén és aszbeszt elegyéből, hevítéssel való előállítására. W. F. Faragher, J. C. Morrel és S. Comay[18] a kéntartalmú szerves vegyületek hőbomlásakor keletkező termékek között, az állandóan előforduló H_2S mellett, találtak kénmentes és kéntartalmú egyéb vegyületeket is. H. Gfeller és K. Schaefer a kénhidrogén előállítására 25 sr. reszelt paraffin, 15 sr. kénvirág és 5 sr. aszbesztrost elegyének hevítését ajánlják.[19] Raymond F. Bacon amerikai szabadalma[20] kénhidrogénnek hidrogéngáz nyomás alatt olvasztott kénből való előállítására vonatkozik. Ugyanide vágnak mindama ipari értelemben is jelentős hidrogénező eljárások, amelyek szenek, ásványolajok és egyéb kéntartalmú szerves anyagok összes kénjét krakkhőmérsékleten, kénálló katalizátorok (elsősorban molibdén- és wolframvegyületek) jelenlétében, nagy nyomású hidrogénnel, H_2S alakban a gázfázisba juttatják és Varga József úttörő munkája nyomában fejlődtek.[21] Chinubhai T. Blatt, Krishna S. Nargund, Darab D. Kanga és Madhavlal S. Shah[22] tiszta acetiléngázt olyan edénybe vezettek, amely 290 és 390° C közötti hőmérsékletre hevített ként tartalmazott és a keletkezett termékek között széndiszulfid, kénhidrogén, tiofenol és elemi szén mellett tiofénnyomokat tudtak kimutatni. Paul H. Bodenstein gázalakú, avagy folyékony szénhidrogénekből *Fe-Al*, avagy *Fe-Ni-Cr*-ötvözetek katalizáló közreműködésével, 450 és 700° C közötti hőmérsékleteken, kénnel kénhidrogént állít elő.[23] A North American Rayon Corp. New York eljárása[24] szerint víz- és fémoxidkatalizátorok

---

[18] W. F. Faragher, J. C. Morrel, S. Comay: Ind. Engin. Chem. 20. 527—532. Chicago (III.), ref. Ch. Z. 1928. II. 120.

[19] H. Gfeller u. K. Schaefer: Schweiz. Apoth. Ztg. 67. 109—110, ref. Ch. Z. 1929. I. 1970.

[20] Raymond F. Bacon: 1 699 596. számú amerikai szabadalma, ref. Ch. Z. 1929. I. 1850.

[21] Varga József és a Holzverkohlungs Ind. A. G. Konstanz. 313 505. számú angol szabadalma.

[22] Chinublai T. Blatt, Krishna S. Nargund, Darab D. Kanga és Madhavlal S. Shah: I. Univ. Bombay 3. 159—160. Ahmedabad, Guyarat Coll., ref. Ch. Z. 1935. I. 2968.

[23] A. Meigs, Bassett and Slaugther, Inc. Philadelphia, Pa., Paul H. Bodenstein-féle átruházás révén szerzett, 1 981 161. számú U. S. A. szabadalma, ref. Ch. Z. 1935. I. 2574.

jelenlétében 5—30 atm. nyomás mellett kénnel hevítenek olajokat, zsírokat, paraffint, cellulózét stb., a képződött H_2S-t vízgőzzel együtt elvezetik és különválasztják. Néhány évvel ezelőtt PRAUSNITZ, majd PALASCIANO [25] ajánlották laboratóriumi használatra az 1 sr. reszelt paraffin-, 2 sr. kénvirág- és 1 sr. diatomeaföld—aszbeszt-keverék lombikban való hevítésével eszközölt H_2S-termelést. A reakcióról csak annyit mondanak, hogy lefolyása tisztázatlan.

A felhozott irodalom eléggé szemlélteti, hogy hevülő szerves anyagok hidrogénjéből kén jelenlétében általában keletkezik kénhidrogén. Viszont régi tapasztalás az is, hogy szerves vegyületek hidrogéntartalma hevítéskor annál nagyobb mértékben szabadul fel elemi alakban, mennél nagyobb a hőmérséklet. Ennélfogva igen valószínűnek látszik, hogy a szerves vegyületek hőbomlása során felszabaduló («nascens», vagyis átmenetileg atomos) hidrogén a kén «hidrogénezése» révén szolgáltat kénhidrogént. A molekuláris hidrogén és kéngőz egyensúlyát olyan hőmérsékleteken, amelyek mellett a kéngőzzel együtt szilárd kén is lehet a rendszerben POLLITZER tisztázta.[26] Ilyen körülmények között a

$$H_2 + S \text{ (rombos és gőz)} \rightleftarrows H_2S$$

egyenlet értelmében $K_p = p_{H_2}/p_{H_2S}$, illetőleg NERNST közelítő képlete alapján, POLLITZER szerint

$$\log K_p = -\frac{4800 + 2T}{4{\cdot}6\,T} - 1{\cdot}4.$$

Ez a kifejezés mérési eredmények nagyságrendjével egyező egyensúlyállandókat szolgáltat; értékük 20 és 80·7° C között 10^{-6}-tól $7{,}7{\cdot}10^{-6}$-ig emelkedik. Nagyobb hőmérsékleten, csupán S_2-gőz, H_2 és H_2S kölcsönhatása mellett (vagyis gázalakú, homogén rendszerben) PREUNER és SCHUPP.[27] majd utánuk több más kutató vizsgálta meg a szóban forgó egyensúlyt. A $2H_2 + S_2 \rightleftarrows 2H_2S$ egyen-

---

[25] PRAUSNITZ (Jena): Ztschr. f. angew. Chemie 51 (1938). 77. és L. PALASCIANO (Bologna): Ztschr. f. anal. Chemie 111. (1937—38). 263—264.

[26] POLLITZER: Ztschr. f. anorg. Chem. 64 (1909). 121.

[27] G. PREUNER u. W. SCHUPP: Dissoziation des Schwefelwasserstoffes. Zschr. f. physik. Chemie, 68 (1910). 157—168.

let értelmében gázalakú, homogén rendszerben NERNST közelítő képlete alapján PREUNER és SCHUPP szerint

$$\log K_p = -\frac{40000 + 2T}{4{\cdot}6\,T} + 1{\cdot}75 \log T + 0{\cdot}2 = \log \frac{p^2_{H_2} \cdot p_{S_2}}{p^2_{H_2S}}$$

és az egyensúlyállandó értéke 702 és 1027° C között $0{\cdot}89.10^{-4}$-től 260.10^{-4}-ig emelkedik.

Ám az előljáróban (1)-től (25) szám alatt idézett irodalom elsősorban a 100 és 500 °C között beálló H_2S képződésről szól, tehát a H_2S ilyen hőmérsékleteken bekövetkező bomlásáról csak annyit mondanak a POLLITZER-, illetve a PREUNER- és SCHUPP-féle adatok, hogy a K_p értéke 100 és 500° C között $7{\cdot}7.10^{-6}$-nál nagyobb, illetve $0{\cdot}89.10^{-4}$-nél kisebb. BODENSTEIN már régebben megállapította,[28] hogy a $H_2 + S \rightleftarrows H_2S$ folyamat 350° C alatt a felső nyíl irányában gyakorlatilag teljesen, de csak lassan megy végbe; a reakciósebesség egyenlete $dx/dt = k(a-x)\ (B-x/8)^{1/2}$, ahol «$a$» a H_2, «B» pedig gyakorlatilag az S_2 molekulákból álló kéngőz eredeti koncentrációját, «x» a folyamat következtében beállt koncentrációcsökkenést és «k» a sebességállandót jelenti. Ezt az egyenletet úgy magyarázhatjuk, hogy az $S_8 \rightleftarrows 4S_2$ egyensúly sohasem állhat be, mert az $S_2 \rightleftarrows 2S$ folyamat a képződött S_2 molekulákat azonnal elfogyasztja, tehát az S_2 molkoncentrációja minden pillanatban arányos az S_8-éval, nem pedig az — egyensúly konst. $= (S_8)/(4S_2^4)$ egyenlete alapján — az S_8 mólkoncentrációjának negyedik gyökével. Ha immár a fentiek szerint az $S_2 \rightleftarrows 2S$ egyensúly beáll és ennek konst. $= (S_2)/(2S)^2$ egyenlete alapján $S = \sqrt{(S_2)/4 \text{ konst.}} = v\,B^{1}/_{2}$, ahol v arányossági tényező. Itt reá kell mutatnunk arra, hogy BODENSTEIN sebességegyenlete akkor is fennállhat, ha nem csupán a kén, hanem a hidrogén is atomosan vesz részt a folyamatban. Az előbbiekhez hasonlóan feltehetjük, hogy a $H_2 \rightleftarrows 2H$ folyamat ilyen hőmérsékleten lassú a $2H + S = H_2S$ folyamathoz képest, tehát sohasem állhat be a konst. $= (H_2)/(2H)^2$ egyenlettel jellemzett egyensúly mert a $2H + S = H_2S$ folyamat a képződött H-atomokat azonnal elfogyasztja, tehát a $H_2 \rightleftarrows 2H$ egyensúly be sem áll, hanem a

[28] BODENSTEIN: Zschr. f. physik. Chemie, 29 (1899). 315.

(*H*) koncentráció mindenkor arányos a H_2-ével. Ez a feltevés valószínűbb is, mint a H_2 molekulák közvetlen reakciója, mert általában a «nascens» hidrogént tartjuk reakcióképesnek. Sőt ez a feltevés első tekintetre igen alkalmasnak ígérkezik a hidrogéntartalmú szénvegyületek kénnel való hevítésekor bekövetkező H_2S-képződés megmagyarázására. A szerves vegyületek hőbomlása («krakkolása») okvetlenül szolgáltat elemi hidrogént, tehát minden további feltevés nélkül érthető volna, hogy a felszabadult hidrogén a kéngőzzel reagál és H_2S keletkezik. De ilyen úton legfeljebb annyi H_2S-t várhatunk, amennyi az illető vegyület krakkolódása során felszabaduló hidrogénből képződhetik és ez a következtetés nem felel meg az ([1])—([25]) szám alatt említett irodalom számos kihozatal-adatának, mert a 100 és 500° C hőmérséklethatárok között bekövetkező krakk csak kevés elemi hidrogént szabadít fel a szerves vegyületekből, holott a tapasztalatok szerint gyakran tetemes a H_2S-kihozat. Még kevésbbé egyeztethető össze a H_2S-nek elemekből, a gázfázisban feltett szintézise a szóbanforgó kénhidrogénképződés kísérőjelenségeival, amint ez a következőkből kitűnik.

Kísérleti rész.

Az idevágó irodalomban a H_2S-termelésre többször ajánlott paraffin—kénelegy a legegyszerűbb kísérleti körülményeket biztosítja a folyamat lefolyásának megfigyelésére. L. Palasciano a 2 sr. kénvirág + 1 sr. diatomaföld-aszbeszt + 1 sr. reszelt paraffin elegyét ajánlja, de egynemű keverékek előállítására alkalmasabbnak látszott a diatomeaföld-aszbeszt helyett csupán az izzított diatomeaföld. A paraffin a C_nH_{2n+2} képlet nagy «*n*» értékekre vonatkozó súlyaránya szerint súlyrészenként kereken 1/7 sr. hidrogént szolgáltat és legfeljebb 16/7, felkerekítve 2·29 sr.-ként igényelne a H_2S szintézis szempontjából, tehát a Palasciano-féle elegy némi hidrogénfelesleggel készül. Ha tehát M. Garey, W. Goldberg és E. Field szerint[29] a

$$C_nH_{2n+2} + (n+1)\,S \rightarrow (n+1)\,H_2S + n\,C$$

[29] L. c. 14.

egyenlet szerint menne végbe a folyamat, akkor az elegy minden grammjából 350 normál cm³ H_2S fejlődne; mellette esetleg legfeljebb 50·4 normál cm³ H_2-gáz és szilárd maradékként koksz keletkezne. Érdekes ebből a szempontból a régebbi PROTHIÈRE-féle közlemény,[30] mert szerinte 30 súlyrész vazelin és 70 sr. kén hevítésekor 48·18 normál l H_2S keletkezik. Ez az elegy a hidrogénhez képest némi kénfelesleget tartalmaz, a 48·18 normál l H_2S az elegy összes hidrogénjét igénybe veszi, tehát a H_2S mellett csak némi kén és a koksz várható.

Előzetes kísérletkép a fentemlített, némileg módosított PALASCIANO-féle előírás szerint készült elegy (1 sr. reszelt paraffin + + 2 sr. kén + 1 sr. kiizzított diatomeaföld) 4 g-ját kis frakcionáló lombikban hevítettem. A frakcionáló lombik nyakát elzáró dugón keresztül hőmérő nyúlott a lombik nyakába; a hőmérő higanya magasságában a nyakból kiágazó csövön, majd vízzel hűtött, analitikai mérlegen lemért U csövön és végül vizen keresztül távozott a H_2S. A hevítés bizonyos távolságban a lombik alatt égő, fojtott Bunsen-lánggal történt. A gázfejlődés igen símán haladt, a hőmérő fokozatosan emelkedett, de a leírt fűtésmód mellett 210° C-on megállapodott; ezen a hőmérsékleten az élénk gázfejlődés egy ideig még tartott, majd lassulva megszűnt. A bemért elegy tömege 3·9831 g, a 210° C legnagyobb hőmérséklet mellett beállott tömegcsökkenése 0·6358 g volt. A készülékbe visszahelyezett lombiknak valamivel feljebb emelt lánggal, folytatólagosan eszközölt hevítésére újra megindult a gázfejlődés, majd 220° C-on igen élénken tartott, végül lassult és ismét megszűnt. A második hevítés okozta tömegcsökkenés 0·6362 g, a két hevítéssel bekövetkezett összes tömegcsökkenés tehát 1·2720 g volt. A lombik gázelvezető csövének nyílása körül különös szagú, sárga folyadék cseppjei sűrűsödtek meg, a lombik nyakában és csövében sárga, «Blau-gáz» kátrányára emlékeztető szagú, viaszszerű anyag, a lombik fenekén fekete, hólyagos, könnyen morzsolódó félkoksz maradt. Ez a félkoksz az üvegről többé-kevésbbé leválik; a levált felület sok helyen tükörsíma, fekete, fényes, akárcsak a csiszolt «jet» (gagat). A távozó H_2S a vizen keresztül buborékok-

[30] L. c. 8.

ban emelkedett fel, a vizet telítette, de nem zavarosította. Az elnyelő víz elé iktatott, hűtött U csőben csak 0·0221 g víz sűrűsödött meg, tehát a lombikból kátrányjellegű anyag nem távozott.

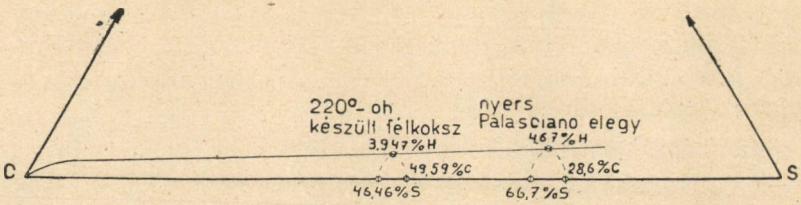
A félkoksz egy részének elhamvasztása, illetőleg hamutartalma alapján a félkoksz tömege is könnyen megállapítható, mert a diatomeaföld mennyisége a kísérlet folyamán változatlan. A hamvasztást megelőző, fedett tégelyben végzett kokszolás alatt a félkokszból távozó gáz világító lánggal égett és erősen SO_2-szagú füstgázt szolgáltatott. A 0·8050 g félkokszból 0·5515 g koksz és a következő hamvasztáskor ismét SO_2-szagú füstgáz keletkezett és 0·2930 g hamu maradt. A bemért 3·9821 g PALASCINO-féle elegyben 3·9821/4=0·995 g volt a diatomeaföld, tehát a 0·805 g félkoksz hamutartalma (100.0·293/0·805=36·4%) és a 0·364 x=0·995 egyenlet alapján a félkoksz tömege x=2·734 g. Ez a számított félkokszmennyiség nyilván túlnagy, mert a bemért PALASCIANO-elegy tömegénél csak 1·2481 g-mal kevesebb, holott a mért tömegcsökkenés 1·272 g. Éppen az utóbbi különbségnek kellene kisebbnek lennie, mert csak a távozott H_2S tömegével egyenlő, holott az előbbi, számított különbség a H_2S tömegén felül a hevítés során a lombik nyakában megsűrűsödött folyékony és szilárd termékeket is felöleli. Bizonyára a hamutartalom az átlagosnál kisebbnek adódott, mert a félkoksz nem homogén. Amint látni fogjuk, más jelek is a félkoksz egyenetlen alkatára utalnak.

A 220° C-ig való lepárláskor megmaradt félkoksz üvegről levált felületének tükröző volta arra mutat, hogy a lombik fala hevítéskor a belszínén is sokkal melegebb volt, mint a (lombik nyakába merülő hőmérő higanyedényét hevítő) távozó H_2S gáz; ez a tükröző felületi hártya bizonyára a K. A. és U. HOFMANN «Glanzkohlenstoff»-jával azonos.[31] Ez a szénféleség 600° C-tól kezdődően, síma hőközlő felületeken, krakk révén keletkezik mégpedig elsősorban paraffin-szénhidrogénekből. Amíg tehát a lombik nyakában a hőmérő 220° C-t mutat, addig a hevülő elegy legalsó rétegének hőmérséklete esetleg az 500° C-t is meghaladja.

[31] Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft, 59 (1926, Band II, Abt. B). 2433.

Ez a helyi túlhevülés a leváló elegy pépes állapota és bomlásának bizonyára hőt igénylő volta mellett könnyen érthető és arra figyelmeztet, hogy a félkoksz valószínűleg rétegenkint elütő összetételű. Ezért inkább csak a félkoksz átlagösszetételéről lehet szó. Ha feltételezzük, hogy állandóan csak H_2S távozik a lombikból, akkor a PALASCIANO-elegynek csupán kén- és paraffintartalmára vonatkoztatott elemi összetétele, illetve a hevülés után maradt félkokszáé a következő. A 2 g kén és 1 g paraffinban: 0·143 g=4·67% a hidrogén, 0·857 g=28·6% a szén és 2·000 g=66·7% a kén (távozott: 1·272 g H_2S-ben 0·0748 g hidrogén és 1·1972 g kén); a 2·728 g-nyi félkokszban és kondenzátumban 1·728 g a «tiszta félkoksz», az utóbbiban pedig 0·0682 g=3·947% a hidrogén, 0·857 g=49·59% a szén és 0·8028 g=46·46% a kén.

Ezeknek az adatoknak a háromszögkoordinátákban megszerkesztett képe igen érdekes. E végből elég az egyenlőoldalú háromszög alapi sávjának az ábrázolása. Első tekintetre meglátszik ennek



és a fa vagy tiszta lignitkokszolás ugyancsak háromszögkoordinátákban rajzolt képének benső hasonlatossága. Az utóbbi esetekben kén helyébe oxigént kell írnunk és más arányokkal, de egészen hasonló képet kapunk. Ez a hasonlatosság világosan kifejezi, hogy a PALASCIANO-elegy leírt hevítése kapcsán ugyanolyan folyamat megy végbe, mint fa vagy ásványszén párlásakor, vagyis «szenesedés». WIELUCH [32] találó magyarázata szerint a szenesedés folyamán a szenesedő anyagban a szénatomok vegyértékeik egyre nagyobb részét kötik le egymás között. A WIELUCH idevágó kutatása óta eltelt negyedszázad során a szenesedés röntgenvizsgálata bebizo-

[32] Ztschr. d. oberschles. Berg.- u. Hüttenmännischen Vereines. 66 (1927) 2. és 45. 67 (1928). 149.

nyította ennek a magyarázatnak igaz voltát, valamint azt is, hogy a szenesedő anyag szénvázának rácsszerkezete egyre jobban megközelíti a grafitét.[33]

A PALASCIANO-féle elegyből a leírt módon előállított félkoksz 2 sr. kálilúgban hetekig áztatva barnássárga oldatot szolgáltat; színe alapján poliszulfidosnak látszik ez az oldat, de szulfidcsapadékot sem káliumplumbitos lúggal, sem ammóniás ezüstnitrátoldattal nem ad; a barnássárga lúgos oldat egy másik részletének megsavanyítására kéndioxid szag és kevés, szennyes kéntejcsapadék mellett SiO_2-gel leválása észlelhető, sőt az utóbbi hamarosan meg is kocsonyásítja az oldatot. A félkoksz lúggal főzve már néhány perc mulva barnássárga oldatot szolgáltat, de ez a gyorsan készült oldat másként viselkedik: ammóniás ezüstnitrátoldattal azonnal sötét csapadékot ad, megsavanyítva azonnal bőséges kéntej válik ki belőle. A lassú oldódáskor, nyilván oxidáció miatt, tioszulfát keletkezik; a gyors oldódáskor erre idő nincsen, ezért a poliszulfid iont kimutathatjuk. De a lassan és gyorsan készült oldatban a sárga mellett egyaránt mutatkozó barna szín, amely a lassan készült oldat savanyításakor képződött kisebb mennyiségű kéntejet észrevehetően szennyezte, a barnaszenekből lúgokkal kioldható huminsavakra emlékeztet és könnyen meglehet, hogy a paraffin-kénelegy hevítésekor tiohuminsavak képződnek. Az imént említett HOFMANN-féle tapasztalat, vagyis a szenesedő anyagok szénvázának egyre inkább ciklusos, sőt policiklusos szerkezete mutatja az átalakulás útját az alifás szénhidrogénektől a ciklusos huminsav felé. A fokozatosan záródó széngyűrűk oldalláncai kén hatására éppúgy szolgáltathatnak karbónsavat, mint oxidáció alkalmával: $2RCH_3+3S_2 \rightarrow 4H_2S+2RCSSH$. Így tehát tiokarbonsav mellett kénhidrogén, majd például a $2RCSSH \rightarrow H_2S+(RCS)_2S$ egyenlet szerint újabb H_2S lehasadása közben akár a karbonsavanhidridek tioanalogonja is keletkezhetik. Az átalakulás első lépése a szénhez kötött hidrogénatomok helyettesítése kénnel és könnyen elképzelhető, hogy így alkoholok, aldehidek, ketonok, fenolok és kinónok tionanalogonjai, majd H_2S molekulák lehasa-

[33] HOFMANN és munkatársai: Ber. d. deutschen chem. Gesellschaft. 61 (1928). 435. 63 (1930). 1248 és Liebigs Annalen d. Chemie 510 (1934). 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sorozatszám	Elegyalkat *Rp.*	Bemérés g	*H* aequivalens.10^3 / *S* aequivalens.10^3 felesleg ?	*S*+organikus anyag g	félkoksz g	sublimatum g	H_2S g	H_2S norm. cm^2/g bemérés	Σ félkoksz+sublimatum+H_2S a bemérés %-ában	a «tiszta félkoksz» az 5. rovatbeli *S*+org. anyag %-ában	a 10. rovatbeli Σ — a 3. rovatbeli bemérés a bemérés %-ában és előjele	a sublimatum az 5. rovatbeli (*S*+org. anyag) %-ában	a H_2S-beli *H* a bemért *H* %-ában	a H_2S-beli *S* a bemért *S* %-ában	az 5. rovatbeli félkoksz-súlyból levonandó hamú-alkatrészek tömege	mért hamú
VII	2 sr. *S* flores 1 sr. terra silicea calcin. 1 sr. paraffinum solidum	0·1152	4·1/3·6 *H* felesleg	0·0864	0·0362	0·0611	0·017	97·2	99·2	8·33	—0·782	70·7	24·4	27·8	—	0·0290
X	2 sr. *S* flores 1 sr. terra silicea calcin. 1·33 sr. sapo medicinalis	0·1732	5·6/5 *H*	0·12752	0·0766	0·02405	0·0602	222·9	92·86	24·25	—7·15	18·87	65·8	70·95	0·04567	0·0480
XI	2 sr. *S* flores 1 sr. terra silicea calcin. 1·33 sr. sapo medicinalis 0·433 sr. MoO_3	0·1755	5·2/4·6 *H*	0·123	0·0872	0·0239	0·06317	238·7	99·24	19·02	—0·70	19·42	71·5	80·5	0·06383	0·0583
XII	2·4 sr. *S* flores 1·2 sr. terra silicea calcin. 0·9 sr. paraffinum solidum 0·29 sr. Na_2CO_3	0·1880	5·04/5·88 *S*	0·1296	0·0569	0·0990	0·0320	112·0	99·95	2·3	—0·054	76·2	37·3	31·9	0·0534	0·0558
XIII *a*	0·7 sr. *S* flores 2·2 sr. terra silicea calcin. 1·5 sr. Natrium benzoicum	0·4718	5·88/4·69 *H*	0·1613	0·31455	0·11085	0·02038	28·4	94.48	27·2	—5·52	68·7	21·4	25·42	0·27052	0·2735
XIII *b*	1 sr. *S* flores 2·2 sr. terra silicea calcin. 1·5 sr. Natrium benzoicum	0·4971	5·509/6·61 *S*	0·19062	0·3499	0·1323	0·0292	38·6	102·87	43·57	+2·87	69·4	31·2	26·0	0·26683	0·2692
XIII *b* 1. ism.	l. XIII. *b*	0·4968	l. XIII *b*	0·19051	0·3126	0·1067	0·03368	44·66	91·2	24·1	—8·81	56·0	36·0	30·0	0·26667	0·2738
XIII *b* 2. ism.	l. XIII. *b*	0·4968	l. XIII *b*	0·19051	0·3138	0·1187	0·0429	56·94	95·65	24·71	—4·31	57·7	64·2	53·3	0·26667	0·2706
XIV *β*	1 sr. *S* flores 1·5 sr. terra silicea calcin. 0·5 sr. sebum ovile	0·31180	6·37/6·49 *S*	0·1559	0·20115	0·0404	0·0828	175·01	104·03	29·02	—4·025	25·9	76·0	75·0	0·15590	0·15490
XIV *γ*	1 sr. *S* flores 1·5 sr. terra silicea calcin. 0·5 sr. sebum ovile 3 sr. *Mo*-Katalizátor	0·4148	4·23/4·31 *S*	0·1037	0·3363	0·0353	0·05312	84·37	102·4	24·3	+2·38	34·04	73·87	72·32	0·3111	0·3043
XV vak	1 sr. *S* flores 1 sr. terra silicea calcin.	0·2551	.../7·97 *S*	0·12755	0·1278	0·1265	0·01462	37·7	105·4	0·196	+5·417	99·17	....	10·78	0·12755	0·1253
XVI	3 sr. *S* flores 5 sr. terra silicea calcin. 3 sr. MoO_3	1·0939	.../18·6	0·29834	0·7636	0·23790	SO_2 0·100416	SO_2 35·15	100·73	....	+0·73	79·8	....	....	....	....

dása közben, kondenzációk révén, fokozatosan óriásmolekulák keletkeznek, mint a szenesedés folyamán. Sőt igen valószínű, hogy a szenesedés során ezek az oxigén és kén közreműködésével megindúló folyamatok párhuzamosan mindig végbe is mennek, csak alacsonyabb hőmérsékleten, tehát sokkal lassabban és mindig az oxigénhatások kidomborodásával, mert a szenesedő anyagot elborító fedőrétegeken keresztül levegő, illetve oxigén mindig beszüremkedik, tehát hosszú idő alatt rendesen sokkal több az oxigén, mint a kén.

Amikép a gyors krakkfolyamatok következtében mindig párhuzamosan halad a törpe- és óriásmolekulák keletkezése, azonkép a szenesedés következtében is bőven távoznak kis molekulájú vegyületek, miközben a visszamaradt rész átlagos molekulasúlya folytonosan növekszik. A grafit, a szenesedés és a krakk azonos végterméke, lemezalakú, csak egy atomvastagságú, de nagy felületű, policiklusos óriásmolekulákból áll, amelyek laza kötésben egymásra rétegződve alkotják a hatszöges grafitkristályt. A laza lemezközi kötések könnyen szakadnak, ezért a grafitkristály könnyen hasad az alaplap szerint és igen könnyen kapcsol megduzzadás, vagyis a lemezalakú óriásmolekulák (lapjukra merőleges irányban való) távolodása közben oxigénatomokat és valószínűleg kénatomokat is.[34] Így a grafitsavaknak mondott vegyületek keletkeznek, amelyek mibenlétét ugyancsak Hofmann és munkatársai tisztázták.[35]

Előrelátható, hogy a Palasciano-féle elegy szenesedése adott időn belül annál tovább halad, mennél nagyobb a hőmérséklet. A Palasciano által javasolt üvegkészülékben aligha hevülhet az elegy minden része egyformán és az elért legnagyobb hőmérséklet igazában ismeretlen. Ezért szükség volt a pontosabb hőmérsékletmérés mellett végrehajtott tájékoztató kísérletekre. Ilyenekre legalkalmasabbnak látszott az F. Fischer-féle aluminiumtömb-retorta.

A bemért elegyalkatrészek pontos keverése sem látszott biz-

---

[34] Stock és Praetorius: Ref. Chem. Zentralblatt 1913, I. 237; J. P. Wibaut és La Bastide: Ref. Ch. Z. 1924. II. 2840; Ciusa és Ciamician: Ref. Chem. Z. 1921. III. 1272.

[35] L. c. 33.

tosítottnak, mert a paraffinreszelék szemcsenagysága elég durva. Porcellántégelybe mért 1 g paraffin és 2 g kén óvatos megolvasztásakor a két olvadék nem elegyedett, a nagyobb sűrűségű kénen úszó paraffin a kénnel szemben éles meniszkusszal elhatárolódott és többszörös összekeverés után is mindig rögtön különvált. Némi kölcsönös oldódás mégis látszott, különösen a paraffinon, mert az lehűléskor sárga színnel szilárdult meg, holott eredetileg fehér volt. Az 1 g diatomeaföld hozzáadására az elegy kásaszerű lett, a diatomeaföld szinte felszívta mindkét olvadékot, jól összekeveredett és lehűtve annyira morzsalékos és rideg volt, hogy achátcsészében a porítása is jól sikerült. A por több bemérésének hamvasztása, illetőleg a hamu mennyiségének a megmérése bebizonyította, hogy a keveredés ilyen eljárás mellett gyakorlati értelemben tökéletes.

Vak próbaképen az imént leírt módon 0·25090 g diatomeaföldből és 0·25625 g paraffinból készült elegynek a FISCHER-féle aluminiumtömb-retortában 75 perc alatt 403° C-ig való felhevítése következett; 0·2517 g maradt a tégelyben, a maradék szinte fehér volt és 0·25090 g hamut hagyott. Tehát ilyen körülmények között a paraffin szinte bomlás nélkül illant, alig 0·312% maradékot hagyott, az is alig volt kormos, a tégely egészen tiszta maradt.

Ezzel szemben az eddig is használt kénes elegy (2 g S + 1 g paraffin + 1 g diatomeaföld) 3·9617 g-ját kvarctégelyben, a FISCHER-féle aluminiumtömb-retortában 60 perc alatt 357° C-ig felhevítve 1·7025 g, vagyis 42·9% félkoksz maradt. Ez a félkoksz fekete volt, sőt a kvarctégelyt is fekete, helyenkint fémfényű lepedék vonta be, amely vékonyabb helyeken barna színnel áttetsző, vastagabb helyeken opak volt. A kokszot a tégelyből eltávolítva kitűnt, hogy a tégely sötét bevonata sokkal kisebb tömegű, mint amekkorának a látszat mutatta. A bevonat elégetésekor a tégely mindössze csak 0·0067 g-mal könnyebbedett; az elégetés elég gyorsan sikerült és mindvégig feltűnően SO_2-szagú füstgázt szolgáltatott. Tehát a fekete tégelybevonatban is bőven volt kén, miként a félkokszban is volt, amint ezt a hamvasztásnál fejlődő sok SO_2 bizonyította. A diatomeaföld tömege 0·9904 g, a tiszta félkokszé tehát 0·7121 g volt, kereken a bemérés 18%-a. Ez a kísérlet világosan mutatja, hogy a kén a szenesedést elősegíti, mert az előbbi kísérlet tanúsága

szerint kén hiányában 403° C hőmérsékletig csak egyszerű paraffinillanás mutatkozott, holott a kén közreműködésével már 357° C-ig is erős szenesedés következett be.

Az aluminiumtömb-retortában végzett kísérletek alkalmával a hőmérsékletmérés könnyű és biztos, de nehéz a gázveszteség kizárása és csak nagyobb bemérés mellett lehetséges a megbízható termékmérés. Különösen a folyékony termékek csekély mennyisége mellett szükséges a nagyobb bemérés és a retorta kísérlet után mindig hosszadalmas takarításra szorul. Mindezek a körülmények analitikai, illetve mikroanalitikai módszerek alkalmazása mellett szóltak és különösen a STRACHE-féle, üvegcsőben végzett lepárlás («Röhrchenentgasung») kínálkozott. Többféle próbálkozás után a következőkben leírt eszköz vált be legjobban.

A lepárlás végrehajtására vízszintesen elhelyezett kémcső szolgált, benne a bemért anyag porcellánhajóban volt. A kémcsövet kétfúratos kaucsukdugó zárta el, az egyik fúraton keresztül vékony, öblítőgáz bevezetésére szolgáló üvegcső nyúlt a kémcső tengelyével párhuzamosan fenékig, olyképpen, hogy az üvegcső az ugyancsak fenékig hátratolt porcellánhajó és a kémcső fala közt foglalt helyet. A dugó másik fúrata rövid gázkivezető cső elhelyezésére szolgált. Az így felszerelt kémcső a benne lévő porcellánhajó hosszán túl még 2—3 cm-nyire (vízszintesen befogott) vastagfalú vascsőcsonkba volt betolva. Ez a vascső szolgált az egyenletes hőközlésre; belsínét lent félhengeralakú aszbesztlemez bélelte, ezen feküdt a kémcső. A vascsövet az alája helyezett, hasadéklángzóval felszerelt Bunsen-lámpa fűtötte. Ekként a kémcső hosszának legalább $^1/_3$ része (majdnem a fele) a vascsövön kívül, a levegő hűtő hatása alatt maradt és alkalmas volt a kátránvszerű termékek megsűrítésére és folytonos megfigyelésére.

Öblítőgáz segítségével kísérlet előtt a levegő, kísérlet után a lepárlási gázok könnyen eltávolíthatók a kémcsőből és a vezetékekből. A lepárlás közben a gázelvezető csövön át távozó gázok a szokásos módon gyüjthetők, illetve elnyelethetők.

Átfúrt dugó segítségével a kémcsőbe szerelt hőmérő megmutatta, hogy a készülék belvilága, illetve a benne fekvő hajó a lángzó megfelelő elhelyezése mellett rövid idő alatt eléri a 450° C körüli maximális hőmérsékletet és ezt akár órákig meg is tartja.

Tehát a leírt egyszerű eszközök kielégítően biztosítják a lepárló kísérletek azonos lefolyását.

Különös megfontolást érdemelt az öblítőgáz kérdése. A folytonos öblítés hiba volna, mert iners gáz használata mellett vakuumlepárlást, hidrogén- vagy világítógáz használata mellett ezenfelül még hidrogénpótlást is jelent. Ám a levegőt okvetlenül el kell távolítani, mert az összeszerelt készülék kémcsövében körülbelül 30 cm^3-nyi a gáztér, tehát hozzávetőleg 6 cm^3-nyi volna az oxigén, ez pedig például a kis bemérésekből várható kénhidrogénmennyiség számottevő részét oxidálhatja. Fontos továbbá a kísérlet végén a kémcsőben maradt kénhidrogén kiszorítása is. Első tekintetre a nitrogén látszik az ezekre legalkalmasabb öblítőgáznak, mert egyáltalában nem vesz részt az itt várható reakciókban. De nem közömbös az sem, hogy a várható krakkgázok nitrogénmentesek, tehát a nitrogén higítógázként a vakuumlepárlás irányába terelhetné a krakkfolyamatokat. Sokkal kevésbbé zavarna ez a körülmény, ha szűk csőben folyna a lepárlás, vagyis a bemért elegy a csövet megtöltené, csak kevés gáz férne el közötte és mellette és ezt is azonnal kilökné helyéből a felszabaduló krakkgáz. A «zárt cső»-nek erről a nagy előnyéről azonban le kellett mondanunk a félkoksz hajóval együtt könnyen kihúzható és hozzáférhető volta érdekében. Leghelyesebbnek és egyúttal a legegyszerűbbnek látszott a levegő eltávolítására és a kémcsőben maradt H_2S kiszorítására a világítógáz használata. Ez mai összetételében 60 térfogat % hidrogént tartalmaz, de van benne szénhidrogén is, tehát inkább hasonlít a krakkfolyamat gáztermékéhez, mint a tiszta hidrogén, avagy a nitrogén. Számítanunk kell azzal, hogy némi hidrogént hozzápótol a paraffinéhez és ennyivel növeli a H_2S-kihozatalt, viszont a nitrogén higító hatása miatt elősegíthetné az elemi hidrogén és kéngőz távozását. Mennél szűkebb kémcsövet használunk, annál jobb, de a hevítendő anyaggal nagyjában megtöltött, szűk üvegcsőben fönnálló körülményeket nem valósíthatjuk meg teljesen, a megoldás ebből a szempontból tökéletlen.

A határozott hőmérséklet létesítését, mérését és fenntartását a vastagfalú fémcsövek, fémtömbök és főképpen aluminiumtömbök alkalmazása igen megkönnyíti. A leírt vascsőben is eléggé sikerül az egyenletes fűtés, mert az aszbesztbélés, a hajó, az alatta

következő kémcsőfal és a köztes, vékony levegőrétegek a közvetlen lánghatást annyira mérséklik, hogy a porcellánhajó felett lévő kémcsőfalon át, a vascső béleletlen faláról sugárzó hő nagyjában ugyanolyan mértékben fűt, mint a láng alulról. A maximális hőmérséklet közelítően azonos beállítása és fenntartása a vascsőben könnyen sikerül.

A kokszolás lefolyása a hőmérsékletemelkedés ütemétől is függ és megtörténhetik, hogy nagyobb tömegek egyoldalú hevítésekor — miként ez például a PALASCIANO javaslata szerint, üveglombikban végzett, első kísérleteinknél történt — egészen más illó kihozatok mutatkoznak, mint kis tömegek gyors és egyenletes átfűtésekor. A nagyobb tömegek alján meginduló krakk közbeeső termékei jól oldódhatnak a felső rétegek olvadó paraffinjában és kénjében és ebből az oldatból, további hevüléskor, esetleg több kénhidrogén hasadhat le, míg gyors krakkolódáskor talán több hidrogén és kén illan elemi állapotban. Ezek alapján számítanunk kell a kis és nagy bemérésekkel, elütő hevítésmód mellett végzett kísérletek eltérő lefolyására.

A kis bemérések számára készített elegyek igen gondos keverés után is az egyneműség ellenőrzésére szorulnak. A keverés módjára nincsen általános szabály, mert az összetevők tulajdonságaihoz kell alkalmazkodnia. Viszont elég nagy hamutartalom esetében az egyneműség ellenőrzésére mindig alkalmas a hamutartalom megállapítása, mert ha az ilyen elegy különböző bemérései azonos hamutartalmat mutatnak, az egyneműség okvetlenül megvan. A következőkben leírt kísérletekhez használt elegyek hamutartalma kivétel nélkül tetemes, tehát az egyneműség megbízható ellenőrzése könnyen lehetséges.

A kémcsőből távozó gáz H_2S-tartalmának biztos elnyeletésére legalkalmasabb az alkálifémhidroxidlúg. Ha a lúggal kisebb palackot színültig megtöltünk, majd a palack befogott száját csészébe öntött víz tükre alá merítjük, akkor a fejlődő gázt közvetlenül bebuborékoltathatjuk a palackba, ahol a kénhidrogént elnyeli a lúg, az oldatlan gázt, illetve a kísérlet végén használt öblítő gázt ellenben elrekeszti és összegyüjti tükre fölött.

Az elnyelt kénhidrogén mennyiségének meghatározása végett a kísérlet végén célszerű a palack nyílását befogva a gázt a lúgga

összerázni. Ezután a lúgot és a csészebeli zárővizet pohárba öntjük és bemossuk, majd pipettával fölös, 0·1 n káliumbijodátoldatot mérünk bele, végül fölös káliumjodidot és fölös híg kénsavat adunk hozzá. A már a káliumjodid adagolásakor megkezdődő kénleválás a savanyításkor befejeződik, a zavaros oldatot a szabad jód barnára festi. A tioszulfáttal való titrálás végén a keményítőindikáció alkalmazása szükséges, mert a kéntej okozta zavarosság megakadályozza a halványsárga színárnyalatok észlelését. Ilyen eljárás mellett a kénhidrogén mindig fölös jóddal együtt szabadul fel és nem lehet veszteségünk.

A kísérlet előtt analitikai mérlegen mérjük az üres porcellánhajó m_1, a porcellánhajó+elegy m_2 és a dugóval, illetve gázvezetőcsövekkel felszerelt kémcső m_3 tömegét, kísérlet után a porcellánhajó+félkoksz m_4 és a dugóval, illetve gázvezetőcsövekkel felszerelt szálladékos kémcső m_5 tömegét. A bemért elegy tömege tehát m_2-m_1, a félkokszé m_4-m_1, a kémcsőbeli szálladék tömege m_5-m_3. A félkokszot a hajóban elhamvasztva, megmérjük a hajó+hamu m_6 tömegét is, tehát a hamu tömege m_6-m_1. Mindezen adatok alapján sokféle szempontból lehetséges a kísérleti eredmények kölcsönös ellenőrzése. Mindenekelőtt kiderül, hogy a kénhidrogén+szálladék+félkoksz tömege egyenlő-e a bemért elegy tömegével. Ha ez az egyenlőség nem áll fönn, akkor a hiány (a veszteségektől és esetleges mérési hibáktól eltekintve) azt jelenti, hogy a számbavett tömegtételek sora hiányos, illetve másképpen számítandó be. Ha például gőzalakú, vagy a távozó gázban lebegő kolloid eloszlású kén a lúgba jut, akkor (tekintet nélkül ennek a kénnek a molekulasúlyára) a $12S+6KOH \rightarrow 2K_2S_5+K_2S_2O_3+3H_2O$ sztöchiometriai egyenlet értelmében oldódhatik. A baloldalon szereplő $2.12=24$ egyenértéksúlynyi kénből, a jobboldali vegyületek révén, titráláskor «kénhidrogén» címén csak 5 egyenértéksúlynyit találunk meg, mert $2K_2S_5+4J \rightarrow 4KJ+10S$ és $^1/_2$. ($2K_2S_2O_3+2J \rightarrow 2KJ+K_2S_4O_6$) vagyis az összes jódfogyasztás $4+2.^1/_2=5$ egyenérték. Tehát az átillant elemi kén tömegének 79·17%-a (kereken $^4/_5$ része) hiányzik az anyagmérlegből. Viszont ama átillant elemi kén, amely közvetlenül szulfidionhoz, poliszulfidionként csatlakozott, teljes egészében hiányzik az anyagmérlegből, mert titráláskor kéntej alakjában leválik ugyan, de jódot egyáltalában nem fogyaszt.

Hiány lehet az anyagmérlegben, ha a kísérlet folyamán hidrogén- vagy szénhidrogéngáz hasad le a szerves vegyületekből, mert ezek a szedőpalack lúgja felett gyűlnek össze, a kísérlet folyamán hőkiterjedés miatt kiszorult és a kísérlet végén használt öblítőgázzal együtt, de a tömegmérésnél, illetve a titráláskor figyelmen kívül maradnak. A tapasztalás egyébként azt mutatta, hogy a kísérletek folyamán hidrogén, illetve szénhidrogéngáz alig képződött, mert a beméréstől függetlenül mindig kb. 25—30 cm^3 gáz gyűlt a lúg felett és ez eléggé megfelel a hőkiterjedés és H_2S-képződés révén a kémcsőből kiszorult gáztérfogatnak. A kísérlet végén, a láng leoltása után, lehűtés közben annyi világítógáz szolgált a kémcső kiöblítésére, hogy a lúg felett végül 75—80 cm^3 volt az összes gáz. Ezután a szedőpalackba vezető kaucsukcsőnek a szedőből való kiemelése és ledugaszolása mellett a kémcső az öblítőgáz vezetékbeli nyomása alatt hűlhetett le szobahőmérsékletre.

Többlet az anyagmérlegben (mérési hibáktól ismét eltekintve) többféleképpen adódhatik. Például a kémcsőben lévő szálladék a levegőn hosszú ideig tömegnövekedést mutat, nyilván azért, mert oxigént köt meg. A szálladékban elnyelődött oxigén okvetlenül többlet az anyagmérlegben. Ennek az oxidációnak lehető elkerülésére legjobbnak bizonyult a kémcső dugójába szerelt üvegcsövekhez csatlakozó kaucsukcsövek egyikét a kémcsővel (illetve dugójával és üvegcsöveivel) együtt mérni és a kísérlet után ezt a kaucsukcsövet a másik üvegcsőre is reáhúzva a kémcső belvilágát a levegőtől elzárni. A kémcső mérésekor a benne elzárt gáz tömege is latba esik, ámde kísérlet után, a kémcsőben lévő félkoksznak a hajóval együtt való kiemelésekor az öblítőgáz helyébe levegő kerül. Ha tehát az említett gumicsővel eszközölt elzárás nyomban követi a hajó kiemelését, akkor a kémcsőbeli gáz hibát nem okozhat, de a szálladék oxidációja sem, mert kísérlet előtt a levegővel telt csövet mértük, kísérlet után viszont a szálladék csak az elzárt levegő exigénjének rovására oxidálódhatik és ezzel nem tömegtöbbletet, hanem csak némi nyomáscsökkenést okoz a csőben. A 30 cm^3-nyi kémcsőbeli gáztér levegő és világítógáztöltése közötti tömegkülönbség 30 (1·29—0·6) = 20·7 mg körül jár és ez a különbség hiányként jelentkezne az anyagmérlegben, ha kísérlet előtt levegővel, kísérlet után a világítógázzal töltött kémcsövet mérnők.

Viszont a kémcső levegőjének a kísérlet kezdetén való helyettesítésére használt világítógáznak és a kénnek kölcsönhatásából származó kénhidrogén és szerves kénszármazékok az anyagmérlegben többletet okozhatnak. Látszólagos többlet származhatik abból is, hogy néha nem sikerül a kimenő gáz elvezetésére szolgáló cső némi belső nedvesedését megakadályozni a nyelő lúgból való kiemeléskor. Ilyenkor a gumicső belszínén néhány milligramm víz tapadhat és ez a víz szintén többletet okoz az anyagmérlegben. Az is hibát okozhat az anyagmérlegben, ha a lúg a H_2S-en kívül olyan származékokat nyel, amelyek telítetlen láncuk révén a titráláskor jódot fogyasztanak. Ilyen esetben bizonytalan, hogy a hiba többlet-e, vagy hiány.

Az elvégzett kísérletsorok jellegzetes példáit valamennyi mért és számított adat feltüntetésével a mellékelt táblázat mutatja be. A táblázat arab számokkal jelölt fejrovatcímei a következő magyarázatra szorulnak. A 4. számú rovatban megadott törtek számlálója a bemérésbeli hidrogén grammokban mért tömegének ezerszerese, nevezője pedig a bemérésbeli kén grammokban mért tömege tizenhatodrészének az ezerszerese; tehát ezek a törtek a rovat címe értelmében a bemérésbeli H és S egyenérték-arányát mutatják. Az 5. rovat a bemérésbeli S+szerves anyag grammokban mért tömegét mutatja, de azzal a megszorítással, hogy a «sapo medicinalis» és «natrium benzoicum» tömegéből a benne foglalt Na_2O tömeg levonásba került. A 6. rovatbeli «félkoksz» a kísérlet után a hajóban maradt (világítógáz védelme alatt lehűlt) anyag grammokban mért tömege. A 8. rovat a titrálás révén mért H_2S tömegét adja meg grammokban. A 9. rovat az 1 g bemérésre eső H_2S termelést mutatja normál cm^3-ekben. A 10. rovat a 6., 7. és 8. rovatban megadott összetartozó tömegek összegét a bemérés százalékában mutatja. A 11. rovatban említett «tiszta félkoksz» a 16. rovatban megadott hamualkatrésztömeggel kisebbített 6. rovatbeli félkoksztömeg, az 5. rovatbeli «S+org. anyag» százalékában. A 16. rovatbeli tömegek kiszámításának módját — szükség esetében — a kísérletsorok alább következő leírása megadja.

A VII. kísérlet

2 sr. kénvirág+1 sr. kiizzított diatomeaföld+1 sr. paraffin elegyével, tehát a módosított PALASCIANO-féle eleggyel történt. Az összetevők minél tökéletesebb összekeverésére a fent már leírt, lehetőleg alacsony hőmérsékleten végzett összeolvasztása és a lehűlt anyag achátcsészében való porítása jól bevált. A porított keverék különböző bemérései után maradt hamumennyiség 25·1 és 24·5% között ingadozott, tehát az elméleti 25%-ot eléggé megközelítette. A fűtés lassú volt, a legnagyobb (450° C körüli) hőmérséklet kb. 30 perc alatt állott be és azután még 15 percig, a kísérlet végéig változatlan maradt. A kémcsőnek a vascsőből kiálló felében eleinte némi vízszálladék, majd ugyanaz a sárga cseppekből álló szálladék mutatkozott, amely a már leírt, lombikban elvégzett makro-kísérlet alkalmával is keletkezett. Az elnyelő lúgban kezdetben lassan, majd egyre gyorsabban, végül ismét lassabban buborékolt a gáz. A kísérlet befejezése előtt már csak 2—3 percenkint szállt egy kis buborék. A félkoksz fekete, szenesedett volt, hamvasztása közben sok SO_2-t szolgáltatott, tehát 450° C-t álló vegyületben bőven tartalmazott ként. A hamu a bemérés 25·2%-a, a táblázatból a többi mérési eredmény is kitűnik. Ezek közül itt az a leglényegesebb, hogy a bemérés, kb. 14%-os hidrogénfeleslege ellenére a bemért kénnek csak 27·8%-a került kénhidrogénbe. Feltehető volt, hogy nagyobb hőmérsékleten illanó, esetleg karbonsav sójában kötött szénhidrogénláncok alkalmasabbak a H_2S termelésre. Erre való tekintettel érdekesnek látszott, hogy a szappanban kötött paraffinláncból mennyi volna a H_2S kihozat.

A X. kísérlet

2 sr. kénvirág+1 sr. izzított diatomeaföld+1·33 sr. szappanpor (sapo medicinalis) elegyével folyt. Az elegyarány csak a szappanpor tömegében tér el a PALASCIANO előírásától, hogy ugyanazt a hidrogénmennyiséget biztosítsa. A palmitin-, margarin-, sztearin- és oleinsav

($C_{15}H_{31}COOH$, $C_{16}H_{33}COOH$, $C_{17}H_{35}COOH$ és $C_{17}H_{33}COOH$)

molekulasúlya kereken sorban 256, 270, 284, 282, a középérték 273, tehát a margarinsavéhoz jár közel. A nátriummargarinat

$$(NaC_{16}H_{33}COO)$$

móljában, 292 sr.-ben 225 sr. paraffinnak megfelelő alkillánc van, tehát sztöchiométriailag 1 sr. paraffinnak 292/225=1·3 sr. sapo medicinalis felelne meg. A sapo hamutartalmának ellenőrzésére egyenlő tömegű diatomeaföldděl készült elegyének hamvasztása, a lehűlt hamu porítása, újrabemérése, újraizzítása és kimérése szolgált. Ilyen eljárás mellett a visszamaradt Na_2CO_3 és SiO_2 kölcsönhatása következtében CO_2 távozik és csak az Na_2O marad a hamuban. A kísérletek tanusága szerint a használt sapóból 13·6% Na_2O maradt a sztöchiométriai 10·64% helyett. E szerint 1·3.89·36/84·6= =1·34 sr. volna a szükséges bemérés. Az elegyalkatrészek fínom por alakja következtében a keverés achátcsészében, egyszerű összedörzsöléssel történhetett. Az elegyedés ellenőrzésére végzett hamvasztási kísérletek tanusága szerint a várható 27·27%-kal elég jól megegyező (26·92 és 27·2%) hamumennyiség adódott. A csekély hiány a szappanpor víztartalmából származik és bizonyára a valóságosnál némileg kisebb víztartalmat mutat, mert a hamvasztás során az Na_2CO_3-ból részlegesen Na_2SO_4 keletkezik. A kísérlet adataiból kitűnik, hogy a szappanból sokkal nagyobb a kénhidrogénkihozat, mint a paraffinból. Annak eldöntésére, hogy kénálló hidrogénező katalizátorral észrevehetően javítható-e ez a H_2S kihozat, a következő kísérlet szolgált.

XI. kísérlet.

A X. kísérletnél alkalmazott elegy 1 g-jának és 0·1 g MoO_3 összedörzsölése révén készült a katalizátoros elegy. Az elegyedés ellenőrzésére végzett hamumeghatározások szerint a várható 33·88% helyett itt is valamivel kevesebb, 33·25% adódott; a hiány azért lehet még valamivel nagyobb az előbbinél, mert az MoO_3 a hamvasztáskor kissé illanik. A hamumennyiségnél még nagyobb figyelmet érdemel itt a «tiszta félkoksz»-é. A hevítés folyamán ugyanis a szappan hőbomlásából visszamaradó Na_2CO_3, illetve Na_2O a jelenlévő MoO_3-mal és S-sel a «freibergi feltárás» reakciói

révén az $Na_2O+MoO_3+6S \rightarrow 2SO_2+Na_2MoS_4$ sztöchiometriai egyenlet szerint nátriumtiomolibdátba lép. Az elegy MoO_3-feleslege miatt még fennmaradó MoO_3 viszont a kísérleti hőmérsékleten valószínűleg a $2MoO_3+7S \rightarrow 3SO_2+2MoS_2$ egyenlet szerint alakul át. A 16. rovatban megadott «félkokszsúlyból levont hamualkatrészek tömege» ezen megfontolások alapján adódott. Amint a kísérletre vonatkozó mérési eredmények mutatják, a molibdén használata emeli a H_2S-kihozatot, de korántsem annyira, mint a paraffinnak szappannal való helyettesítése. Ebből a tapasztalatból következett a kérdés, hogy nem a szappan alkalifémösszetevője katalizálja-e a H_2S képződést; a kérdés tisztázására szolgált a következő kísérlet.

XII. kísérlet.

A használt elegy óvatosságból úgy készült, hogy az Na_2CO_3 és a paraffin tömegaránya lehetőleg azonos legyen a szappanból (hőbomlása során) elszakadó alkil és Na_2CO_3 tömegarányával egyfelől és a szappanos elegy egyéb arányaival másfelől. A használt szappan hamvasztásakor a feljebb közöltek szerint a stöchiometriai 10·64% helyett 13·6% Na_2O maradt és ez megfelel

$$13{\cdot}6.106/62=23{\cdot}25\%\ Na_2CO_3\text{-nak.}$$

A sztöchiometriai Na_2CO_3 maradékon felüli (szennyezésképjelenlévő) Na_2CO_3 mennyisége «x» a $23{\cdot}25=100(106+x)/(584+x)$ egyenletből számítható ki, ahol 106 az Na_2CO_3 mólsúlya, 584 a nátriummargarinat kétszeres mólsúlya, a hőokozta bomlás

$$2C_{16}H_{33}COONa \rightarrow Na_2CO_3+CO+(2C_{16}H_{33})$$

egyenletének megfelelően, ahol a $(2C_{16}H_{33})$ tag a $C_{16}H_{33}$ bomlástermékeit jelenti. Immár ebből az egyenletből $x=38{\cdot}8$, vagyis a szappanpor összetétele közelítőleg 584 sr. nátriummargarinat+38·8 sr. Na_2CO_3. De 584 sr. nátriummargarinatban az alkil tömege ($2C_{16}H_{33}$ alapján számítva) 450 sr., sztöchiometriai hamuja pedig 106 sr. Na_2CO_3 és ennek megfelelően a keresett elegyrecept 450 sr. paraffin+144·8 sr. Na_2CO_3+594·8 sr. izzított diatomeaföld+1189·6 sr. kénvirág. A megadott recept mérőszámainak arányos kisebbítése és kerekítése alapján az elegy 0·29 g Na_2CO_3+1·2 g izzított diatomeaföld+2·4 g kénvirág összedörzsölése és a tégelybe átvitt

porelegybe ágyazott 0·9 g paraffin óvatos hozzáolvasztása révén készült. Az üres tégely, az elegyporral, majd a paraffinnal együtt, olvasztás előtt és végül olvasztás után mért tégely súlyadata bizonyították a gyakorlatilag veszteségmentes elegykészítést. A kén és paraffinolvadék az Na_2CO_3+diatomeaföld elegyében az alkalmazott 120° C-nyi olvasztási hőmérsékleten igen jól felszívódott, de egyáltalában nem reagált vagy illant. A tégely lehűlt tartalma achátcsészében jól porítható volt és e közben kifogástalanul elegyedett. Az elegy egyneműségét hamvasztási kísérletek bizonyították, mert különböző bemérésekből egybevágóan 29·4% hamu maradt. A hamumennyiség a számított 28·6%-nál azért valamivel több, mert a hamvasztáskor keletkező Na_2SO_4 a hamvasztás hőmérsékletét állja. A hamu sósavas kivonata $BaCl_2$-vel csapadékot adott. A tiszta félkoksz kiszámítása itt csak annak feltevésével sikerül hogy a félkoksz képződésével kapcsolatban a szappan hőokozta bomlásakor visszamaradó Na_2CO_3 az SiO_2-vel az

$$Na_2CO_3+SiO_2\rightarrow Na_2SiO_3+CO_2$$

egyenlet szerint átalakul, vagyis csupán Na_2O tartalma marad a félkokszban. Az ilyen elgondolás szerint számított hamualkatrészek összes tömege 0·054 g, a félkoksz mért tömege 0·057 g, míg minden egyéb elgondolás alapján számítva a hamualkatrészek tömege 0·057 g-nál több. Tehát a freibergi feltárás igen valószínűnek látszó reakciója:

$$4Na_2CO_3+10S\rightarrow 3Na_2S_3+Na_2SO_4+4CO_2$$

itt nem következik be, hanem már 450° C hőmérsékletig metaszilikát képződik. Ez a tapasztalat a diatomeapáncélok SiO_2-jének nagy reakcióképessége mellett szól és összhangzásban van azzal a fentemlített megfigyeléssel, hogy a PALASCIANO-elegyből készült félkoksz hideg KOH-lúgban való áztatásakor szilikátoldat képződik. A XII. kísérlet számadatai világosan mutatják az Na_2CO_3-mal és a nélkül készült paraffin-diatomeaföld-kénelegyek hasonló viselkedését. Az Na_2CO_3 a H_2S-kihozatot nem emeli olyan mértékben, hogy a szappanos elegy H_2S termelését az Na katalizisével magyarázhatnók. Nyilván a szappan alkiljának karboxilgyök közvetítésével alkalifémhez kötött volta kedvez a H_2S kihozatnak és a sókötést valamely katalizáló molibdén- vagy alkalifémvegyülettel

ebben a tekintetben nem pótolhatjuk. Ebből a szemszögből érdekesnek látszott, hogy karboxilgyök közvetítésével alkalifémhez kötött arilgyök is jó H_2S kihozatot szolgáltat-e azonos kísérleti körülmények között. Az ilyen kísérletre a nátriumbenzoat látszott alkalmasnak.

A XIII. kísérlet.

Az alkalmazott elegy 0·7 g kénvirág+2·2 g diatomeaföld+1·5 g vízmentes nátriumbenzoát összedörzsölésével készült. A használt nátriumbenzoát 132° C-on súlyállandóságig szárítva 2%-ot vesztett eredeti súlyából és ezután 36·9% hamut szolgáltatott, tehát közelítőleg a sztöchiometriai hamutartalmat, a 36·8%-ot. Az elegyarányok a következőképpen adódtak: 144 sr. nátriumbenzoátban 5 sr. a *H*. A PALASCINO-féle elegyben a paraffinsúly $^1/_7$ része a hidrogénsúly és 14-szer ennyi, vagyis 2 sr. a kén. Tehát 144 sr. nátriumbenzoáthoz hidrogén alapon 5.14=70 sr. kénvirág jár. A kísérlet végén kívánatos hamvasztás sikere érdekében — a nátriumbenzoát nagy Na_2CO_3 maradványára való tekintettel — az SiO_2-t kellő feleslegben kell adagolni. A XII. kísérlet szerint bevált, ha az SiO_2 súlya az Na_2CO_3-súly négyszerese. 144 sr. C_6H_5COONa után félmól Na_2CO_3, vagyis 53 sr. nátriumkarbonát marad, tehát 4.53=212 sr. diatomeaföld bizonyára elég. A talált számok arányos kisebbítése és kerekítése révén adódott a fenti recept. A keverés összedörzsöléssel könnyen sikerül, de az ellenőrző hamvasztás nehéz, mert az Na_2CO_3-ba olvadó szén utolsó részletei nehezen égnek el és e mellett a hamu sósavas kivonatának tanúsága szerint mindig szulfát is képződik. Mindamellett a hamvasztó kísérletek igazolták az elegy egynemű voltát, mert egyenlő elbánás mellett a megmaradt hamumennyiség eléggé egybevágóan 3·17%-kal volt több a sztöchiométriainál, az 57·34%-nál. A PALASCIANO-féle elegynek fele, a benzoátosének $^1/_6$ része kén, tehát háromakkora bemérés ajánlatos, vagyis kb. 0·4—0·6 g. A tiszta félkoksz kiszámítására az előbb tárgyalt tapasztalatok alapján leghelyesebbnek látszik a bemérésből várható Na_2CO_3-beli Na_2O számbavétele az SiO_2 mellett. A táblázatban kimutatott számadatok szerint a XIII*A*. kísérlet H_2S kihozata nagyon hasonlít a VII.-éhez, de annál is valamivel kisebb. Az arilgyök tehát kevésbbé alkalmas a kén

hidrogénezésére mint az alkilgyök. Tekintettel arra, hogy a PALASCIANO-féle elegy hidrogén-kén aránya alapján történt a XIII*A*. kísérletnél alkalmazott elegy receptjének a kiszámítása, némi hidrogénfelesleg ez alkalommal is szerepelt. Ezért kívánatos volt a némi kénfelesleggel, de egyébként hasonló alkatú eleggyel végzett kísérlet.

XIIIB. kísérlet.

A kénfelesleget tartalmazó benzoátos elegy 1 sr. kénvirág+ 2·2 sr. diatomaeföld+1·5 sr. nátriumbenzoát összedörzsölése révén készült. Az egyneműségvizsgálat és minden egyéb munkarészlet ugyanúgy történt, mint a XIII*A*. kísérlet esetében. A H_2S-kihozat így valamivel több és világosan látszik, hogy a kénfeleslegnek megfelelően a H_2S-ben kihozott H a bemért H nagyobb %-a, mint a H_2S-ben kihozott S a bemért S-ének. Másrészt a kihozat szintén nagyon hasonlít a VII. kísérletéhez és támogatja az imént levont következtetést, hogy az arilgyök kevésbbé alkalmas a kén hidrogénezésére, mint az alkil. A XIII*B*. kísérletnek két ismétléséről is beszámol a táblázat annak kimutatására, hogy a hevítés lassúbb üteme mellett nagyobb a H_2S-kihozat. Amíg ugyanis a VII., X., XII., XIII*A*., XIII*B*. és a lejjebb tárgyalt XIVβ., XIV.γ, XV. és XVI. kísérlet alkalmával egyöntetűen 30 perc alatt történt a 450° C-ig való felfűtés, majd ezután még 15 percig állt a rendszer ezen a legnagyobb hőmérsékleten, addig a XIII*B*. kísérlet első ismétlésénél a felfűtés 45 percig, a második ismétlésénél még tovább tartott és ennek megfelelően a két ismétlő kísérlet összes időtartama is jóval hosszabb volt. Világosan kitűnik ezekből a kísérletekből, hogy még vontatott hevítés mellett sem sikerül a sóban kötött arilgyök segítségével olyan H_2S-kihozatot elérni, mint a szappan alkiljával. Érdekes ebből a szempontból a REIMSCH közleménye[36] alapján faggyúval végzett kísérlet.

XIVβ kísérlet.

A faggyús elegy 1 g kénvirág+1·5 g diatomaeföld és+0·5 g juhfaggyúból készült. REIMSCH egyenlő súlymennyiség kén és

[36] L. c. 1.

faggyú elegyével dolgozott. Ám a faggyú hidrogéntartalma (például gliceriltrisztearinat-alapon számítva) a faggyú tömegének $^1/_8$ része, az egyenértékű kén viszont tizenhatszor ennyi, vagyis $^1/_8.16=2$, a faggyúsúly kétszerese. Így tehát ismét a PALASCIANO elegyaránya kínálkozott. Viszont a faggyúéval egyenlő diatomeaföldtömeg nem volt elegendő, mert a 120° C hőmérsékleten olvadt elegy faggyú- és kéntartalma elkülönült, vagyis nem szívódott fel kellőképpen a meddő pótlékban. A faggyú tömegének háromszorosára rúgó diatomeaföld már jól felszívta mind a faggyút, mind a faggyú tömegének kétszeresére rúgó ként, különösen akkor, ha a kénvirág és diatomeaföld előre összedörzsölt elegyében a faggyúrögöcskék már olvasztás előtt némileg el voltak osztva. A lehűlt elegy achátcsészében fínom porrá őrlődött és különböző bemérések hamvasztásakor 49·5 és 49·75% közé eső hamumennyiséget szolgáltatott, vagyis gyakorlatilag egyneműnek bizonyult. A kísérlet lefolyása és számadatai sok tekintetben emlékeztetnek a szappanos kísérletekre, de a H_2S-kihozat a szappanét nem éri el. Nem adott nagyobb H_2S-kihozatot a szóban forgó elegynek ugyanakkora súlyú molibdénvegyülettel összedörzsölt keveréke sem.

XIVγ. kísérlet.

A használt molibdénvegyület nem módosította az elegyösszetételt molibdénszulfid keletkezése révén, mert az MoO_3 és kén feleslege összedörzsölt elegyéből vakkísérletképpen külön műveletben készült és ennek során éppúgy 30 perc alatt hevült fel 450° C-ig és vesztegelt még 15 percig ezen a legnagyobb hőmérsékleten, mint a XIVγ. kísérlet alkalmával. Az előkészítő művelethez ugyanaz a készülék is szolgált, mint a többi ilyen kísérlethez és a levegő kísérlet előtti kiszorítása, valamint a kémcsőben maradt gáztermékek lúgbaöblítése a kísérlet végén szintén a szokott módon, világítógázzal történt. Ennek az előkészítő kísérletnek az adatait XVI. szám alatt, utolsó sorban ismerteti a táblázat. A titráláskor szembeszökő volt, hogy a jód ként egyáltalában nem választott le, noha a savanyított elnyelőoldat sok jódot fogyasztott. Az elegy 3 sr. MoO_3+3 sr. kénvirág+5 sr. diatomeaföldből készült, tehát annyi ként tartalmazott, hogy akár a $2MoO_3+9S \rightarrow 2MoS_3+3SO_2$ sztöchiometriai

egyenlet szerint is elég lett volna, noha inkább a

$$2MoO_3+7S\rightarrow 2MoS_2+3SO_2$$

egyenlet szerinti lefolyás valószínű az adott körülmények között. Mindenesetre sok SO_2 és talán víz és H_2S is képződött; az utóbbi esetben másodlagosan az $SO_2+2H_2S\rightarrow 3S+2H_2O$ folyamat révén szabadult kén a többi illanó elemi kénnel együtt a lúgban az $Na_2SO_3+S\rightarrow Na_2S_2O_3$ egyenlet szerint tioszulfátba kapcsolódott. A tiszulfáttitrálás ugyan hiányt okoz az anyagmérlegben, holott némi többlet mutatkozik, de a tioszulfát mennyisége valószínűleg csekély volt és a félkokszban és szublimátumban némi olyan szén, illetve szerves anyag is lehetett, amely a kémcső kísérleteleji világítógáz töltéséből származott. Az efféle szintézis világosabban látszik a következő kísérletből.

XV. kísérlet.

Ez a kísérlet 1 sr. kénvirág+1 sr. diatomeaföld jól összedörzsölt elegyével, a táblázatban ismertetett többi kísérletnél használt módszerrel és készülékkel történt. A bemért kén 11%-a sem hidrogéneződött és az átillant elemi kén bizonyára oldódott az elnyelő lúgban, mégis az elegybemérésnek majdnem hatodfél %-ára rúgó többlet mutatkozik az anyagmérlegben, amely valószínűleg a világítógáz anyagából származik. Ez a vakkísérlet természetesen nem szemléltetheti a táblázatban felölelt többi kísérlet előkészítéséből maradt világítógáztöltés szerepét, mert mihelyt az elegyből H_2S fejlődik, ez a világítógázt maga előtt kitolja a kémcső forró zónájából, vagyis a világítógáz és kéngőz kölcsönhatására már alig van alkalom.

Zárókövetkeztetések.

A táblázatban kimutatott kísérleti eredmények mindenekelőtt világosan mutatják, hogy nagy H_2S, illetve nagy H_2S-beli H és S kihozattal (9., 14. és 15. rovat) kevés szublimátum és kevés tiszta félkoksz (7. és 13. rovat) jár együtt. Ez a logikai követelményekkel egybevágó kapcsolat a kísérleti eredmények megbízhatósága mellett szól és azért fontos, mert a sokféle tényezőtől függő mérési eredmények igen könnyen ellentmondó kapcsolatokat mutathatnának. A 10. rovatbeli adatok tanúsága szerint a talált,

összetartozó félkoksz-, «szublimátum»- és H_2S-tömegek összege átlagosan a bemérés 98·9%-a; az egyes összegek hibája azonban 8·8 és +5·4% között, tehát 14·2%-os közben ingadozik. Az anyagmérleg hibaforrásairól már volt szó; a középérték —1·1%-os hibája azt bizonyítja, hogy a termelt H_2S-sel és a hőkiterjedéskor a kémcsőből kiszoruló, illetve a kísérlet végén öblítésre alkalmazott világítógázzal mindig némi kéngőz is eljut az elnyelő lúgba; itt poliszulfid és tioszulfát alakjában egyaránt hiányt okoz a tömegmérlegben. Nagyobb H_2S-kihozattal egybekötve nagyobb mérvű kénillanás volna várható, ámde nagyobb H_2S-kihozat mellett a kén sztöchiometriai feleslege is csökkenik, tehát a H_2-S kihozat növekedésével nem okvetlenül jár együtt az anyagmérleg növekedő hiánya. A bemérés 1 g-jára vonatkoztatott H_2S-kihozat a szappanos elegyből a legnagyobb és kb. 30%-kal meghaladja a faggyús elegyét. A H_2S-beli H-kihozat viszont a faggyús elegy esetében a legnagyobb és a szappanos, valamint a faggyús elegy H_2S és H_2S-beli H-kihozata egyaránt messze meghaladja a paraffinos elegy analóg kihozatát. A szublimátum még a több grammos beméréssel, lombikban végzett minőleges kísérletek alkalmával is kevés volt a tüzetesebb vizsgálatra. Tulajdonságai leginkább a lombikok, illetve a mennyileges kísérleteknél használt kémcsövek tisztítása közben mutatkoztak. A szublimátum különnemű és keletkezése közben is változó alkatot mutat. Kezdetben némi nedvesség jelenik meg, azután kevés, igen világos, alig sárga, porszerű kénszálladék, majd élénk sárga cseppek rakódnak le, végül ezek a fokozódó hőmérséklet elől újrapárolgás révén kifelé vándorolnak, de régi helyük sötét körvonala ott marad az üvegen. Ez a sötét körvonal szinte oldhatatlan és csak elégetéssel, sőt akkor is csak lassankint tűnik el. Számos kísérlet igazolta, hogy ez a sötét színű maradvány kén- és széntartalmú, mert elégetésekor SO_2-szagot terjesztett és nehezen égő grafit maradt utána. A szublimátum szaga bizonyos fokig változik a különböző szerves anyagokat tartalmazó elegyek szerint, de e mellett főjellege a paraffinos, szappanos, faggyús és nátriumbenzoatos elegy használatakor mégis azonos volt. Ez a szag elsősorban kellemetlen, de e mellett valamikép a difenilamin és bizonyos anilinfestékek kellemes, szinte illatszerű szagára és ezenfelül némileg a lámpapetroleuméra is emlékeztet.

A szublimátum vízzel nem nedvesíthető, «zsíros» és szeszben, benzolban és lúgban is csak részlegesen oldódik. Hevítéskor jellegzetes szagának erősödése és nehéz, szinte fehér füst fellépése mellett részlegesen megszenesedik és illanik, de levegő hozzájárulása mellett időközönkint meg is gyullad, kék kénlánggal ég és ilyenkor erős SO_2 szagot terjeszt. A szublimátum mindezek szerint valószínűleg bonyolódott «kátrány» és benne a kénnek olyan szerep jut, mint a főként *C*-, *H*- és *O*-ból álló szerves anyagokból származó kátrányban az oxigénnek. Az oxikátrányhoz hasonlóan valószínűleg a tiokátrányban szintén sok a gyűrűs szerkezetű összetevő, mégpedig akkor is, ha alifás láncokból származik. Különleges vonása viszont a tiokátránynak, hogy sok oldott ként tartalmazhat, míg az oxikátrány legfeljebb chinon-kötésben tárolhat fölös oxigént. A tiokátrány lehasadásakor keletkező félkokszban mindig van szénhez kötött hidrogén és kén, holott az oxikátrány lehasadásakor keletkező félkokszban szénhez kötött oxigén alig maradhat. Amíg az oxigén a fölös széntől már 500° C-ig hevülve *CO*, CO_2 és H_2O alakjában fokozatosan elszakad, addig a kén fölös szénnel könnyen hőálló vegyületekké egyesül és a vörös izzásig inkább hidrogénnel, H_2S alakjában illan. A tiokátránnyal együtt lehasadó gáz ennek megfelelően főkép H_2S és ha a H_2S-beli hidrogénkihozat csekély, akkor a hidrogén nagyobb része a félkokszban és tiokátrányban marad és nem illanik el szénhidrogének vagy elemi hidrogén alakjában. Reimsch idézett dolgozatában hangsúlyozza, hogy az egyenlő súlyú faggyú és kén elegyéből hevítéskor szinte tiszta H_2S távozik, CO_2, *H* és szénhidrogén alig van benne. Annál kevésbbé távozhatnak szénhidrogének és hidrogén az 1 sr. faggyú és 2 sr. kén elegyéből, tehát nagy kénfelesleg jelenlétében. A már feljebb közölt tapasztalatok szerint a szóban forgó kísérletek alkalmával sohasem gyűlt az elnyelő lúg fölött 30 cm^3-nél több gáz és ez a gázmennyiség megfelel a kémcsőből a hőkiterjedés és a H_2S fejlődés miatt kiszorult gáz térfogatának; tehát Reimsch megfigyelésével egybevágóan itt is mindig szinte tiszta H_2S szabadult fel.

A H_2S keletkezésének mechanizmusát illetőleg a tárgyalt kísérletek és az idézett irodalom alapján kétféle feltevés került szóba. Egyrészt feltehető, hogy a szerves vegyületek hőbomlásából

származó elemi hidrogén az elemi kénnel közvetlenül, a gázfázisban egyesül, másrészt feltehető, hogy az elemi kén a szerves vegyületek hőbomlásából származó szénhidrogéngyökök szabad szénvegyértékével egyesül és ezekből a legalább három elemből (*C*, *H* és *S*-ből) álló vegyületekből ugyancsak a hőbomlás során, másodlagosan hasad le a kénhidrogén. Valószínűleg mindkét módon keletkezik H_2S, mert elemi hidrogén minden hidrogéndús szerves vegyület hőbomlásakor keletkezik és mert ez a «naszcens» hidrogén az elemi ként biztosan hidrogénezi. De a tárgyalt kísérletek legnagyobb hőmérsékletéig (450° C-ig) ez a krakkhidrogén az összesen keletkezett gáznak csak néhány térfogat %-a lehet és láttuk, hogy mindössze igen kevés gáz keletkezhetett. Ilyen körülmények között a számottevő H_2S termelés magyarázatára feltehetnők, hogy a hőbomláskor keletkezett hidrogénnek H_2S-be való lépése a hidrogén felszabadulását fokozza; ez a magában sem valószínű segédfeltevés egyértelmű azzal, hogy a hidrogént felszabadító, hőokozta bomlást megfordítható folyamatnak tekintjük. Ám még ilyen elgondolás mellett sem érthető a fokozott hidrogénszabadulás szénhidrogének egyidejű felszabadulása nélkül, mert a krakkra vonatkozó sok tapasztalás szerint 500° C-ig a hidrogén lehasadásával kapcsolatban mindig a hidrogénnél sokkal több szénhidrogén is szabadul. Erről pedig a bemutatott kísérleti eredmények szerint szó sem lehet. Ha tehát a krakkhidrogénből és az elemi kénből valóban keletkezik H_2S, akkor ennek mennyisége csak igen csekély lehet és a H_2S zöme a másik folyamat terméke. Sőt igen valószínű, hogy ez a másik folyamat akadályozza telített és telítetlen krakk szénhidrogének megjelenését, mert az elemi kén a szabad szénvegyértékekhez kapcsolódva tioszármazékokat szolgáltat, amelyek H_2S lehasadása közben mintegy «kondenzálódnak», tehát nehezebben illó termékekké válnak. Könnyen érthető ilyen elgondolás mellett, hogy a nátriumbenzoát gyenge H_2S-kihozatot szolgáltat, mert a benzolgyűrű hőhatásra sokkal nehezebben hasad. A gyorsabb felhevítéssel járó rosszabb H_2S-kihozatot úgy értelmezhetjük, hogy a lehasadó telítetlen szénhidrogének, illetve szénhidrogéngyökök a kénnel nem nagyon gyorsan egyesülnek, tehát hirtelen felhevülés mellett a reagáló gázelegy már a lepárló készülék hidegebb részeibe ér, mielőtt a kéneződés és a kénszármazékok folytatólagos bomlása

bekövetkezhetett volna. A paraffinos elegy gyenge H_2S kihozatának oka viszont az, hogy az elegybeli paraffin nagy része bomlás (krakk) nélkül illanik.

Az elemzéshez szükséges H_2S laboratóriumi előállítására a 6 sr. kénvirág+3 sr. diatomeaföld+4 sr. színszappanpor elegye bármely eddig javasolt elegynél alkalmasabb, mert poralakú összetevőinek alapos keverése összedörzsöléssel gyorsan és biztosan sikerül, a kész elegypor könnyen belefolyatható a desztilláló berendezésbe, nem tapad és a kénhidrogént szintén csak az enyhe hevítés tartama alatt szolgáltatja. A hevítés félbeszakításával a H_2S-fejlődés megszűnik, majd újólagos hevítésre ismét megindul és raktáron korlátlan ideig tartós. Ezzel szemben a vasszulfiddal és sósavval töltött nedves H_2S-fejlesztő készülék használatlanul félretéve csak rövid ideig marad üzemképes. Ezért a szappanporból és kénvirágból fejlesztett H_2S végeredményben nem is drágább, mint a vasszulfidból származó, noha például az 1941. évi Merck-féle árjegyzék alapján számítva, a «száraz úton» termelt H_2S kb. kétannyiba kerül, mint a vasszulfidból termelt.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. május 11-én tartott üléséből.)

DIE ROLLE DES SCHWEFELS BEIM ABBAU ORGANISCHER VERBINDUNGEN DURCH WÄRME.

Von A. ROMWALTER.

Die Entbindung von Schwefelwasserstoff aus Schwefel und Wasserstoff enthaltenden Kohlenstoffverbindungen, bezw. aus Gemischen des Schwefels mit wasserstoffreichen Kohlenstoffverbindungen ist schon lange bekannt. Aus einer Übersicht des diesbezüglichen Schrifttums geht hervor, dass diese Darstellungsart des H_2S schon oftmals vorgeschlagen wurde. Durch Versuche wird nachgewiesen, dass die im Schrifttum angegebenen stöchiometrischen Ausbeuten, also die vollständige Erfassung des Wasserstoffgehaltes organischer Verbindugen im abgespalteten H_2S zwar unmöglich ist, aber die vor etwa 100 Jahren von HUGO REIMSCH empfohlene Talgschwefelmischung recht gute H_2S-Ausbeuten gibt. Noch bequemer ist der Gebrauch eines Gemisches von 6 Gewichtsteilen Schwefelblumen+3 Gwtln. geglühter Kieselgur+4 Gwtln. Kernseifepulvers, weil es z. B. in der Reibschale leicht, rasch und gleichmässig herstellbar ist und ebenso gute Ausbeuten liefert wie das Schwefel-Talggemisch. Die mitgeteilten quantitativen Versuche machen es wahrscheinlich, dass der Schwefelwasserstoff bei alldiesen Vorgängen aus Schwefelverbindungen abgespaltet wird, welche sich aus Schwefel und den durch Krackvorgänge entbundenen, ungesättigten Kohlenwasserstoffen und Alkylradikalen zwischendurch bilden. Die Bildung dieser Zwischenprodukte dürfte nur mit beschränkter Geschwindigkeit erfolgen, so dass bei rascher Erhitzung das reagierende Dampfgemisch bereits in kühlere Lagen der Krackvorrichtung gelangen kann, bevor die Bildung der Zwischenprodukte abläuft. Dadurch scheint die Verschlechterung der H_2S-Ausbeute bei beschleunigter Krackung erklärlich.

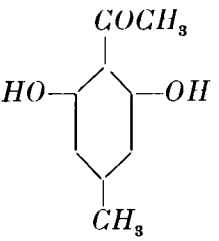
Diese Arbeit erscheint im diesjährigen Mitteilungsbande (1942) der berg- und hüttenmännischen Abteilung der kön. ung. Palatin Josef Universität zu Sopron ungekürzt in deutscher Sprache.

Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Mai 1942.)

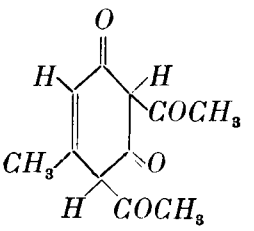
AZ ACYLGYÖK VÁNDORLÁSA AZ ORCINNÉL.[1]

MAUTHNER NÁNDOR l. tagtól.

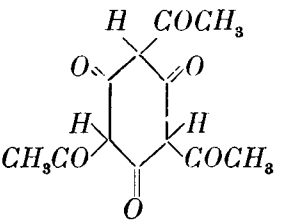
Az acylgyök vándorlásának tanulmányozása a phenoloknál[2] egy fontos új módszert eredményezett, mert ezáltal számos aromás oxyketon könnyen hozzáférhetővé vált, szintúgy több más úton elő nem állítható oxyketon vált ismeretessé. Egynéhány év előtt egy rendszeres vizsgálatomat[3] tettem közzé az acylgyök vándorlásának a két, három és négyértékű phenoloknál. Most szintézis céljaira elő akartam állítani a más úton igen nehezen hozzáférhető Rasinski-féle p. orcacetophenont (I) az acylgyök vándorlásának módszerével diacetylorcinnel. Ha aluminiumchloridot hagyunk diacetylorcinra nitrobenzolos oldatban hatni, úgy a p. orcatophenon (I) csak igen kis mennyiségben képződik. A p. orcacetophenon újólagi vizsgálatánál egy érdekes kivételt észleltem a



I.



II.



III.

---

[1] A Pázmány Péter tud. egyetem általános kémiai intézetében készült dolgozat.

[2] Fries und Finck: Ber. 41, 427 (1908); Rosenmund u. Schnur Ann. Chem. 460, 56 (1928); Rosenmund u. Lofert: Ber. 61, 2601, (1928); Anwers Ber. 61, 416 (1928).

[3] Journ. für prakt. Chemie 136, 205 (1933); 139, 293 (1934); 147, 289 (1937).

V. MEYER-féle szabály alól, amennyiben ezen két o. substituenssel bíró keton egész símán p. nitrophenylhydrazont létesít. Egynéhány év előtt mint e szabály alóli kivételeket ismertettem a dimethyl γ-resorcylsav[1] könnyű esterifikációját, szintúgy a tetramethoxybelzaldehyd[2] síma hydrazonképzését. A diacetylorcin atomáthelyezkedésénél mint főreakciós termék a diketodiacetylmethyltetrahidrobenzol (II) képződik. Így az atomáthelyezkedés egész analog megy végbe, mint azt egynéhány év előtt a triacetylphloroglucinnél megállapítottam, ahol e vegyület triacetotriketohexamethylenné[3] alakul át. A diacetylorcinnek közönséges hőmérsékleten egy tetrahidrobenzollá való átalakulása által így az orcin tantomeriájának kísérleti bizonyítékát szolgáltattam.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

A diacetylorcin előállítására 20 g orcint 40 cm^3 acetylchloriddal visszafolyóhűtőcsővel egy órát hevítjük a vízfürdőn. Ezután a terméket vacuumban desztilláljuk, miközben az acetylszármazék 12 mm nyomás alatt 159—160 C°-on mint színtelen olaj desztilál át. 21 g diacetylorcint 100 g száraz nitrobenzolban oldunk és jéggel való hűtés közben egy félóra alatt 12 g porított aluminiumchloridot adunk hozzá. A reakciósedényt higanyzárral látjuk el és 24 óra hosszat közönséges hőmérsékleten állni hagyjuk. Ezután a reakcióelegyet jégre öntjük, sósavval megsavanyítjuk és egy félóra hosszat vízfürdőn hevítjük. A reakciós elegyet 8 óra hosszat vízgőzzel desztilláljuk, miközben előbb a nitrobenzol, majd a tetrahidrobenzolszármazék megy át. Ez utóbbi terméket további tisztítás céljából alkoholból kristályosítjuk át. A diketodiacetilmethyltetrahidrobenzol színtelen tűkben válik ki, amelyek 93—94 C°-on olvadnak.

4·648 mg anyag adott: 10·415 mg CO_2-t és 2·612 mg H_2O-t.

Kísérletileg talált értékek: c=61·10%, H=6·24%.

A $C_{11}H_{12}O_4$ képlet alapján a számított értékek: C=61·22%, H=6·12%.

---

[1] Journ. für prakt. Chemie 121, 259 (1929).

[2] Journ. für prakt. Chemie 147, 287 (1937).

[3] Loc. cit.

A vegyület oldhatatlan vízben ellenben könnyen oldódik alkoholban. Az alkoholos oldatát vaschlorid vérvörös színűre festi. A vegyület egy mononitro p. phenylhydrazont létesít.

1 g-ját a fentebbi vegyületnek feloldjuk 20 cm^3 50%-os meleg ecetsavban és 1 g p. nitrophenylhydrazint 20 cm^3 50%-os ecetsavban oldva hozzáöntünk és az oldatot gyengén hevítjük. A hydrazon mihamar kiválott és további tisztítás céljából benzolból kristályosítjuk át. A vegyület sárga lapocskákban kristályosodik, amelyek 225—226 C°-on olvadnak.

5·900 mg anyag adott: 0·665 cm^3 nitrogént (16 C°, 716 mm).

A desztillációslombikban a kihűlésekor kiváló terméket leszűrjük és kétszer benzolból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel színtelenítjük. Olv. p. 147—148 C°.[1] Termelés: 0·3 g.

A p. nitrophenylhydrazont a következőképpen állítjuk elő: 0·2 g ketont 10 cm^3 10%-os ecetsavban oldunk és 0·2 g p. nitrophenylhydrazin ecetsavas (10 cm^3 50%-os) oldatával elegyítjük, majd az oldatot gyengén hevítjük, miközben a hydrazon kiválik. A vegyület sárga tűkben kristályosodik, amelyek bomlás közben 257—258 C°-on olvadnak.

0·1933 g anyag adott: 26·0 cm^3 nitrogént (18 C°, 761 mm).

A $C_{15}H_{15}N_3O_4$ képlet alapján a számított érték: N=15·63%.

Kísérletileg talált érték: N=15·78%.

A fentebbi ketonról leszűrt tartalmát a desztillációs lombiknak aetherrel kivonjuk és az aetheres oldatot natriumsulfattal szárítjuk. Az aethert ledesztilláljuk és az olajszerű maradékot vacuumban desztilláljuk, miközben 12 mm nyomás alatt 163—164 C°-on egy színtelen olaj desztillál át, amely mihamar megdermed. A vegyületet kétszer benzolból kristályosítjuk át. A termék színtelen tűkben válik ki, amelyek 55—56 C°-on olvadnak. Termelés 1·1 g. A vegyület nem reagál p. nitrophenylhydrazinnel és a következő összetételt mutatta:

4·610 mg anyag adott: 10·845 mg CO_2-t és 2·880 mg H_2O-t.

C=64·15% H=6·98%.

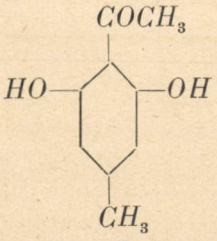
[1] Rasinski M. Nencki's Opera omnia. Band I. 678.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1941. dec. 22-én tartott üléséből.)

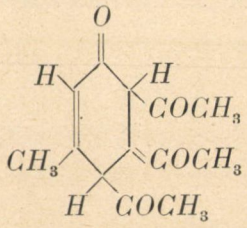
ÜBER DIE WANDERUNG DER ACYLGRUPPE BEIM ORCIN.

Von F. MAUTHNER korresp. Mitglied.

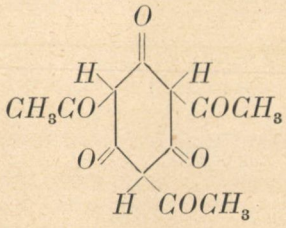
Die Untersuchung der Wanderung der Acylgruppe[1] bei den Phenolen brach präparativ eine wichtige Methode, da dadurch viele Oxyketone leicht zugänglich wurden, anderseits viele neue Oscyketone nur auf diesem Wege dargestellt werden konnten. Vor einiger Zeit veröffentlichte ich in diesem Journale eine systematische Untersuchung der Wanderung der Acylgruppe[2] bei den zwei, drei- und vierwärtigen Phenolen. Ich wollte jetzt für synthetische Zwecke das auf anderem Wege sehr schwer zugängliche p. Orcacetophenon von RASINSKI (I) aus dem Diacetylorcin nach der Acylwanderungsmethode darstellen. Hiebei zeigte sich, dass Diacetylorcin durch Einwirkung von Aluminiumchlorid in nitro-



I.



II.



III.

---

[1] FRIES u. FINCK: Ber. 41, 4271 (1908); ROSENMUND u. SCHNUR: Ann. Chem. 460, 56 (1928); ROSENMUND u. LOFERT: Ber. 61, 2601 (1928); Anwers Ber. 61, 416 (1928); 61, 1495 (1928); Ann. Chem. 464, 293 (1928).

[1] Journ. für prakt. Chemie (2) 136, 205 (1933); 139, 293 (1934); 147, 289 (1937).

benzolischer Lösung bei gewöhnlicher Temperatur nur in kleiner Menge in das p. Orcacetophenon (I) umgelagert wird. Bei der erneuten Untersuchung dieser Verbindung fand ich einen interessanten Ausnahmefall von der V. MEYERschen Regel, indem dieses zwei o. ständige Substituenten enthaltende Keton glatt ein p. Nitrophenylhydrazon liefert. Vor einigen Jahren fand ich als Ausnahmefälle von dieser Regel die leichte Esterifizierbahrkeit der Dimethyl-γ-resorcylsaure[1] und die Hydrazonbildung des Tetramethoxybezoldehids.[2] Als Hauptreaktionsprodukt bei der Umlagerung des Diacetylorcins entstand das Diketodiacetylmethyltetrahidrobenzol (II). Die Umlagerung erfolgt hiernach ganz Analog, wie ich beim Triacetylphloroglucin fand,[3] wo die Bildung des Triacetotriketohexamethylens (III) erfolgt. Die Umlagerung des Diacetylorcins in obiges Tetrahydrobenzolderivat ist ein experimenteller Beweis der Tantomerie des Orcins.

---

[1] Journ. für prakt. Chemie (2) 21, 259 (1929).
[2] Journ. für prakt. Chemie (2) 147, 287 (1937).
[3] Loc. cit.

Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. Dezember 1941.)

A RESACETOPHENON GLUKOSIDJAINAK SZINTÉZISE.[1]

MAUTHNER NÁNDOR l. tagtól.

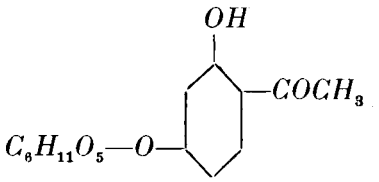
Az aromás oxyketonok glukosidjai igen elterjedtek a növényországban. Első szintétikus képviselőjüket, a piceint [2] a jegenyefenyő *(Pinus picea)* glukosidját már régebben előállítottam. E glukosidet a MICHAEL-féle glukosidszintézis egy módosítása útján állítottam elő, miszerint a kondenzációt acetonos lúgos közegben végeztem. Azóta még számos más oxyketonglucosid [3] szintézisét eszközöltem ezen eljárás szerint. Az o. állásban helyettesített phenolos hidroxilgyökök esetében azonban a termelés nagyon rossz volt vagy a reakció teljesen kimaradt. A resacetophenon glukosidjának szintézisére ezért az utolsó években [4] sikerrel használt ezüstoxidchinolines eljárást alkalmaztam. A resacetophenon kondenzációjánál acetobromglukózzal chinolines közegben ezüstoxid jelenlétében a tetraacetylglukoresacetophenon képződött. Csak egy glukóz lépett be a resacetophenonba, mert a tetraacetylglukosid vízben oldhatatlan és igen könnyen feloldódik hidegen egész híg nátronlúgban is és így egy szabad hidroxilgyököt kell tartalmaznia. A glukóz valószínűleg a 4-es hidroxilgyökhöz kapcsolódott, analógia, a resacetophenonnak dimethylsulfáttal való metilezése alapján. A tetraacetylglukosid elszappanosítása útján hideg baritvízzel a glukoresacetophenont (I) nyertem. Nem

[1] A Pázmány Péter tud. egyetem általános kémiai intézetében készült dolgozat.

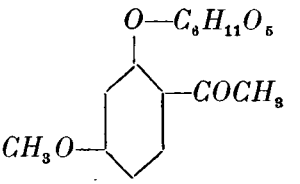
[2] Journ. für prakt. Chemie 88, 764 (1913).

[3] Journ. für prakt. Chemie 110, 123 (1925); 124, 312 (1930).

[4] Journ. für prakt. Chemie, 152, 20 (1939).



I.



II.

tartom feleslegesnek megemlíteni, hogy ez az első szintétikus glukosidszármazéka egy dioxybenzoketonnak. Több évvel ezelőtt G. PÉRON [5] kimutatta, hogy a fatermetű bazsarózsában *(Paeonia arborea)* egy glukosid fordul elő, mely hidrolíziskor d-glukosera és paeonolra (resacetophenonmonomethylaether) bomlik. A glukosid elkülönítése nem sikerült neki. Az aglykon szintézise céljából resacetophenont egy molekula dimethylsulfáttal metileztem, miáltal csak egy methylgyök lépett be az acetogyököhöz para állásban levő hidroxylgyökbe és paeonol képződött. A paeonolt chinolines közegben ezüstoxid segélyével kondenzáltam acetobromglukózzal és így a tetraacetylglukopaeonolt nyertem. Az acetylszármazék elszappanosításakor híg baritvízzel a glukopaeonol (II) képződött. E glukosid igen könnyen oldódik nemcsak vízben, hanem az organikus oldószerekben is és csak egész tömény oldatból kristályosíthattam. Miután szintétikus termék tulajdonságai immár ismeretesek, így ez a természetes glukosid elkülönítését igen meg fogja könnyíteni.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Tetraacetyl-glukoresacetophenon.

NEUCKI és SIEBER [2] adatai a resacetophenon előállítására vonatkozólag teljesen elégtelenek, mert adataiknak pontos betartása mellett 50 g resorcinból csak 0·5 g resacetophenont (nyerstermék) nyertem. Az alábbi módon jobb termelést nyerünk, amely azonban még mindig nem jó.

50 g resorcint, 75 g jégecetet és 75 g megömlesztett zinkchloridet 3 óra hosszat 145—150 C°-ra hevítjük. Ezután a reakcióelegyet sok 10%-os sósavba öntjük és másnapig állni hagyjuk.

[1] Journ. Pharm. Chim. (7) 3, 238.

[2] Journ. für prakt. Chemie 23, 151, 583 (1881).

A kivált ketont leszűrjük híg sósavval, sokszor kimossuk és 200 cm^3 10%-os sósavból átkristályosítjuk, miközben csontszénnel színtelenítjük. Termelés 3·5 g. Olp. p. 142 C°.

2 g jól kiszárított resacetophenont, 4·9 g acetobromglukoset 10 cm^3 száraz chinolinban oldunk és 1·7 g száraz aktív ezüstoxidot adunk hozzá. A reakcióelegyet egy üvegpálcikával $^1/_4$ óra hosszat keverjük, miközben a reakciósedényt hideg vízzel jól hűtjük. Ezután a reakcióelegyet egy órára exsiccatorba helyezzük. A reakcióelegyet 60 cm^3 jégecettel elegyítjük, jól összekeverjük és két ráncos szűrőn kétszer 750 cm^3 vízbe szűrjük. Ezután a ráncos szűrőt 20 cm^3 jégecettel kimossuk. A reakcióselegyet másnapig állni hagyjuk, ezután szűrjük és vízzel jól kimossuk. Az acetylszármazékot alkoholban oldjuk és óvatosan vizet csepegtetünk belé. Az acetylszármazék e közben kikristályosodik, melyet még háromszor alkoholból kristályosítunk át és csontszénnel színtelenítjük. Termelés 0·7 g.

4·629 mg anyag adott: 9·310 mg CO_2-t és 1·556 mg H_2O-t.

A $C_{22}H_{26}O_{12}$ képlet alapján a számított értékek: C=54·77%, H=3·98%.

Kísérletileg talált értékek: C=54·84%, H=3·74%.

A tetraacetylglukoresacetophenon színtelen tűkben kristályosodik amelyek 131—132 C°-on olvadnak.

Glukoresacetophenon.

2 g fínomra porított tetraacetylglukoresacetophenont, 9 g bariumhidroxidból és 150 cm^3 vízből készített oldattal 19 óra hosszat erősen összerázzuk. Ezután a bariumhidroxidet kétórai szénsavbevezetéssel kicsapjuk, a bariumcarbonatot leszűrjük és vízzel jól kimossuk. Az átszűrt folyadékot vacuumban 40 C°-on 80 cm^3-re bepároljuk, miközben az oldat kihűlésekor a glukosid kikristályosodik. Az oldat további bepárologtatásakor még egy második kristályosodást nyerünk. Termelés 1·1 g. A glukosid további tisztítása céljából a terméket meleg vízből kristályosítjuk át, miközben csontszénnel színtelenítünk. A glukoresacetophenon színtelen tűkben válik ki, amelyek 201—202 C°-on olvadnak.

4·446 mg anyag adott: 8·706 mg CO_2, 2·252 mg H_2O-t.

A $C_{14}H_{18}O_8$ képlet alapján a számított értékek: C=53·50%, H=5·73%.

Kísérletileg talált értékek: C=53·39%, H=5·62%.

A glukosid könnyen oldódik alkoholban, ellenben aetherben és chloroformban oldhatatlan. A glukosid vizes és alkoholos oldatát vaschlorid vérvörös színre festi.

Tetraacetylglükopaeonol.

A paeonol előállítására 23 g resacetophenont, 12 g natriumhidroxidból és 120 cm³ vízből készített oldatban oldunk és 28·5 cm³ dimethylsulfáttal 25 percig külső vízzel való hűtés közben összerázzuk. A reakcióselegyet megsavanyítjuk és vízgőzzel desztilláljuk. Az átmenő paeonolt és kevés dimethylresacetophenont egymástól akkép választjuk el, hogy lúgot adunk hozzá és aetherrel kivonjuk, miáltal a dimethylszármazékot eltávolítjuk. A lúgos oldatot megsavanyítjuk és aetherrel kivonjuk. A paeonol további tisztítása céljából híg alkoholból kristályosítjuk át. Termelés 5·1 g. Olv. p. 48—49 C°.

3 g paeonolt, 7·4 g acetobromglukoset 10 cm³ száraz chinolinban oldjuk, 2·6 g száraz ezüstoxidot adunk hozzá és félóra hosszat üvegpálcikával keverjük, miközben az edényt hideg vízzel kívülről hűtjük. A reakcióelegyet ezután egy óráig exsiccatorban állni hagyjuk. A termékhez ezután 60 cm³ jégecetet adunk, jól összekeverjük és két ráncos szűrőn kétszer 750 cm³ vízbe szűrjük, miáltal az acetylszármazék kiválik. Ezután mindegyik szűrőt 20 cm³ jégecettel kimossuk. A reakciós-terméket másnapig állni hagyjuk, azután szűrjük és vízzel jól kimossuk. Az acetylszármazékot meleg alkoholban oldjuk, az ezüstvegyületekről leszűrünk és az oldat lehűlésekor az acetylszármazék kiállott. Termelés 3·7 g. A vegyület további tisztítása céljából alkoholból kristályosítjuk át és csontszénnel színtelenítjük. A tetraacetylglucopaeonol színtelen tűkben válik ki amelyek 144—145 C°-on olvadnak.

2·913 mg anyag adott: 6·790 mg. CO_2 és 1·494 mg H_2O-t.

A $C_{23}H_{28}O_{12}$ képlet alapján a számított értékek: C=55·64%, H=5·64%.

Kísérletileg talált értékek: C=55·74%, H=5·69%.

Glukopaeonol.

2 g finomra porított tetraacetylglukopaeonolt 150 cm^3 6%-os bariumhidroxidoldattal 15 óra hosszat a rázógépen közönséges hőmérsékleten összerázzuk. A bariumot ezután szénsavval kicsapjuk, a bariumcarbonatot leszűrjük és vízzel jól kimossuk. Az átszűrt folyadékot vacuumban 40 C°-on kis térfogatra bepároljuk és vacuumexsiccatorban kénsav felett beszárítjuk. A száraz terméket porítjuk és ecetsavaethyllesterrel kivonjuk. A bepárologtatott oldatból a glukosid kikristályosodott. Termelés 1·1 g. A glukosid további tisztítása céljából methylalkoholból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel színtelenítjük.

4·731 mg anyag adott: 9·494 mg CO_2-t és 2·513 mg H_2O-t.

A $C_{15}H_{20}O_8$ képlet alapján a számított értékek: C=54·87%, H=6·09%.

Kísérletileg talált értékek: C=54·72%, H=5·89%.

A glukosid színtelen tűkben kristályosodik, amelyek 82—83 C°-on olvadnak.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1941. dec. 22-én tartott üléséből.)

DIE SYNTHESE DER GLUCOSIDE DES RESACETOPHENONS.

Von F. MAUTHNER korresp. Mitglied.

Die Glucoside der aromatischen Oxyketone sind sehr verbreitet im Pflanzenreiche. Als ihren ersten synthetischen Vertreter stellte ich vor vielen Jahren des Picein,[1] das Glucosid der Edeltanne *(Pinus picea)* dar. Ich gewann diese Verbindung mittelst einer Modifikation der MICHAEL'schen Glukosidsynthese, indem die Kondensation des p. Oxyacetophenons mit Acetobromglukose in alkalisch acetonischer Lösung ausgeführt wurde. Seitdem gewann ich viele andere Oxyketonglucoside[2] nach diesem Verfahren. Es zeigte sich aber, dass bei o. substituirten Hydroxylgruppen die Ausbeuten schlecht waren, oder die Reaktion ganz ausblieb. Zur Synthese des Glucosids des Resacetophenons benützte ich deshalb das in den letzten Jahren oft mit Erfolg verwendete[3] Silberoxyd-Chinolinverfahren. Bei der Kondensation des Resacetophenons mit Acetobromglucose in Chinolin mittelst Silberoxyd entstand so das Tetraacetylglucoresacetophenon. Es trat nur ein Glucoserest in Resacetophenon ein, denn das Tetraacetylderivat ist unlöslich in Wasser und löst sich in ganz verdünnter Natronlauge auf, muss hiernach eine freie Hydroxylgruppe enthalten. Die Haftstelle des Glucoserestes ist wahrscheinlich bei der 4-er Hydroxylgruppe nach der Analogie der Methylierung des Resacetophenons mittelst

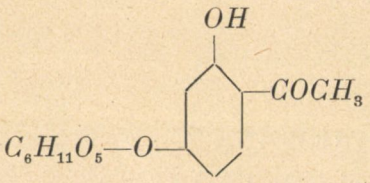
---

[1] Journ. für prakt. Chemie (2) 88, 764 (1913).

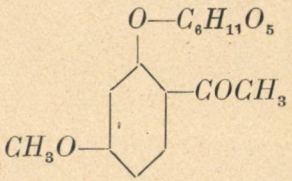
[2] Journ. für prakt. Chieme (2) 110, 123 (1925); daselbst (2) 124, 313 (1930).

[3] Journ. für prakt. Chemie (2), 152, 20 (1939).

Dimethylsulfat. Durch Verseifung des Tetraacetylderivates mittelst kalter verdünnter Barytlauge gewann ich das Glucoresacetophenon (I).



I.



II.

Ich halte nicht überflüssig zu bemerken, dass dies das erste synthetische Glucosid eines Benzoldioxyketons ist. Vor einigen Jahren stellte G. PERON[1] fest, dass in der Pfingstrose *(Paeonia arborea)* ein Glucosid vorkommt, dass bei der Spaltung in Paeonol (Resacetophenonmonomethylaether) und d-Glucose zerfällt. Die Isolierung des Glucosids gelang ihm nicht. Zur Darstellung des Aglykons methylierte ich Resacetophenon in alkalischer Lösung mit ein Mol. Dimethylsulfat, es trat nur zur Acetogruppe in Parastellung befindlichen Hydroxylgruppe das Methylradikal ein, es entstand Paeonol. Das Paeonol wurde mit Acetobromglucose in Chinolinlösung mit Silberoxyd kondensiert und lieferte das Tetraacetylglucopaeonol. Bei der Verseifung des Tetraacetylglucosids mittelst kalter, verdünnter Barytlauge entstand daraus das Glukopaeonol. Die Verbindung ist sehr leicht löslich auch in der org. Solventien, ist nur aus ganz koncentrierten Lösungen zu krystallisieren. Da die Eigenschaften des synthetischen Produktes nunmehr bekannt sind, so wird dies die Isolierung des natürlichen Glucosids sehr erleichtern.

---

[1] Journ. Pharm. Chim. (7) 3, 238.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. Dezember 1941.)

«HAZAI VÍZIERŐINK ÉS AZ ENERGIAGAZDÁLKODÁS JAVÍTÁSÁRA SZÜKSÉGES SÜRGŐS TEENDŐK.»

(Mellékelve I—V és A—D tábla.)

n. HOOR-TEMPIS MÓRIC r. tagtól.

Az Akadémia III. osztályában 1912. óta előterjesztett, a Mat. és Term. tud. Értesítőben és más folyóiratokban közzétett értekezéseimben[1] a gépek használatára áttért államok lakosonkénti és évenkénti tüzelőszerfogyasztását, a munkásonkénti és lakosonkénti géphányadokat, a gazdasági tevékenység fenntartására és biztosítására évenként fogyasztott mechanikai munka mennyiségét és mind e gazdasági mérőszámok összefüggését, sok évtizedes fejlődését ismertettem. Kimutattam, hogy a fejlődés menete kezdettől fogva mindenütt hasonló, úgy hogy — a gazdasági tevékenységben előrehaladottabb államokban elért eredményeket ismerve — a gazdasági tevékenységben kevésbbé előrehaladott államok gépi munkaszükségletének és tüzelőszer fogyasztásának fejlődésmenetét, a lakosonkénti és évenkénti fogyasztási hányadok időgörbéit nagy megközelítéssel előre megrajzolhatjuk.

Az utolsó két évszázad folyamán szerzett tapasztalás azt bizonyítja, hogy az őstermelés és ipari termelés haladó irányzatát, az általános jólétet, a munkásonkénti átlagos teljesítményt és bérjövedelmet csak úgy javíthatjuk, a korszerű honvédelmi és egészség-

[1] L. «A művelt nemzetek elektromos energiafogyasztásának évtizedes fejlődési analógiáiból következő tanulságok.» Előt. 1938. jan. 24.— «Csonkamagyarország és a külföld elektromos energiagazdálkodásának fejlődési irányzata és az ipari telepítés sürgős feladatai». Mat. és Term. tud. Ért. LVI. (1937) 771—779. o. és az ott idézett értekezéseket.

ügyi szükségleteket csak úgy elégíthetjük ki, hogy a haladó irányzat biztosítására tapasztalás szerint bevált gépi eszközöket mindenkor *idejekorán* állítjuk a gazdasági tevékenység szolgálatába és arról gondoskodunk, hogy a szükséges gépi munka fejlesztési költsége a lehető legolcsóbb legyen, az előrehaladottabb államokban már elért eredményeket minél jobban megközelítse. A művelt államok gazdasági tevékenységük haladó irányzatát — azt, hogy a nemzetközi versenyben helyüket megállhassák, gazdasági és politikai függetlenségüket megóvhassák — csak úgy biztosíthatják, hogy *energiagazdálkodásukat* is következetesen, egységes és gondosan előkészített tervek szerint idejekorán teljesített beruházásokkal és szervező munkával *folyton fejlesztik és javítják.*

Az egy-egy munkafolyamat vagy egyfajta munkagépek csoportját hajtó erőgépek terhelése szélsőséges határok között váltakozik és az a átlagos évi terhelés a legnagyobb teljesítőképességnek csak kis hányada. Az ily üzem ellátására egy-egy évben leadott e energiamennyiség és az m legnagyobb terhelés $\frac{e}{m}$ hányadosa — a terhelési csúcs évenkénti óraszáma — az év 8760 órájának kis hányada; csak kivételes esetekben közelíti meg a 2000 órát. Az ilyen üzemek átlagos hatásfoka rossz, az évenként fejlesztett energiamennyiség egységét terhelő teljes átlagos költség (üzemanyagok, személyzet, fenntartás, tőketerhek stb. költsége) többszöröse annak az átlagos teljes költségnek, mellyel a *nagy fogyasztókörzeteket,* a munkafolyamatok és munkagépek *sokféleségét* ellátó korszerű, nagy erőművekben az energiát fejleszthetjük.

A nagy erőgépek, nagy gépegységekkel dolgozó nagy erőművek és tartozékaik lóerőnkénti teljes építési tőkeszükséglete jóval kevesebb annál a lóerőnkénti beruházási hányadnál, melyet egyéni üzemek, kis fogyasztókörzetek ellátására méretezett, kis teljesítőképességű erőművek építésére fordítanunk kell. Minél nagyobb az egy-egy erőműből ellátott fogyasztók száma és sokfélesége, annál kisebb a valószínűsége annak, hogy a különféle munkafolyamatok igényelte legnagyobb terhelések ugyanabban az időben találkozzanak; ceteris paribus annál nagyobb az $\frac{e}{m}$ hányados, jobb a munkafejlesztés átlagos hatásfoka és kisebb a fejlesztett energia egységét terhelő összes költségek hányada.

A több mint félszázaddal ezelőtt Hazánkból világot hódító útjára indult nagyfeszültségű transzformátoros elosztó rendszer — néhai BLÁTHY OTTÓ, Akadémiánk tiszteleti tagjának úttörő munkája — megadta a módját annak, hogy a villamos energiát gazdaságosan nagy távolságokra vezethessük és egységes rendszerekben nagy körzetek, a fogyasztók sokféleségének energiaszükségleteit — jó átlagos terheléssel gazdaságosan dolgozó — nagy erőművekből elláthassuk. Evvel lehetségessé vált a nagy vízierők munkaszolgáltatásának hasznosítása is. A nagy vízierőművekben fejlesztett olcsó energia felhasználásával nagy energiamennyiségeket igénylő új gyártási eljárások, az elektrokémiai és elektrometallurgiai üzemek, műgumigyártás stb. nagyszabású fejlődése indult meg.[1]

Ha a nagy hőerőműveket és nagy vízierőműveket vezetékekkel összekötve, állandóan együttműködtetjük és az ily egyetemes rendszerből nagy körzeteket, országrészeket látunk el villamos energiával, a rendszerben egy-egy évben összesen fejlesztett E energiamennyiség és az egyetemes terhelési görbe M legnagyobb terhelésének $\frac{E}{M}$ hányadosa — és az együttműködő egyes művek $\frac{e}{m}$ hányadosa is — jóval nagyobb azon $\frac{e}{m}$ hányadosoknál, amelyekkel az egyes erőművek — a nagy körzet egyes részeit külön-külön ellátva — az e energiát fejleszthetnék. Ezért az ily együttműködő erőművek rendszerében összesen fejlesztett E energia átlagos teljes fejlesztési költsége jóval kisebb annál a fejlesztési költségnél, mellyel a különkülön működő erőművek évi energiaszolgáltatásukat fejleszthetnék. A kisebb átlagos költséggel fejlesztett energiával a nagy energia-

[1] Az egy-egy kg előállítására szükséges átlagos villamos energiaszükséglet: *Al*, bauxitból 27 kwó, *Mg*, magnezitből 22 kwó, *Na*, konyhasóból 8·5 kwó, *NaOH* 4·0 kwó, *KOH* 2·9 kwó, *SiC* 11 kwó, CaC_2 lecsapolásos folytonos üzemben 4 kwó, «block» üzemben 7 kwó, *N* natriumsalétromban 64·5 kwó, *N*, mésznitrogénben 17·5 kwó, *N*, synteth., NH_3-ban 22·0 kwó.

1 kg nyersvasnak villamos nagyolvasztóban való előállítására átlag 2·5—3·0 kwó, a villamos pestben 1 kg acélnak hideg nyersvasból való előállítására átlag 1·5 kwó, olvasztott nyersvasból való előállítására átlag 1·1 kwó, 1 kg 50%-os ferrosilicium készítésére 6·5 kwó energiát kell fordítanunk. 1 kg műgumi («buna») gyártása 40 kwó energiát igényel.

mennyiségeket igénylő olyan munkafolyamatok energiaszükségleteit is kielégíthetjük, melyek a villamos energiát eddig nem vehették igénybe. A világszerte szerzett tapasztalás azt is bizonyítja, hogy a nagy vízierőműveket ily módon egymással és a hőerőművekkel állandóan együttműködtetve, egyes vízierők teljes évi munkaszolgáltatását — noha teljesítményük a csapadékjárás és évszakok szerint tág határok között váltakozik — maradék nélkül hasznosíthatjuk.[1]

A nagy hőerőműveket a szénfélék előfordulási helyéhez, a földgázforrások, ásványolajforrások *közelébe* kell telepítenünk. Az így telepített nagy hőerőművekben fejlesztett energiát *d* távolságra (50—300 km-nyi és ennél nagyobb távolságra) elvezető nagyfeszültségű vezetékek és az ezekből táplált alállomások és mindezek tartozékainak tőketerheiből, kezelési és fenntartási költségeiből származó, a leadott kilowattórát terhelő átlagos költséghányad jóval kisebb annál az átlagos költséghányadnál, mellyel az ugyanekkora energiamennyiség fejlesztésére szükséges szénfélék *d* távolságra való szállításának költsége az energia egységét terhelné; kisebb a földgáz- vagy olajforrásoktól *d* távolságra telepített hőerőmű ellátására szükséges csővezetékek évi tőketerheiből, kezelési és fenntartási költségeiből származó átlagos költséghányadnál. Minél kisebb a nagy fogyasztóközpontok közelébe telepített hőerőművek ellátására szolgáló, *d* távolságra szállítandó tüzelőszer

[1] Az évtizedes fejlődés menetét előrelátó, gondosan előkészített tervek szerint épült, együttműködő vízerőművekkel elért eredményeket bizonyító példák sorából a «Nordost Schweizerische Kraftwerke A.-G., Baden» állami vállalat példáját idézem, mely Svájc északkeleti részét látja el villamos energiával. A vállalat az 1914/15. üzleti évben vízerőműveiben 179 millió kwórát fejlesztett és a vízerők évi munkaszolgáltatásának 55·7%-át hasznosíthatta. Az 1938/39. évben a vállalat együttműködő vízerőművei 881·8 millió kwórát fejlesztettek és a vízierők évi munkaszolgálattásának 95·5%-át hasznosították. Az együttműködő erőművek, nagyfeszültségű vezetékek és alállomások 164.144,000 sv. fr.-nyi beruházási tőkéjének 55.960,000 sv. fr.-nyi részét a vállalat a 24 év folyamán gyűjtött tartalékalapokból fedezte.

A «Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt A.-G. Rheinfelden» vállalat együttműködő vízerőműveinek rendszerében az 1938/39. üzleti évben 678·8 millió kwórát fejlesztett, a hasznosított vízierők évi munkaszolgáltatásának 97·8%-át hasznosította.

kalóriatartalma, annál nagyobb a hőerőművek helyes telepítéséből, a távvezetéki rendszerek alkalmazásából származó megtakarítás.

Az ily nagy, országos ellátó rendszerben együttműködő hőerőműveket a tüzelőszerek előfordulási helyéhez közel telepítve, a nagy vízierőket hasznosítva, egyúttal a vasutakat nagy szénmennyiségek szállítására szükséges teherkocsik és mozdonyok beszerzési költségeitől, az országos energiaellátást pedig az időjárás, forgalmi zavarok, háborús események eshetőségeitől is nagymértékben mentesítjük.

A gazdasági tevékenység haladó irányzatának biztosítására (Smith Ádám «thriving country» állapotának fenntartására) szükséges, évről-évre növekvő energiaszükségletet együttműködő hőerőművek és vízierőművek rendszeréből ellátva, a mezőgazdasági és kertgazdasági üzemek, a belterjes gazdálkodásban nélkülözhetetlen korszerű hombárok, hűtőüzemek, gyümölcsöt és takarmányt szárító üzemek, mezőgazdasági ipari üzemek munkaszükségleteit is villamos energiával gazdaságosan fedezhetjük. Az olcsó villamos energiával dolgozó ilyen üzemek teljes évi üzemi költsége jóval kisebb annál a költségnél, melyet külön-külön erőgépekkel dolgozó ilyen üzemekre fordítanunk kell. Olcsó villamos energiával a nagyforgalmú vasúti fővonalak vontatási munkaszükségletét is gazdaságosan láthatjuk el.

Az utolsó három évtizedben világszerte elért eredmények tanúsága szerint mindevvel a széngazdálkodást javítjuk; a lakosonkénti és évenkénti szénfogyasztási hányad növekedését meglassítjuk és evvel a szénbányák teljesítőképességének növelésére, új bányák nyitására az évek során fordítandó beruházási tőkeszükségletet csökkentjük.

Egy-egy hektárnyi föld 35 cm mélységű felszántására a szántógépet hajtó villamos motorba átlag 60 kwó, 45—50 cm mélységű felszántására átlag 70 kwó energiát kell leadnunk, a hektáronkénti átlagos gabonatermés cséplésére pedig 20—25 kwó energiát kell fordítanunk. A két művelet 80—90 kwó energiaszükségletének és az elosztási veszteségek fedezésére az együttműködő nagy hőerőművekből 100—110 kwó energiát kell leadnunk, melynek fejlesztésére átlag legfeljebb 74—82 kg-nyi 5000 kalóriás szenet kell fordítanunk. Ha e míveleteket gőzjárgánnyal végeztetjük, a felfűtésre

és hasznos munkára kéthengeres járgány rostélyára 600—700 kg-nyi, egyhengeres járgány rostélyára pedig 1000—1100 kg-nyi 5000 kalóriás szenet kell adagolnunk.

A villamos vontatású *svájci* nagyvasutakat ellátó alállomásokból 100 elegytonnakilométernyi vontatási teljesítményre 1938-ban átlag 3·31 kwó energiát kellett fordítani. A MÁV budapest—hegyeshalmi villamosított vonalán 100 elegytonnakilométernyi teljesítmény ellátására az alállomások 1939-ben átlag 3·32 kwórát adtak le, mely energiaszükséglet ellátására a bánhidai erőműben átlag 13,600 kalória fűtőértékű szénmennyiséget kellett fordítani. 100 elegytonnakilométernyi vontatási teljesítményre a gőzvontatású *svájci* nagyvasutak 1938-ban átlag 6·92 kg 6700 kalóriás szenet, kereken 46,400 kalóriát fordítottak. A MÁV gőzvonatatású vonalain a 100 elegytonnakilométernyi teljesítmény átlagos szénszükséglete 1938/39-ben 4350 kalóriás szén egyenértékben átlag 11·59 kg szén, azaz 50.400 kalória volt.[1]

Az energiagazdálkodás javítására szükséges teendőket tárgyalva, a *vízierők hasznosításának döntő szerepére kell rámutatnom.* Ha nagy vízierők hasznosítására nagy vízierőművet építünk, az összes évi tőketerheket és üzemi költségeket magában foglaló évi teljes munkafejlesztési költség közel változatlan marad, akár teljesen hasznosítjuk az év minden órájában a vízierő szolgáltatta energiát, akár csak egy részét értékesíthetjük. Az olyan időközökben, évszakokban, amelyekben a vízerőmű tényleges terhelése a rendelkezésre álló teljesítőképességnél kisebb, a fogyasztóknak még leadható energiatöbbletet újabb adalékos költség nem terheli; az ily adalékos energiamennyiségeket igen olcsó árszabással adhat-

[1] Ha a korszerű szellőztető berendezésekkel felszerelt hombárokat, gyümölcsöt és zöldséget szárító üzemeket, az egyes üzemek igényelte legnagyobb teljesítményre méretezett külön-külön erőgépekkel fejlesztett munkával látjuk el, a kilowattóra egyenértékének fejlesztésére szénben háromszor-négyszer annyi kalóriamennyiséget kell fordítanunk, mint amennyivel az egy kwórányi hasznos munkát és az elosztási veszteségeket korszerű nagy hőerőművekben fejleszthetjük. Az ily üzem teljes évi költsége négyszerese-ötszöröse annak a teljes költségnek, amely az üzemet terheli, ha olcsó — ezidőszerint például kwóránként 6—7 fillér áru — energiával láthatjuk el a munkaszükségletet.

juk a fogyasztóknak. Ezért az olyan elosztórendszerekben, amelyekben korszerű nagy hőerőművek és vízerőművek állandóan együtt működnek, árszabás dolgában sokkal jobban alkalmazkodhatunk a fogyasztók igényeihez és nagyobb fogyasztókénti, lakosonkénti évi fogyasztási hányadokat érhetünk el. Evvel tapasztalás szerint a villamos energiaszolgáltatás kereskedelmi jövedelmezősége javul, a fogyasztók pedig olcsóbb energiához jutnak.

Hegyláncok övezte területek árvízvédelmi és öntözési feladatait gyökeresen csak nagy völgytárolók építésével és olcsó energiával hajtott átemelő szivattyútelepekkel oldhatjuk meg. A nagy vízierők korszerű hasznosítására nagy völgytárolókat és magastárolókat létesítve, a víziutak hajózhatóságát is javítjuk. A nagy vízerőművek jövedelmeiből a víztárolók tőketerheit és üzemi költségeit fedezhetjük, úgyhogy a nagy vízerőművekkel szerves összefüggésben létesített nagy víztárolók évi teljes költségei az árvízvédelmet és öntözési üzemeket nem terhelik.

Nagy vízerőművek és együttműködő nagy hőerőművek és elosztórendszereik terveit kidolgozva, évtizedes beruházási terveit megállapítva, a terveket megvalósítva, gondoskodnunk kell arról is, hogy mindenkor ez erőművek évi teljesítőképessége hasznosítható is legyen. Hasznos, a gazdasági tevékenység haladó irányzatát biztosító eredményt csak úgy érhetünk el, hogy a beruházási tervekkel szerves, egységes kapcsolatban a létesítendő új ipari üzemek telepítésének sorrendjét, helyét és energiaszükségleteit is idejekorán megállapítjuk.

A gazdaságosan fejlesztett olcsó villamos energia nagy gazdasági jelentőségét felismerve, a művelt államok egész sora immár több mint három évtizeddel ezelőtt látott az energiagazdálkodás ügyeinek egységes rendezéséhez; ez ügyek intézését egységes törvényekkel rendezve és *önálló intézkedési hatáskörrel felruházott szervekre* bízva, valósították meg gyönyörű eredménnyel a nagy villamos energiafejlesztő és elosztórendszereket és evvel a gazdasági tevékenység hatalmas fejlődését tették lehetővé. Az Amerikai Egyesült Államok, Canada, Finnország, Nagybritannia, Norvégország, Olaszország, Svédország és Svájc mintaszerű törvényekkel és rendeletekkel rendezte az energiagazdálkodás, a nagy villamos ellátó rendszerek ügyeit. Az elért eredmények (I., II*a*., II*b*. és

III. tábla) és a szakirodalom tanúsága szerint nem az őstermelés és ipar nagy fejlődése tette szükségessé a nagy villamos ellátó rendszerek létesítését, hanem az *egységes tervek szerint idejekorán* épült ellátó rendszerek szolgáltatta olcsó villamos energia adta meg a nagyarányú fejlődés lehetőségét; evvel indulhatott meg a belterjes földmívelés és mezőgazdasági ipar, a gyáripari üzemek honvédelem és népjólét követelte vidéki telepítése, a korszerű háziipari és kisipari termelés.[1]

Villamos hőerőművek, vízerőművek és nagyfeszültségű elosztórendszerek tervezése és építése dolgában a magyar mérnökök és gyárak Hazánkban és külföldön is (Olaszországban, Spanyolországban, Ausztriában, Németországban, Svájcban, Oroszországban, Svédországban, Franciaországban, Németalföldön, Nagybritanniában, Délamerikában, Afrikában és Ausztráliában stb.) a mult század végén és e század elején úttörő munkát végeztek. A mult század végén és századunk elején Hazánkban épült kisebb villamos vízerőművek is (Nagyszeben, Ikervár, Besztercebánya, Gibárt, Dés-Szentbenedek, Marosvásárhely, Temesvár stb.) jól beváltak. Kvassay Jenő, az Országos Vízépítési Igazgatóság szervezőjének és halhatatlan emlékű főnökének kezdeményezésére és vezetése alatt már századunk első évtizedében elkészült Nagymagyarország vízierőinek egységes hasznosítását, az árvízvédelmet, öntözést és

[1] Lásd pl. Amer. Egyes. Áll.: «The Federal Water Power Act of June 10. 1920.» Vol. 41. Statutes at Large, p. 1063 (Publ. No 288—66 th, Cong. H. R. 3184). E törvényben a szövetségi törvényhozás a szövetségi államok féltve őrzött intézkedési jogát csorbítva, a vízierők hasznosításának ügyeit a szövetségi törvényhozás hatáskörébe utalta. Canada, Ontario Állam: The Power Commission Act of Ontario. R. S. O. 1914, Chapter 31.»; «The Public Utilities Act, R. S. O. 1914, Chapter 204, s, 1»; «The Water Powers Regulation Act. 1916. 6 Geo. V, Chapter 21.» Nagybritannia: «Electric (Supply) Act, 1919. 9 and 10. Geo. V, Chapter 100.» «Electric (Supply) Act, 1926. 16 and 17. Geo. V, Chapter 151.» Board of Trade: «Final Report of the Water Power Resources Committee.» London 1921. H. M. Stat. Off. 52. oldal: «Decentralisation of Industry. Rural resettlement.» Norvégország: «Lov on vassdragenes benyttelse m. v. av 1. Juli 1887, med tillegg og endringer av 14. Juli 1893, 6. August 1897, 11. Juni 1906, 19. Juli 1907, 18. August 1911 og 26. Mars 1926.» Svájc: «Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte vom 22. Dez. 1916.»

hajózást szolgáló egységes terv. Néhai VICZIÁN EDE mérnök a m. kir. földmívelésügyi miniszter megbízásából megírta «Magyarország vízierői» című kitűnő munkáját.[1] Nagyérdemű magyar mérnökök, POGONYI GYÖRGY, ROHRINGER SÁNDOR, RUBCHICH GYÖRGY, STELLER ANTAL és SZÜTS BÉLA már az 1908—1918 években Nagy-Magyarország vízierőinek hasznosítására nagy vízerőművek, vízépítési — ma is korszerű — terveit elkészítették, de Hazánk megcsonkítása mind e szép terv megvalósításának útját szegte.

Ezidőszerint Hazánkban a gazdasági tevékenység gépi munkaszükségletének és egyéb energiaszükségletének csak kis hányadát termelik korszerű, gazdaságosan dolgozó gőzerőművek. A gépi energiaszükséglet kereken 85 százalékát ma is kis átlagos terheléssel, rossz átlagos hatásfokkal dolgozó kis hőerőgépek, kis üzemek ezrei látják el és az ezekben fejlesztett energia egységének átlagos költsége többszöröse annak, mellyel a munkát korszerű nagy hőerőművek és vízerőművek fejlesztik.

A hazai s külföldi nagy korszerű gőzerőművekből leadott kilowattóra teljes átlagos költsége 1939-ben 2·8—4·5 fillér, a svájci, svéd, norvég, finn és canadai együttműködő nagy vízerőművekből leadott kilowattóra átlagos költsége 1938/39-ben 1·3—2·4 fillér volt, az A.—C. táblákban ismertetett, tervezett nagy magyar vízerőművekből leadandó kilowattóra átlagos költsége 1·37—3·15 fillér — a nyolc műből évenként összesen leadható 2000 millió kwó átlagos költsége 1·86 fillér — lesz. A nagyobb hazai vidéki városokat ellátó gőzerőművekből leadott kilowattóra teljes költsége 1939-ben 14—17 (ebben csak a szén költsége 3·7—5·0 fillér), a kisebb városokat, községeket ellátó gőzerőművekből leadott kilowattóra teljes költsége még nagyobb, 20—25 fillér (ebben csak a szén költsége 5—8 fillér) volt.[2]

---

[1] VICZIÁN EDE: «Magyarország vízierői (a m. kir. földmívelésügyi miniszter kiadványa). Második kiadás. Budapest, 1913. «Vízierőinknek más természetes erőforrásokhoz való viszonya.» M. Mérn. és Ép. Egyl. Közl. 1914. 18. sz.

[2] A Budapest székesfőváros kelenföldi gőzerőművéből leadott kwó teljes költsége 1939-ben 4·2 fillér, a bánhidai erőműből ledott kwó teljes költsége 1939-ben 2·83 fillér volt. A mohácsi Dunapartra tervezett nagy gőzerőműből (D. tábla) leadandó kwó-t kereken 3·3 (ebben a szén költ-

Az I. táblában bemutatom az energiagazdálkodásban előrehaladott államokban a villamos erőművekből az elosztórendszerekbe évenként leadott villamos energia mennyiségét, ennek vízerőművekből leadott részét és lakosonkénti hányadát, valamint a Hazánkban elért eredményeket. A II*a*. és II*b*. táblában néhány külföldi nagyváros és Budapest lakosonkénti és évenkénti energiafogyasztását és a beszedett átlagos kwó-kénti bevételeket, valamint a háztartások átlagos évi villamos energiafogyasztását adom. E mérőszámokat és a fent közölt hazai fejlesztési költségeket összevetve, legott megértjük, hogy az erőművekből leadott energia lakosonkénti hányada Hazánkban miért volt 1939-ben csak 139 kwó, holott a hányad Norvégországban 1937-ben 3420 kwó, Canadában 1937-ben 2460 kwó Svájcban 1939-ben 1332 kwó volt.

A külföldön elért eredményeken okulva tisztán látjuk az utat, melyet energiagazdálkodásunk javítására követnünk kell, hogy gazdasági tevékenységünk haladó irányzatát biztosítsuk és a művelt államok versenyében le ne maradjunk. Az országos energiagazdálkodás javítására szükséges teendőket, a megépítendő hőerőművek vízerőművek és elosztórendszerek egymásutánját, a nagy energiamennyiségeket fogyasztó, létesítendő új üzemek sorrendjét egységesen és oly módon kell megállapítanunk hogy az új erőművek elkészültével az új erőművekből leadható energiát le is adhassuk.

Őstermelő — általános iparát nem fejlesztő — állam az őstermelés hozadékaiból a korszerű műveltségi, népjóléti és honvédelmi igényeket ki nem elégítheti. Az őstermelés csak az általános ipar fejlődésével válhatik fokozatosan belterjessé. Az ipari tevékenység hozadékának növekedésével nő a lakosság átlagos fogyasztóképessége, viszont a belterjes őstermelés állandó fogyasztója az ipari termékeknek.

A visszacsatolt országrészekkel nagy ásványi kincsek, antimonérc- mangánérc- aluminiumérc- és magnéziumérctelepek, valamint rézércek stb. kerültek vissza. Hazai szükségleteink, így többi

sége 1·75 fillér), a székesfőváros most épülő mátravidéki nagy erőművéből leadandó kwó-t pedig 3·4—3·5 fillérnyi teljes költség fogja terhelni. A Svájcban épült nagy, tároló nélküli vízi erőművekből leadott kwó teljes költsége 1·3—1·8 fillér, a tárolós vízi erőművekből leadott kwó teljes költsége 1·7—3·0 fillér.

között hadfelszerelési szükségleteink kielégítésére ez ércek feldolgozását, nagyban való előállítását sürgősen meg kell kezdenünk és a magnézium, antimon, mangán és vegytiszta réz stb. előállítására az elektrokémiai és elektrometallurgiai üzemek sorát kell telepítenünk. Az aknaszlatinai és désaknai sókincseket visszakapván, a klóralkáli-elektrolízis gyüjtőnevében foglalt termelést, a fémes nátrium, nátriumsalétrom, mésznitrogén és egyéb műtrágyák sorának nagyban való gyártását kezdhetjük meg; a belterjes őstermelés fokozott műtrágyaszükségleteit hazai termelésből elégíthetjük ki és nem kell e termékeket külföldről behoznunk. Meg kell kezdenünk a műgumi, cellulóze és műrost nagyban való gyártását is. Mindennek alapkelléke az olcsó, nagy vízerőművekben fejlesztett villamos energia.[1] Mező- és kertgazdaságunk termékeinek korszerű megóvására, a zökkenésmentes közellátás biztosítására hombárjaink, hűtőházaink, szárítóüzemeink befogadóképességét, teljesítőképességét fokoznunk, ez üzemek számát nagyban növelnünk kell és ezek energiaszükségletének gazdaságos ellátásáról kell gondoskodnunk. Mind e feladatokat *egységes terv* szerint megoldva, külkereskedelmi mérlegünket is fokozatosan javíthatjuk és gazdasági önállóságunkat biztosítjuk.[2]

---

[1] Svájcban az aluminiumot, magnéziumot, műgumit termelő villamos kohóüzemek a kilowattóráért 0·9—1·2 fillérnyi árt, az elektrokémiai üzemek 2·0—2·5 fillérnyi árt fizetnek. Hőerőművekben — 3·6 fillér átlagos költséggel — fejlesztett energiával aluminiumot, magnéziumot, műgumit, a klóralkáli-elektrolízis termékeit stb. gazdaságosan, versenyképes áron termelni nem lehet. Nagy gőzerőművekben fejlesztett, a nagyfogyasztókat ellátó alállomásokon leadott, kwóránként 3·6 fillér árú villamos energiával termelt aluminium kg-ját 94·5 fillérnyi, a magnézium kg-ját 77 fillérnyi energiaköltség, a műgumi (buna) kg-ját 140 fillérnyi energiaköltség terhelné.

[2] A földmívelés termékeit külföldre szállítva, ezek értékében külföldről fémeket és egyéb ipari termékeket vásárolva, saját Hazánk kárára a külföld nemzeti jövedelmét gyarapítjuk. Elég ha a különféle hazai ipari termelési csoportok munkabértartalmát idézem. 1938-ban a hazai ipari termelési csoportokban termelt értékekben a munkabértartalom volt: a gyáripar tizenkét csoportjában átlag 11·5 %, a vas- és fémiparban 16·33 %, a kovácsolt áruk és szerszámok alcsoportjában 33·75 %, a gépgyártásban 20·05 %, a kő-, agyag-, azbeszt- és üvegiparban 25·20 %, a fonó- és szövőiparban 13·17 %, az élelmezési iparban

Mint a bevezetésben idézett értekezéseimben bizonyítottam, a művelt államokban a gazdasági tevékenység fenntartására szükséges tüzelőszer- és munkaszükséglet, a villamos energiafogyasztás a lakosonkénti és évenkénti átlagos energiafogyasztás és az energiáért fizetett átlagos árak évtizedes fejlődésének menete mindenütt hasonló. Ezért a külföldön elért eredményeket ismerve, Hazánk jövőben várható energiaszükségleteit és ezek villamos energiával fedezendő részét évek sorára előre nagy megközelítéssel megállapíthatjuk.

A III. táblában Svájc villamos energiafogyasztásának húsz évi fejlődését és a svájci szakkörök véleménye szerint 1955-ben ellátandó energiaszükségletet, a most működő és addig megépítendő vízerőművek évi energiaszolgáltatását adom. A következő tizenöt év folyamán megépítendő vízerőművekből leadható évi energiamennyiség 5250 millió kwó, e művek összes teljesítőképessége 1.100,000 kw, beruházást tőkéje kw-ként átlag 700 sv. fr.; ez új erőművek, távvezetékek, alállomások és elosztórendszereik összes tőkeszükséglete 2200 millió sv. fr., mely évenként 150 millió sv. fr.-nyi beruházási részletekkel fedezendő.

A IV. táblában Hazánk gazdasági tevékenységének ellátására 1941-ben fogyasztott gépi munka és az 1950-ben várható munkaszükséglet kilowattórában kifejezett egyenértékét és e munkaszükséglet villamos energiával ellátandó részét adom. Arról kell gondoskodnunk, hogy 1950/51-ben legalább is évi 7200 millió kwórányi villamos energiát szolgáltathassunk olcsó áron a fogyasztóknak és tíz év leforgásáig annyi korszerű, nagy, együttműködő villamos erőművet kell megépítenünk, hogy a már működő és most épülő erőművekkel együttesen a nagyfeszültségű gyüjtősínekről a távvezetékekbe összesen évi 8500 millió kilowattórát az ország ellátására leadhassunk. Minthogy a jelenleg működő és most épülő nagy, korszerű gőzerőművek évi 1400 millió kilowattórát adhat-

csak 3·89%, ennek malomipari alcsoportjában pedig csak 1·72%. Ha gabonaneműeket, élelmiszereket szállítunk a külföldnek és evvel egyenértékű vas- és fémipari cikkeket hozunk be, kereken négyszer annyi munkabérkereset, ha pedig agyag- és üvegipari cikkeket hozunk be, hatszor annyi munkabér jut a külföldi munkásnak, mint amennyit a magyar munkás az élelmiszeripari szakmában keresett.

nak le, az építendő nagy műveket úgy kell méreteznünk, hogy a nagyfeszültségű vezetéki rendszerbe összesen évi 7100 millió kilowattórát leadhassunk.

A tervezett, az *A—C.* táblákban ismertetett nyolc nagy vízerőmű évenként legalább is összesen 2014 millió kilowattórát adhat le; a várható legnagyobb terhelések összege 412,500 kw. A generátoregységek összes teljesítőképessége 681,000 kw, a nyolc vízerőműből két órán át elláthatő legnagyobb terhelések összege, M=512,000 kw. A teljes építési tőke (időközi kamatokkal és mellékköltségekkel) K=361·6 millió pengő; a kilowattonkénti átlagos beruházási hányad $\frac{K}{M} = 705$ pengő, a nyolc erőműből leadott kilowattóra átlagos teljes költsége 1·86 fillér (*A—C.* és V. tábla).[1]

A *Vissó*, Erdélyben a felső *Olt* vízierejének hasznosítására egy-egy, a *Maros* Szászrégen feletti 63 km-nyi szakaszán hat, a *Görgény* Szászrégen feletti 30 km-nyi szakaszán négy, összesen tizenkét — 160,000 kw összes teljesítőképességű — korszerű vízerőművet építhetünk. Ez erőművek, együtt működve, 135,000 kw legnagyobb terheléssel évenként együttesen legalább is 600 millió kwórát adhatnak le az országos elosztó rendszerbe. E tizenkét mű teljes építési tőkeszükségletének felső határa 136 millió pengő (a kilowattonkénti tőkehányad nem lesz több mint 850 pengő); az erőművekből leadott kilowattóra átlagos teljes költsége (V. tábla) 2·43 fillér.

A B. és C. táblákban ismertetett öt vízerőművel épülő *völgy-*

[1] E vízierőművek ma is korszerű vízépítési, mély- és magasépítési terveit 1908—1918-ban néhai STELLER ANTAL, néhai POGONY GYÖRGY és FISCHER-REINAU LUDWIG svájci mérnök (Somorjai Dunamű), néhai RUBCHICH GYÖRGY és néhai SZÜTS BÉLA (Háromlépcsős Drávamű), STELLER és POGONYI (Huszti Tiszamű, Szamos-Láposmű), JANKÓ MIKLÓS (Talabor-Nagyágmű), RUBCHICH, STELLER és POGONYI (Sebeskörös—Dregán—Jád-mű) készítették; a gépi és villamos berendezéseket én terveztem. A mosoni Dunaágon építendő kétlépcsős erőmű terveit BUSS ALBERT és Társa külföldi vállalat készítette. Mind ez erőművek gépi és villamos berendezéseinek terveit, üzemi terveit és költségvetéseit — az időközben ily nagy erőművekben szerzett újabb tapasztalatokat felhasználva — a korszerű követelményeknek megfelelően átdolgoztam.

tárolókban tárolható víz összesen 233 millió m^3, a Vissó völgyében és Erdélyben építhető tizenkét vízerőmű völgytárolói összesen 730 millió m^3-nyi vizet tárolhatnak.

A Tisza és Maros gyüjtőterületén létesítendő, összesen közel 1000 millió m^3 tárolására méretezett e völgytárolókkal — melyek évi tőketerheit és fenntartási költségeit a vízerőművek évi költségeiben érdembe hoztam — az Alföld árvízvédelmét, az öntözés és hajózás feladatait is szolgáljuk.

Az 1950-ben az erőművekből összesen leadandó évi 8500 millió kwórából a most működő és épülő nagy gőzerőművek egy-egy évben 1400 millió kwórát, a tervezett 20 vízerőmű 2614 millió kwórát adhatnak le, tehát még évenként összesen 4500 millió kwó leadására méretezett — a D. táblában ismertetett gőzerőműhöz hasonló — kilenc együttműködő gőzerőművet — összesen 1.100,000 kw teljesítőképességű generátoregységekkel — kell a létesítendő országos rendszer ellátására a szénbányák, földgázforrások közelébe telepítenünk. Ezek teljes építési költsége (kw-ként 410 pengő) 451 millió pengő, a tüzelőszerek előfordulási helyéhez közel telepített erőművekből leadott kilowattórát terhelő átlagos teljes költség nem lesz több mint 3·0 fillér.[1]

Ha a létesítendő új, nagy energiamennyiségeket igénylő elektrometallurgiai, elektrokémiai és egyéb ily üzemeket a vízerőművek közelébe telepítjük, az erőművekből kiinduló 10,000, 100,000 és 200,000 voltos távvezetékek (összes mintegy 1600 km) és ezekből ellátott alállomások országos rendszerének átlagos elosztási veszteségei az erőművekből leadott évi 7100 millió kwó nyolc százalékát nem fogják meghaladni, úgy hogy az alállomások gyüjtősínjeiről a helyi hálózatokba legalább is 6550 millió kwórát adhatunk le.

Az építendő 29 erőműből leadott energiát szétosztó országos vezetéki rendszer és alállomások teljes építési költségének felső

[1] Az itt tárgyalt húsz vízierőmű évi költségeinek előirányzataiban az érdembe hozott tőketeher a teljes építési tőke 7·66%-nyi kamat- és törlesztési hányadának és a gépi, villamos és egyéb berendezések 3%-nyi újítási járulékának összege. A gőzerőművek évi tőketerheiben a tőkekamat és törlesztés a beruházott tőke 7·66%-a, az újítási alap évi járuléka pedig a gépi, villamos, szállító és házi berendezésekre fordított tőke 3·3%-a.

határa 260 millió pengő, teljes évi költsége (fenntartás, kezelés, újítási járulék és tőketerhek) nem több mint 25 millió pengő, mely az alállomásokról leadott kilowattórát átlag 0·38 fillérnyi költséghányaddal terheli. Az alállomások gyüjtősínjeiről az itt tárgyalt nyolc vízerőmű energiaszolgáltatásából leadott kilowattórát 2·40 fillér, a tizenkét vízerőmű energiaszolgáltatásából leadott kilowattórát 3·02 és a kilenc gőzerőmű energiaszolgáltatásából leadott kilowattórát 3·64 fillér átlagos költséghányad terheli (V. tábla).

Az energiagazdálkodásban előrehaladottabb államokban elért átlagos lakosonkénti évi energiafogyasztás és a fogyasztott kilowattóránkénti átlagos bevételek fejlődésmenetét ismerve, megállapíthatjuk, hogy Hazánkban az 1950-re előirányzott, lakosonként évi 462 kwó átlagos energiafogyasztást (IV. tábla) elérve, eladott kilowattóránként 8·0—8·5 fillérnyi országos átlagos bevételnél nagyobb átlagos bevételt nem várhatunk; a különféle termelési ágak, üzemek és háztartások energiaszükségletét gazdaságosan, korszerű árszabás kereteiben kielégítve, nagyobb átlagos bevétellel nem számolhatunk.

A 8·0—8·5 fillérnyi átlagár és az alállomásokból leadandó energia teljes átlagos költségeinek (V. tábla) különbözete (8·0—2·4=5·6 fillér, 8·0—3·02=4·98 fillér, 8·0—3·64=4·36 fillér) a helyi elosztó rendszerek teljes üzemi és üzleti költségeit fedezi és még számottevő tiszta nyereséget is biztosít az energiát szolgáltató országos rendszernek, valamint a helyi elosztó rendszereknek is.

Az elektrometallurgiai és elektrokémiai üzemeket az itt tárgyalt vízerőművek közelébe telepítve, e termelési ágakat olcsó energiával láthatjuk el.[1]

---

[1] Így pl. a Somorjai Dunamű, a Drávamű és a Tiszamű (A. és B. tábla) évi energiaszolgáltatásából 1000 millió kilowattórát 1·3 fillér egységáron aluminium, magnézium, antimon, mangán stb. termelésére eladva, az alállomásokból az országos rendszerbe 350 millió kwórát 3·8 fillér áron eladva, a teljes évi költségeket bőségesen fedezhetjük. A többi (tizenhét) vízierőmű és az együttműködő gőzerőművek rendszeréből az állomásokról évi 3800 millió kwórát *ugyanezen áron* az országos rendszerbe, 1500 millió kwórát 2·5 fillér áron az elektrokémiai üzemek ellátására leadva, mind e művek teljes évi költségeit ugyancsak biztosan fedezhetjük.

A vízerőművek, gőzerőművek, távvezetékek és alállomások tervezett rendszerének teljes — a lakótelepek tőkéjét, időközi kamatokat és minden egyéb költséget fedező — tőkeszükséglete 1209 millió pengő. A tíz évi beruházási terv munkálatainak egységes irányítására, ellenőrzésére és előre nem látott költségek fedezésére 61 millió pengőt, a közérdekeltségeknek és magánvállalatoknak a helyi elosztó rendszerek létesítésére és fejlesztésére adandó rövid lejáratú kölcsönök fedezésére 130 millió pengőt előirányozva, az országos terv megvalósítására tíz év folyamán összesen 1400 millió pengőnyi tőkét kell fordítanunk.

A kitűzött célt, a külföldön elért eredményekhez hasonló eredményeket csak úgy érhetjük el, ha az itt tárgyalt beruházási tervvel szerves egységben irányítjuk az ipari telepítést, a belterjes gazdálkodás segédeszközeit idejekorán biztosítjuk. Mind e feladatokat egységesen csak úgy oldhatjuk meg, ha — úgy mint külföldön — az állam ez ügyek intézését önálló hatáskörrel felruházott szervre bízva, az állami költségvetésben tíz éven át évenként 140 millió pengőt e célra fordítva, állami vállalat keretében valósítja meg a tervet. A gazdasági tevékenység gépi munkaszükségletének gazdaságos fejlesztése, az energia országos útjainak létesítése és fenntartása éppen olyan fontos feladat, mint az országutak és vasúti hálózatok építése és — mint a külföldi tapasztalás bizonyítja — a beruházott tőke kamatait és törlesztési hányadait bőségesen biztosító vállalkozás. Az állami költségvetés keretében fedezendő 140 millió pengőnyi tétel jelentőségét mérlegelve, szem előtt kell tartanunk azt, hogy a fent tárgyalt beruházási tőkék 72—75 százaléka munkabér, melyből a kifizetést követő néhány hónapon belül ezidőszerint kereken 55 százalék különféle címeken az állam és a közérdekeltségek pénztáraiba befolyik.

Minthogy az aluminium, magnézium, mangán, antimon stb. nemcsak az általános iparban, hanem a honvédelem korszerű szükségleteinek fedezésére is nélkülözhetetlen termékek és nagyban való termelésük alapfeltétele az olcsó villamos energia, *mindenekelőtt nagy vízierőink hasznosításához kell látnunk.*

Az itt ismertetett vízierők a visszacsatolt területeken vannak; mind e munkák sok éven át munkát és keresetet biztosítanak a helybeli lakosságnak, megadják a házi- és kisipar korszerű gépi

eszközökkel való felszerelésének lehetőségét, a visszakerült lakosság jobb megélhetését biztosítják. Nemzetiségek lakta vidékeken mindez az ország egységét, nyugalmát biztosító, döntő fontosságú eredmény.

A nagy magyar vizierők hasznosítására készült terveket tárgyalva, meg kell emlékeznem arról a nagy érdeklődésről és erkölcsi támogatásról, melyben JÓZSEF kir. herceg, LIPÓT SALVATOR kir. herceg, KVASSAY JENŐ, br. FEJÉRVÁRY GÉZA, DARÁNYI IGNÁC, gr. TISZA ISTVÁN, KOSSUTH FERENC, SÁNDOR JÁNOS, ID. NÉMETHY KÁROLY, gr. KORNIS KÁROLY és gr. TELEKI LÁSZLÓ a tervező mérnökök munkáját, az energiagazdálkodás javítására irányuló törekvéseket támogatta.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1941. okt. 27-én tartott üléséből.)

I. A villamos közművekből és a közellátásban résztvevő villamos erőművekből leadott energia és a lakosonkénti leadási hányad.

Állam	Év	Az erőművekből leadott villamos energia	
		Összesen [2]	Átlag lakosonként
		millió kwó	kwó
Amer. Egyesült Államok [1]	1937	120990 *a)*	935
Belgium [1]	1937	5549 *b)*	663
Canada [1]	1937	27575 *c)*	2460
Finnország	1937	2785 *d)*	730
Norvégország	1937	9900 *e)*	3420
Svédország	1937	7900 *f)*	1255
Svájc ellátására [3]	1909	1150 *g)*	309
	1939	5613 *h)*	1332
	1955	10113 *i)*	2235
Magyarország [4]	1939	1500 *j)*	139
	1950	8500 *k)*	545

[1] Csak a közművekből leadott energia.

[2] Ebből villamos vízierőművekből leadott energia:

a) ..... 43707 millió kwó
b) ..... 450 « «
c) ..... 27000 « «
d) ..... 2450 « «
e) ..... 9100 « «
f) ..... 7250 « «
g) ..... 1120 « «
h) ..... 5580 « «
i) ..... 10000 « «
j) ..... 25 « «
k) ..... 2600 « «

[3] Lásd a III. táblát.

[4] Lásd a IV. táblát.

II. a. A fogyasztóknak évenként eladott villamos energia mennyisége és az eladott kilowattóránkénti átlagos bevétel.

Város	Év	A fogyasztók átlagos évi fogyasztása; kilowattóra	Átlagos bevétel kilovatt óránként
Canton Basel — Stadt	1920	397	13·48 S. Rp.
	1930	793	9·09 « «
	1939	961	7·11 « «
Zürich — Stadt	1920	278	14·47 « «
	1930	641	12·82 « «
	1938	992	8·61 « «
Bergen város	1910	30	21·00 p. f.
	1920	478	4·01 « «
	1926	970	5·56 « «
Budapest székesfőváros Elektr. Művei ellátási körzete	1927	146·7	30·60 « «
	1935	231·0	17·27 « «
	1940	344·5	1 ·52 « «

II. b. Az ellátott háztartások — és háztartási keretben folytatott házi-, kisipari és kisgazda-üzemek — átlagos villamosenergia-fogyasztása.

Állam és város	Év	Átlagos évi fogyasztás háztartásonként
		kilowattóra
Amerikai Egyesült Államok	1929	550
Manitoba canadai tartomány ...	1936	3903
Ontario canadai tartomány	1936	1733
Br. Columbia és Yukon tartomány	1936	922
Canada átlag	1936	1306
Norvégország	1935	1600
Svájc	1938	810
Svédország	1929	472
Bergen város	1926	1680
Budapest székesfőváros	1940	197

III. Svájc villamos energia fogyasztása 1909-ben és 1939-ben és az 1955-ben várható fogyasztás előirányzata.

	Az erőművekből leadott és fogyasztókhoz jutatott energia			
	Eredmény		Előirányzat[1]	
			gyarapodás	összesen
	1909	1939	1941—1955	1955
	millió kilówattóra			
Az erőművekből leadott energia { Vízierőművekből	1170	7089	+ 5250[2]	12300[4]
Hőerőművekből	50	45	—	?
Összesen	1220	7134	5250	?
Külföldről behozott energia	—	42	—	—
Külföldre szolgáltatott energia	70	1563	?	?
Svájc ellátására az erőművekből leadott energia	1150	5613	+ 4500	10113
Elosztási veszteségek és a tároló szivattyúk szükséglete	140	751	+ 600	1351
Svájc fogyasztóihoz juttatott energia	1010	4862	+ 3900	8762
Az egyes fogyasztócsoportok energiafogyasztása:				
Mezőgazdasági, rét- és kertgazdasági termelés, mezőgazdasági ipar, hombárok, hűtőházak, szárítóüzemek stb.	670	173	+ 450	623
Háztartások, kisipar, háziipar, élelmezési ipar		1411	+ 1500	2911
Általános ipar[3]		819	+ 750	2075
Elektrokazánok	—	506		
Elektrokémiai és elektrometallurgiai ipar	280	1404	+ 825	2229
Villamos vasutak és közúti járművek	60	549	+ 225	774
Az 1941—1955. időközben bekapcsolandó fűtőkályhák	—	—	+ 150	150
Összes belföldi fogyasztás	1010	4862	+ 3900	8762
Svájc területe km²	41295	41295	41295	41295
A lakosok száma	3.720,000	4.216,000	309,000	4.525,000
Lakosonkénti átlagos energiafogyasztás	271	1153	—	1945

[1] Az Eidgen. Amt. für Elektrizitätswirtschft Verband Schweiz. Elektrizitätswerke és Schweiz. Wasserwirtschaftsverband együttes megállapítása szerint.

[2] A 15 év folyamán építendő vízierőművekből átlag évenként leadható villamos energia.

[3] A svájci gyáripari törvény körébe tartozó üzemek.

[4] Az 1955-ben működő vízierőművekből leadható energia.

A Schweizerische Elektrotechnische Verein (S.E.V.) és Verband Schweiz. Elektrizitätswerke (V.S.E.) a szövetségi és kantoni hatóságokhoz 1942 elején benyujtott beruházási tervezetében az ország gazdasági tevékenységének biztosítására 1953-ig 10 nagy vízierőműnek megépítését sürgeti, mely összesen évi 2200 millió kwórát adhat le. Lásd: Dr. Ing. A. Strükler: «Das Kraftwerk-Bauprogramm des S. E. V. (V. S. E. «Wasser- u. Elektrizitätswirtschaft XXXIV. 1942. 13. o.; Lásd továbbá: «Zur Schweiz. Elektrizitätswirtschaft im Jahre 1942». Schweizer Elektro-Rundschau, 1942. No. 2, 7. o.

IV. Magyarország gazdasági tevékenységének fenntartására, a haladó irányzat biztosítására, 1950-ig megépítendő nagy villamos hőerőművek és vízerőművek évi energiaszolgáltatása 1950-ben és az egyes fogyasztó-csoportok energiaszükséglete 1950-ben.

		Előirányzat 1950 millió kwó	Magyarország gazdasági tevékenységének fenntartására szükséges mechanikai munka és egyéb energia kilowattórában kifejezett egyenértéke 1941-ben és a haladó irányzat biztosítására 1950-ben ellátandó szükséglet kilowattórában kifejezett egyenértéke, az 1941-ben állatok vontatta járművek munkaszükséglete nélkül.	
A nagy, korszerű, együttműködő erőművekből 1950-ben leadandó energia	Az építendő vízierőművekből	2600*		
	Az 1941-ben működő és épülő nagy hőerőművekből	1400		
	Az 1950-ig építendő nagy hőerőművekből	4500		
	Összesen	8500	Eredmény	Előirányzat
Elosztási veszteségek és a tárolószivattyúk szükséglete		1300		
A fogyasztókhoz juttatott villamos energia		7200	1941	1950
Az egyes fogyasztócsoportok energiafogyasztása :			millió kilowattóra	
Mezőgazdasági, rét-, kert- és erdőgazdasági termelés, mezőgazdasági ipar, malomipar, élelmezési ipar, hombárok, hűtőházak, szárítóüzemek stb.		1500	3200	4900
Bányamívelés, árvízvédelem		500	350	650
Gyáripar		1600	1400	2500
Háztartások, háziipar és kisipar		500	1500	2400
Elektrokémiai és elektrometallurgiai ipar		2400	100	2400
Villamosított nagyvasutak		200	1200	1600
Pályához és útvonalhoz kötött közúti járművek		300	120	350
Vízvezetéki művek, közvilágítás		200	50	300
Összes energiafogyasztás		7200	7920	15,100
Magyarország területe km²		172,030	172,030	172,030
A lakosok száma		15.600,000	14.452,000	15.600,000
Átlagos energiafogyasztás (szükséglet) lakosonként kwó		462	548	966
Az erőművekből leadott energia, átlag lakosonként kwó		545		

* Az A—C. táblában ismertetett 8 vízierőműből évenként leadható energiamennyiség 2000 millió kwó, a szövegben tárgyalt 12 vízierőműből évenként leadható energiamennyiség 600 millió kwó.

V. A tervezett 29 villamos erőmű és elosztó rendszer teljes beruházási tőkéje, a leadott energia évi költsége és a kilowattórát terhelő átlagos teljes költséghányad.

		A tervezett 8 vízerőmű, A—C tábla	A tervezett 12 vízerőmű	A tervezett 9 gőzerőmű
Az erőművekbe ruházott tőke, pengő		362.000,000	136.000,000	451.000,000
Az erőművek gyüjtősínjeiről leadott évi villamos energia.	Mennyisége, kwó	2,014.000,000	600.000,000	4,500.000,000
	Teljes évi költsége, pengő	37.435,000	14.600,000	134.900,000
	a) Átlagos költséghányada fill./kwó	1·86	2·43	3·0
Az állomások gyüjtősínjeiről leadott energia	Mennyisége, kwó	1,850.000,000	550.000,000	4,150.000,000
	b) Átlagos költséghányada, fill./kwó	2·02	2·64	3·26
A távvezetékekbe és alállomásokba ruházott tőke, pengő		—	260.000,000	—
A távvezetékek és alállomások	Évi költsége, pengő	—	25.000,000	—
	c) Átlagos költséghányada, fill./kwó	0·38	0·38	0·38
b + *c* Az alállomások gyüjtősínjeiről leadott energiát terhelő teljes átlagos költséghányad, fill./kwó		2·40	3·02	3·64

A teljes tőkeszükséglet	Pengő
Az erőművek, távvezetékek és alállomások tőkeszükséglete	1,209.000,000
A munkálatok egységes irányítása, ellenőrzése, előre nem látott költségek, időközi kamatok stb.	61.000,000
A közérdekeltségeknek és magánvállalatoknak a helyi hálózatok létesítésére és bővítésére nyujtandó rövid lejáratú kölcsönökre	130.000,000
Összesen	1,400.000,000

A. tábla.

Erőmű	A Duna somorjai szakaszát hasznosító vízerőmű	A Dráva Zrinyifalva—Alsódomborúi szakaszát hasznosító háromlépcsős vízerőmű	A Mosoni Dunaág vizierejét hasznosító kétlépcsős vízerőmű *e)*	
			Felső mű	Alsó mű
Hasznos esés, méter	14·0—9·8	3×11·—3×9·5	5·15—4·5	6·5—6·3
Hasznosítható átlagos vízhozam, m³/sec	1200	230	180	
A nagy terhelések óráiban hasznosítható vízhozam, m³/sec	1500 *a)*	400 *c)*	240	
A felső vízcsatorna állandó teljesítőképessége, m³/sec	1400	250	200	
A gépegységek száma és teljesítőképessége ($\cos\varphi = 0{\cdot}85$), KW	7×27,000	6×22,000	3×5000	3×6000
Évi energiafejlesztés, KWH	900.000,000	480.000,000	116.000,000	
A legnagyobb terhelés, KW	150,000	96,000	21,000 *f)*	
Évi csúcsóraszám	6000	5000	5500 *f)*	
Az erőműből évenkint leadott energia, KWH	850.000,000	445.000,000	110.000,000	
A beruházott tőke; pengő — Vízépítési, magas és mélyépítési munkák	80.200,000	51.150,000	18.500,000	
A beruházott tőke; pengő — Gépészeti, villamos és egyéb felszerelések	32.500,000	21.700,000	11.200,000	
A beruházott tőke; pengő — Összesen	112.700,000	72.850,000	29.700,000	
A beruházott tőke; pengő — Átlagos beruházási tőke kilowattonként	696 *b)*	662 *d)*	873	
Üzemi költségek A — Összesen pengő	2.040,000	1.220,000	530,000	
Üzemi költségek A — Átlag, leadott kilowattóránként fillér	0·2400	0·2742	0·4819	
Tőke terhek B — Összesen pengő	9.608,000	6.230,000	2.611,000	
Tőke terhek B — Átlag, leadott kilowattóránként fillér	1·13 3	1·4000	2.3736	
$A+B$ Évi költség — Összesen pengő	11.648,000	7.450,000	3.141,000	
$A+B$ Évi költség — Átlag, leadott kilowattóránként fillér	1·37 3	1·6742	2·8555	

a) A 17,400 m hosszú felső csatornában 1 m-nyi vízszínváltozásnak megfelelően 2.000,000 m³-nyi tárolt víz.

b) 6 gépegység 162,000 kw-nyi állandó teljesítőképességének megfelelően.

c) A három felső vízcsatorna mentén három víztároló, 1 m-nyi vízszínváltozásnak megfelelően összesen 3.100,000 m³ tárolt vízzel.

d) 5 gépegység 110,000 kw állandó teljesítőképességének megfelelően.

e) Vízkivétel Berenye mellett, felső erőmű Kiliti mellett, alsó erőmű Magyarkimle mellett.
A felső vízcsatornák összes hossza 17,000 m.
A felső erőmű felső vízcsatornájának alsó, 3000 m hosszú szakasza víztároló, 1 m-nyi vízszintváltozásnak megfelelő 300,000 m³ tárolt vízzel.
Lásd ez erőmű egyik változatának leírását: vitéz Verebély László: «Tanulmány Csonkamagyarország villamosításának tervszerű fejlesztésére.» Budapest, 1935. Kézirat gyanánt. 116—123. old.

f) A bánhidai hőerőművel együttműködésben.

B. tábla.

Erőmű	I. A Tisza Bustyaháza—Huszti-szakaszát hasznosító vízerőmű *a)*	II. A Taracz Kalinfalvi szakaszát hasznosító vízerőmű *b)*		III. A Talabor és Nagyág szintkülönbségét hasznosító vízerőmű *c)* (Berezna mellett)
	II. és III-al kooperál	Felső erőmű	Alsó erőmű	I. és II-vel kooperál
Hasznos esés, méter	31—26	50—30	100—98	228—225
Hasznosítható átlagos vízhozam, m³/sec.	70 *g)*	14		9·9
A nagy terhelések óráiban hasznosítható vízhozam, m³/sec.	130	48	38	25
A felső vízcsatorna állandó teljesítőképessége, m³/sec.	120	—	30	22
A gépegységek száma és teljesítőképessége (cos $\varphi = 0{\cdot}85$), KW	3×14,500	3×10,000	3×18,500	3×25,000
Évi energiafejlesztés, KWH	128.000,000 *g)*	120.000,000		125.000,000
A legnagyobb terhelés, KW	23,500 *d)*	30,000 *d)*		31,500
Évi csúcsóraszám	5500 *g)*	4000		4000
Az erőműből évenként leadott energia, KWH	122.000,000 *g)*	114.000,000		118.000,000
A beruházott tőke pengő — Vízépítési, magas- és mélyépítési munkák	14.900,000	22.500,000		19.900,000
A beruházott tőke pengő — Gépészeti, villamos és egyéb felszerelések	5.900,000	12.600,000 *e)*		7.700,000 *f)*
A beruházott tőke pengő — Összesen	20.800,000	35.100,000		27.600,000
A beruházott tőke pengő — Átlagos beruházási tőke kilowattonként	719	616		550
Üzemi költségek *A)* — Összesen pengő	370,000	530,000		395,000
Üzemi költségek *A)* — Átlag, leadott kilowattóránként fillér	0·3033	0·4651		0·3349
Tőketerhek *B)* — Összesen pengő	1.770,000	3.067,000		2.345,000
Tőketerhek *B)* — Átlag, leadott kilowattóránként fillér	1·4510	2·6901		1·9877
A + *B* Évi költség — Összesen pengő	2.140,000	3.597,000		2.740,000
A + *B* Évi költség — Átlag leadott kilowattóránként fillér	1·7543	3·1552		2·3226

a) A felső vízcsatorna hossza 18,500 m, nedves keresztmetszete 75 m², az átlagos vízmélység 5 m. Az 1 m-nyi vízszintváltozásnak megfelelő, a csatornában tárolt víz kereken 300,000 m³.

b) A felső erőmű a taracvölgyi völgyzárógát testében. A felső erőműből az alsó erőműhöz vezető fedett csatorna — részben tárna — alsó szakaszában 40,000 m³ férőjű kiegyenlítő tároló. A Tarac völgyében 93.600.000 m³ férőjű, a Krasznisóra völgyében 24.500,000 m³ férőjű völgytároló.

c) A Talabor völgyében 21.000,000 m³ férőjű völgytároló, melyből nyomás alatt álló, 7500 m hosszú tárna vezeti a vizet a Nagyág völgyében építendő erőműhöz. A tárna alsó végében 10,000 m³ férőjű kiegyenlítő medence.

d) A három erőmű teherelosztója a Huszt melletti I. alatti Tisza vízerőműben.

e) A felső és alsó erőművet összekötő 11,000 Voltos távvezeték és az alsó művet a Huszt melletti művel összekötő 100,000 Voltos vezeték költségeivel.

f) Az erőművet a Huszt melletti erőművel összekötő 100,000 Voltos távvezeték költségeivel.

g) Ha a tervezett vissóvölgyi nagy víztároló megépül, a Tisza bustyaháza—huszti szakaszán kis és közepes vízjárások idején átfolyó vízmennyiség mintegy 20 mt/sec.-nyi vízhozammal növelhető, úgy hogy a vízerőmű évenként — II. és III. sz. vízerőművel kooperálva, évenként 14.000,000 kw-óval — 18.000,000 kwó-val többet, összesen tehát 142.000,000—146.000,000 kwó-t termelhet mintegy 6000 csúcsóraszámmal.

C. tábla.

Erőmű	A Sebeskörös Csucsa—Révi szakaszát és a Dregán—Jád szintkülönbségét hasznosító két erőmű *a)*		A Szamos és Lápos vizierejét hasznosító Nagy-Ilondai-i vízerőmű *c)*	
	Körös-erőmű	Dregán-Jád-mű	Szamos	Lápos
Hasznos esés méter	70—68	300	9	103
Hasznosítható átlagos vízhozam, m³/sec.	18·0	4·60	60	9·5
A nagy terhelések óráiban hasznosítható vízhozam, m³/sec.	40	11	110	18
A felső vízcsatorna állandó teljesítőképessége, m³/sec.	25	11	100	18
A gépegységek száma és teljesítőképessége (cos $\varphi = 0.85$), KW	3×13000	3×13000	3×5000	3×10000
Évi energiafejlesztés, KWH	170.000,000		100.000,000	
A legnagyobb terhelés, KW	38,000		22,300	
Évi csúcsóraszám	4500		4500	
Az erőműből évenként leadott energia, KWH	160.000,000		95,000,000	
A beruházott tőke, pengő — Vízépítési, magas- és mélyépítési munkák	25.000,000		17.800,000	
A beruházott tőke, pengő — Gépészeti, villamos és egyéb felszerelések	11.500,000 *b)*		8.200,000	
A beruházott tőke, pengő — Összesen	36.500,000		26.000,000	
A beruházott tőke, pengő — Átlagos beruházási tőke kilowattonként	702		866	
Üzemi költségek *A)* — Összesen, pengő	790,000		550,000	
Üzemi költségek *A)* — Átlag, leadott kilowattóránként, fillér	0·4937		0·5789	
Tőketerhek *B)* — Összesen, pengő	3.141,000		2.238,000	
Tőketerhek *B)* — Átlag, leadott kilowattóránként, fillér	1·9631		2·3558	
A + *B* Évi költség — Összesen pengő	2.931,000		2.788,000	
A + *B* Évi költség — Átlag, leadott kilowattóránként, fillér	2·4568		2·9347	

a) A Körös-erőműhöz vezető felső csatorna alsó szakaszában 80,000 m³ férőjű kiegyenlítő tároló. A Dregán völgyében 21.000,000 m³ férőjű völgytároló, melyből 7500 m hosszú tárna vezeti a vizet a jádvölgyi erőműhöz. A tárna alsó végében 15,000 m³ férőjű kiegyenlítő medence.

b) A két erőművet összekötő 100,000 Voltos vezeték költségeivel.

c) A 9 m és a 103 m esést hasznosító turbogenerátorok közös gépházban. A Lápos medrében (Lápos tó) 43.000,000 m³ férőjű, a Szamos medrében 30.000,000 m³ férőjű völgytároló.

D. tábla.

A Mohácsra, a Dunagőzhajózási Társaság szénrakodójának közelébe tervezett dunaparti villamos gőzerőmű.

A kazánok üzemi gőznyomása, at. a			40
A gépegységek száma és teljesítőképessége ($\cos\varphi = 0{\cdot}85$), KW			4×31,000
Évi energiatermelés; KWH			500.000,000
A legnagyobb terhelés, KW			91,000
Évi csúcsóraszám			5500
Az erőműből évenkint leadott energia, KWH			475.000,000
A beruházott tőke, pengő		Magas-és mélyépítési munkák, lakótelepek stb.	4.040,000
		Gépészeti, villamos és egyéb felszerelések	46.490,000
		Összesen	50.530,000
		Átlagos beruházási tőke kilowattonként	408
Üzemi költségek	*A.* pengő	Az erőmű tüzelőszer-költsége *a)*	8.280,000
		Kenő- és egyéb üzemi anyag	70,000
		Személyzeti költségek	850,000
		Fenntart. költségek és fenntart. alap járuléka	650,000
		Egyéb költség	300,000
		Összesen	10.150,000
	Átlag leadott kilowattóránként fillér		2·1370
Tőketerhek	*B.* pengő	Tőkekamat és törlesztés *b)*	3.870,000
		Az újítási alap járuléka *c)*	1.535,000
		Összesen	5.405,000
	Átlag leadott kilowattóránként fillér		1·1370
Évi költség *A* + *B*		Összesen pengő	15.555,000
		Átlag leadott kilowattóránként fillér	3·2740

a) Fejlesztett kilowattóránként 3600 kalóriaszükségletnek megfelelően: 0·72 kg 5000 kalóriás pécsi szén fejl. kwóránként. Ára helyt erőmű tonnánként 23 P.

b) 30 évi 6·5%-os kölcsönnek megfelelően a teljes beruházási tőkének (időközi kamatokkal együtt) 7·66 százaléka.

c) A gépészeti, villamos és házi berendezések teljes beruházási tőkéjének 3·3 százaléka.

FELSŐBÁNYA ÁSVÁNYAI GEOKÉMIAI SZEMPONTBÓL.

TOKODY LÁSZLÓ l. tagtól.

Székfoglaló értekezés.

Magyarországon a harmadkorban, valamint az előtte és utána következő időben lezajlott hegyképzőmozgásokat élénk vulkáni tevékenység kísérte, ennek köszönhető, hogy a Kárpátok vonulatának belső ívén, a pannon medence peremén eruptív kőzetekből felépült hegycsoportok sorakoznak és ezekkel érctelepek kapcsolatosak. A harmadkor első főgyűrődési időszakában a Bánság és Biharhegység kvarcdioritos kőzetei s kontaktpneumatolitos és hipoabisszikus hidrotermális érctelepei keletkeztek; míg a második főgyűrődés idején riolitos, dacitos és andezitos tufák és lávák ömlöttek a felszínre, melyekhez extruzív hidrotermális érctelepek csatlakoztak, ez utóbbiakhoz tartozik a Gutinhegység lábánál fekvő Felsőbánya is.

Felsőbánya, Szatmár megye e fontos bányahelyének ércbányászata nagy multra tekint vissza. Érceléreit már a XIV. században nemcsak feltárták, de művelték is, miként azt a fennmaradt legrégibb, 1376-ban keltezett és Nagy Lajostól kiadott okirat bizonyítja. A bányákat eleinte magánosok fejtették, majd egyik részük 1690-ben, másik részük 1725-ben a magyar kincstár birtokába került és csak kisebb terület, a felső rész maradt magánosok kezében. Jelenleg minden bánya a magyar kincstár tulajdonában van.

A felsőbányai völgyön folyik át a Zazarpatak, ennek jobb partján emelkedik a 730 m magas Bányahegy, amelyet a harmad-

kori vulkáni működés hozott létre s amelynek érctelérein folyt és folyik ma is a bányászat.[1]

Felsőbánya földtani felépítésében agyag, andezit és riolit vesz részt. A terület alapkőzete pannon palásagyag, erre a Bányahegy déli oldalán zöldköves piroxénandezit lepelképződménye borul, ami az északi oldalon a mélybe süllyedt. A vetődés mentén feltört riolit a mélység felé elvékonyodik, ellenben felfelé és a felszínen gombaszerűen szétterül és beborítja a piroxénandezitot. A vetődés következtében a déli oldalon a riolit a pannon palásagyaggal, az északi oldalon a piroxénandezittal érintkezik.

Felsőbánya érctelérei a riolitokkal kapcsolatosak.[2] A riolit feltörésekor nem hozta magával az ércet, de a kőzet és az érc közös törzsmagma származéka. Az eruptív kőzetben tektonikai hatásokra hasadékok keletkeztek, melyekbe az ugyanazon magmatikus ciklushoz tartozó differenciálódott maradékoldatok behatoltak és

---

[1] Gesell S.: A felsőbányai ércbányakerület bányageológiai viszonyai. Földtani Intézet Évi Jelentése 1891-ről. Budapest, 1892. 105—124.

Szellemy G.: Nagybányának és vidékének fémbányászata. Nagybánya, 1894.

Szellemy G.: Vyhorlat—Gutin trachithegység érctelepei. Budapest, 1896.

Woditska J.: A nagybányai m. kir. bányaigazgatósági terület monografiája. Nagybánya, 1896.

Hofmann K., Gesell S., Koch A.: Nagybánya vidéke. Magyarázatok a Magyar Korona Országainak részletes földtani térképéhez. Budapest, 1898.

Pálfy M.: Nagybánya, Borpatak, Felsőbánya és Kisbánya bányageológiai viszonyai. Földtani Intézet Évi Jelentése 1915-ről. Budapest, 1916. 392—413.

Pálfy M.: Magyarország arany-ezüst bányáinak geológiai viszonyai és termelési adatai. Budapest, 1929. 47—51.

[2] A felsőbányai riolitról részletesebb kőzettani adataink nincsenek. A közeli Nagybánya riolitja Vendl A. szerint trachitos jelleget árul el. — Pálfy M.: A nagybányai bányaterület geológiai viszonyai. Földtani Intézet Évi Jelentése 1914-ről. Budapest, 1915. 388—389. Vendl A.: Magyarországi riolittípusok. Math. és Természettudományi Közlemények. **36** 2. szám. 1927. 83—87 és 93.

megszilárdulva létrehozták az érctelepeket, melyek tehát nem vulkáni utóhatások termékei.[3]

Felsőbányán a mélységben az andezittufa és riolit határán egyetlen főtelér húzódik, melynek csapása 5^{h} és dőlése 70° észak felé. E főtelér a riolitkúp közepén bukkan a felszínre és a hegy gerincén kelet—nyugati irányban 1600 méter hosszúságban követhető; vastagsága 2—19 méter. A Bányahegy tetején kibúvó főtelér lefelé erősen széttöredezett. A hegy tetejétől számítva mintegy 400 méter mélységig párhuzamos telérek kísérik. E rész *Au*- és *Ag*-ércekben volt gazdag, amiket már régen lefejtettek. A mélység felé haladva, az *Au*- és *Ag*-ércek helyett nemesfémben szegény *Pb-Zn*-érceket találunk, melyeket mintegy 200 méteres öv tár fel a ma művelt legmélyebb pontig, a hegycsúcstól számított 603 méter mélységig, a XII. szintig, ahol az érceket illetően újabb mélységkülönbség észlelhető, amennyiben itt a *Pb-Zn*-ércek rovására jelentősebb mennyiségben kalkopirit jelenik meg. E ponton 40 C°-os forrás tör fel. Igen fontos jelenség, hogy a főtelért 0·10—0·20 méteres antimonit-baritos telérek metszik, ezek tehát a főtelérnél fiatalabbak és mintegy az idősebb *Pb-Zn*- és kalkopirites telérbe betolódtak, tehát telescoping állapítható meg. A melléktelérek a

---

[3] P. Niggli: Versuch einer natürlichen Klassifikation der im weiteren Sinne magmatischen Erzlagerstätten. Abh. zur prakt. Geol. u. Bergwirtschaftslehre. Bd. 1. Berlin, 1925.

H. Schneiderhöhn: Lagerstättenkunde auf geochemischer Grundlage. Berg u. Hüttenmänn. Zeitschrift «Glückauf». 1926. No. 7. u. 8.

H. Schneiderhöhn: Genesis u. Paragenesis der Sulfidmineralien. C. Doelter: Handb. d. Mineralchemie. Bd. IV. 1. Dresden—Leipzig, 1926. 894—914.

H. Schneiderhöhn: Die jungeruptive Lagerstättenprovinz in Serbien, Siebenbürgen, Ungarn u. dem Banat. Fortschr. d. Min. **13**. 1929. 65—67.

H. Schneiderhöhn: Erzlagerstätten. Handwörterbuch d. Naturwissenschaften. Zweite Aufl. Bd. III. Jena, 1933.

H. Schneiderhöhn: Lehrb. d. Erzlagerstättenkunde. Bd. I. Jena, 1941.

G. Berg: Vorkommen u. Geochemie d. mineralischen Rohstoffe. Leipzig, 1929.

A. Helke: Die jungvulkanischen Gold-Silber-Erzlagerstätten des Karpathenbogens. Archiv f. Lagerstättenforschung. Heft **66**. Berlin, 1938.

főtelérhez felfelé hegyes szög alatt csatlakoznak. Míg a főtelér a *Pb-Zn*-érceken kívül *Au*-ban szegény *Ag*-érceket tartalmazott és csak kibúvása helyén lehetett *Au*-ban gazdagabb, addig a mellék-térek *Au*-ban dúsabbak voltak. Az idősebb ércesedést a fiatalabb-tól tektonikai fázis választja el, melyben a telérek felhasadtak és a hidegebb maradékoldatok nyomultak az újonnan keletkezett hasadékokba. HELKE szerint mindkét telérrendszer, az idősebb és fiatalabb, kétszer hasadt fel és kétszer ércesedett.[4] A telescoping ásványainak képződési hőmérséklete kétségtelenül bizonyítja,[5] hogy Felsőbányán csakis telescopingról és nem rejuvenációról van szó. HELKE szerint a magyarországi ércteléreken eddig rejuvenáció nem ismeretes.[6]

A telérek érckitöltését felülről lefelé haladva az előzőekben vázoltuk. Az ércásványok főelemei *Fe, Cu, Zn, Ag, Sb, Au*, melyek-hez *S* és *As* járul. Az ásványok szulfidok, arzenidek, szulfantimonitok és szulfarzenidek, ezek között jellegzetesek a pirit, arzenopirit, kalkopirit, galenit, szfalerit, tetraedrit és a ritkább szulfosók. Kiválási idejüket tekintve legidősebb a pirit és arzenopirit, ezeket követi a szfalerit (tetraedrit) és kalkopirit, végül a galenit, bournonit és antimonit. A ritka szulfosók, továbbá az *Au* és *Ag*, valamint érceik a legfiatalabb képződmények. A legmagasabb hőmérsékletet a wolframit jelzi, amely már magmaközelségre utal. A legalacsonyabb hőmérsékletet viszont a realgár adja meg. Az érckeletkezés

---

[4] L. c. 48—49.

A barit minerogenetikai sajátságait G. KALB és L. KOCH tanulmányozta (Die Kristalltracht des Baryt in minerogenetischer Betiach tung. Zeitschr. f. Krist. **78**. 1931. 169—170) és megállapította, hogy legfiatalabb hidrotermális képződmény. A csökkenő hőmérséklet szerint rendezett típusok között a felsőbányai barit a II. és önálló típus.

[6] L. c. 58—59. — H. BORCHERT a kristyori aranyelőfordulásra vonatkozó vizsgálataiból az ottani ércek rejuvenációs jelenségeire következtet. (Über das Golderzvorkommen des Wilhelmsstollen bei Cristior. Zeitschr. f. prakt. Geol. **43**. 1935. 115—122.) Mindenesetre e fogalom alkalmazásánál rendkívüli óvatosságra van szükség, miként azt a rejuvenáció első megfigyelője, G. BERG is hangoztatta. (Zonal distribution of ore deposits in Central Europe. Econ. Geol. 1927. 1. és Über den Begriff der Rejuvenation u. seine Bedeutung für die Beurteilung von Mineralparagenesen. Zeitschr. f. prakt. Geol. **36**. 1928. 17—19.)

pontosabb hőmérsékletét eldöntheti majd a kalkopirit és a kalkopirites ércek részletes ércmikroszkópiai vizsgálata, mert ezek az ásványok gyakran kitűnő geológiai hőmérőnek bizonyulnak.[7]

Felsőbánya ércteléreinek jellegét a különböző szerzők epitermálisnak jelzik. Megfontolandó azonban, hogy a jamesonit és semseyit olyan érctelepeken fordul elő, melyek hőmérsékletén az extruzív és intruzív származás már nem nagyon különbözik. Az arzenopirit leginkább a magas hőmérsékleten keletkezett hidrotermális telérek ásványa. A wolframit egyenesen a magma közelségére utal; a wolframittal együtt előforduló adulár — melyek kristályai a külön felsőbányai típust képviselik[8] — szintén magas hőmérséklet képződménye. Mindezek alapján a felsőbányai ércteléreket az eddigi felfogástól eltérőleg mezotermálisnak kell minősíteni.

Felsőbánya ércteléreiről az irodalom 68 ásványt említ, ezek közül 11-et — később ismertetendő okokból — nem vettem figyelembe, így a biztosan ismert ásványok a következők.

I. Elemek.

Kén *S*
Arzén *As*
Ezüst *Ag*
Arany *Au*

II. Kén-, arzén- és antimonvegyületek.[9]

Realgár *AsS*
Auripigment As_2S_3
Antimonit Sb_2S_3

---

[7] H. Borchert: Über Entmischungen im System *Cu-Fe-S* und ihre Bedeutung als «geologische Thermometer». Chemie d. Erde. **9**. 1934. 145—172.

H. Borchert: Experimentelle Untersuchungen an natürlichen sulfidischen Eisen-Kupfererzen u. einige sich daraus ergebende genetische Schlussfolgerungen. Fortschr. d. Min. **20**. 1936. 32.

[8] G. Kalb: Die Kristalltracht d. Kalifeldspates in minerogenetischer Betrachtung. Zentralbl. f. Min. 1924. 449—460.

[9] J. E. Hiller (Versuch einer Klassifikation der Sulfide nach

Szfalerit ZnS
Wurtzit ZnS
Pirit FeS_2
Markazit FeS_2
Arzenopirit $FeAsS$
Galenit PbS
Metacinnabarit HgS
Cinnabarit HgS
Kalkopirit $CuFeS_2$
Miargirit $AgSbS_2$
Andorit[10] $Ag_2Pb_2Sb_6S_{12}$
Berthierit $FeSbS_4$
Jamesonit $Pb_2Sb_2S_5$
Semseyit[11] $Pb_9Sb_8S_{21}$
Diaforit[12] $Ag_3Pb_2Sb_3S_8$
Freieslebenit[12] $Ag_5Pb_3Sb_5S_{12}$
Proustit Ag_3AsS_3
Pirargirit Ag_3SbS_3
Xantokon Ag_3AsS_3
Pirostilpnit Ag_3SbS_3
Bournonit[13] $Sb_2Pb_2Cu_2S_6$
Tetraedrit R_3SbS_3
Polibazit $(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}$

---

strukturellen Gesichtspunkten. Zeitschr. f. Krist. **102.** 1940. 353—376) szerint a szulfosók is szulfidoknak foghatók fel s így az összes szulfidásványok besorolhatók 11 csoportba, amelyek fogalmát a fématomnak a kénatomhoz viszonyított helyzete határozza meg. Felsőbánya ásványai tárgyalásánál a régi beosztást (szulfosó) tartottam meg.

[10] W. Hoffmann (Beitr. zur Kenntnis der nadelförmigen Sulfosalze des Arsens, Antimons und Wismuts. Fortschr. d. Min. **18.** 1933. I. Teil. 19—20) szerint szerkezeti megfontolások alapján az andorit képlete: $PbAgSb_3S_6$.

[11] J. E. Hiller (l. c.) szerint $Pb_{21}Sb_{20}S_{51}$.

[12] Ch. Palache, W. E. Richmond and H. Winchell (Crystall. studies of the sulphosals: baumhauerite, meneghinite, jordanite, diaphorite, freieslebenite. Amer. Min. **23.** 1938. 834) szerint elemzés és kristályszerkezet alapján a diaforit és freieslebenit képlete a fent közölt.

[13] J. E. Hiller (l. c.) szerint $PbCuSbS_3$.

III. Oxidok.

Valentinit Sb_2O_3
Kvarc SiO_2
Piroluzit MnO_2
Limonit $Fe_2O_3+xH_2O$
Pirostibit Sb_2S_2O
Voltzin Zn_5S_4O

IV. Haloidsók.

V. Karbonátok.

Kalcit $CaCO_3$
Ankerit $Ca(Mg, Fe)(CO_3)_2$ — Dolomit $CaMg(CO_3)_2$
Sziderit $FeCO_3$
Rodokrozit $MnCO_3$
Cerusszit $PbCO_3$

VI. Szulfátok, wolframátok.

Barit $BaSO_4$
Anglezit $PbSO_4$
Wolframit $(Mn, Fe)WO_4$
Gipsz $CaSO_4+2H_2O$
Szmikit $MnSO_4+H_2O$
Melanterit $FeSO_4+7H_2O$
Kalkantit $CuSO_4+5H_2O$
Felsőbányit $Al_2(OH)_4SO_4.2Al(OH)_3+5H_2O$
Dietrichit $Al_2(Zn, Fe, Mn)(SO_4)_4+22H_2O$

VII. Borátok, aluminátok.

VIII. Foszfátok, arzenátok, antimonátok.

Cervantit $SbSbO_4$
Stiblit[14] $2SbO+H_2O$
Diadochit $Fe_4O(OH)_2(PO_4)_2(SO_4H)_2$

---

[14] P. Ramdohr (Klockmann's Lehrb. d. Min. Stuttgart, 1936. 363) szerint $H_2Sb_2O_5$.

Szimplezit $Fe_3(AsO_4)_2+8H_2O$
Pitticit[15] $Fe_{20}(OH)_2[(SO_4)_3(As, P)O_4]_{10}+9H_2O$

IX. Szilikátok.

Adulár $KAlSi_3O_8$
Laumontit $CaAl_2Si_4O_{12}+4H_2O$

X. Szerves vegyületek.

Ezeken kívül a tekintetbe nem vett 11 ásvány a következő: argentit, fluorit, eggonit, kaolin (=kaolinit), klebelsbergit, millerit, opál, redrutit, vivianit, wad és szén (antracit).

Az argentit[16] (117.$_{87}$), fluorit (4.$_{I.\,43}$, 5.$_{157,\,158}$), opál (117.$_{81}$), redrutit (104.$_{94}$, 105.$_{28}$) és vivianit (93.$_{40}$) megjelenése valószínű, de eddigi előfordulásukra nincs kétségtelen adatunk.

A kaolin (30.$_{69}$) mint kaolinit közvetlenül az érctelereken nem valószínű. A milleritről már J. Jonás (35.$_{195}$) említi, hogy valószínűleg befuttatott jamesonit. A szén, antracit (9.$_{153,\,196,\,200}$, 23.$_{57,\,136}$, 33.$_{77}$, 117.$_{55}$, 123.$_{82}$, 125.$_{I.\,20,\,II.\,19,\,359}$) szorosan véve nem ásvány.

A felsőbányai wad (9.$_{154,\,196,\,205}$, 104.$_{97}$, 117.$_{503}$, 125.$_{II.\,340}$) pontos kémiai összetétele ismeretlen. Úgyszintén hiányzik a pontos kémiai összetétele a következő két ásványnak: eggonit (50.$_{169}$, 69.$_{27}$, 94.$_{194}$, 121.$_{150}$, 129.$_{33}$, 130.$_{451}$), klebelsbergit (50.$_{196}$, 94.$_{194}$, 121.$_{149,\,150}$, 128.$_{19}$, 129.$_{33}$, 130.$_{450}$); jóllehet e két ásvány egyetlen lelőhelye Felsőbánya, hiányos adataik miatt a felsorolásból el kellett őket hagynom.

Felsőbánya ásványainak irodalma igen terjedelmes, nemcsak szakcikkek tárgyalják sajátságaikat, hanem minden ásványtani

---

[15] A fenti képlet H. Leitmeier szerint bizonytalan. F. Kovář képlete $4FeAsO_4.Fe(OH)_4SO_4.6Fe(OH)_3+3H_2O$. C. Doelter: Handb. d. Mineralchemie. Dresden—Leipzig, 1918. III. 1. 734. — C. Hintze (Handb. d. Min. Berlin—Leipzig, 1933. I. **4. 2.** 1021, 1067) a $3Fe(AsO_4)Fe_4[SO_4(OH_{10})]+6.H_2O$ képletet közli. — P. Niggli (Lehrb. d. Min. Berlin, 1920. 660) szerint $Fe_5^{III}S_3As_4O_{11}+24H_2O$.

[16] A zárójelben levő számok az irodalmi utalásra vonatkoznak; az első szám a jelen munkában közölt irodalmi összeállítás sorszáma, a második szám az illető munka oldalszáma.

tan- és kézikönyv megemlékszik róluk, illetve lelőhelyükről. E bőséges irodalomból az 1940. év végéig bezárólag a következőkben csak a legfontosabbakat említem fel. Az összeállítás teljességre nem tart számot, de viszont képet ad a bányahely ásványtani fontosságáról és e felsorolásnak némi ásványtörténeti háttere is van.

1. M. J. Ackner: Mineralogie Siebenbürgens. Hermannstadt. 1855.
2. R. Baldauf: Führer durch d. öffentl. min. Mus. des R. Baldauf. Dresden, 1922.
3. J. R. Blum: Die Pseudomorphosen des Mineralreiches. Stuttgart, 1843.
4. I. Born: Litophyllacium Bornianum. Praga. I. 1772, II. 1775.
5. I. v. Born: Briefe über min. Gegenstände, auf seiner Reise durch das Temeswarer Banat, Siebenbürgen, Ober- u. Nieder-Hungarn. Frankfurt u. Leipzig, 1774.
6. E. de Born: Catalogue méthodique et raisonné de la collection des fossiles de Mlle E. de Raab. Vienne, 1790.
7. Fr. Braun: Morphologische, genetische u. paragenetische Trachtstudien an Baryt. Neues Jahrb. f. Min. Beil. Bd. **65**. Abt. A. 1932.
8. A. Breithaupt: Min. Studien. Berg- u. Hüttenm. Zeitung. 1865—66.
9. B. v. Cotta und E. v. Fellenberg: Die Erzlagerstätten Ungarns u. Siebenbürgens. Freiberg, 1862.
10. E. S. Dana: Mineralogy. New York, 1892.
11. G. Delafosse: Nouveau cours de minéralogie. Paris, 1862.
12. E. Döll: Pyrit nach Kupferkies, Tetraedrit nach Kupferkies; kugelförmige Hohlräume in Pseudomorphosen. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien. 1884.
13. A. Dufrenoy: Traité de minéralogie. Paris, 1856.
14. J. Esmark: Kurze Beschreibung einer min. Reise durch Ungarn, Siebenbürgen u. das Banat. Freiberg, 1798.
15. E. v. Fellenberg: Über einige neuere Mineral-Vorkomnisse aus Ungarn u. Siebenbürgen. Leonhard Neues Jahrb. 1861.
16. J. Fichtel: Min. Bemerkungen von den Karpathen. Wien, 1791 (Erster Teil.)
17. L. Fletcher: Kryst. Notizen. Phil. Mag. **9**. 1880. Ref.: Zeitschr. f. Krist. **5**. 1881.
18. A. Franzenau und L. Tokody: Krist. Untersuchungen ungar. Mineralien. Math. u. Naturw. Ber. aus Ungarn. **38**. 1931.
19. Dan Giuscă: Sur quelques minéraux de Transilvanie. Bull. Sci. Acad. Roumaine. **12**. 1929.
20. J. Grailich und V. v. Lang: Untersuchungen über die physicalischen Verhältn. krystallisierter Körper. Sitzb. d. Wien. Ak. **27**. 1857.

21. P. Groth: Die Mineraliensammlung d. Kaiser-Wilhelms Universität Strassburg. Strassburg, 1878.
22. M. W. Haidinger: Mineralogische Beschreibung der Manganerze. Pogg. Ann. **14**. 1828.
23. M. W. Haidinger: Bericht über die Mineraliensammlung d. k. k. Hofkammer im Münz- u. Bergwesen. Wien, 1843.
24. M. W. Haidinger: Über den Felsőbányit, eine neue Mineralspezies. Sitzb. Ak. Wien. **12**. 1854.
25. M. W. Haidinger: Der Kenngottit, eine neue Mineralspezies von Felsőbánya. Sitzb. Ak. Wien. **22**. 1856.
26.. Hajós M.: A magyarországi szfaleritek morfogenetikai vizsgálata. Math. és Term. tud. Ért. **59**. 1940.
27. F. Hauer und F. Foetterle: Geol. Uebersicht der Bergbaue der Österr. Monarchie. Wien, 1855.
28. C. Haüy: Traité de minéralogie. Paris. II. 1801.
29. J. Hejtman: Příspěvek k morfologii barytu. Zprávy Spolku geoligického v Praze. 1885.
30. A. Helke: Die jungvulkanischen Gold-Silber-Erzlagerstätten des Karpathenbogens. Archiv f. Lagerstättenforschung. Berlin 1938.
31. F. Hessenberg: Min. Notizen 1—11. (Aus den Abhandl. d. Senckenberg'schen Ges.) Frankfurt a. M. No. 1 1861.
32. Hidegh K.: Adatok egyes magyar ásványok chemiai elemzéséhez. Math. és Term. tud. Közlemények. **8**. 1881.
33. Hofmann K.: Ásványtani közlemények a Vihorlát—Guttin trachythhegységének keleti részéből. Földt. Közlöny. **2**. 1872.
34. Hulyák V.: Ásványtani közlemények. Földt. Közlöny. **33**. 1903.
35. J. Jonas: Ungarns Mineralreich. Pesth, 1820.
36. G. Kalb: Die Kristalltracht des Kalifeldspates in minerogenetischer Betrachtung. Centralbl. f. Min. 1924.
37. G. Kalb und L. Koch: Die Kristalltracht des Baryt in minerogenetischer Betrachtung. Zeitschr. f. Krist. **78**. 1931.
38. A. Kenngott: Über die Einschlüsse von Mineralien in krystallisierten Quarz. Sitzb. Ak. Wien. **9**. 1852.
39. A. Kenngott: Min. Notizen. Sitzb. Ak. Wien. **10**. 1853.
40. A. Kenngott: Min. Notizen. (Bemerkungen über ein mit dem Felsőbanyt verwechseltes Mineral.) Sitzb. Ak. Wien. **16**. 1855.
41. A. Kenngott: Uebersicht der Resultate min. Forschungen. Leipzig, 1853, 1854, 1855, 1856—57, 1858, 1859.
42. A. Kenngott: Beschreibung eines neuen Minerals von Felsőbánya in Ungarn. Pogg. Ann. **98**. 1856.
43. Koch S.: Ásványtani közlemények. Ann. Mus. Nation. Hung. **18**. 1920—21.
44. Koch S.: Valentinit és orientált baryt Felsőbányáról és kősó Deésaknáról. Földt. Közlöny. **53**. 1923.

EGYETEMI KÖNYVTÁR SZEGED

45. Koch S.: Újabb előfordulású wolframit-kristályok Felsőbányáról. Ann. Mus. Nation. Hung. **22.** 1925.
46. Koch S.: Adatok Magyarország ásványainak ismeretéhez. Ann. Mus. Nation. Hung. **25.** 1928.
47. Koch, S.: Neuere Beiträge zur Kenntnis des Andorits von Felsőbánya. Centralbl. f. Min. Abt. A. 1928.
48. Koch S.: Magyarországi semseyitek. Math. és Term. tud. Ért. **48.** 1931.
49. Koch S. és Zombory L.: Szferosziderit és sziderit Felsőbányáról. Földt. Közlöny. **65.** 1935.
50. Koch S.: A visszatért Erdély természeti kincsei. III. Ásványok. Pótfüz. a Term. tud. Közlönyhöz. **72.** 1940.
51. A. Köhler und H. Leitmeier: Fluoreszenzversuche an natürlichen Sulfaten. Centralbl. f. Min. Abt. A. 1934.
52. J. A. Krenner: Krystallogr. Studien über den Antimonit. Sitzb. Ak. Wien. **51.** 1865.
53. Krenner J. S.: Magyarországra nézve két új ásványról. M. Tud. Akadémia Értesítője. **9.** 1875.
54. J. A. Krenner: Wolframit aus dem Trachyte von Felső-Bánya. Tschermak's Min. Mitt. 1875.
55. Krenner J. S.: A felsőbányai trachyt wolframitja. Értekezések a természettudományok köréből. 1876. **7.** 14. szám.
56. Krenner J. S.: Felsőbányai ezüstércek. Term. tud. Közlöny. **9.** 1877.
57. Krenner J. S.: Magyarhoni anglesitek. Értekezések a természettudományok köréből. 1877. **8.** 8. szám.
58. Krenner J. S.: Kenngottit. M. Tud. Akadémia Értesítője. **13.** 1879.
59. Krenner J. S.: Miargyrit. M. Tud. Akadémia Értesítője. **13.** 1879.
60. Krenner J. S.: Közlemények a M. N. Múzeum ásványtani osztályából. M. Tud. Akadémia Értesítője. **13.** 1879.
61. Krenner J. S.: Egy, Felsőbányán talált új ólomérc. A M. Tud. Akadémia Értesítője. **15.** 1881.
62. Krenner J. S.: Symplesit Felsőbányáról. Term.-rajzi füzetek **10.** 1886.
63. Krenner J.: Andorit, új hazai ezüstérc. Math. és Term. tud. Ért. **11.** 1893.
64. Krenner J., Franzenau Á. és Zimányi K.: A Magyar Nemzeti Múzeum ásvány-őslénytára. Budapest, 1902.
65. Krenner J.: Metacinnabarit Felsőbányáról. Math. és Term. tud. Ért. **45.** 1928.
66. Krenner J.: Berthierit Felsőbányáról. Math. és Term. tud. Ért. **45.** 1928.
67. J. Krenner: Mineralog. Mitt. aus Ungarn. Centralbl. f. Min. 1927.
68. J. Krenner: Mineralog. Mitt. aus Ungarn. Centralbl. f. Min. 1928.
69. J. Krenner: Mineralog. Mitt. aus Ungarn. Centralbl. f. Min. 1929.

70. J. KRENNER: Mineralog. Mitt. aus Ungarn. Centralbl. f. Min. 1930.
71. H. LASPEYRES: Mineralog. Bemerkungen. Zeitschr. f. Krist. **9.** 1884.
72. C. C. LEONHARD: Handb. einer allgemeinen topogr. Mineralogie. Frankfurt a. M. I. 1805, II. 1808, III. 1809.
73. G. LEONHARD: Handwörterbuch d. topogr. Mineralogie. Heidelberg, 1843.
74. A LÉVY: Descript. d'une collection de minéraux. Londres, 1837.
75. M. v. LILL: Chemische Analysen. Berg- u. Hüttenm. Jahrb. **18.** 1869.
76. LOCZKA J.: Magyar arsenopyritek vegyi elemzése. Természetrajzi füzetek. **9.** 1885.
77. LOCZKA J.: Több magyarországi ásvány elemzése. Math. és Term. tud. Ért. **8.** 1889—90.
78. LOCZKA J.: Felsőbányai plumosit chemiai elemzése. Ann. Musei Nation. Hung. **6.** 1908.
79. LÖW M.: Adatok a felsőbányai realgár kristálytani ismeretéhez. Math. és Term. tud. Ért. **29.** 1911.
80. F. MACHATSCHKI: Formel u. Kristallstruktur des Tetraedrits. Norsk geol. tidsskrift. **10.** 1928.
81. F. MACHATSCHKI: Präzisionsmessungen der Gitterkonstanten verschiedener Fahlerze. Formel u. Struktur derselben. Zeitschr. f. Krist. **68.** 1928.
82. MAKLÁRI L.: Morfogenetikai vizsgálatok a magyarországi baritokon. Szeged, 1940.
83. L. MAKLÁRI: Trachtstudien an ungarländischen Baryt kristallen. Math. és Term. tud. Ért. **59.** 1940.
84. MAURITZ B.: Magyarország ásványvilágának nevezetességei. Pótfüzetek a Term. tud. Közlönyhöz. **51.** 1912.
85. MAURITZ B.: Adulár a hazai andezitek ércteléreiben. Math. és Term. tud. Ért. **37.** 1920.
86. O. NEFF: Über Antimonit von Felsőbánya. Beitr. zur Krystallographie u. Mineralogie. **1.** 1914—18.
87. O. NEFF: Über Antimonit von Ichinokawa (Japan). Beitr. zur Krystallographie u. Mineralogie. **2.** 1919—24.
88. PÁLFY M.: Magyarország arany-ezüst bányáinak geol. viszonyai és termelési adatai. Budapest, 1929.
89. C. F. PETERS: Min. Notizen. Leonhard Neues Jahrb. f. Min. 1861.
90. R. PILZ, R. SCHRÖDER und V. THOST: Über Realgar. Beitr. zur Krystallographie u. Mineralogie. **1.** 1914—1918.
91. G. T. PRIOR: On zinc sulphide replacing stibnite and orpiment; analyses of stephanite and polybasite. Min. Mag. **9.** 1890.
92. G. T. PRIOR und L. J. SPENZER: Ueber die Identität von Andorit, Sundtit und Webnerit. Zeitschr. f. Krist. **29.** 1898.
93. G. VOM RATH: Bericht über eine geol. Reise nach Ungarn im Herbst 1876. Bonn. 1877.

94. Reichert R., Zeller T. és Koch S.: Ásványhatározó. Budapest, 1931.
95. A. E. Reuss: Über einige noch nicht beschriebene Pseudomorphosen. Sitzb. Ak. Wien. **10.** 1853.
96. V. Rosický: Ein Beitrag zur Morphologie des Miargyrites. Bull. int. d. l'Ac. Sci. Boheme. 1912.
97. A. Schrauf: Atlas der Krystall-Formen des Mineralreiches. Wien, 1864—77.
98. A. Schrauf: Min. Beobachtungen, III. Sitzb. Ak. Wien. **64.** (1). 1871.
99. J. von Schroeckinger: I. Sphärosiderite von sehr hohen Mangangehalte aus Ungarn. II. Szmikit, ein neues Mangansulphat. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien, 1877.
100. J. von Schroeckinger: Dietrichit, ein neuer Alaun aus Ungarn. Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt. Wien, 1878.
101. L. Sipőc: Ueber Miargyrit u. Kenngottit. Tschermak's Min. Mitt. 1877.
102. Sipőc L.: Néhány magyarhoni ritkább ásványfaj vegyi összetételéről. Math. és Term. tud. Közlemények. **20.** 1885.
103. Strobentz I: Magyarországi dolomitkristályok újabb elemzései. Földt. Közlöny. **55.** 1925.
104. Szellemy G.: Nagybányának és vidékének fémbányászata. Nagybánya, 1894.
105. Szellemy G.: Vyhorlat—Gutin trachithegység érctelepei. Budapest, 1896.
106. Szokol P.: A Nagybánya-vidéki bányaterület bányageol. viszonyai. Bány. és Koh. Lapok. **28.** 1895.
107. Szokol P.: Antimon- és ezüstércek előfordulása és associativ viszonyai a felsőbányai ércekben. Bány. és Koh. Lapok. **35.** 1902.
108. L. Tokody: Zur Kristallographie des Realgars von Felsőbánya. Zeitschr. f. Krist. **65.** 1925.
109. L. Tokody: Pyritformen und. -fundorte. Zeitschr. f. Krist. **96.** 1931.
110. L. Tokody: Cerussit von Felsőbánya u. Almásbánya. Zeitschr. f. Krist. **96.** 1937.
111. Tokody L.: Krist. vizsgálatok magyarországi kvarcokon. Math. és Term. tud. Ért. **55.** 1937.
112. Tokody L.: Magyarországi piritek kristálytani vizsgálata. Math. Term. tud. Közlemények. 1938. **38.** 2. szám.
113. L. Tokody: Quarz von Felsőbánya. Zeitschr. f. Krist. **99.** 1938.
114. L. Tokody: Krist. Untersuchungen an ungarischen Pyriten. Földt. Közlöny. **69.** 1939.
115. Tokody L.: Gipsz Nagybányáról és Felsőbányáról. Ann. Mus. Nation. Hung. **32.** 1939.
116. Tokody L.: Felsőbányai kalkopirit, bournonit és tetraedrit. Math. és Term. tud. Ért. **59.** 1940.

117. Tóth M.: Magyarország ásványai. Budapest, 1882.
118. G. Tschermak: Einige Pseudomorphosen. Sitzb. Ak. Wien. **49.** 1864.
119. F. v. Vivenot: Beiträge zur min. Topographie von Oesterreich u. Ungarn. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien, **19.** 1869.
120. Vendl Mária: Baryt Gömör-Rákosról, Rozsnyóról és Felsőbányáról. Ann. Mus. Nation. Hung. **19.** 1922.
121. Vendl Miklós: Die technisch wichtigen Mineralschätze Ungarns mit Ausnahme der Kohlen u. Erdöle, vor u. nach dem Zusammenbruch. Közlemények. Sopron, 1938. **10.** 3. rész.
122. A. Weisbach: Beitrag zur Kenntnis des Miargyrits. Pogg. Ann. **125.** 1865.
123. Woditska J.: A nagybányai m. kir. bányaigazgatósági kerület monográfiája. Nagybánya, 1896.
124. Zeller T.: Adatok a felsőbányai barytok kristálytani ismeretéhez. Földt. Közlöny. **53.** 1923.
125. V. v. Zepharovich: Min. Lexicon. Wien. I. 1859, II. 1873, III. 1893.
126. C. A. Zipser: Versuch eines topogr.-min. Handbuches von Ungarn. Oedenburg, 1817.
127. F. Zirkel: Versuch einer Monographie des Bournonit. Sitzb. Ak. Wien. **45.** 1. 1862.
128. Zsivny V.: Klebelsbergit, egy új ásvány Felsőbányáról. Math. és Term. tud. Ért. **46.** 1929.
129. Zsivny V.: Újabb magyarországi ásványelőfordulások. Szt. István Akadémia Értesítője. **12.** 1937.
130. Zsivny V.: A legújabban visszacsatolt országrészek nevezetesebb ásványai a Magyar Nemzeti Múzeumban. Term. tud. Közlöny. **72.** 1940.

Az egyes ásványokra vonatkozó irodalmat az alábbi összeállításban közlöm. Az ásványokat *abc*-rendben sorolom fel. Az ásvány neve után következő első szám a fentebb közölt irodalmi adatok sorszámát, a második az illető munka oldalszámát jelzi.

Adulár 37.449, 50.168, 53 3, 55.10, 64.18, 85.38, 93.40, 94.194, 104.98, 105.28, 117.378, 118.339, 121.149 125.I. 253

Andorit 47.28, 50.168, 63.119, 64.13, 70.160, 84.25, 92.351, 94.193, 121.149, 150, 129.33, 130.450

Anglezit 57.27, 69.37, 84.25, 94.194, 105.28, 117.51, 121.149, 125.III. 12

Ankerit 94.194, 108.49

Antimonit 4.I. 136, 137, 5.157, 158, 6.II. 141, 142, 145, 9.60, 149, 150, 151, 153, 196, 200, 11.II. 384, 14.139, 140, 16.92, 21.22, 23.129, 136, 27.57, 31.185, 35.196, 197, 361, 38.412, 50.167, 52.11, 19, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 43, 64.11, 67.365, 68.270, 72.I. 43, II. 310, 428, 430, 433, 73.26, 50, 59, 109,

74 III. 312, 313, 314, 315, 316. 77.39, 84 24, 86.107, 87.90, 89.49. 93.37, 38, 40. 94 192, 193, 194, 104 192, 105.28, 107.7, 117.59. 121.149, 123.82, 85, 125.I. 23, II. 22, III. 17, 126 84, 85, 86. 128.19

Arany 9.152, 196, 202. 21.13, 72.I. 373, II. 409, 94.193. 104.91. 117.74, 121.149. 125.II. 136

Arzén 9 151, 152, 196, 202. 35.198. 72.II. 310, 73.39, 74.III. 279, 84.25. 94.194. 104.91, 98, 107.8, 121.149, 125.II. 37

Arzenopirit 9.153, 196, 200, 15.301. 55.10. 68.270, 74.III. 279. 76.285. 107.25. 117.89, 125 II. 210, III. 67

Auripigment 4.I. 139, 5 157, 8.115 9 150, 151, 152, 154, 196, 201, 11.II. 388, 14.140. 28 21, 35 25, 198, 361, 50.168. 52 11, 64.11. 72.II. 310 73.50, 84.25, 88 49. 104.92, 105.28, 107.8, 117 93. 121.149. 123.82, 125 I. 45, II. 42, 126 87

Barit 6 I. 275, II. 152, 7.179, 201, 205, 211, 9 59, 60, 150, 151, 153, 196, 204, 11.I. 40. 13.II. 255, 257, 263, 14.139, 140, 19.142, 20.31, 21.145, 23.129, 136. 27.57. 28.II. 295, 29.80, 35.194, 195, 196, 197, 361, 37.169. 43.151, 44.84, 50.167. 51.366, 368, 52 11, 28, 30, 31, 34. 64 21. 67.363, 365. 68.139, 270, 69.37. 72.I. 43, II. 310, 317, 428, 430, 433, 73.28, 50, 59, 109. 74.I. 190, 192, 196, 197, 198, 201, 205, 206, 210, 211, III. 279, 312, 313, 314, 315, 316, 82.24, 26, 28, 31, 32, 83.654, 656, 660, 664, 93.37, 40, 94.193, 194, 98.204, 104.99. 105.28, 107.7, 117.101, 120.117, 121, 121.149. 123.82, 125.I. 55, 253, 326, II. 51. 126.79, 80, 81, 82

Berthierit 66.13, 68.270, 94.193, 121.149

Bournonit 9.60, 151, 196, 201, 204, 26.1090, 32.109. 48.801. 56.200. 61.113. 64.13, 84.24, 88.49, 93.37, 94 193. 97.Taf. 36, Fig. 1, Taf. 37. Fig. 18; Taf. 38, Fig. 21. 104.95, 105.28. 116 1026, 121.149, 123.85. 127.438, 464

Cervantit 9 153, 196, 200. 94.194. 104 97, 117.63. 121.149

Cerusszit 46.444, 94.194, 110.325, 121.149

Cinnabarit 94.193. 104.94. 107.8, 121.149

Diadochit 104.99, 105.28

Diaforit 34.58, 48.801, 56.200. 61.111, 64.13. 69.37, 84.25, 94.193. 107.26. 117.168, 121.149, 125.III. 81. 130.451

Dietrichit 94.194, 100.189, 117.169, 121.149. 125.III. 82. 129.33, 130.450

Dolomit 9.150, 152, 196, 201, 18 248. 23.136. 61.113, 93.37, 94.194, 104 100, 106.25. 116.1023, 1030. 117.175, 121.149, 125.II. 115

Ezüst 4.I. 71, 6.II. 413. 9.152, 196, 204, 35.199, 274, 360, 377, 72.II. 409. 73.466. 94.194, 104.91, 117.186, 121.149, 126.82

Felsőbányit 9.153, 196, 202. 21.153. 24.183. 39.294. 40.177. 41.1853, 21; 1854, 28; 1855, 19; 1856—57, 31; 1858, 22; 1859, 20; 1860, 19; 1862, 15. 50.169, 68 138. 84.25, 88.49, 93.37, 94.194. 104.100. 105.28, 117.188, 121.149, 150, 125.I. 145, III. 98, 129.33. 130.450

Freieslebenit 9.153, 196, 56.200, 69.37, 84.25, 94 193, 104 95, 105.28, 107 26, 117.190, 121.149, 125.II. 128, III. 101, 130.451

Galenit 9.60, 150, 151, 152, 153, 196, 201, 16 92, 18 249, 26.1090, 27.57, 30.69, 32.100, 33.78, 36.195, 48 800, 801, 50.167, 61.113, 64 11, 72.I. 463, II. 310, 317, 428, 73.28, 50, 100, 108, 109, 84.24, 88 49, 93.37, 94.192, 193, 194, 104.93, 105.28, 107.25, 115.15, 116.1027, 1029, 1030, 117.193, 121.149, 150, 123.82, 85, 125.I. 159, III. 106, 126.83

Gipsz 4.I. 16, 17; II. 87, 9.150, 196, 202, 23.136, 27.57, 69.37, 72.I. 310, 94.194, 104.99, 115.14, 117.211, 121.149, 125.I. 193, 126.79

Jamesonit 6.II. 152, 153, 154, 9.60, 152, 153, 196, 202, 14.139, 21.60, 35.196, 197, 45.28, 29, 50.168, 78.583, 94.193, 194, 104 95, 105.28, 107.8, 119.595, 603, 121.149, 125.I. 212, II. 160, 126.86, 87

Kalcit 4.II. 81, 9.151, 196, 27.57, 35.377, 52.11, 72.II. 310, 433, 94.194, 104 100, 117.117, 121.149, 125.I. 95

Kalkantit 94.194, 121.149

Kalkopirit 9.150, 151, 152, 196, 14.141, 18 247, 248, 249, 26.1090, 30.69, 32.100, 33.78, 35.195, 199, 55.10, 64.12, 84.24, 88.49, 93.37, 94.193, 194, 105.28, 115.15, 16, 116.1023, 1029, 1030, 117.145, 121.149, 123.82, 125.II. 96

Kén 5.157, 9.151, 153, 204, 72.II. 372, 73.458, 94.194, 104.92, 121.149, 125.I. 391, II. 287, 126.82

Kvarc 4.I. 23, II. 90, 91, 5.157, 158, 6.II. 145, 9.59, 60, 149, 150, 151, 152, 153, 196, 14.139, 18.247, 248, 249, 30 69, 32.100, 33.77, 78, 35.199, 236, 274, 299, 38.412, 47.28, 29, 50.168, 52.11, 31, 68.138, 72.I. 43, II. 86, 310, 317, 409, 428, 430, 433, 73.12, 59, 126, 290, 435, 74.I. 206, III. 315, 316, 88.49, 93.37, 38, 39, 40, 94.192, 193, 194, 103.55, 104.97, 107.7, 111.986, 113.56, 115.15, 16, 116.1023, 1027, 1029, 1030, 117.254, 258, 260, 263, 265, 270, 275, 118 339, 121.149, 123.82, 85, 125.I. 253, 367, 369, II. 267, 126.79

Laumontit 1.315, 5.158, 94.194, 117.304, 121.149

Limonit 72 II. 433, 117.324

Markazit 9.153, 196, 203, 26.1090, 33.78, 35.195, 50.168, 55.10, 68.138, 73.490, 84.24, 88.49, 94 193, 95.67, 104.95, 105.28, 117.344, 121.149, 123.82, 125.I. 268, II. 202, 126.83

Melanterit 117.348

Metacinnabarit 50 168, 65.15, 67.362, 94.193, 130.451

Miargirit 9.152, 196, 202, 25.236, 41.172, 42.163, 56.199, 200, 58.10, 60.10, 64 13, 71.37, 84.24, 94.193, 96.20, 101.212, 104.95, 105.28, 107.26, 117.249, 350, 121.149, 122.441,, 125.I. 223, II. 146, III. 164

Pirargirit 9.152, 196, 204, 14.141, 35.198, 199, 369, 377, 46.439, 56.199, 200, 72.I. 463, II. 317, 73.445, 84.24, 88.49, 93.37, 94.193, 104.95, 105.28, 107.25, 117 392, 121.149, 125.I. 329, 126.82

Pirit 2.56, 9.149, 150, 151, 152, 153, 154, 196 12 130, 18.245, 247, 248, 26.1090, 27.57, 30.69, 32.100, 33.78, 35.195, 198, 199, 361, 377, 50.168, 52.11, 55.10, 72.I. 463, II. 310, 317, 73.166, 74.I. 211, 84.24, 88.49, 93.37, 38, 40, 94 193, 104.95, 105 28, 106 23, 107 25, 109 295, 112.19, 114 153, 115.15, 16, 116.1023, 1027, 1029, 1030, 117.399, 118 339, 121.149, 150, 123.82, 83, 125 I. 336, II. 253

Piroluzit 9 153, 196, 203, 22.209, 73.427, 104.96, 117.407, 125.I. 339

Pirostibit 1.315, 9.151, 153, 196, 200, 84.25, 94.194, 104.97, 107.8, 117.411, 121.149, 125.I. 327, II. 248

Pirostilpnit 56.200, 94.193, 107.26, 117.412, 121.149, 125.III. 203

Pittieit 89.659, 94.194, 117.385, 121.149, 125.II. 241

Polibazit 9.152, 196, 203, 84.24, 94.193, 104.96, 105.28, 107.26, 117.387, 121.149, 125 II. 244

Proustit 9.152, 196, 35.198, 199, 369, 377, 46.439, 56.199, 200, 73.445, 84.24, 93.37, 94.193, 104 95, 107.25, 117 389, 121.149, 125.I. 324, 126.82

Realgár 4.I. 139, 6.II. 201, 9.60, 150, 151, 152, 154, 196, 11.II. 391, 14.139, 140, 17.112, 23.129, 136, 35.14, 17, 198, 361, 50.168, 64.11, 72 I. 43, II. 307, 372, 428, 430, 73.28, 39, 50, 440, 74.III. 279, 79.830, 84.25, 88.49, 90.176, 93.37, 38, 40, 94.193, 104.92, 105.28, 107.7, 25, 108.553, 117.417, 121.149, 123.82, 125.I. 374, III. 213, 126.87

Rodokrozit 84.25, 88.49, 107.7, 121.149

Semseyit 48.800, 50.166, 168, 61.111, 64.13, 84.24, 94.193, 102.194, 121.149, 125.III. 224, 129.33, 130.450

Stiblit 3.91, 171, 9.151, 153, 196, 204, 52.11, 27, 28, 30, 73.28, 84.25, 107.8, 117.466, 125.II. 310

Szfalerit 1.334, 4.I. 134, 9.60, 149, 150, 151, 152, 153, 196, 205, 10.61, 11.336, 337, 18.247, 248, 249, 26.1090, 1103, 1104, 27.57, 30.69, 33.78, 35.9, 196, 199, 361, 369, 377, 394, 47.29, 48.801, 50.167, 61.113, 72.I. 129, 132, II. 310, 317, 428, 73.108, 84.24, 88.49, 93.37, 94.193, 104.93, 105.28, 107.26, 116.1023, 1027, 117.457, 121.149, 123.82, 125.I. 65, 126.83

Szferosziderit 49.18, 50.168, 75.343, 93.37, 94.193, 194, 99.114, 105.28, 107.7, 117.448, 121.149

Sziderit 18.248, 249, 49.18, 117.446, 125.II. 296 III. 230

Szimplezit 62.83, 94.194, 121.149, 125.III. 244, 130.451

Szmikit 50.169, 88.49, 94.194, 99.115, 117.471, 121.149, 150, 125.III. 245, 129.33, 130.450

Tetraedrit 12.130, 21.68, 47.29, 72.II. 433, 81.204, 82.24, 84.24, 88.49, 93.37, 94.193, 115.15, 16, 116.1030, 117.480, 121.149, 125.III. 248

Valentinit 6.II. 152, 153, 154, 9.60, 152, 153, 196, 205, 11.III. 61, 15.302, 44.84, 74.III. 313, 314, 315, 84.25, 107.8, 117.496, 125.II. 335

Voltzin 91.10, 94.194, 121.149

Wolframit 18 $_{246}$ 45.$_{142}$. 50 $_{168}$, 53.$_{3}$, 54 $_{8}$, 55.$_{1}$. 64.$_{21}$, 84.$_{25}$. 93.$_{40}$. 94.$_{194}$, 102 $_{179}$ 103 $_{55}$, 104 $_{99}$ 105.$_{28}$, 117.$_{506}$, 121.$_{149}$. 125 $_{III. 265}$, 130.$_{451}$
Wurtzit 1 $_{334}$. 71.$_{186}$. 94 $_{193}$. 121.$_{149}$. 125 $_{III. 267}$
Xanthokon 56 $_{199, 200}$. 84 $_{25}$. 94.$_{193}$, 117.$_{429}$, 121.$_{149}$, 125 $_{III. 217}$. 130 $_{451}$.

Felsőbánya ásványai közül csak igen kevésből készült kémiai elemzés. Mindössze 17 ásványelemzéssel rendelkezünk; ez a szám az 57 ásványnak 29·8%-a. Az elemzések kelete meglehetősen régi; újabb módszerekkel végzett elemzések száma rendkívül csekély, mindössze 3. — A 17 megelemzett ásványt itt közlöm. (Az elemzési adatokat mellőzöm, ellenben megadom az irodalmi adatot és az elemző nevét.)

Andorit 47.$_{28}$, Koch, 63.$_{119}$ Loczka
Ankerit 103.$_{49}$ Strobentz
Antimonit 77.$_{39}$ Loczka
Arzenopirit 76.$_{285}$ Loczka
Berthierit 66.$_{13}$, 68.$_{270}$ Loczka
Bournonit 32.$_{109}$ Hidegh
Dietrichit 100.$_{189}$ Dietrich
Felsőbányit 24.$_{183}$, 40.$_{294}$, 41.$_{1854, 28}$ Hauer
Jamesonit 78.$_{583}$ Loczka
Metacinnabarit 65.$_{15}$, 67.$_{362}$ Loczka
Miargirit 101.$_{212}$ Sipőcz
Semseyit 61.$_{111}$, 102.$_{194}$ Sipőcz
Szfalerit 10.$_{61}$ Caldwell
Szferosziderit 49.$_{13}$, Koch és Zombory, 75.$_{343}$ Lill, 99.$_{114}$ Dietrich
Sziderit 49.$_{18}$ Koch és Zombory
Szmikit 99.$_{115}$ Dietrich
Voltzin 91.$_{10}$ Prior
Wolframit 102.$_{179}$ Sipőcz

Az elemzések és az ásványok kémiai képlete szerint Felsőbánya ásványaiban 23 elem szerepel, tehát az ismert elemeknek pontosan 25%-a. E 23 elem eloszlása az ásványokban a következő.

H diadochit, dietrichit, felsőbányit, gipsz, kalkantit, laumontit, limonit, melanterit, pitticit, stiblit, szmikit, szimplezit.

C ankerit, cerusszit, kalcit, rodokrozit, sziderit.

O adulár, anglezit, ankerit, barit, cervantit, cerusszit, diadochit, dietrichit, felsőbányit, gipsz, kalcit, kalkantit, kvarc, laumontit, limonit, melanterit, piroluzit, pirostibit, pitticit, rodokrozit, stiblit, sziderit, szimplezit, szmikit, valentinit, voltzin, wolframit.

Mg ankerit, dietrichit, sziderit.

Al adulár, ankerit, dietrichit, felsőbányit, laumontit.

Si adulár, kvarc, laumontit.

P diadochit.

S ndorit, anglezit, antimonit, arzenopirit, auripigment, barit, berthierit, bournonit, cinnabarit, diadochit, diaforit, dietrichit, felsőbányit, freieslebenit, galenit, gipsz, jamesonit, kalkantit, k lkopirit, kén, markazit, melanterit, metacinnabarit, miargirit, pirargirit, pirit, pirostibit, pirostilpnit, pitticit, polibazit, proustit, realgár, semseyit, szfalerit, szmikit, tetraedrit, voltzin, wurtzit, xantokon.

K adulár.

Ca ankerit, gipsz, kalcit, laumontit, sziderit.

Mn berthierit, dietrichit, jamesonit, piroluzit, rodokrozit, sziderit, szmikit, wolframit.

Fe andorit, ankerit, antimonit, arzenopirit, berthierit, bournonit, diadochit, dietrichit, jamesonit, kalkopirit, limonit, markazit, melanterit, metacinnabarit, miargirit, pirit, pitticit, semseyit, szfalerit, sziderit, szimplezit, wolframit.

Cu andorit, berthierit, bournonit, kalkantit, kalkopirit, miargirit, polibazit, tetraedrit.

Zn andorit, berthierit, dietrichit, jamesonit, metacinnabarit, szfalerit, voltzin, wurtzit.

As arzén. arzenopirit, auripigment, pitticit, proustit, realgár, szimplezit, xantokon.

Ag andorit, diaforit, ezüst, freieslebenit, miargirit, pirargirit, pirostilpnit, polibazit, proustit, xantokon.

Cd szfalerit.

Sb andorit, antimonit, arzenopirit, berthierit, bournonit, cervantit, diaforit, freieslebenit, jamesonit, miargirit, pirargirit, pirostibit, pirostilpnit, polibazit, semseyit, stiblit, tetraderit, valentinit, voltzin.

Ba barit.

W wolframit.

Au arany.

Hg cinnabarit, metacinnabarit.

Pb andorit, anglezit, berthierit, bournonit, cerusszit, diaforit, freieslebenit, galenit, jamesonit, miargirit, semseyit, szfalerit.

Felsőbánya ásványai elemeinek geokémiai tanulmányozásakor mindenekelőtt szükséges az egyes ásványok gyakoriságát —

legalább közelítőleg — megállapítani, mert az elemek eloszlása, gyakorisága természetesen az ásványok gyakoriságától függ[17]. Ezért Felsőbánya ásványait gyakoriságuk szerint öt csoportba osztottam; V. igen gyakori — I. igen ritka. Az 57 ásvány e gyakorisági fokok szerint rendezve, a következő csoportokba sorolható.

V. Antimonit, barit, galenit, jamesonit, kalkopirit, kvarc, pirit, szfalerit.

IV. Ankerit-dolomit, pirargirit, proustit.

III. Bournonit, cervantit, markazit, realgár, rodokrozit.

II. Adulár, andorit, anglezit, auripigment, berthierit, cerusszit, gipsz, kalcit, limonit, semseyit, sziderit, tetraedrit, wolframit, wurtzit.

I. Arany, arzén, arzenopirit, cinnabarit, diadochit, diaforit, dietrichit, ezüst, felsőbányit, freieslebenit, kalkantit, kén, laumontit, melanterit, metacinnabarit, miargirit, piroluzit, pirostibit, pirostilpnit, pitticit, polibazit, stiblit, szimplezit, szmikit, valentinit, voltzin, xantokon.

Az elemek eloszlásának százalékos meghatározása a következőképpen történt.

1. Lehetőleg az eredeti elemzést használtam fel. Ha ugyanabból az ásványból több elemzés állott rendelkezésre, akkor ezek középértékét vettem. Elemzés hiányában a számítást az ásvány képletéből végeztem.

2. Az elemzéseket átszámítottam 100·00%-ra.

3. Az elemzéseket átszámítottam az elemek súlyszázalékára.

4. Minden ásványt becsült gyakoriságának megfelelően *egy* gyakorisági számmal láttam el (V—I). Az egyenlő gyakorisági számmal rendelkező ásványok összes számát megszoroztam gyakorisági számukkal. A szorzatokat összeadtam.

5. Az ásványtársulás elemei súlyszázalékának számításánál minden ásvány azonos elemének 3. szerint nyert súlyszázalékát az ásványhoz tartozó gyakorisági számmal megszoroztam.

6. Az elemek 5. szerinti szorzatát (% súlymennyiség × gya-

[17] G. Aminoff: Contributions of the mineralogy of Långban. I—V. Kungl. Svenska Vet. Akademiens Handlingar. Stockholm. No. 5. 1931. 1—13.

koriság) összeadtam és ezt az összeget (=az elem súlymennyisége tetszőleges súlyegységben) a 4. szerint kapott összeg 100-szorosával (=a tekintetbe vett összes súlymennyiség ugyanabban a választott egységben) elosztottam. Az így nyert hányados egyenlő az elem súlyával, amit 100-zal megszorozva, megkaptam az illető elem %-os mennyiségét.

7. Ha a nyert %-számokat összeadjuk, 100·00-at kell kapnunk. Az egyezés a számítás pontosságától függ; nem mindig várható 100·00. Felsőbánya ásványainak számításánál az eredmény pontosan 100·00.

8. A súlyszázalékokból kiszámítottam az atomszázalékokat.

Az ismertetett számítást a felsőbányai 57 ásványra és annak 23 elemére elvégeztem, az eredményt a következő táblázatba foglaltam össze.

	1 H	6 C	8 O	12 Mg	13 Al	14 Si
Rádiusz	1·27	0·2	1·32	0·78	0·57	0·39
Súlyszázalék.....	0·25	1·06	16·35	0·31	0·41	2·61
Atomszázalék ...	9·00	3·20	36·30	0·36	0·71	3·56

	15 P	16 S	19 K	20 Ca	25 Mn	26 Fe
Rádiusz	0·3—0·4	1·74	1·33	1·06	0·91	0·83
Súlyszázalék.....	0·08	18·18	0·23	1·47	2·31	8·79
Atomszázalék ...	0·11	20·28	0·36	1·42	1·42	5·69

	29 Cu	30 Zn	33 As	47 Ag	48 Cd	51 Sb
Rádiusz	0·96	0·83	0·69	1·13	1·03	0·90
Súlyszázalék.....	2·94	3·67	4·90	7·10	0·01	13·25
Atomszázalék ...	1·78	2·14	2·49	2·49	0·004	3·92

	56 Ba	74 W	79 Au	80 Hg	82 Pb
Rádiusz	1·43	0·68	1·37	1·12	1·32
Súlyszázalék.....	2·42	0·99	0·82	1·40	10·45
Atomszázalék ...	0·71	1·78	0·14	0·36	1·78

A fenti táblázat adatait az 1. diagramm ábrázolja, melyben az elemek súlyszázalékát tüntettem fel. Az abscisszán a rendszámok, az ordinátán a súlyszázalékok következnek.

A diagrammból jól kitűnik a HARKINS-szabály:[18] páros rendszámú elemek gyakoriabbak, mint a páratlanok, vagy V. M. GOLDSCHMIDT[19] fogalmazásában: minden páratlan rendszámú elem ritkább, mint a közvetlen előtte lévő és a közvetlen utána következő páros elem. Felsőbánya ásványaiban 13 páros és 10 páratlan rendszámú elem fordul elő. Úgyszintén megállapítható az a már NEWHOUSE-tól[20] felismert szabályszerűség, mely szerint a főásványok fémeinek sorrendje, gyakorisága párhuzamosan halad az emelkedő rendszámmal; a tételt kiegészíthetjük azzal a megfigyeléssel, mely szerint — legalább is a felsőbányai ásványok esetében — a növekvő rendszámmal a súlyszázalék általában növekszik, miként az a következő táblázatból kitűnik.

Rendszám	26	29	30	33	47	51	82
Elem	*Fe*	*Cu*	*Zn*	*As*	*Ag*	*Sb*	*Pb*
Súlyszázalék.....	8·79	2·94	3·67	4·90	7·10	13·25	10·45

A magma alkatrészei négy fázisban különülnek el és mint a vas-, szulfid-, szilikátolvadékok és a gázburok elemei válnak szét s keletkeznek a sziderofil, kalkofil, litofil és atmofil elemek.[21] Felsőbánya ásványaiban mind a négy fázis szerepel, a főszerepet a kalkofil elemek (11) viszik, a litofil elemek száma már kisebb, (9) a sziderofileké alárendelt (3), az atmofil elemeket egyedül a *H* képviseli. A kalkofil elemek: *S, Fe, Cu, Zn, As, Ag, Cd, Sb, Au, Hg, Pb.*

---

[18] W. D. HARKINS: The evolution of the elements and the stability of complex atoms. Journ. Am. Chem. Soc. 1917. I. 856.

[19] V. M. GOLDSCHMIDT: Geochem. Verteilungsgesetze d. Elemente. III. Vid. Akad. Skr. I. Math. nat. Kl. Oslo, 1924. 10.

[20] W. H. NEWHOUSE: The time sequence of hypogene ore minerals deposition. Econ. Geol **23**. 1928. 647—659.

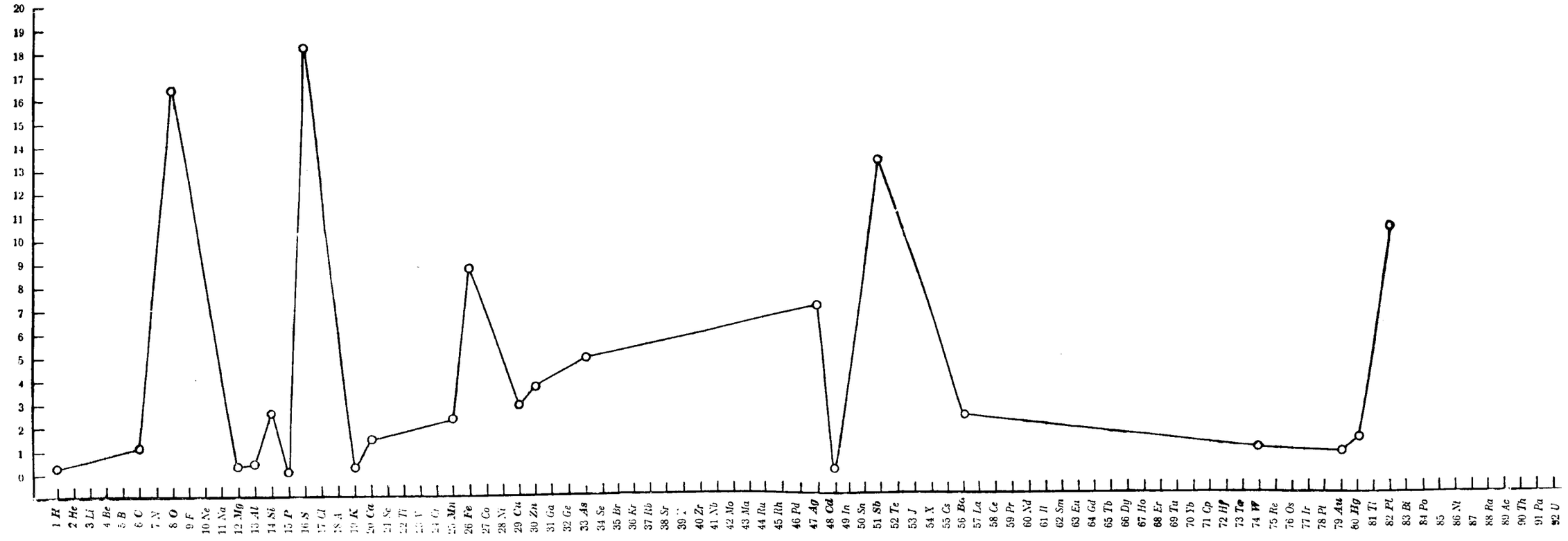
[21] V. M. GOLDSCHMIDT: Geochem. Verteilungsgesetze d. Elemente. I—IX. Vid. Akad. Skr. I. Math. nat. Kl. Oslo, 1923—1938.

V. M. GOLDSCHMIDT: Geochem. Verteilungsgesetze u. kosmische Häufigkeit d. Elemente. Die Naturwissenschaften. **18**. 1930. 999—1013.

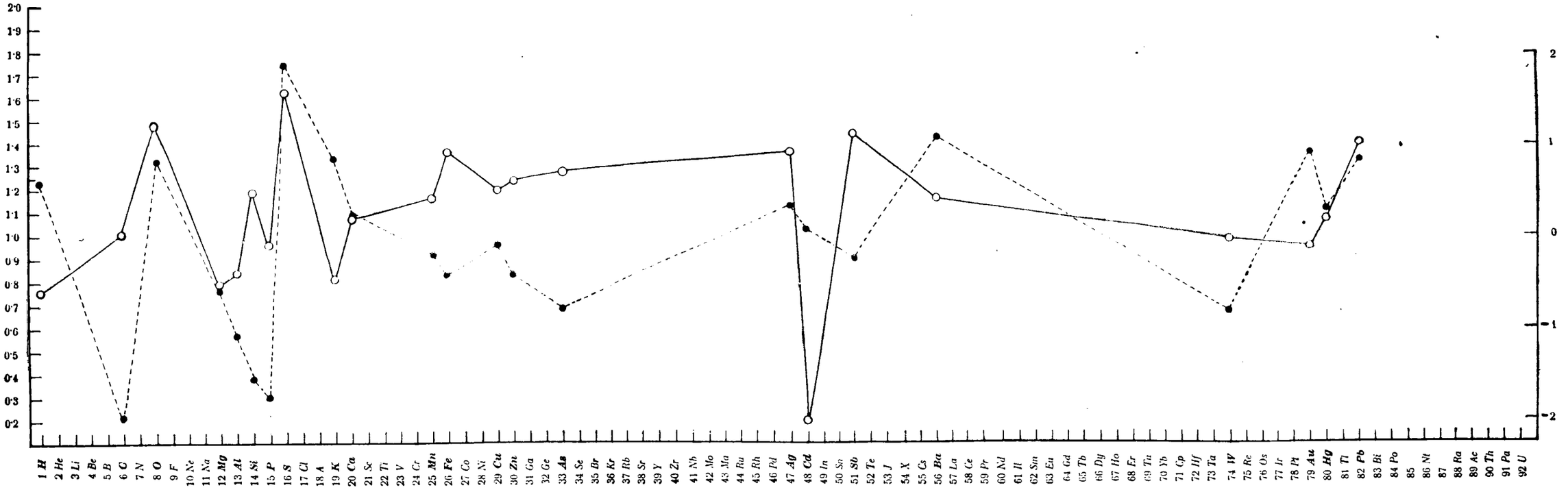
P. NIGGLI: Versuch einer natürlichen Klassifikation der im weiteren Sinne magmatischen Erzlagerstätten. Abh. zur prakt. Geol. u. Bergwirtschaftslehre Bd. 1. Berlin, 1925.

G. BERG: Vorkommen u. Geochemie der mineralischen Rohstoffe. Leipzig, 1929.

I. tábla. **Tokody: Felsőbánya ásványai.**



II. tábla. **Tokody: Felsőbánya ásványai.**



Az *O* elsősorban litofil elem, de jellege kis mértékben kalkofil is. Az *S* viszont alárendelten litofil is. A *Fe* az atmofilon kívül minden fázisban szerepel, leginkább azonban sziderofil. Számuk szerint a második csoport a litofil elemek: *O, Mg, Al, Si, K, Ca, Mn, Ba, W*. Sziderofil elemek: *C, P, Fe*. Atmofil elem: *H*. Ezek szerint Felsőbánya ásványai a kalkofil csoportot képviselik, tehát mindazokat az elemeket, melyeknek nagy az affinitásuk a kénhez.

A felsőbányai ásványok elemeinek súly- és atomszázalék adataiból további következtetéseket vonhatunk, amelyek többékevésbbé általános érvényűeknek tetszenek, de megerősítésükre további vizsgálatokra van szükség.

Az atomrádiuszok és a súly-, illetve atomszázalékok viszonyának tanulmányozása kecsegtet eredménnyel. E viszonyt a 2. diagramm ábrázolja. Az abscisszán a rendszámok sorakoznak. A baloldali ordináta az elemek rádiuszát, a jobboldali ordináta a súlyszázalékok logaritmusát tünteti fel. A rádiusz-görbét szaggatott vonal, a súlyszázalékok logaritmusát kihúzott vonal jelzi. (Az atomsúlyszázalék logaritmusgörbéje közel párhuzamos a súlyszázalék-görbével.) A két görbe összehasonlításából bizonyos törvényszerűség tűnik ki, nevezetesen: a rádiusz és súly- (illetve atom-) százalék között fordított viszony állapítható meg: kis rádiusz esetén nő a súly- és atomszázalék, nagy rádiusz esetén csökken a súly- és atomszázalék. Ez a törvényszerűség különösen az uralkodó kalkofil elemeknél jut legjobban kifejezésre. A Felsőbányán megállapított elemek közül mindössze három, az *O, Si* és *S* tér el ettől a szabályszerűségtől. Az *O* és *Si* litofil elem, melyek az érceket kísérő telérásványokban szerepelnek és így számításon kívül is hagyhatók, eltérő viselkedésük a kalkofil elemtársulásban teljesen érthető. A *S* nemcsak az érc-, de a telérásványok alkatrésze is, tehát fellép a szulfid, szulfosó és szulfát ásványokban, ennek következtében mennyisége jelentősen felszaporodik s ez az eltérést kellően megvilágítja.

A rádiuszok és súly-, illetve atomszázalékok közti fordított viszonyt közelebbről magyarázni nincs módunkban. A jelenség hasonlatos a fajsúly és atomtérfogat változásához a periodusos rendszerben. A törvényszerűség végérvényes eldöntéséhez és igazolásához más hidrotermális ásványelőfordulások elemeinek olyan

részletes számítása szükséges, amilyent a felsőbányai ásványokra vonatkozóan ismertettem.

További érdekes jelenség a felsőbányai ásványok főalkatrészeinek viszonya a kénhez: $\frac{S}{M+S}$, amelyre vonatkozó számadatokat a következő táblázat tünteti fel:

	súly-százalék	atom-százalék
Fe	0·7	0·8
Cu	0·9	0·9
Zn	0·7	0·9
Ag	0·7	0·9
Sb	0·6	0·8
Pb	0·6	0·9

Az $\frac{S}{M+S}$ érték úgy a súly-, mint az atomszázalékokat illetően közelítően állandó.

Az $\frac{S}{M+S}$ érték előnyösen felhasználható azonos eredetű érctelepek geokémiai összehasonlítására. Egy lelőhelyen belül pedig — ha ismerjük a különböző szintek ásványait és kiszámítjuk azok elemeinek geokémiai adatait — igen jól tájékoztat az ásványok főalkatrészeinek mélységkülönbség szerinti geokémiai tömegviszonyáról.

A felsőbányai ásványokban megfigyelt kalkofil elemeken kívül még a következő kalkofil elemek ismeretesek: *Se, Te, (Ni), (Co), Sn, Ge, Bi, Pd, (Ru?), (Pt), Ga, In, Tl.* A zárójelbe foglalt elemek a kalkofil fázisban csak igen csekély, de mérhető mennyiségben jelennek meg. A fenti elemek geokémiai és kristálykémiai tanulmányozásából elméleti következtetéseket vonhatunk azok, illetőleg a belőlük alakult elemkombinációk (ásványok) Felsőbányán való előfordulására. E vizsgálatok során természetesen lehetetlen az összes várható ásványokat megjelölni, inkább csak egyes lehetőségekre mutathatunk rá.

A *Se* és *Te* határozottan kalkofil. Közelebbi adataink csak a

Se-re vannak.[22] A *Se*-t a kénhez nagy kristálykémiai rokonság fűzi (*Se* 1·91 Å, S^{2-} 1·74 Å), ezért a szulfidok kristályrácsában rejtőzés, sőt izomorf helyettesítés révén is megjelenhet, természetesen csak kis mennyiségben; így a piritben 0·005% *Se* is lehet. Szulfátokban az eddigi vizsgálatok szerint csak roppant kis mennyiségben fordul elő. Nagyobb koncentrációban a *Pb*- és *Bi*-hoz kötve jelenik meg, miként azt a recski ércek között valóban sikerült is kimutatni[23].

A *Te*-ról kevés adattal rendelkezünk.[24] Szulfidokban izomorf hozzákeveredésképpen nem található, ami a *Te* rádiusza (Te^{2-} 2·11, Te^{4+} 0·89Å) alapján nem is várható. A régi kvarcos aranytelléreken kivételesen, a fiatalabbakon általában megjelenik; a telluridok és szelenidek nemcsak magas hőmérsékleten, de 100° C körül is képződnek.[25] A szulfidok, szelenidek és telluridok kristályszerkezetében a Te^{2-} növeli a rácsméreteket, a *Se* középhelyet foglal el, aminek bizonyítására az izomorf ásványok következő sorát említem.

	a
α-argentit Ag_2S	4·88Å
α-naumannit Ag_2Se	4·98
α-hessit Ag_2Te	6·57

	a	b	c
β-argentit Ag_2S	4·77	6·92	6·88Å
β-hessit Ag_2Te	6·57	6·14	6·10

	a
Metacinnabarit *HgS*	5·18Å
Guadalcazarit (*Hg*, *Zn*) (*S*, *Se*)	5·78
Onofrit *Hg* (*S*, *Se*)	5·78
Tiemannit *HgSe*	6·07
Coloradoit *Hg Te*	6·44

---

22 V. M. Goldschmidt u. O. Hefter: Zur Geochemie des Selens. Nachricht von d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. 1933. Fachgruppe III. 35. u. IV. 36. 245—252.

23 Sztrókay K.: A recski ércek ásványos összetétele és genetikai vizsgálata. Math. és Term. tud. Ért. **59.** 1940. 722—748.

24 G. Berg: Vorkommen u. Geochemie d. mineralischen Rohstoffe. Leipzig, 1929. 370—371.

25 A. S. Scherbina: Die goldreiche Kupferglanz-Bornit-Lagerstätte von Glava, im Vermland, Schweden u. ihre geol. Stellung. Neues Jahrb. f. Min. Beil. Bd. **76.** 1941. 377—458.

	a
Galenit *PbS*	5·93Å
Claustalit *PbSe*	6·16
Altait *PbTe*	6·44

HELKE [26] a nagyági tetraedritben szilvanit, illetve szilvanit és petzit fellépését figyelte meg. Hasonló — habár nem ennyire határozott — megállapításokra jutott BORCHERT.[27] A telluridok ércmikroszkópiai meghatározásával újabban GALBRAITH [28] foglalkozott, vizsgálatai ércgenetikára azonban nem terjedtek ki.

BERG szabálya szerint [29] az elemek növekvő atomsúllyal mindinkább ritkábbakká válnak, tehát a periodusos rendszer 6. melléksorában a gyakoriság $O>S>Se>Te>Po$, továbbá az eddigi vizsgálatok szerint a *Se* gyakoribb mint a *Te*, tehát Felsőbányán valamely *Se* tartalmú ásvány előbb remélhető, mint valamely *Te*-tartalmú ásvány.

A *Co* és *Ni* jellegzetesen sziderofil elemek, a kalkofil fázis felé igen kicsiny hajlandóságot árulnak el. A rendszám és atomtérfogatgörbének éppen a litofil és kalkofil elemek átmenő pontján foglalnak helyet, mint a sziderofil elemek általában. A *Ni* nagy affinitása a *Fe*-hoz magyarázza meg a magmatikus szulfidos telepeken való megjelenését. Szívesen egyesül az *As*-nel és arzenideket alkot. A *Ni* és *Co* a maradékkristályosodás hidrotermális fázisaiban is megtalálható, szintén inkább arzenidek, mint szulfidok alakjában. A hidrotermális *AgPbZn*-telepek *Ni*- és *Co*-ércei magas hőmérsékleten keletkeztek, e telepeken *As* igen kevés van, a *Ni-Co*-arzenidek keletkezéséhez tehát hiányzanak a feltételek. Ezek szerint *Ni*-, illetve *Co*-ásványok felsőbányai előfordulása nem várható.

Az *Sn* kalkofil elem, pegmatitos, pneumatolitos, de hidrotermális telepeken is előfordul. A szulfidolvadékokba beléphet és mint önálló szulfosztannát, sztannin (Cu_2FeSnS_4) válhatik ki. A sztannin felsőbányai előfordulása várható s annál is inkább valószínű, mert

---

[26] L. c. 92—93.

[27] H. BORCHERT: Beitr. zur Kenntn. d. Tellurerze. Neues Jahrb. f. Min. Beil. Bd. **61**. 1930. 101—138.

[28] F. W. GALBRAITH: Identification of the commones tellurides. Am. Min. **25**. 1940. 368—371.

[29] G. BERG: Neue Versuche zur Feststellung d. relativen Verbreitung seltener Elemente. Zeitschr. f. prakt. Geol. **33**. 1925. 73—79.

olyan hidrotermális érctelepeken is megtalálható, melyeknek semmi kapcsolatuk nincs az *Sn*-paragenézissel, ekkor emulziószerű vagy szabálytalan cseppek alakjában található szfaleritben. A sztannátok és germanátok főleg az *SnAgWBi*-formációban szerepelnek, de a sztannin az *AgPbZn*-telepeken kis mennyiségben megjelenhet.[30] A boliviai *Sn*-ércek epitermálisak, a felsőbányaiak mezotermálisak, tehát utóbbiak a sztannin fellépésére még kedvezőbb hőmérsékleten keletkeztek.

Nem volna váratlan a sztannin előjövetele egyrészt a fentiek alapján, másrészt nagy kristálykémiai egyezése miatt a kalkopirit- és tetraedrittel.

		a	c
Kalkopirit $CuFeS_2$	D^{12}_{2d}	5·24Å	10·30Å
Sztannin Cu_2FeSnS_4	D^{11}_{2d}	5·46	10·72
Tetraedrit R_3SbS_3	T^3_d	10·19—10·55	

A kalkopirit és tetraedrit egymással a polimer izomorfia viszonyában vannak, de legalább is izotipok.[31] Következésképpen a sztannin a kalkopirit- és tetraedrittel is izotip.

A kémiai rokonság nem elegendő két ásvány együttes megjelenésére, amit a következő példákkal világítunk meg és vonatkoztatunk Felsőbánya ásványaira.

A miargirit és teallit kémiája rokon, származásuk (paragenézis) közelálló, de kristálykémiai kapcsolatuk lényegtelen.

		a	b	c	β
Miargirit $AgSbS$	C^6_{2h}	13·17	4·39	12·83A	98°37·5′
Teallit $PbSnS_2$	V^{16}_h	4·04	4·28	11·33	

A teallit a boliviai *Sn*-érctelepek ásványa, ahol kíséröi szfalerit, pirit, szulfosztannátok, jamesonit, kvarc, markazit, realgár, greenockit, kalcedon és kén,[32] tehát a felsőbányai ásványtársulással közel azonos. Ugyancsak itt fordulnak elő a frankeit ($3PbSn_3 + Pb_2FeSb_8$ vagy $5PbS.2SnS_2.Sb_2S_3$) és a kilindrit ($3PbSnS_3.SnFeSb_2S_8$), mindkét ásvány

[30] H. SCHNEIDERHÖHN u. P. RAMDOHR: Lehrb. d. Erzmikroskopie. II. Bd. Leipzig, 1931. 478.

H. SCHNEIDERHÖHN: Lehrb. d. Erzlagerstättenkunde. Bd. I. Jena, 1941. 247.

[31] TOKODY L.: A felsőbányai kalkopirit, bournonit és tetraedrit. Math. és Term. tud. Ért. **54.** 1940. 1023—1038.

[32] H. SCHNEIDERHÖHN u. P. RAMDOHR: Lehrb. d. Erzmikroskopie. II. Bd. Leipzig, 1931. 478, 482, 484.

a telepeknek a magmától legtávolabbi részében fordul elő. Mindhárom most említett *Sn*-ásvány felsőbányai előfordulása sokkal kevésbbé valószínű, mint a sztanniné.

Szelényi és Vogl a felsőbányai szfaleritban az *Sn* jelenlétét megállapították.[32a]

A *Bi* jellegzetesen kalkofil, ámbár inkább a pneumatolitos érctelepeken szerepel, de hidrotermális szulfidos *Au*-ércekben is előfordul.[33]

A *Bi* és *Sb* kristálykémiai kapcsolatát rádiuszaik szerint az alábbi adatok tüntetik fel:

	3+	neutrális	12-es koordinációban	8-as koordinációban
Bi		1·34	1·82	1·77Å
Sb	0·90	1·46	1·61	1·56Å

A legegyszerűbb *Bi*- és *Sb*-ásvány, a bizmutit és antimonit, ezekre vonatkozólag:

	a	b	c
Bizmutit Bi_2S_3 V_h^{16}	11·20	11·28	3·83Å
Antimonit Sb_2S_3 V_h^{16}	11·13	11·27	3·97

A két ásványt alakilag és szerkezetileg izomorfnak minősíthetjük. A bizmutit és antimonit kristálykémiai egyezése nem elegendő együttes előfordulásuk bizonyítására; keletkezési körülményeiket is figyelembe kell venni. A *Bi*-ásványok általában magasabb, az *Sb*-ásványok alacsonyabb hőmérsékleten keletkeznek; a hőmérséklet csökkenésével az ércek *Bi*-tartalma csökken, míg *Sb*-tartalma növekszik. A bizmutit olyan extruziv hidrotermális érctelepeken is megjelenik, melyek jellege átmeneti. A jamesonit és semseyit szintén olyan hőmérsékletet jelez, ahol az extruzív és intruzív képződés már nem nagyon különbözik. Tehát ha nem is

---

[32a] Szelényi T. és Vogl M.: Nagybánya-környéki szfaleritek színképanalitikai vizsgálata. Beszámoló a m. kir. Földtani Intézet vitaüléseinek munkálatairól; M. Kir. Földtani Intézet Évi Jelentése 1941, 2. füzet, 61—68.

[33] P. Niggli: Versuch einer natürlichen Klassifikation der im weiteren Sinne magmatischen Erzlagerstätten. Abh. zur prakt. Geol. u. Bergwirtschaftslehre. Bd. I. Berlin, 1925. 19.

nagyon valószínű, de nem lehetetlen a bizmutit felsőbányai előfordulása.[34]

A *Pd*, (*Ru*?), (*Pt*) elemeket illető jelenlegi ismereteink szerint [35] a platinafémek geokémiai jellege sokkal inkább kalkofil, mint litofil, de viszont inkább sziderofil, mint kalkofil. E fémek arzenidek (és antimonidok) és különösen a pirit-markazitcsoport diszulfid- és diarzenidjeibe szívesen lépnek be. A pirit-markazitcsoport ugyanis kristálykémiailag a fémvashoz áll közel; a pirit szerkezete olyan γ-*Fe* rácsnak tekinthető, melyet az S_2-molekula kitágított és így az olyan nagy atomok, mint az *Au* (1·37Å), *Pt* (neutrális 1·38Å), *Pd* (neutrális 1·37Å) a rácsba mint vendégalkatrészek (nem izomorf helyettesítésképpen) beléphetnek. A *Ru*-ra vonatkozólag csak a teljesség kedvéért említem meg, hogy önálló szulfidja: laurit [*Ru* Os)S_2] ismeretes s így bizonyos fokú kalkofil sajátságot árul el. A *Pt*, *Ir* és *Os* erős sziderofil jellegük miatt a vasolvadékba süllyedtek le. A *Pd* az összes platinafémek között a legkalkofilabb és a szulfidos érctelepek *Ni*-dús ásványaiban elég gyakori s az említett BERG-szabálynak megfelelően *Ni*>*Pd*>*Pt*. A *Pd* a felsőbányai ércekben még alárendelt mennyiségben sem várható. A platinaásványok általában ultrabázisos magmával kapcsolatosak. A sperrylit ($PtAs_2$), stibiopalladinit (Pd_3Sb), cooperit (*Pt*, *Pd*) (*S*, *As*)$_2$ felsőbányai megjelenését keletkezési körülményeik zárják ki.

---

[34] A bizmutit a *CoNiAg*-, illetve *CoAsAg*- és *Au*-ércekkel együtt lép fel, míg az antimonit a *PbZnFe*-formáció jellegzetes ásványa. Az újabban tanulmányozott recski hidrotermális szulfidos ércek között *Bi*-ásványok szerepelnek. (SZTRÓKAY K.: A recski ércek ásványos összetétele és genetikai vizsgálata. Math. és Term. tud. Ért. **59** 1940. 722—748.) Recsken az ércesedés két fázisban ment végbe; az elsőben *PbZnFe*-, a másodikban *CuAsAuAgBi*-ércek váltak ki, az utóbbiak között wittichenit (Cu_3BiS_3), galenobizmutit ($PbBiS_4$), emplektit ($CuBiS_2$), guanajuatit (Bi_2Se_3). Miként fentebb említettem, kétségtelen, hogy Felsőbányán az ércesedés nem egyetlenegy fázisban történt, úgy a főtelér, mint a melléktelérek kétszer hasadtak fel és kétszer ércesedtek, tehát esetleg *Bi*-ércek is kiválhattak, amelyek kimutatása a régi ércminták ércmikroszkópi vizsgálatának a feladata.

[35] V. M. GOLDSCHMIDT u. CL. PETERS: Zur Geochemie d. Edelmetalle. Nachricht. von d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. 1932. Fachgruppe III. 24. u. IV. 26. 377—401.

A *Ge, Ga, In, Tl* geokémiájáról már határozottabb adatokkal rendelkezünk.

A *Ge* a hidrotermális érctelepek ásványaiból ismeretes mint a késői kiválásként szereplő germanit [$Cu_3(Fe, Ge)S_4$] és argyrodit (Ag_8GeS_8) alkatrésze. Arzenidek-, antimonidokban, de szulfidokban is előfordul (löllingit, arzenopirit, ullmannit, kalkopirit, tetraedrit, enargit és különösen szfalerit). Kalkofil jellege főképpen alacsonyabb hőfokon érvényesül.[36] Általában az *As* és *Zn* helyét szívesen foglalja el, ami könnyen érthető a rádiuszok alapján (As^{3+}0·69, Ge^{4+}0·44, Zn^{2+}0·83Å); akár izomorf helyettesítés, akár «rejtőzés» révén beléphet a rácsba (a vegyértékbeni eltérés a kristálykémia alaptörvénye szerint nem játszik szerepet). A *Ge*-nak nagy geokémiai rokonsága a *Si*-hoz (Ge^{4+}0·44, Si^{4+}0·39Å) megengedi, hogy a szilikátásványokban a *Si* helyét foglalja el. A *Ge* geo- és kristálykémiai sajátságai, valamint azoknak az ásványoknak alapján, melyekben eddig kimutatni sikerült és amelyek Felsőbánya ásványai között szintén előfordulnak, Felsőbányáról remélhető; a szfaleritben bizonyára előfordul, jóllehet, Szelényi és Vogl színképanalitikai vizsgálataikkal kimutatni nem tudták.[32a]

A *Ga* jellegzetesen kalkofil elem.[37] Szfaleritben fedezték fel, később *Fe*- és *Al*-ércekben mutatták ki, majd *Mn*-ásványokban (wad, pszilomelán), opálféleségekben és zeolitokban is megállapították. A *Ga* rádiusza a *Zn, Fe, Al* rádiuszával összemérhető (Ga^{3+}0·62, Zn^{2+}0·83, Al^{3+}0·57, Fe^{2+}0·83Å). Előfordulása több felsőbányai ásványból várható, így az adulár, dietrichit, felsőbányit, laumontit és *Mn*-ásványok elemei között. A szfalerit

---

[36] V. M. Goldschmidt: Über das krystallochem. u. geochem. Verhalten des Germaniums. Naturwissenschaften. **14.** 1926. 295—297.

V. M. Goldschmidt: Zur Kristallchemie des Germaniums. Nachricht. von d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. 1931. Fachgruppe III. 11. u. IV. 12. 184—190.

V. M. Goldschmidt u. Cl. Peters: Zur Geochemie des Germaniums. Nachricht. von d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, 1933. Fachgruppe III. 31. u. IV. 33. 141—166.

[37] V. M. Goldschmidt u. Cl. Peters: Zur Geochemie des Galliums. Nachricht. von d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. 1931. Fachgruppe III. 10. u. IV. 11. 165—183.

SZELÉNYI és VOGL vizsgálatai szerint tartalmazza,[32a] más szulfidokból nem remélhető vagy csak nagyon kis mennyiségben; az eddigi vizsgálatok szerint pirit-markazitban és tetraedritben nem mutatható ki. Az elbontott kísérő kőzet kaolinjában nagyon valószínű.

Az *In* és *Tl* jellege kétségtelenül kalkofil. Az *In*-t szfaleritben fedezték fel; a *Tl* kovandokból ismeretes. Az In^{3+} rádiusza (0·92Å) megengedi betelepülését a szfaleritrácsba. A Tl^{3+} rádiusza (1·05Å) nem zárja ki, hogy a ként (S^{2-}=1·74Å) helyettesítse, az arzén helyére (As^{3+}0·69Å) azonban semmiképpen sem léphet. Az *In* SZELÉNYI és VOGL szerint előfordul a szfaleritban, de mivel több lelőhely wolframitjából, piritjéből és szideritjéből szintén ismeretes, esetleg ezekből az ásványokból is várható. A *Tl* esetleg a realgárban szerepel, de önálló ásványként [lorandit $TlAs_2S_5$, vrabait $Tl_2S.3(As, Sb)_2S_3$] is felléphet.

A Felsőbányán megfigyelt litofil elemek: *O, Mg, Al, Si, K, Ca, Mn, Ba, W* az érceket kísérő telérásványokban szerepelnek. Ez elemek közül a *Ca* bizonyos fokban kalkofil, az *Al* és *Si* alárendelten sziderofil. A sziderofil elemek *C, P, Fe*. Az első kettő jellegzetesen sziderofil, ámbár a *P* kis mértékben litofil is. A *Fe* főfázisa sziderofil, de előfordul mint kalkofil és ritkán mint litofil elem. Az atmofil elemek közül egyedül a *H* jelent meg *OH* gyök vagy H_2O kristályvíz alakjában.

Felsőbánya ásványainak elemei közül egyesek csak egyetlenegy fázisra jellemzők, pl. a *Cu, Zn, As, Sb, Ag, Au* stb. Egy főfázisban, de más fázisokban szereplő elem pl. a *Fe*. Az elemek harmadik csoportja az átfutó elemek, melyek mind a négy fázisban kimutathatók, ezek közé tartozik elsősorban és legjellegzetesebben az *O*, de hasonló a *C* sajátsága. A *C, H, O, P, S* (*Ca, Mg, K, Na*), (*V, Mn, Fe, Cu*) geokémiailag biofil elemek is, ezek természetesen ilyen szempontból vizsgálataink körébe nem tartoznak. A geokémiai sajátságokon kívül nem hagyhatók figyelmen kívül az elem kristálykémiai tulajdonságai sem. Az atomféleség geokémiai hovatartozását (fázisát) a fizikai-kémiai tulajdonságok döntik el, de a kristályszerkezetben vitt fő vagy alárendelt szerepét a kristálykémia határozza meg.

A kristálykémia fontossága miatt utaltam mindenkor a még várható elemek és elemkombinációk (ásványok) tárgyalásakor az elem nagyságrendjére, amit az atom (ion-) rádiusz fejez ki. Kristálykémiai rokonság alapján több-kevesebb biztonsággal megoldható a várható ásványok

valószínűsége. A Felsőbányán még nem szerepelt elemek tárgyalásánál néhány lehetőségre rámutattam, ezeken kívül példaképpen felemlítek néhány az ismert elemekből várható ásványt.

Bournonit $PbCuSbS_3$ D_{2h}^{13} ..... $a=8{\cdot}10$ $b=8{\cdot}65$ $c=7{\cdot}75$ Å
Seligmannit $PbCuAsS_3$ rombos ... szerkezet ismeretlen

A seligmannit főleg *As*-dús ásványtársulásokban szerepel. Felső bányán az *As* súlyszázaléknyi mennyisége számításaim szerint elég jelentékeny. Ezek szerint a seligmannit fellépése sem lenne meglepetés.

A polibazit $[(Ag, Cu)_{16}Sb_2S_{11}]$ és pearceit $[(Ag, Cu)_{16}As_2S_{11}]$ izomorf ásványok. Ércmikroszkópiai sajátságaik annyira egyeznek, hogy egymástól nehezen különböztethetők meg. A pearceit általában ritkább, mert az *As* nehezebben lép a szulfosókba, mint a *Sb*. A polibazit Felsőbányáról ismert, a pearceit igen valószínű.

A markazitcsoport ásványai:

		á	*b*	*c*	
Markazit FeS_2	D_{2h}^{11}	4·25	5·42	6·79 Å	
Löllingit $FeAs_2$	D_{2h}^{12}	2·85	5·25	5·92	
Arzenopirit $FeAsS$	C_{2h}^{5}	5·91	5·65	6·41	
Glaukodot $(Co, Fe)AsS$	.....	9·62	5·73	6·67	
Danait $(FeCo)AsS$	.....				
Gudmundit $FeSbS$	C_{2h}^{5}	10·04	5·93	6·68	$\beta=90°$

A gudmundit Ramdohr[38] szerint gyakoribb, mint általában vélik. Könnyen összetéveszthető az arzenopirittel. Magas hőmérsékleten keletkezett hidrotermális képződmény; társásványai tetraedrit, pirit, arzenopirit, bournonit, jamesonit, pirrhotin, galenit, kalkopirit, sztannin, bizmut és ezek között a gudmundit a legfiatalabb kiválás. Felsőbányáról ismeretes a markazit és arzenopirit, várható a löllingit és gudmundit.

A Felsőbányáról ismeretlen elemek és elemkombinációk (ásványok) felismerésére két út kínálkozik. Az elemek kimutatása színképelemzéssel, éspedig röntgen- vagy optikai színképelemzéssel történhetik (bizonyos esetekben stuffo-fotométerrel). Az elemkombinációk, ásványok megállapítása ércmikroszkópiai vizsgálatokkal valósítható meg. Mindkét eljárásnál rendkívül nagy óvatosságra van szükség; mindenkor tekintettel kell lenni a fizikai-kémiai, geokémiai és kristálykémiai viselkedésen kívül még az illető elem tömegviszonyára, amelynek értékére vonatkozó adatok

[38] P. Ramdohr: Erzmikroskopische Untersuchungen an einigen seltenen oder bisher wenig beachteten Erzmineralien. Zentralbl. f. Min. 1937. 203—204.

a különböző szerzőknél meglehetősen eltérők.[39] Ugyanilyen elővigyázattal kell a vizsgálandó próbát kiválasztani. A felsőbányai érctelérek felső szintjeit már régen teljesen lefejtették, — egyes szintek ma már egyáltalában meg sem közelíthetők — tehát csakis régebbi darabok vizsgálata biztathat reménnyel, ezek közül is elsősorban a vaskos-tömeges példányok és nem a fennőtt kristályok.

A Pázmány Péter Tudományegyetem Ásvány- és kőzettani Intézetében készült dolgozat.

---

39 G. Berg: Neue Versuche zur Feststellung d. relativen Verbreitung seltener Elemente. Zeitschr. f. prakt. Geol. **33.** 1925. 73—79.

G. Berg: Vorkommen u. Geochemie d. mineralischen Rohstoffe. Leipzig, 1929.

I. u. W. Noddack: Die Häufigkeit d. chemischen Elemente. Naturwissenschaften **18.** 1930. 757 (táblázat 759. oldalon).

V. M. Goldschmidt: Geochem. Verteilungsgesetze d. Elemente. IX. Vid. Akad. Skr. I. Mat. nat. Kl. Oslo. 1939 (táblázatok a 99—101 oldalon).

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. márc. 16-án tartott üléséből.)

DIE MINERALIEN VON FELSŐBÁNYA IN GEOCHEMISCHER BETRACHTUNG.

von L. TOKODY.

Im Innenbogen der Karpathen lieferte die tertiäre Vulkantätigkeit rhyolithische, dazitische und andesitische Tuffe und Laven und mit diesen sind extrusiv-hydrothermale Erzgänge verknüpft. Zu diesen gehört Felsőbánya (am Fusse des Gutin-Gebirges Komitat Szatmár, Ungarn), dessen Bergbau bis in das XIV. Jahrhundert zurückreicht.

Am rechten Ufer des Zazarbachs — der das Tal von Felsőbánya durchfliesst — erhebt sich der Bányahegy (730 m ü. d. M.); in den Erzgängen dieses Berges wurde und wird auch heute noch der Bergbau betrieben. Am geologischen Aufbau von Felsőbánya sind pannonischer Ton, Andesit und Rhyolith beteiligt. Die Erzgänge sind mit den Rhyolithen verbunden. Der Bergbau ist auf den Hauptgang beschränkt; er enthielt bis zu etwa 400 m Tiefe *Au*- und *Ag*-Erze, an ihre Stelle traten dann mit zunehmender Tiefe in einer Zone von ungefähr 200 m *Pb*- und *Zn*-Erze und danach ist ein weiterer Teufenunterschied erkennbar, indem an Stelle der *Pb*- und *Zn*-Erze bis zu dem tiefsten aufgeschlossenen Punkt 603 m (vom Gipfel des Berges gerechnet) in bedeutenderen Masse Kupferkies erschien. Der Hauptgang wird von jüngeren Antimonit-Barytgängen durchschnitten (Telescoping).

Die Erzmineralien sind Sulfide, Sulfantimonite und Sulfarsenide.

Auf Grund der Bildungstemperatur der Erzmineralien gehört Felsőbánya zu den extrusiv-mesothermalen Erzgängen.

Aus den Erzgängen von Felsőbánya erwähnt das Schrifttum

68 Mineralien; darunter sind 11 fraglich. Die sicher bekannten Mineralien sind Seite 195—198 des ungarischen Textes aufgeführt.

In den Mineralien sind 23 Elemente nachweisbar. Ich habe die prozentuelle Verteilung der Elemente durch entsprechende Berechnung bestimmt; die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle enthalten und durch das Diagramm 1 dargestellt.

	1 H	6 C	8 O	12 Mg	13 Al	14 Si
Radius	1·27	0·2	1·32	0·78	0·57	0·39
Gewichtsprozent	0·25	1·06	16·35	0·31	0·41	2·61
Atomprozent ...	9·00	3·20	36·30	0·36	0·71	3·56
	15 P	16 S	19 K	20 Ca	25 Mn	26 Fe
Radius	0·3—0·4	1·74	1·33	1·06	0·91	0·83
Gewichtsprozent	0·08	18·18	0·23	1·47	2·31	8·79
Atomprozent ...	0·11	20·28	0·36	1·42	1·42	5·69
	29 Cu	30 Zn	33 As	47 Ag	48 Cd	51 Sb
Radius	0·96	0·83	0·69	1·13	1·03	0·90
Gewichtsprozent	2·94	3·67	4·90	7·10	0·01	13·25
Atomprozent ...	1·78	2·14	2·49	2·49	0·004	3·92
	56 Ba	74 W	79 Au	80 Hg	82 Pb	
Radius	1·43	0·68	1·37	1·12	1·32	
Gewichtsprozent	2·42	0·99	0·82	1·40	10·45	
Atomprozent ...	0·71	1·78	0·14	0·36	1·78	

Über das Vorkommen dieser Elemente in den einzelnen Mineralien gibt Aufschluss die Zusammenstellung Seite 208—209 des ungarischen Textes.

Aus den Daten der obigen Tabelle und des Diagramms 1 geht die HARKIN'sche Regel sogleich hervor. Es kann ferner festgestellt werden, dass die Reihenfolge der Metalle der Haupterzmineralien annähernd gleichlaufend mit der steigenden Ordnungszahl sind und dass mit dem Steigen der Ordnungszahl das Gewichtprozent ebenfalls steigt, wie es aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist.

Ordnungszahl ..	26	29	30	33	47	51	82
Element	*Fe*	*Cu*	*Zn*	*As*	*Ag*	*Sb*	*Pb*
Gewichtsprozent	8·79	2·94	3·67	4·90	7·10	13·25	10·45

Der Vergleich der Gewichts- und Atomprozente der bekannten Elemente von Felsőbánya mit dem Atomradien erlaubt die Feststellung einer Gesetzmässigkeit, gemäss der zwischen Radius und Gewichts- bzw. Atomprozent ein umgekehrtes Verhältnis besteht: mit kleinem Radius steigt, mit grossen Radius fällt das Gewichts- und Atomprozent. Diese Gesetzmässigkeit für die Gewichtsprozenten wird durch das Diagramm 2 dargestellt.

Es wurde auch das Verhältnis der Hauptbestandteile der Mineralien zum Schwefel untersucht. Das Verhältnis $\frac{S}{M+S}$ ist annähernd konstant, wie es aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist.

	Gewichts-prozent	Atom-prozent
Fe	0·7	0·8
Cu	0·9	0·9
Zn	0·7	0·9
Ag	0·7	0·9
Sb	0·6	0·8
Pb	0·6	0·9

Der Wert $\frac{S}{M+S}$ eignet sich eher zum geochemischen Vergleich verschiedener Erzgänge von gleicher Herkunft bzw. zum Vergleich der an die verschiedenen Teufenunterschiede eines Fundort gebundenen Mineralien.

Unter den Elementen der Mineralien von Felsőbánya spielen die Hauptrolle die Kalkofilelemente: *S, Fe, Cu, Zn, As, Ag, Cd, Sb, Au, Hg, Pb*. Litofilelemente: *O, Mg, Al, Si, K, Ca, Mn, Ba, W*. Siderofilelemente: *C, P, Fe*. Atmofilelement: *H*. Ausser den in den Mineralien von Felsőbánya beobachteten Kalkofilelementen sind folgende Kalkofilelemente bekannt: *Se, Te, (Ni), (Co), Sn, Ge, Bi, Pd, (Ru?), (Pt), Ga, In, Tl*. Aus der eingehenden kristallchemischen und geochemischen Untersuchung dieser letztgenannten Elemente ergaben sich Folgerungen auf ihr zu erwartendes oder zu hoffendes Vorkommen in den Mineralien von Felsőbánya. Die Ergebnisse werden in dem Folgenden ganz kurz wiedergeben.

Unter den Mineralien von Felsőbánya ist eher irgendein *Se*- als irgendein *Te*-Mineral zu warten.

Co- und *Ni*-Mineralien sind nicht zu hoffen.

Das Vorkommen eines *Sn*-Minerals und vor allem Stannins darf gerechnet werden.

Das Auftreten eines *Bi*-Minerals ist nicht sehr wahrscheinlich, aber auch nicht unmöglich.

Pd-, (*Ru*)-, (*Pt*)-Mineralien können in der Mineralassoziationen von Felsőbánya nicht vorkommen.

Das Element *Ge* in mehreren Mineralien ist zu hoffen; im Zinkblende von Felsőbánya konnte es spektralanalytisch nicht nachgewiesen werden.

Das Element *Ga* kommt im Zinkblende vor und wahrscheinlich ist es auch im Adular, Dietrichit, Felsőbányit, Laumontit und in den *Mn*-Mineralien zu finden. Im Kaolin des verwitterten Nebengesteins ist es sehr wahrscheinlich.

Das *In* ist im Zinkblende nachweisbar, vielleicht auch im Wolframit, Pyrit und Siderit.

Das Vorkommen von *Tl* im Realgar ist möglich, es kann aber auch als selbständiges Mineral (Lorandit, Vrabait) auftreten.

Mineralogisch-petrographisches Institut d. kgl. ung. P. Pázmány-Universität zu Budapest.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 16. März 1942.)

KÁLNOKI HAUERIT ÉS VASKAPUI KALCIT.[1]

† ZIMÁNYI KÁROLY tiszteleti tagtól.

A következő sorok két magyarországi ásvány: a kálnoki hauerit és a vaskapui kalcit kristálytani vizsgálatának eredményeit foglalják össze.

Hauerit.

ADLER KÁROLY bányagyakornok 1846-ban a zólyommegyei Kálnok — régi nevén Kalinka — kénbányáiban egy új ásványt talált, melyet HAIDINGER (6, 7, 8) hauerit néven írt le. Az ásvány előfordulási körülményeit CSEH (1) ismertette. Véglestől délre mintegy 8 km-nyire fekvő Kálnok kéntelepei az átalakult piroxén-andezitben szabálytalan tömegként foglalnak helyet. A hauerit szolfatáraműködés folytán keletkezett. Kristályai agyagban találhatók. Társásványai: kvarc, gipsz, pirit, dolomit, realgár és anhidrit.

A hauerit kémiai összetételét: MnS_2 először PATERA (12) határozta meg. Az ásvány vegyi sajátságaival több szerző foglalkozott (2, 3, 19, 20).

Magyarországon kívül a hauerit csak Sziciliában, Raddusa kénbányáiban található, ahol előfordulását SCACCHI (13, 14, 15) és SILVESTRI (17) állapította meg. E kristályokkal rajtuk kívül még DE MEMME (10), továbbá GOLDSCHMIDT és SCHRÖDER (5) foglalkozott.

A hauerit a szabályos rendszer diakiszdodekaederes osztályában T_h^6—$Pa3$ kristályosodik. HAIDINGER a pirittel azonos alakúnak tartotta, SCACCHI azonban a sziciliai kristályok tanulmányozása alapján a tetartoederes osztályba sorolta (16). BEUTELL és MATZKE(3) szerint a hauerit nem tartozik a pirit-csoportba, mert a piritben a

[1] ZIMÁNYI KÁROLY tiszteleti tag (1862—1941) a kalcitot 1893-ban, a haueritet 1931-ben tanulmányozta. Kívánságára — vázlatai alapján — mindkét ásvány kristályrajzát 1931-ben elkészítettem. ZIMÁNYI vizsgálati eredményeit nem foglalta össze. A kiváló magyar ásványkutató emléke iránti tiszteletünket rójuk le, mikor jegyzetei felhasználásával munkáját kiegészítve közöljük. *Tokody László.*

kértértékű vas, a haueritben pedig a négyértékű mangán szerepel. E feltevésüket Strüver (19, 20) és Beutell (2) kísérleteivel vélik megerősíteni, melyek szerint a hauerit az alátett ezüst- vagy rézlemezt gyorsan, míg a pirit csak igen lassan feketíti meg. Kleber (9) kimutatta, hogy a pirit és hauerit egymással nem izomorf, csak izotip, mert míg a piritrácsban vegyértékkötés (*S.S*), heteropoláris kötés (*Fe—S*) és fémkötés (*Fe—.—Fe*) kombinációja szerepel, addig a haueritrácsban csak vegyértékkötés (*S.S*) és heteropoláris kötés (*Mn—S*) állapítható meg. A mangán a haueritben kétértékű pozitív. Szimmetria: T_h^6—*Pa*3. Strunz (18) táblázatában a hauerit a piritcsoportban szerepel; rácsa egyező a piritráccsal: a=6·09 Å, Z=4 hauerit, a=5·40Å, Z=4 pirit.

Adler Károly a Magyar Nemzeti Múzeum ásványtárának is igen szép haueritkristályokat ajándékozott. Ezek közül az egyik kristály (leltári szám 22/1846) tetemes nagyságával tűnik ki. E kristály méretei: 33, 35, 38 mm, középértékben 35 mm. A kristály kifejlődése — mint a hauerité általában — oktaederes; az oktaederélek hossza 24 mm-t ér el. A kristály fényképét a valódi nagyságnak kb. $^2/_3$-ában az 1. ábra tünteti fel. Haidinger eredeti kálnoki anyagában a legnagyobb kristály $^3/_4$ zoll = 19·5 mm volt. C. Hlawatsch szíves levélbeli közlése szerint a bécsi Naturhistorisches Museum legnagyobb kálnoki kristályának átlagos mérete 24·95 mm. A raddusai kristályok között nagyobbak is előfordultak, így Scacchi egy 66 mm nagy, 215 gr súlyú kristályt említ. Goldschmidt és Schröder (5) egy 24 mm nagy raddusai kristályt tanulmányozott, míg a kálnokiak közül csak 3—4 mm nagy kristályokat vizsgált. A Magyar Nemzeti Múzeum hauerit-kristálya tehát az ismert kálnoki kristályok között az első helyet foglalja el.

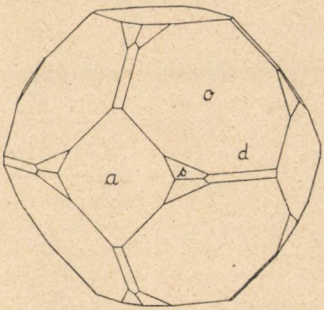
1. ábra.

A tanulmányozott kristályon a következő kristályalakok állapíthatók meg:

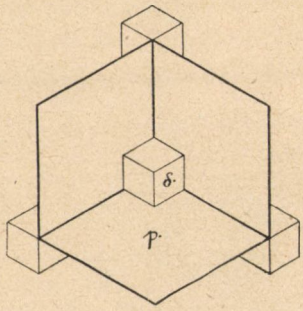
$a\{100\}$ $o\{111\}$
$d\{110\}$ $s\{321\}$

A kristály uralkodó alakja az oktaeder, mint a haueriten általában; az egyetlen kubooktaederes haueritet HAIDINGER (7), MILLER (11), illetve DESCLOIZEAUX (4) ismertette. Az oktaeder teljes lapszámmal fejlődött ki. Három lapjáról egy kisebb egyén emelkedik ki, melynek kicsi $o\{111\}$ és $a\{100\}$ lapjai a főegyén azonos lapjaival párhuzamosak. A hexaeder lapjai közepes nagyok; e forma szintén teljes lapszámmal alakult ki. A rombtizenkettős lapjai keskeny csíkok; a lapok száma kilenc. Az $s\{321\}$ hat lappal jelent meg, ezek általában kicsinyek.

A kristály ideális képét a 2. rajz tünteti fel. A vizsgált kálnoki haueritkristály úgy kristályformái, mint azok kifejlődése és típusa



2. ábra.



3. ábra.

tekintetében egyezik HAIDINGER ama kristályának rajzával, melyet munkájában (7) a 4. ábrán közölt.

Kalcit.

A tanulmányozott kalcitkristályok az aldunai Vaskapu csatornájának keleti faláról származnak. Szürkeszínű homokos és csillámos mészkövön ülnek. Színük fehéres szürke. Rajtuk a következő kristályalakok állapíthatók meg:

$b\{10\bar{1}0\}$	$\delta\cdot\{01\bar{1}2\}$
$p\cdot\{10\bar{1}1\}$	$\{hi\bar{k}l\}$

A kristályok érdekessége sajátságos szabályszerű (orientált) összenövésük. Az alapromboedert feltüntető főkristályokhoz fiatalabb

generáció kisebb kristályai nőttek, melyeknek uralkodó kristályalakja a $\delta\cdot\{01\bar{1}2\}$. Az összenövés kétféle módon ment végbe: vagy a $p\cdot\{10\bar{1}1\}$ sarkcsúcsaira, vagy pedig minden második oldalcsúcsra nőttek a $\delta\cdot\{01\bar{1}2\}$ kristályok. Az első esetben a főegyénhez két (általában csak egy), a második esetben három mellékegyén nőtt hozzá; az összenövés utóbbi formáját a 3. rajz tünteti fel. Mindkét esetben az összenövés tökéletesen szabályos; az összenövésben résztvevő összes egyének lapjai kristálytani helyzetüknek (orientációjuknak) megfelelően alakultak ki.

A kristályok érdekességét növeli, hogy a nagyra fejlődött főegyén kristályalakja, a $p\cdot\{10\bar{1}1\}$ alapromboeder egyedüli vagy uralkodó kifejlődése a kalciton ritkaság.

A $p\cdot\{10\bar{1}1\}$ mellett gyakran egy közelebbről meg nem határozható pozitív szkalenoeder $\{hi\bar{k}l\}$ keskeny lapjai is megjelentek.

A $\delta\cdot\{01\bar{1}2\}$ lapjai többnyire görbültek s mindenkor kisebbek, mint a $p\cdot\{10\bar{1}1\}$ lapjai. A $\delta\cdot\{01\bar{1}2\}$ mellett néhány kristályon a $b\{10\bar{1}0\}$ is fellépett, e forma lapjai szintén görbültek és függőlegesen rostozottak.

A kristálylapok kivétel nélkül homályosak, erősebben vagy gyengébben rostozottak és sokszor görbültek, mindezek következtében gyenge selyemfényűek.

Irodalom.

1. Cseh L.: Kalinkán előforduló ásványok, azok képződése és termőhelye. Föld ani Közlöny. 17. 1887. 162—163. 255—257.

2. A. Beutell: Die Zersetzung des Hauerits an der Luft u. die dadurch hervorgerufene Einwirkung auf Silber u. Kupfer. Zentralbl. f. Min. 1913. 758—767.

3. A. Beutell und M. Matzke: Die Konstitution von Zinkblende, Wurtzit u. Hauerit. Zentralbl. f. Min. 1915. 269—271.

4. A. Descloizeaux: Manuel de Mineralogie. Paris, 1862—93.

5. V. Goldschmidt und R. Schröder: Über Hauerit. Zeitschr. f. Krist. 45. 1908. 214—219.

6. W. Haidinger: Hauerit. Berichte über die Mitt. von Freuden d. Naturw. in Wien. 1846. No. 7. 2—3.

7. W. Haidinger: Ueber den Hauerit eine neue Mineralspezies aus der Ordnung der Blenden. Naturw. Abh. 1. 1847. 101—106.

8. W. HAIDINGER: Der Hauerit eine neue Mineralspezies. Poggendorf Ann. Phys. **70.** 1847. 148—150.

9. W. KLEBER: Bemerkung zur kristallchemischen Beziehung zwischen Pyrit u. Hauerit. Zentralbl. f. Min. 1941. 177—181.

10. F. DE MEMME: Ueber einige Haueritkrystalle. Soc. Ligustica. 1890. Ref.: Zeitschr. f. Krist. **23.** 1894. 171.

11. W. H. MILLER: An elementary introduction to mineralogy. London, 1852. 168.

12. A. PATERA: Chemische Analyse des Hauerits. Naturw. Abh. **1.** 1847. 107—108.

13. E. SCACCHI: Sulla Hauerite delle Solfare di Raddusa in Sicilia. Rendic. R. Acc. Sc. fis. e nat. Napoli. 1890. 2. és Giorn. di min. 1. 1890. 187. Ref.: Neues Jahrb. f. Min. 1891. II. 235—236.

14. E. SCACCHI: Dichiarazione sulla scoverta delle Hauerite nelle Solfare di Raddusa in Sicilia. Rendic. R. Acc. Sc. fis. e nat. Napoli, 1890. Ref.: Neues Jahrb. f. Min. 1891. II. 235—236.

15. E. SCACCHI: Ancora delle Hauerite di Raddusa in Sicilia. Rendic. R. Acc. Sc. fis. e nat. Napoli 1890. és Giorn. di min. **1.** 1890. 321. Ref.: Neues Jahrb. f. Min. 1891. II. 235—236.

16. E. SCACCHI: Ulteriori osservazioni sui cristalli di Hauerite di Sicilia. Rendic. R. Acc. Sc. fis. e nat. Napoli. (3) **5.** 1899. 164, 165. Ref.: Neues Jahrb. f. Min. 1900. II. 176.

17. O. SILVESTRI: Nota preliminare sulla Hauerite di Sicilia. Catania 1890. Rivista di min. e crist. italiana. **7.** 1890. 68. Ref.: Neues Jahrb. f. Min. 1891. II. 235—236.

18. H. STRUNZ: Mineralogische Tabellen. Leipzig, 1941. 80.

19. J. STRÜVER: Eine chemische Reaction zwischen Hauerit u. einigen Metallen bei gewöhnlicher Temperatur. Zentralbl. f. Min. 1901. 257—261.

20. J. STRÜVER: Chemische Reaction der natürlichen Eisensulfide u. des gediegenen Schwefels auf Kupfer u. Silber bei gewöhnlicher Temperatur. Zentralbl. f. Min. 1901. 401—404.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. május 11-én tartott üléséből.)

HAUERIT VON KÁLNOK UND KALZIT VON VASKAPU.

Von † K. ZIMÁNYI Ehrenmitglied.

Der *Hauerit*kristall von Kálnok (= Kalinka; Komitat Zólyom, Ungarn) — im Besitz der Mineralogischen Abteilung des Ungarischen Nationalmuseums — ist wegen seiner bedeutenden Grösse: 35 mm bemerkenswert. An dem oktaedrischen Kristall wurden die folgenden Formen festgestellt:

$a\{100\}$	$o\{111\}$
$d\{110\}$	$s\{321\}$

Das Lichtbild auf Abbildung 1 gibt den Kristall in cca $^2/_3$ nat. Grösse wieder; Abbildung 2 stellt die idealisierte Zeichnung des Kristalls dar.

Es wurden *Kalzit*kristalle aus der Ostwand des Vaskapu (des Eisernen Tors der Niederdonau) untersucht. Die beobachteten Formen sind:

$b\{10\bar{1}0\}$	$\delta\cdot\{01\bar{1}2\}$
$p\cdot\{10\bar{1}1\}$	$\{hi\bar{k}l\}$

Die Kristalle weisen orientierte Verwachsungen zweierlei Art auf: entweder an den Polecken oder an jeder zweiten Seitenecke des Hauptindividuums $p\cdot\{10\bar{1}1\}$ wachsen kleinere $\delta\cdot\{01\bar{1}2\}$-Kristalle. Die Orientation der Kristalle ist aus Figur 3 ersichtlich.

An einigen Kristallen wurden neben der vorrrherschenden Form $p\cdot\{10\bar{1}1\}$ streifenförmige Flächen eines näher nicht bestimmbaren positiven Skalenoeders beobachtet. An den kleineren Kristallen mit dominierender Form $\delta\cdot\{01\bar{1}2\}$ wurde die gekrümmten und gerieften Flächen der Form $b\{10\bar{1}0\}$ festgestellt.

Die Flächen der untersuchten Kalzitkristalle sind meistens gekrümmt, gestreift und schwach seidenglänzend.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Mai 1942.)

FELTŰNŐEN NAGY FŰTŐÉRTÉKŰ BARNASZENEINKRŐL.

VITÁLIS ISTVÁN l. tagtól.

Közismert, hogy a fosszilis szenek közül a földtanilag idősebbek: az ókori: a karbónkori *kőszenek* és a középkori: a liaszkori *feketeszenek* a rájuk nehezedő fedőrétegnyomásból eredő hő *szárító* hatása és vegyi átalakulása következtében általában nagyobb fűtőértékűek, mint a fiatalabbak: az újkori *barnaszenek* és válfajaik, a *lignitek*.

Amikor az 1938. év őszén az Északnyugati Felvidék déli része visszatért, szakkörökben nagy feltűnést keltett az az értesülés, hogy Salgótarjántól északra, Ragyolc közelében, *Csákányháza* kis község határában *7830 kalória fűtőértekű* fosszilis szén fordul elő, amelyet a volt cseh-szlovák munkaügyi minisztérium, dr. PAVLIČEK FERENC přibrami bányászati főiskolai tanár vegyi vizsgálata alapján, a «*kőszenek*» közé sorolt. A csákányházai szén ugyanis nem karbónkori kőszén vagy liaszkori feketeszén, hanem újkori: alsó miocénkori *barnaszén*. Csákányháza környéke t. i. földtanilag a salgótarjani barnaszénmedence északi nyujtványa. (1)

A csákányházai szén 7830 kalória fűtőértéke ugyan víz- és hamumentes állapotra, vagyis *tiszta szénanyagra* van átszámítva, ámde tény, hogy a csákányházai barnaszéntelep egy részében, a nedvesség és a hamutartalom figyelembevétele mellett is 6280—6568 kalória a fűtőérték, vagyis barnaszénnél feltűnően nagy. A salgótarjáni barnaszén fűtőértéke ugyanis GRITTNER ALBERT szerint vagonszállítmányokból vett 37 minta elemzése alapján átlag 4855, (2) VARGA JÓZSEF és NYÚL GYULA újabb elemzése szerint átlag 4200 kalória. (3) A csákányházai szén fűtőértéke tehát ennél 1425—1713, illetve 2000—2368 kalóriával, vagyis 30—35, illetve 49—56%-kal nagyobb.

Természetes, hogy a normálisnál vékonyabb fedőréteg kisebb nyomása alatt lévő szén fűtőértéke csekélyebb, a rendesnél vastagabb fedőréteggel takart, nagyobb nyomásnak kitett széné vagy a kéregmozgásokkal kapcsolatban fellépett hegyképző: szerkezeti nyomásból eredő hőtöbblet szárító hatása alatt álló széné meg a rendesnél nagyobb. A csákányházai szénre vonatkozólag azonban nincs okunk feltenni, hogy a normálisnál vastagabb fedőrétege lett volna, vagy hogy a barnaszén hegyszerkezeti elmozdulásokkal kapcsolatban fellépett nagyobb nyomásból eredt hőtöbblet szárító hatásának lett volna alávetve.

Minthogy a csákányházai széntelepen vulkáni kőzet: bazalt tört át, és mivel a nedvességtartalma csak 3·5—6%, holott a salgótarjánié átlag 13%, közelfekvő a gondolat, hogy *a víztartalom erős csökkenése a vulkáni hő szárító hatásának a következménye.*

Ennek a magyarázatnak a helyességét megerősíti az a tény, hogy a salgótarjánvidéki medence déli részén: Nagybátony vidékén, ahol a barnaszéntelepeken vulkáni: andezitdajkok törtek át, a víztartalom feltűnően megcsökkent: 5—6%-ra esett, a fűtőérték viszont szembetűnően megnagyobbodott: *5800* kalóriára emelkedett, vagyis a salgótarjáni átlagot 745 kalóriával felülmúlta.

Ráillik ez a magyarázat *Nyitrabánya: Handlova* középmiocén barnaszenére is. Olyan helyeken ugyanis, ahol a széntelepen vulkáni kőzet: andezit vagy bazalt tört át: Grittner elemzése szerint a aknaszén (számított) fűtőértéke ott is feltűnően nagy: 6408 kalória; a víztartalom viszont csak 6·94%. A vulkáni áttörések helyeitől távolodva a fűtőérték fokozatosan 5000—4500 kalóriára csökken, a víztartalom pedig 8—12—18%-ra emelkedik.(4) Sőt helyenként a fűtőérték még kisebb, a víztartalom pedig még nagyobb.

A nyitrabányai típusú barnaszén *Selmecbánya* vidékén is kifejlődött, de részint elpalásodva, részint elvékonyodva.(5) Selmecen a vulkáni andezittufában hajtott bányavágatokban ismételten találtak — mint Szabó József is írta — fekete, erősen fénylő *anthracitra* emlékeztető széndarabokat.(6)

Nendtvich Károly, a magyarországi fosszilis szenek első rendszeres elemzője, is azt írta 1851-ben, hogy fiatalabb fosszilis szén is átváltozhatik anthracittá, ha «*vulkánikus* képletek közelében magas hőfoknak volt kitéve».(7)

Szabó József már 1872-ben közölte a Földtani Közlöny I. évfolyamában, hogy Vasason a *vulkanikus kőzet* (a trachidolerit) ereket alkot a liaszszénben és hogy Esztergom vidékén is a «trachit», illetve az andezittömeg körül a *vulkáni hő hatására*, a vulkánikus kőzet felületére merőlegesen elhelyezkedett oszlopocskákban, *természkoksz* keletkezett.

Salgótarjánban az első világháború előtt a Károly-akna bányamezejében magam is láttam a bazaltnyél körül a felületre merőlegesen elhelyezkedett oszlopocskákban mintegy arasznyi vastagságban vulkáni hő hatására keletkezett terméskokszot. (1. p. 262.)

A Mecsekhegység északibb részében: Vasason, Komlón, Magyaregregy—Nagymányok között a liaszkori feketeszéntelepeken áttört trachidolerit-dajkok mellett: a kontakt-udvarban a szén tényleg kokszosodott. Szászváron én is láttam ilyen *természetes kokszot*. Komlón a VII. sz. széntelepben, valamint az Új-akna IV. szintjén az észak felé hajtott harántvágatban feltárt új telepekben a szénnek ugyancsak jelentős része kokszosodott, a trachidolerit-dajkok mellett. (1. p. 89.)

Mindezek a példák azt bizonyítják, hogy a széntelepeken áthatoló vulkanikus kitöréseknek a hő hatására a fosszilis szén, az eruptivus kőzettel való érintkezés helyén: a *kontaktuson:* a belső kontak-udvarban *kokszosodik*.

A vulkáni hő hatására kokszosodott fosszilis szénben különösen a *nedvességtartalom csökken meg* feltűnően. Így Horváth Béla vegyi vizsgálata szerint (8) a salgótarjáni károlyaknai alsómiocén barnaszénből a bazaltdajk mellett keletkezett természetes kokszban a nedvesség csak 2·23%, holott a vulkáni hő hatásának ki nem tett salgótarjáni barnaszénben az átlagos nedvességtartalom Grittner Albert 37 elemzése szerint 11·76%. A vasasi természetes kokszban a nedvesség 0·72, a szászváriban 0·55%, holott egyébként a vasasi liaszkorú fekete szénben Emszt Kálmán négy elemzése szerint (9) a nedvességtartalom átlag 2·57%.

A vulkáni hő hatására a természetes kokszban erősen megcsökken a *hidrogénium*-tartalom is, így a salgótarjáni természetes kokszban 2·20% a hidrogénium, holott az ottani barnaszén hidrogéntartalma Grittner 37 elemzésének az átlaga szerint 3·85%; a

vasasi természetes kokszban a hidrogénium 1·77%, holott a vulkáni hő hatásának ki nem tett vasasi feketeszénben átlag 4%.

Ezek a nagyon erős változások a vulkánikus kőzet és a fosszilis szén közvetlen érintkezésén: a *belső kontaktudvarban* mennek végbe, ahol a hő hatása a legnagyobb. Jelentős azonban a vulkáni hő hatása az érintkezéstől távolabb a *középső kontaktudvarban* is, ott ugyanis még olyan nagy a vulkáni hő, hogy nemcsak a szén által abszorbeált víz, az ú. n. «bányanedvesség» párolog el, hanem a vegyileg kötött víz és őskátrány nagy része is. Olyan helyen pedig, ahol GYÖRKI JÓZSEF szerint — a hőmérséklet már nem éri el a kátrány lepárlásához szükséges temperaturát, de a szárítási hőmérsékletnél nagyobb: megcsökken a fosszilis szénben a felbomlásból keletkezett széndioxid és kénhidrogén, s így a széndioxid távozása folytán is emelkedik a fosszilis szén fűtőértéke.(10) A *külső kontaktudvarban* végül, ahol a vulkáni hő a legkisebb, már csak *szárítás:* a szén nedvességének a csökkenése megy végbe s a fosszilis szén fűtőértéke csak ily módon növekszik.

Amikor 1939. év tavaszán a magyar csapatok visszafoglalták az Erdős-Kárpátokat: az Északkeleti Felföldet: Kárpatalját, a feltűnően nagy fűtőértékű *viski, uglyai, gányai* szénre irányult a figyelem.

A máramarosvármegyei técsővidéki *uglyai* szén fűtőértéke ugyanis a székesfőváros gázműveinek a vegyi laboratóriumában végzett meghatározás szerint *7408*, a m. kir. Technológiai Intézet szerint 7600—7750 kalória.(11) A huszti járásban fekvő *viski* szén fűtőértéke 6672, s a taracközi járáshoz tartozó *gányai* széné 6513 kalória. Pedig ezek mind terciér: harmadkorú *barna*szenek. A víztartalom ezekben a barnaszenekben a nyitrabánya—csákányházai szenekénél is csekélyebb: 2·20—3·50%.

Ilyen feltűnően nagy fűtőértékű az a barnaszén is, amelyet a magyar kincstár fúrt meg 1908—1909-ben a szatmárvármegyei *Bujánházán*. Annak ugyanis EMSZT KÁLMÁN szerint a számított fűtőértéke 6705, a kísérleti 6838 kalória, a víztartalma pedig csak 1·65%, úgy mint a karbonkori kőszeneké, holott a bujánházai barnaszén, PAPP KÁROLY és ROZLOZSNIK PÁL szerint, középmiocén: helvécienkorú.(12)

Minthogy a Kárpátalján és az avasi (bikszádi) medencében

is nagy területen törtek át vulkáni kőzetek: andezitek, riolitok, és mivel az elemzés ezekben a szenekben is nagyon kevés víztartalmat mutatott ki: közelfekvő gondolat volt a feltűnően nagy fűtőértéket ott is a vulkáni hő okozta szárító hatással hozni kapcsolatba.(13)

Az Északkeleti Kárpátokban azonban vízcsökkentő: szárító hatást okozhatott az a *hő* is, amelyet a hegyek: az Északkeleti Kárpátok felgyűrődésével, a flis-homokkő feltolódásával kapcsolatban fellépett nagy szerkezeti nyomás váltott ki, hiszen SZENTES FERENC legújabb tanulmánya szerint is Uglya—Gánya szóbanforgó széntelepe is ilyen erősen gyűrt és feltolódott területen fekszik.(14)

Ámde még harmadik tényező is szerepet játszhatott.

GLOETZER JÓZSEF, a székesfővárosi gázművek igazgatója arra hívta fel a figyelmet, hogy az *uglyai* szén fűtőértéke olyan nagy, hogy azt nem lehet csak a vulkáni vagy a szerkezeti hő okozta megcsökkent víztartalomra vezetni vissza, minthogy ennek a nagy fűtőértékű barnaszénnek a *tiszta szénanyagra* számított fűtőértéke is jóval nagyobb, mint más barnaszeneké!

Kitűnik ez a következő táblázatból is, amelyben a magyarországi, földtanilag eltérő korú szeneket soroltam fel VARGA JÓZSEF és NYÚL GYULA újabb elemzési adatai alapján, a hamu- és a vízmentes, vagyis a *tiszta szénanyagra* átszámított fűtőértékek sorrendjében, s közbeiktattam a szóbanforgó feltűnően nagy fűtőértékű harmadkorszakú barnaszeneket is, hogy így az összehasonlítást megkönnyítsem.

	Fűtőérték, hamu- és vízmentes állapotra átszámítva:
Rózsaszentmártoni pontusi lignit	5496 kal.
Sajószentpéteri középmiocén barnaszén	6030 «
Salgótarjáni alsómiocén barnaszén	6744 «
Bujánházai köz. miocén barnaszén	*7332* «
Gányai miocén barnaszén	*7628* «
Viski miocén barnaszén	*7823* «
Csákányházai alsómiocén barnaszén	*7830* «
Uglyai miocén barnaszén	*7966* «
Tatabányai paleocén barnaszén	6913 «
Ajkai felső kréta barnaszén	6689 «
Pécsi liaszkorú feketeszén	8187 «

E táblázat szerint a feltűnően nagy fűtőértékű harmadkorú barnaszenek fűtőértéke nemcsak a középmiocénkorú sajószentpéteri (6030 kal.) és az alsó miocénkorú salgótarjáni (6744 kal.) szén fűtőértékét múlja felül, hanem a harmadkorú szenek közül a legidősebb: a paleocénkorú és egyébként is igen jóminőségű tatabányai fényes szén fűtőértékét is (6913 kal.) meghaladja; sőt az uglyai harmadkorú barnaszén fűtőértéke (7966 kal.) csak 221 kalóriával gyengébb, mint a pécsi liaszkorú feketeszén fűtőértéke (8187 kal.).

Az elemi vegyi vizsgálatok szerint a fosszilis szenekben a fűtőérték általában a karbónium: *C*, meg a hidrogénium: *H* százalékos emelkedésével és az oxigénium csökkenésével nagyobbodik. A *C* fűtőértéke ugyanis 8100, a *H* gázé 29,000 kalória és így a fosszilis szenek fűtőértékét egy-egy százalék *C* 81—81 kalóriával, egy-egy százalék *H* pedig 290—290 kalóriával emeli.

A szóbanforgó, feltűnően nagy fűtőértékű terciérkorú barnaszeneknél, összehasonlítva más hasonlókorú fosszilis barnaszenekkel, a *C*, a *H* nagyfokú emelkedése és az *O* erős csökkenése nagyon szembeötlő, amint azt a következő táblázat is tanusítja:

	C %	H %	O %	Futóérték kalória
Sajókazinc közép miocén barnaszén Grittner 17 elemzésének átlaga	37.98	3.06	12.64	3444
Salgótarján alsó miocén barnaszén Grittner 37 elemzésének átlaga	51.93	3.85	11.76	4855
Egeres felső oligocén barnaszén Grittner 4 elemzésének átlaga	50.33	3.88	10.65	4886
Gánya miocén barnaszén	67.64	4.78	8.49	6513
Visk miocén barnaszén	68.46	4.59	6.43	6672
Uglya miocén barnaszén	76.64	5.33	8.70	7408

Önként felmerül az a kérdés, hogy a visk—gánya—uglyai harmadkorú barnaszenek nagy *C*- és *H*-, illetve kicsiny *O*-tartalma és feltűnően nagy fűtőértéke honnan származhat?

Arra már 1929-ben rámutattam egyik tanulmányomban,

hogy az olyan szenek, amelyeknek a szerves eredetű nyers anyagában: az egykori növényi és állati testekben sok volt a *lipoid* jellegű anyag: a gyanta, a viasz, az olaj, a zsír, lényegesen több «bitument», ősgyantát, ősviaszt, illetve őskátrányt tartalmaznak, mint a gyantában, viaszban, olajban, zsírban szegény szerves maradványokból, főleg a ligninből keletkezett fosszilis szenek.(15)

A ma élő: a recens növények közül viaszban közismerten dús a *viaszpálma* (Ceroxylon andicola), amelynek egy-egy kivágott törzséről mintegy 12 kg viaszt vakarnak le. Ilyen a *Myrica cerifera*, amelynél a termések falából nyerik a myrtelviaszt.(16) Európa, Észak-Amerika harmadkori rétegeiből számos fosszilis pálma maradvány került ki, s így az efféle fák testéből keletkezett barnaszenek ősviaszban dúsak lehetnek.

A növények közül nagymennyiségű olajat, viaszt, gyantát tartalmaznak a tűlevelűek, a fenyőfélék. Így PLANTA szerint az erdei fenyő (Pinus silvestris) virágporában 10·63% az olaj és 4·5% a viasz.(17) A tűlevelűek virágzásakor igen nagymennyiségű virágport (pollent) hullatnak el. Ugyanígy egyes barkásvirágú növények: az éger, a nyír, a tölgy stb.

A fenyőfélék, a barkások virágpora helyenként 1·5 cm vastag rétegben halmozódik fel. A nép ilyenkor «*kén-eső*»-ről beszél. Skóciában 1858-ban az erdei fenyő virágpora hullott le ilyen kéneső alakjában. A kanadai nagy tavak felszínén olykor vastag virágporréteg látható. Így volt ez a multban is.

A fenyőfélék, a barkások fosszilis maradványai már a krétakorszaktól kezdve kétségtelenül felismerhetők. A borostyánkő és sok fosszilis szén ősgyantája: az ajkait, a telegdit a fenyőfélék megkövesedett gyantája.

Olajban főleg a magvak dúsak. Egyes növényfajok magvaiban olyan tömegesen lép fel az olaj, emulzió formájában, hogy a sejtek egész üregét kitölti. Olajban közismerten dús pl. az *olajpálma* (Elaeis guineensis), amelynek a magva a pálmaolajat, a termésének a fala pedig a pálmazsírt szolgáltatja. Dús olajban az olajfa (Olea europaea) is, ennek a bogyójából sajtolják ki az olajat. Ilyen olajban dús növények a multban is éltek.

FISCHER A. azt figyelte meg, hogy a puhafát szolgáltató erdei fáink törzsében a hidegebb idő beálltával a tartalék-táplálóanyag-

ként felhalmozódott keményítő úgyszolván teljesen *zsírokká* változik át.(17)

A virágtalan növények közül nagyon dúsak olajban a korpafűfélék spórái. LANGER szerint a lycopodium spórái 49% zsíradékot tartalmaznak.(18) Arkanzasban a barnaszén $^1/_3$ része, egyes telepekben $^1/_2$ része spórákból áll. Ezek a barnaszenek tonnánként 30 gallon, vagyis 88·44 kg, azaz 8·8% olajat szolgáltatnak.

Az ókorban, különösen a karbónkorszakban a korpafűfélékkel rokon, de fanagyságú *lepidodendronok, sigillária'k* és a zsurlókkal rokon és ugyancsak fanagyságú *calamitesek* hullattak temérdek spórát s innen ered egyes, régi kőszenek: boghead, cannelszén nagy olajtartalma, úgy hogy ezek a szenek gyertyaként égnek: candle coal = gyertyaszén.

Nagy szerepük lehet a fosszilis szenek őskátránytartalmában a moszatoknak is, amelyek az ókortól kezdve élnek. ENGLER a 300 m hosszúra is megnövő *Macrocystis flos aquae*-ban 22% viaszt lelt. A fonálmoszatokban 9% az olajtartalom. Sok baktérium 20—40% zsíradékot tartalmaz.

A fosszilis szenekben a gyantát, a spórát, a virágport (a pollent) kőzettani vizsgálati módszerekkel: a praeparált fosszilis szénből készített vékony metszetekben, áteső fényben vagy DUPARQUE, illetve STACH módszere szerint a fosszilis szénre csiszolt dombor (relief) felületen, olajimmerziós nagyítással, visszavert fényben, ércmikroszkóppal határozottan fel lehet ismerni.

Ezek szerint az ókortól kezdve adva voltak azok a tényezők, amelyek a fosszilis szenekben az ősgyanta, az ősviasz, az ősolaj, az ős-zsírok, illetve az őskátrány felhalmozódását lehetővé tették.

Minthogy a *lipoid* jellegű (zsír-, viasz-) anyagok a szenesedés folyamán elemi összetételükben alig változnak («hullaviasz») és mivel a gyanta, a viasz, az olaj, a zsír, illetve az őskátrány *C*- és *H*-tartalma nagy, *O*-tartalma csekély, fűtőértéke pedig 9200—9800 kalória, vagyis sokkal nagyobb, mint a fosszilis szeneké: természetesnek látszik, hogy a szóbanforgó, feltűnően nagy fűtőértékű barnaszenek ezen értékes tulajdonságát azzal magyarázzuk, hogy e szenek nyers anyagai között jelentős szerepet játszottak a gyantában, a viaszban, az olajban, a zsírban dús szerves testek: a lipoid jellegű anyagok.

A lepárlás eredményei is erre engednek következtetni. Az említett kárpátaljai barnaszenekben ugyanis a székesfőváros gázműveinek a vegyi laboratóriumában 900° C hőmérsékletig végzett lepárlás feltűnően nagy őskátránytartalmat mutatott ki. Így az uglyai barnaszénmintából 19·82%, az egyik gányai barnaszénmintából 15·69% kátrányt kaptak.

Ezek szerint a szóbanforgó kárpátaljai barnaszenek feltűnően nagy C- és H-, igen csekély O-tartalmukat, valamint szembeötlően nagy fűtőértéküket ennek a nagy őskátránytartalmuknak köszönhetik és nem a vulkáni hő szárító hatásának, mert hiszen az 300° C-nál nagyobb hő esetén a vízzel együtt az őskátránytartalmat is lepárolta volna, amint arra GLOETZER JÓZSEF helyesen mutatott rá.

Szakkörökben már régen feltűnt a Vác fölötti *kósdi* eocénkorú fényes barnaszén is nagy fűtőértékével. GRITTNER ALBERT 1905. évi elemzése szerint négy próba alapján a kósdi szén fűtőértéke átlag 6280 kalória, s minthogy a nedvességtartalma átlag csak 3·58%, a hamutartalma meg átlag 12·05%, tiszta szénanyagra átszámítva a fűtőértéke 7443 kalória, vagyis 530 kalóriával nagyobb, mint a tatabányai paleocén fényes széné és 754 kalóriával nagyobb, mint a felsőkrétakorú ajkai széné.

A kósdi barnaszénben 12·76% őskátrány van, a feltűnően nagy fűtőérték tehát benne is ezzel függ össze.

Itt most az a kérdés vetődik fel, hogy a kitermelt és az elszállított fosszilis barnaszénnél az elementáris vegyi vizsgálat adatai alapján felismerhetjük-e, hogy a feltűnően nagy fűtőértékű barnaszenek közül melyik nyerte ezt a nagy fűtőértéket a nagy őskátránytartalomtól és melyik a vulkáni vagy a hegynyomás okozta hő szárító hatásától?

Őskátránytartalom tekintetében ugyanis még igen sok szenünk nincs megvizsgálva. Minthogy a gyanta, a viasz, az olaj, a zsír, illetve az őskátrány *O*-ban szegény: arra következtethetünk, hogy az átlagnál kisebb *O*-tartalmú barnaszenek nagy fűtőértéküket az átlagnál nagyobb őskátránytartalmuktól nyerik. A székesfőváros gázművei vegyi laboratóriumában végzett vizsgálat eredményei is ezt bizonyítják, amennyiben a viski szénben csak 6·43, a gányaiban 8·49 és az uglyaiban 8·70% az oxigenium, holott a hasonló korú sajószentpéteri középmiocén szénben átlag 12·43, a salgó-

tarjáni alsómiocén szénben 11·76 és az egeresi felsőoligocén szénben 10·65% az oxigénium.

Viszont, ha összehasonlítjuk a viski, a gányai, az uglyai nagy őskátránytartalmú barnaszenek oxigéniumtartalmát a vulkáni kőzet, pl. az andezittufa között fekvő bujánházai, vagy a bazaltáttörés közeléből vett salgótarjáni, handlovai barnaszén oxigéniumtartalmával, nyomban szembetűnik, hogy ezekben az *O*-tartalom feltűnően nagy:

Visk	6·43%	oxigénium	őskátránybán dús
Gánya	8·49%	«	
Uglya	8·70%	«	
Bujánháza	13·74%	«	vulkáni szárítás
Salgótarján	14·43%	«	
Nyitrabánya	15·38%	«	

A fosszilis szenek három fő petrográfiai alkatrésze közül a legkisebb a fűtőértéke a kemény *fuzitnak*, nagyobb a *vitrité* s legnagyobb a *durité*.(19) Eszerint a fosszilis szén fűtőértéke annál nagyobb, minél több benne a *durit*, mint kőzettani alkatrész.

Az előadottak szerint a feltűnően nagy fűtőértékű fosszilis barnaszeneinknek ez az értékes tulajdonsága — úgy látszik — a következő főtényezők következménye:

1. a fosszilis széntelepeken áttört *vulkáni* anyagok *hője* által okozott *szárítás*,

2. a földkéreg mozgásaival: gyűrődésével, áttolódásával kapcsolatban fellépő nagy *szerkezeti nyomásból* eredő hő *szárító* hatása,

3. a fosszilis szenek eredeti nyersanyagában a szerves lipoid anyagok: gyanta, viasz, olaj, zsír, illetve vegyileg az *őskátrány*, szénpetrográfiailag a *durit* felhalmozódása.

Helyenként ezek a tényezők együtt is működhetnek, hiszen a földkéregmozgások és a vulkánosság ok-okozati kapcsolatban vannak egymással. Sőt a harmadik tényező: az átlagosnál nagyobb őskátránytartalom is együtt játszhat szerepet a szerkezeti nyomásból eredt hő és a vulkáni hő szárító hatásával, amennyiben a tektonikai nyomásból eredt hő az áttolási síktól távolodva csökken s a vulkáni hő az áttörési helytől távolabb a külső kontakt-udvarban már nem olyan nagy, hogy az őskátrányt szétroncsolja, viszont

a szén nedvességének csökkentésére elegendő, minthogy ahhoz jóval kisebb hőre van szükség, mint az őskátrány szétrombolásához.

Jelentős mértékben emelkedhetik a fosszilis szén fűtőértéke oly módon is, — amire GYÖRKI JÓZSEF mutatott rá — hogy akár szerkezeti nyomásból eredt, akár vulkáni hő hatására, a szárítást meghaladó, de még a lepárlást el-nem-érő hőmérsékleten a vegyileg kötött víz és a nem-elégésből keletkezett széndioxid megcsökken.

A petrografus a fosszilis szenek kőzettani alkatrészeit: a vitritet, a duritot, a fuzitot vizsgálja, a geológus a fosszilis szenek keletkezését és a Föld erői által okozott átalakulásokat, a vegyész a fosszilis szén vegyi alkatrészeit és a benne feltételezhető vegyi változásokat, a technológus a fosszilis szenek feldolgozási, hasznosítási módjait vizsgálja és így a problémát más-más szempontból nézi és ítéli meg.

További kőzettani, földtani, vegytani, technológiai vizsgálatok vannak hivatva megállapítani, hogy az itt közölt megfigyelések és következtetések minden szempontból helytállók-e, illetve miként módosítandók és hogyan egészítendők ki?

Irodalom.

1. VITÁLIS ISTVÁN: Magyarország szénelőfordulásai. Sopron, 1939. p. 268.

2. GRITTNER ALBERT: Szénelemzések. Budapest, 1906.

3. VARGA JÓZSEF és NYUL GYULA: A magyar tüzelőszeripar. Technika. Budapest, 1937. évf. 1. sz.

4. PAPP KÁROLY: A Magyar Birodalom vasérc- és kőszénkészlete. Budapest, 1915. p. 804.

5. VITÁLIS ISTVÁN: Adatok a Magyar Érchegység földtani és bányászati viszonyaihoz. A m. kir. Földt. Int. Évi Jelentése 1914-ről. Budapest, 1915.

6. SZABÓ JÓZSEF: Selmec környékének geológiai leírása. Budapest, 1891. p. 157.

7. NENDTVICH KÁROLY: Magyarország legjelesb kőszéntelepei vegytani és műipari tekintetben. A kir. magy. Természettud. Társ. Évkönyvei. II. k. Pest, 1851.

8. HORVÁTH BÉLA: Közlemények a m. kir. Földtani Intézet chemiai laboratóriumából. A m. kir. Földt. Int. Évi Jelentése 1909-ről. Budapest, 1911. p. 222.

9. EMSZT KÁLMÁN: A chemiai laboratórium munkássága az 1925—

1928. években. A m. kir. Föld. Int. Évi Jelentése az 1925—1928. évekről. Budapest, 1935. p. 308.

10. GYÖRKI JÓZSEF: A községi gázellátás hazai szenekkel. Budapest, 1936. II. p. 19.

11. GAÁL ISTVÁN: A técsői szénmedence. Bány. és Koh. Lapok. 1940.

12. PAPP KÁROLY: A Magyar Birodalom vasérc- és kőszénkészlete. Budapest, 1915. p. 865.

13. VITÁLIS ISTVÁN: A visszatért Felvidék és Kárpátalja szénelőfordulásai. Bány. és Koh. Lapok. Budapest, 1940. évf. p. 23.

14. SZENTES FERENC: A felsőtiszai miocénmedence összefoglaló képe. Beszámoló a m. kir. Föld. Int. vitaüléseinek munkálatairól. 2. füzet. Budapest, 1942.

15. VITÁLIS ISTVÁN: Szén- és szénolajproblémáink. Bány. és Koh. Lapok. Budapest, 1929. évf.

16. TUZSON JÁNOS: Rendszeres növénytan. II. k. Budapest, 1926. p. 150.

17. PLANTA: Landwirtsch. Versuchst. Bd. 32. 1886. p. 215. és Bd. 31. 1889. p. 97.

18. LANGER: Archiv d. Pharm. Bd. 27. 1889. p. 241, 289.

19. VADÁSZ ELEMÉR: Kőszénföldtani tanulmányok. Bpest, 1940.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. ápr. 20-án tartott üléséből.)

ÜBER UNGARISCHE BRAUNKOHLEN VON AUFFALLEND HOHEM HEIZWERT.

Von Korr. Mitglied I. v. VITÁLIS.

1. Im südöstlichen Teile Oberungarns, in der Gemarkung der Ortschaft Csákányháza (Komitat Nógrád) baut man nach der Angabe von F. Pavlíček eine fossile Kohle von 7830 Kalorien Heizwert ab. Diese Tatsache verdient darum ein besonderes Interesse, weil es sich hier weder um karbonische Steinkohle, noch um liassische Schwarzkohle, sondern um eine kainozoische, untermiozäne Braunkohle handelt, die in der nördlichen Bucht des Salgótarjáner Beckens bekannt ist.[1]

Der Heizwert von 7830 Kalorien bei der Csákányházaer Kohle bezieht sich zwar auf die reine Kohle, also auf den wasser- und aschenfreien Zustand der Kohle, jedoch beträgt der Heizwert dieser Kohle stellenweise auch in rohem Zustand, also mit dem Wasser- und Aschengehalt, 6280—6586 Kalorien. Dieser Wert ist auffallend hoch, da der durchschnittliche Heizwert der Salgótarjáner Braunkohle nach den neueren Untersuchungen von J. Varga und Gy. Nyul nur 4200 Kalorien erreicht, sodass die Kohle von Csákányháza einen um 49—56% höheren Heizwert aufweist.

Da der Wassergehalt der Kohle von Csákányháza nur 3·5—6% beträgt, obwohl er bei der Kohle von Salgótarján im Durchschnitt 13% ausmacht, und da diese Csákányházaer Kohle von einer Basaltextrusion durchbrochen wurde, kann der auffallend hohe Heizwert auf die trocknende Wirkung der hohen vulkanischen Temperatur zurückgeführt werden. Diese Annahme wird auch durch die Tatsache bestätigt, dass der Wassergehalt der untermiozänen Braunkohle im Südteil des tertiären Braunkohlenbeckens von Salgótarján, in der Umgebung von Nagybátony, an jenen

Stellen, wo die Kohle von Andesitgängen durchbrochen wurde, sich auf 5—6% verringert und der Heizwert sich auf 5800 Kalorien erhöht.

Die vulkanische Wirkung ist an der unmittelbaren Grenze des Extrusionsgesteins und der Kohle, also im inneren Kontakthof, am stärksten. Vor 30 Jahren sah ich einmal im Grubenfelde des Károly-Schachtes von Salgótarján über einen Basaltstiel in 20 cm Mächtigkeit natürlichen Koks, dessen Wassergehalt nach der Analyse von B. Horváth anstatt des durchschnittlichen 13% nur 2·23% betrug. Der Wassergehalt der mittelmiozänen Braunkohle von Nyitrabánya (Handlova) verringert sich in der Nähe der vulkanischen Gesteine auf 7% und der Heizwert erhöht sich auf 6408 Kalorien. Weiter entfernt vom Kontakt beträgt der Wassergehalt 8—12—18% und so der Heizwert 5000—4500 Kalorien.

Ein ähnlicher Fall wurde auch im Avas-Becken beobachtet, wo die mittelmiozäne Braunkohle von Bujánháza infolge der trocknenden Wirkung des Andesits nur 1·65% Wassergehalt besitzt und ihr Heizwert 6705 Kalorien beträgt.

2. Im Karpatenlande, in der Gemarkung der Ortschaften Uglya, Gánya und Visk (Komitat Máramaros) beträgt der Heizwert der oligozänen-miozänen Braunkohle, bei einem Wassergehalt von 2·20—3·50% und Aschengehalt von 3·24—12·34%, 7628—7966 Kalorien, also einen noch höheren Wert als im Falle der Braunkohle von Csákányháza. Da im Gebiete des Karpathenlandes der Andesit und Rhyolith an vielen Stellen extrudierte und die flözführenden Ablagerungen auch tektonisch starke Dislokationen: Faltungen und Überschiebungen erlitten haben, (14) durfte der auffallend hohe Heizwert auf die trocknende Wirkung der durch den Vulkanismus und den tektonischen Druck entstandenen höheren Temperatur zurückgeführt werden. Die Braunkohle von Gánya, Visk und Uglya besitzt aber auf reine Kohle, also auf wasser- und aschenfreien Zustand umgerechnet, einen Heizwert von 7628, 7830 bezw. 7966 Kalorien. Dieser Wert übertrifft also nicht nur den der miozänen Kohle im Komitat Borsod (6030 Kalorien) und von Salgótarján (6744 Kalorien), sondern auch den der paläozänen, also unter den tertiären Kohlen ältesten, Braunkohle von Tatabánya (6913 Kalorien).

In einer Studie habe ich bereits im Jahre 1929 darauf hingewiesen, dass unter den ursprünglichen Rohstoffen unserer Kohlen die Stoffe von einem Lipoidcharakter: Harze, Wachse, Öle, Fette, stellenweise eine grosse Rolle gespielt haben. Da diese Stoffe einen Heizwert von 9200—9800 Kalorien besitzen, ist es natürlich, dass die fossilen Kohlen, in deren Rohmaterial die an Lipoiden reicheren organischen Stoffe in einer bedeutenderen Quantität vorkommen, einen auffallend hohen Heizwert aufweisen. Unter den Rohstoffen der Kohlen zeichnet sich der Pollen der Blütenpflanzen, sowie die Sporen der Pflanzen von einer niedrigeren systematischen Stellung durch einen hohen Wachs- und Ölgehalt aus. Im Pollen der Kiefer ist nach der Angabe von Planta (17) 4·5% Wachs und 10·63% Öl vorhanden. Zur Blütezeit der Kiefern fällt der Pollen in Wolken ab. Im Jahre 1858 hat man in Schottland beobachtet, dass der aus gelbem Pollen entstandene «Schwefel-Regen» den Boden mit einer 1·5 cm dicken Schicht bedeckte. Die Sporen der Pflanzen von niedrigerer systematischen Stellung enthalten ebenfalls viele Stoffe von einem Lipoidcharakter. Der Fettgehalt der Sporen von Lycopodium beträgt nach LANGER (18) 49%.

Harz, Wachs, Öl und Fett erleiden während des Inkohlungsprozesses kaum eine Veränderung. Diese Stoffe von einem Lipoidcharakter liefern durch Destillierung bei nicht sehr hoher Temperatur den Urteer. Dadurch wird bei manchen fossilen Braunkohlen der Heizwert so auffallend hoch gesteigert.

Im chemischen Laboratorium der Gaswerke von Budapest hat man durch Destillieren zu einer Temperatur von 900° C aus der Kohle von Uglya 20% und aus der von Gánya 16% Teer gewonnen. Der auffallend hohe Heizwert der Braunkohlen aus dem Karpatenlande ist also eine Folge der Anreicherung an Stoffen vom Lipoidcharakter bezw. des grossen Urteergehaltes.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 20. April 1942.)

SZEMNAGYSÁG-ELEMZÉSEK GRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSÁRÓL.

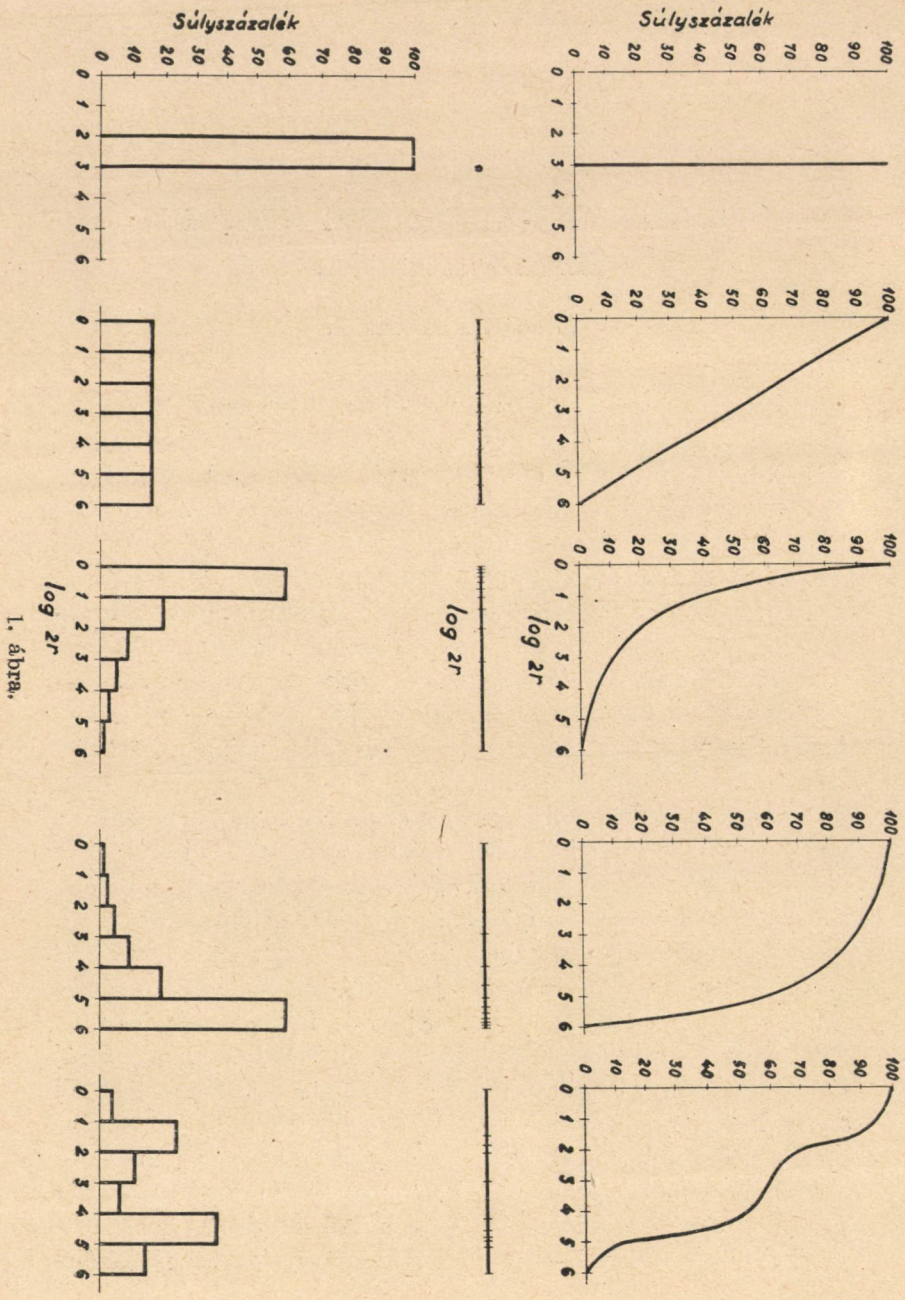
VENDL MIKLÓS-tól.

Amint ismeretes, a szemnagyság-elemzéseket többféle módon, pl. lécekkel, görbékkel (összegvonal, eloszlási görbe vagy diszperzitási görbe), háromszögben stb. ábrázolják. Az ismert módszerek közül a szemnagyság-eloszlás ábrázolására kétségen kívül az összegvonal használata a legegyszerűbb és a legalkalmasabb, ámbár az eloszlási görbe is tagadhatatlanul nagyon tanulságos képet ad.

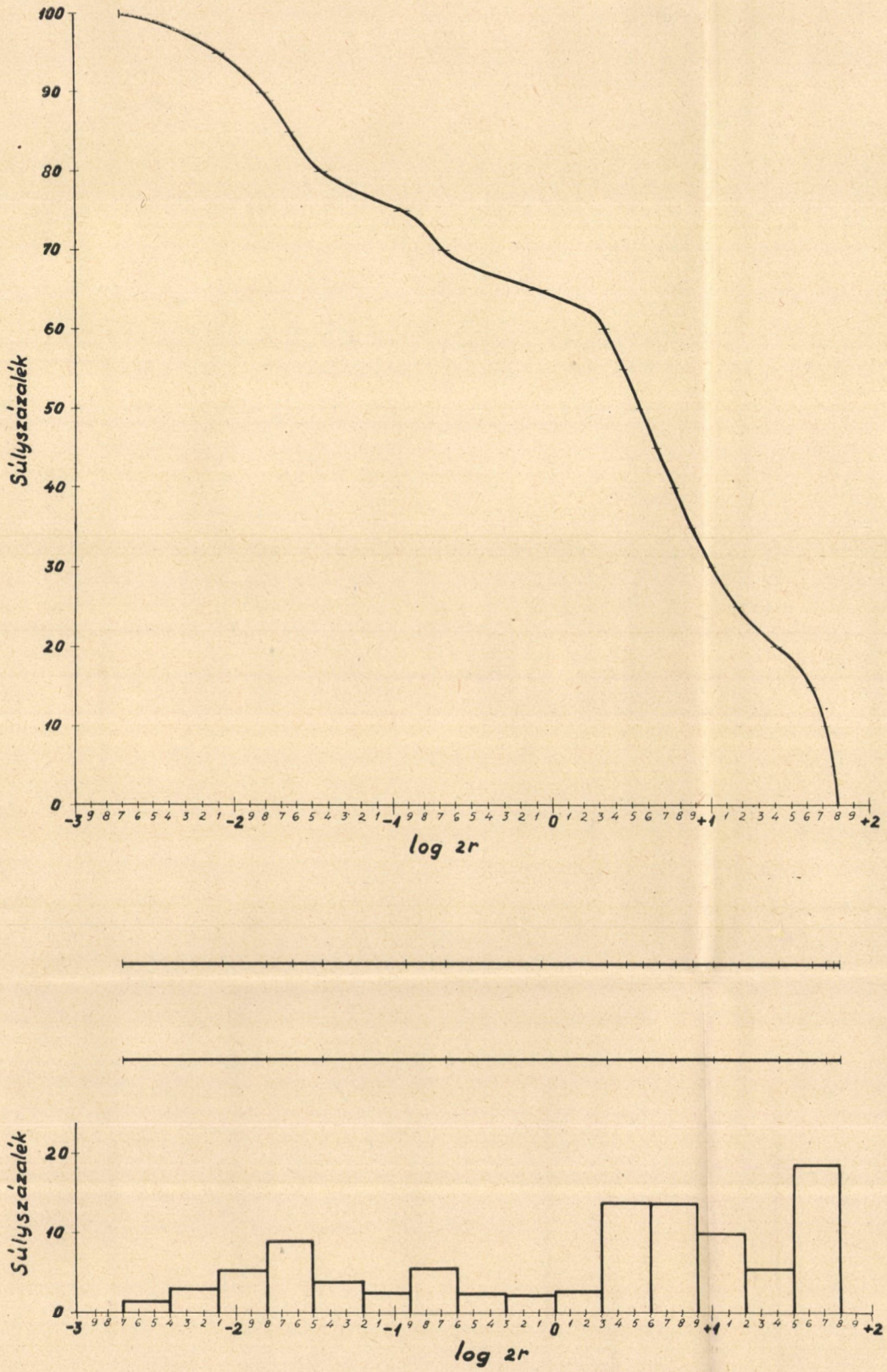
Ha azonban az ember *több* elemzést óhajt *egy* képben e görbékkel ábrázolni, akkor már nagyon kellemetlen nehézségek adódnak, bármennyire is hasznos egy-egy ilyen görbe egymagában. Az áttekinthetőséget ugyanis rendkívül zavarják a görbemetszések és a fedések ugyannyira, hogy sok esetben alig tudjuk a görbéket szemünkkel követni és értelmezni.

Alábbi sorokban egy olyan ábrázolási módot mutatok meg, amely egyrészt egyesíti a két legfontosabb görbefajtának: az összegvonalnak és az eloszlási görbének az előnyeit, másrészt pedig éppen az összehasonlító munkában lehet alkalmazása hasznos.

A logaritmikus méretben ábrázolt összegvonal egymástól 10—10 súlyszázalékra eső pontjait 0%-tól kiindulva egészen 100%-ig az abszcisszatengelyre vetítjük. Az így nyert lécet azután egy másik projekciómezőben derékszögű koordinátákkal az új abszcisszatengellyel párhuzamosan helyezzük el. Ennek az új mezőnek mind az abszicssza-, mind pedig az ordinátatengelye azonos beosztású. Az abszcisszatengely beosztását log $2r$-rel — a keverék szemátmérőinek logaritmusával — az ordinátatengelyét pedig log d-vel — a keverék szemátmérői logaritmusainak aritmetikai középértékével — röviden a szemnagyság középátmérőjé-



1. ábra.



2. ábra. Lejtőtörmelék Conduit Road (Great Falls közeléből).
(l. az adatokat a Táblázatban.)

nek logaritmusával[1] jelöljük. A lécnek a projekciómezőben való magasságát ez utóbbi érték szabja meg, az abszcisszatengely beosztásán pedig a vele párhuzamosan haladó léc minden egyes pontjához tartozó szemnagyság olvasható le.

Amint tudjuk, *négy elméleti összegvonal-alaptípust* különböztethetünk meg. Ez alapgörbék kombinálásával azután minden elképzelhető összegvonal-jelleg megmagyarázható.

Nézzük először az egyszerű összegvonaltípusoknak az abszcisszatengelyükre vetített szerfelett tanulságos léceit. Az 1. ábrán látjuk e négy alaptípust a megfelelő lécekkel egyetemben. Természetesen e típusokat is a logaritmikus szemnagyság-eloszlás alapjára helyezkedve képzeljük el. Amint ez egyébként joggal várható, a 10—10 súlyszázaléknak megfelelő vonások a lécen rögtön felvilágosítanak bennünket az összegvonalak jellegéről és alakjáról. Ha pedig a léceket a rajzban ugyancsak ábrázolt eloszlási görbékkel (piramisos ábrázolásban) hasonlítjuk össze, akkor azt is megállapíthatjuk azonnal, hogy a lécek e görbék jellegéről is tájékoztatnak bennünket. Az 1. ábra utolsó összegvonala, léce és eloszlási görbéje végül egy képzelt általános esetre vonatkozik.

A 2. ábrán egy nagyon szabálytalan szemnagyságeloszlású üledék projekciólécét láthatjuk összegvonalának és négy maximumos eloszlási görbéjének társaságában. Ez ábra egyébként azt is

---

[1] A logaritmikus ábrázolási és számítási mód előnyeiről — szerény véleményem szerint — itt felesleges beszélnem. V. ö. e kérdést illetően pl. GRY HELGE: Eine Methode zur Charakterisierung der Kornverteilung klastischer Sedimente (Geol. Rundschau. Bd. 29. 1938. S. 175—195) c. munkáját, ahol erről a tárgyról értékes összeállítást találhatunk.

[2] Minthogy az ábrázolási mód logaritmikus, úgy véltem, hogy az irodalomban használatos szemátmérő-középértékek közül legmegfelelőbb lesz a logaritmikust választani. Log d-t a következőképpen számítottam:

$$100 \log d = n_0 \frac{\log d_0 + \log d_1}{2} + n_1 \frac{\log d_1 + \log d_2}{2} + \ldots + n_{m-1} \frac{\log d_{m-1} + \log d_m}{2},$$

ahol d_0, d_1, $d_2 \ldots d_m$ a választott intervallumhatárokat, n_0, $n_1 \ldots n_{m-1}$ pedig ez intervallumok megfelelő súlypercentmennyiségét jelenti.

V. ö. még WENTWORTH, C. K.: Method of computing mechanical composition types in sediments. Bull. Geol. Soc. of America. 1929. 40. 771—791. o.

megmutatja, hogy a vetítési pontok megfelelő szaporításával az összegvonal finomabb részleteit is érzékeltethetjük. A legcélszerűbben ez — amint ez az ábra is adja — úgy történhetik meg, hogy 10%-os súlyszázalékköz helyett 5%-osat használunk. Ilymódon e rosszul feldolgozott üledék esetében is már, amint látjuk, a görbék jellemzése kifogástalan.

Végül a 3. ábrában több üledéktípus ábrázolását adom a javasolt új projekciómezőben.

A projekciómezőt a könnyebb áttekinthetőség céljából részmezőkre osztottam fel. E mezők megjelölése a CORRENS használta nevekkel történt.[1]

A projekciómezőnek mind az abszcissza-, mind pedig az ordinátatengelye kettős beosztású. A szemátmérők logaritmusán kívül azok nagyságát is leolvashatjuk milliméterben a tengelyekről.[2]

A lécek segítségével minden esetben világos képet kapunk bármely szemnagyságkeverék két legfontosabb tulajdonságáról : a szemnagyságtartományról és a feldolgozottságról (szortirozottságról). Figyeljük csak meg ebből a szempontból a lécek különböző hosszát, a dúsan vonalazott lécrészletet (=konvex görbület az összegvonalon = eloszlásigörbe-maximum) vessük egybe a gyérebben vonalkázottal (=konkáv görbület az összegvonalon=eloszlásigörbeminimum).

Az ajánlott ábrázolási mód egyébként a NIGGLI javasolta,[3] valamint a «PERCENTILE» számításmód értékeinek ábrázolására is alkalmazható. Első esetben a léc ordinátamagasságát a projekciómezőben a NIGGLI-féle d-érték, utóbbi esetben pedig a P_{50} (a TRASK-féle medianátmérő) logaritmusa adja meg. Ez utóbbi pontot egyébként a lécen mindig ábrázoltuk.

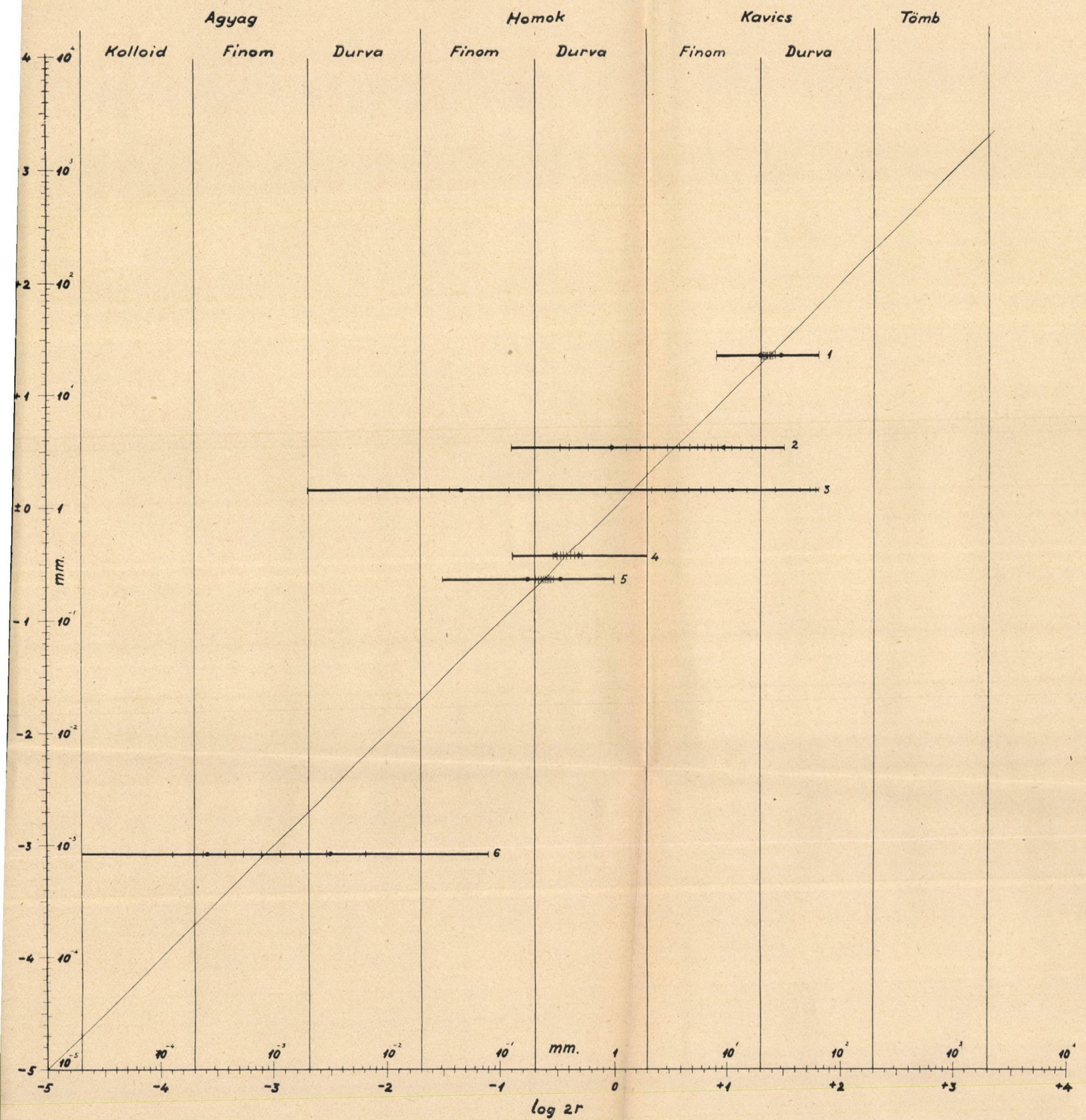
A javasolt ábrázolás logaritmikus mértékkel történik, ezért nagyon apró szemcséjű kőzetek (agyagok) esetében, ahol a jelenleg

---

[1] BARTH TOM F. W., CORRENS CARL W., és PENTTI ESKOLA: Die Entstehung der Gesteine. Berlin, 1939. 152. o.

[2] A szerkesztéshez egyaránt használhatunk egyszerű milliméterpapírt vagy kettős logaritmusú papírt. Előző esetben a logaritmusokkal, utóbbiban pedig a valódi értékekkel dolgozunk.

[3] NIGGLI, P.: Die Charakterisierung der klastischen Sedimente nach der Korngrössenzusammensetzung. Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen. XV. kötet. 1935. 31—38. oldal.



3. ábra. A táblázatban megadott üledékek léckettősvetülete.

használatos meghatározó módszerek hiányossága miatt az alsó szemnagysághatár pontosan nem állapítható meg, szükséges egy értelmes alsó határ megadása, mert $\log 0 = -\infty$. Ezt már CORRENS helyesen felismerte s alsó határul 0·02 μ-t ajánlott. CORRENS ajánlatához mi is csatlakozunk.[1]

A projekciólécen minden tetszésszerinti vagy esetleg fontosnak tartható pont megadható. Ilyen fontos pont feltétlenül a log d vagy esetleg a NIGGLI-féle d érték logaritmusa vagy végül a log P_{50}. E «középértékek» egyikét azonban mindig kiválasztjuk a léc ordinátamagasságául. Ennek az értéknek külön jellel a lécen való megadása egyébként teljesen felesleges, mert ez a pont mindig a projekciómezőt felező és a mező tengelyeivel 45°-ot bezáró egyenesre esik *(«a középátmérők egyenese»)*. Ezt az egyenest mindig berajzoljuk a projekciómezőbe.

Megadhatjuk továbbá pl. a NIGGLI-féle d' és d'', vagy pedig a «PERCENTILE»-számítás esetén a P_{25}, P_{75} pontokat. Különösen tanulságos lehet még a P_5, P_{95} vagy az egyébként már ábrázolt P_{10}, P_{90} pontpár megadása, mert a lécnek e pontok által határolt hosszúsága a mértékadó vagy jellegzetes szemnagyságtartományról sok esetben többet mondó képet ad, mint a lécnek valódi hossza.

Mi például minden lécen az összkeverék (az üledék) d-vel történt kettéosztásával nyert két részlet szemátmérői logaritmusának az aritmetikai közepét adtuk meg (log d'' és log d').[2]

---

[1] CORRENS, CARL W.: Die Sedimente des äquatorialen Atlantischen Ozeans. A. Die Verfahren der Gewinnung und Untersuchung der Sedimente. Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Atlantischen Expedition auf dem Forschungs- und Vermessungsschiff «Meteor» 1925—1927. Berlin und Leipzig, 1935. 25. o.

A WENTWORTH-skála használata esetén az alsó határt 0·02 μ helyett (amely érték az ATTERBERG-féle skálának felel meg) értelemszerűen 1/65,536 mm = 0·0153 μ-nak lehetne talán venni. Ebben az értekezésben azonban 0·02 μ-nal számoltam.

[2] Például d' számítása:

$$p \log d' = n_0 \frac{\log d_0 + \log d_1}{2} + n_1 \frac{\log d_1 + \log d_2}{2} + \ldots n_a \frac{\log d_a + \log d}{2}$$

d_0, d_1, $d_2 \ldots d_a$ és mint új érték d az intervallumhatárokat, n_0, $n_1 \ldots n_a$ pedig az intervallumokba eső súlyszázalékmennyiségeket és végül p a finomabb frakció súlyszázalékmennyiségét jelenti.

Minthogy a középértékek (d, d', d'') a számítás alapjául vett inter-

A lécek mellé alkalmilag még olyan más jellegű fontos értékeket is odaírhatunk, amelyek az üledék származásának megítélésében lehetnek fontosak (így pl. kavicsok esetében a SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR-féle $p/2+v$ közepes görgetési fokot egy kiválasztott ásványra vagy kőzetre vonatkoztatva[1] stb.).

Könnyen belátható, hogy a projekciólécek alapján mind az összegvonal, mind pedig az eloszlási görbe könnyen visszaszerkeszthető. Továbbá a projekcióléc minden egyes pontjához tartozó súlyszázalékmennyiséget egyszerűen és kielégítő pontossággal már 10—10% súlyszázalékközökkel történt léceszerkesztés esetén is megállapíthatjuk. (Némelykor azonban — mégpedig különösen akkor, ha az összegvonal nagyon erős görbületekkel bír, — ajánlatos a lécet inkább 5%-os súlyszázalékközökkel megszerkeszteni. Ugyancsak célszerű jól szortirozott kőzet esetében a lécet nagyobb léptékkel ábrázolni.) 10 vagy esetleg 5 súlyszázalék pontosságig elegendő a léc egyik végétől a vonalkákat egyszerűen leszámolni, a még hiányzó százalékmennyiséget pedig abban az intervallumban, amelybe a kérdéses pont esik, interpolációval állapítjuk meg.[2]

Végül rámutathatunk arra is, hogy a CORRENS-féle részmezőkbe eső súlyszázalékok is gyorsan és kielégítő pontossággal állapíthatók meg.

---

vallumhatárok, valamint ez intervallumok száma szerint kissé ingadoznak, kívánatos mindig a használt számítási módot röviden megadni. Én ebben a dolgozatban, ahol csak tehettem, mindig a WENTWORTH-féle intervallumokat használtam. Kivételt csupán a d' és d'' számításában kellett tennem, ahol a d szükséges figyelembevétele a d-vel határolt intervallumra azt lehetetlenné tette. A MALLIS-i szeptáriaagyag frakcióhatárait az elemző *Schlünz* másképpen választotta meg, ezért a kezdő intervallum egyik határa itt sem lehetett a WENTWORTH-féle. Ez agyag végpontját pedig a CORRENS ajánlotta 0·02 μ-nal vettem egyenlőnek. Természetesen képezhetünk más logaritmikus intervallumokat is, így pl. az ATTERBERG-féléket.

[1] SZÁDECZKY-KARDOSS ELEMÉR: Die Bestimmung des Abrollungsgrades. Zentralblatt f. Min. stb. 1933. B. 389—401. o.

[2] Mérés és arányszámítás helyett az interpolációt könnyebben és mindamellett kielégítő pontossággal grafikusan is elvégezhetjük. E célból a projekcióléc helyzetének megfelelően az abszcisszatengely logaritmikus beosztásán valahol egy vagy két teljes intervallumot (pl. +1-től +2-ig, vagy —1-től +3-ig stb.) választunk ki. E hosszúság két végpontját két egyenessel a projekcióléc ama intervallumának két végpont-

Végül tekintettel kell lennünk arra, hogy a projekciómezőben kivételesen két (vagy esetleg több) léc is részben vagy egészen fedheti egymást. (Ilyen eset egy ábrázolási módnál sem kerülhető el!) Ilyenkor az egyik lécet a rendelkezésre álló hely szerint kissé feljebb vagy lejjebb helyezzük el s nem folytonos, hanem vonalkázott egyenessel rajzoljuk be. A d (vagy esetleg a NIGGLI-féle d vagy a P_{50}) pontot ilyen esetben azonban vastagabb vonallal megjelöljük, azért, hogy így a léc helyes ordinátaértékét, vagyis a léc valódi helyzetét rögtön megállapíthassuk.

Az ajánlott ábrázolási mód egyébként alogaritmikusan megszerkesztett összegvonalak érzékeltetésére is alkalmas, csak a projekciómező skáláját kell ilyenkor alogaritmikusnak vennünk. Ez esetben azonban természetesen elvesznek a logaritmikus ábrázolás előnyei.

Azt hiszem, alig szükséges hangsúlyoznom azt, hogy ez az ábrázolási mód nemcsak üledékek esetében, hanem esetleg szükséges értelemszerű változtatással minden olyan esetben is használható, amikor csak eloszlási görbék összehasonlításáról szó lehet.

A tárgyalt ábrázolás az összegvonal kétszeres vetítése. (1. Az összegvonal vetítése az abszcisszatengelyére. 2. Az így nyert összegvonalléc vetítése egy másik projekciómezőbe.) Minthogy pedig lécekkel dolgozunk, ezt az ábrázolási módot talán *léckettősvetítésnek* nevezhetnők el.

A 2. és 3. rajzban ábrázolt üledékek és számértékek.

1. Tengerparti kavics. Long Beach, Gloucestertől északra, Mass. Elemző: WENTWORTH C. K., TWENHOFEL W. H.: Treatise on sedimentation. London, 1926. 158. o. 7. rajz.

2. Folyókavics. Klondike River Dunraven közelében. Alaska. Elemző: UDDEN J. A., TWENHOFEL W. H. id. mű 8. rajz.

---

jával kötjük össze, amely intervallumba az interpolálandó pont esik. E két egyenes metszéspontját megkeresve, a pontból egyenest vonunk az interpolálandó ponton át. Ez egyenesnek az abszcisszatengelyen választott hosszon megkeresett metszéspontja rögtön lehetővé teszi a korrekcióhoz szükséges százalékmennyiség megállapítását, mert e választott hossz egy teljes intervalluma 10 egyenlő részre van felosztva, tehát egy résznek a hossza $10/10a = 1/a\%$, vagy $5/10a = 1/5a$ %, ahol a a használt teljes logaritmusintervallumok számával egyenlő.

Táblázat.

Elemzés	1	2	3	4	5	6	7
1.	> 64	—	$\log d_{max} = +1{\cdot}806$	$d_{max} = 64$	$p_{max} = 0$	0	0
	32	5·0	$\log d'' = +1{\cdot}463$	$d'' = 29{\cdot}029$	$p'' = 7{\cdot}2$	8·8	7·8
	16	98·6	$\log d = +1{\cdot}365$	$d = 23{\cdot}193$	$p = 39{\cdot}6$	39·6	39·6
	8	100·0	$\log d' = +1{\cdot}279$	$d' = 19{\cdot}019$	$p' = 96{\cdot}0$	90·4	95·3
			$\log d_{min} = +0{\cdot}903$	$d_{min} = 8$	$p_{min} = 100{\cdot}0$	100·0	100·0
2.	> 32	—	$\log d_{max} = +1{\cdot}505$	$d_{max} = 32$	$p_{max} = 0$	0	
	16	10·9	$\log d'' = +0{\cdot}965$	$d'' = 9{\cdot}215$	$p'' = 25{\cdot}9$	25·9	
	8	31·5	$\log d = +0{\cdot}538$	$d = 3{\cdot}448$	$p = 57{\cdot}4$	57·1	—
	4	54·4*	$\log d' = -0{\cdot}026$	$d' = 0{\cdot}941$	$p' = 79{\cdot}7$	79·5	
	2	67·5	$\log d_{min} = -0{\cdot}903$	$d_{min} = 0{\cdot}125$	$p_{min} = 100{\cdot}0$	100·0	
	1	79·1					
	1/2	86·4					
	1/4	98·7					
	1/8	100·0					
3.	> 64	—	$\log d_{max} = +1{\cdot}806$	$d_{max} = 64$	$p_{max} = 0$	0	0
	32	18·7	$\log d'' = +1{\cdot}040$	$d'' = 10{\cdot}9721$	$p'' = 28{\cdot}9$	29·5	29·2
	16	24·2	$\log d = +0{\cdot}160$	$d = 1{\cdot}4446$	$p = 63{\cdot}2$	61·8	62·2
	8	34·1	$\log d' = -1{\cdot}351$	$d' = 0{\cdot}04456$	$p' = 78{\cdot}8$	78·9	79·1
	4	47·8	$\log d_{min} = -2{\cdot}709$	$d_{min} = 0{\cdot}00195$	$p_{min} = 100{\cdot}0$	100·0	100·0
	2	61·6					
	1	64·4					
	1/2	66·6					
	1/4	69·0					
	1/8	74·6					
	1/16	77·1					
	1/32	81·0					
	1/64	90·0					
	1/128	95·5					
	1/256	98·5					
	1/512	100·0					
4.	> 2	—	$\log d_{max} = +0{\cdot}301$	$d_{max} = 2$	$p_{max} = 0$	0	
	1	0·1	$\log d'' = -0{\cdot}313$	$d'' = 0{\cdot}4859$	$p'' = 18{\cdot}8$	17·4	
	1/2	14·6	$\log d = -0{\cdot}418$	$d = 0{\cdot}3819$	$p = 51{\cdot}2$	52·8	—
	1/4	96·4	$\log d' = -0{\cdot}528$	$d' = 0{\cdot}2966$	$p' = 84{\cdot}8$	84·8	
	1/8	100·0	$\log d_{min} = -0{\cdot}903$	$d_{min} = 0{\cdot}125$	$p_{min} = 100{\cdot}0$	100·0	
5.	> 1	—	$\log d_{max} = -0{\cdot}000$	$d_{max} = 1$	$p_{max} = 0$	0	0
	1/2	0·1	$\log d'' = -0{\cdot}490$	$d'' = 0{\cdot}32387$	$p'' = 3{\cdot}3$	9·6	4·8
	1/4	43·4	$\log d = -0{\cdot}625$	$d = 0{\cdot}23737$	$p = 57{\cdot}0$	56·0	56·6
	1/8	99·1**	$\log d' = -0{\cdot}771$	$d'' = 0{\cdot}16954$	$p' = 97{\cdot}0$	90·9	95·4
	1/16	99·9	$\log d_{min} = -1{\cdot}505$	$d_{mix} = 0{\cdot}03125$	$p_{min} = 100{\cdot}0$	100·0	100·0
	1/32	100·0					
6.	>0·080***	—	$\log d_{max} = -1{\cdot}100$	$d_{max} = 0{\cdot}080$	$p_{max} = 0$	0	
	0·064	0·5	$\log d'' = -2{\cdot}516$	$d'' = 0{\cdot}00305$	$p'' = 18{\cdot}7$	19·2	
	0·024	3·0	$\log d = -3{\cdot}074$	$d = 0{\cdot}00084$	$p = 47{\cdot}9$	48·0	—
	0·011	6·1	$\log d' = -3{\cdot}587$	$d' = 0{\cdot}00026$	$p' = 78{\cdot}2$	78·3	
	0·002	26·2	$\log d_{min} = -4{\cdot}699$	$d_{min} = 0{\cdot}00002$	$p_{min} = 100{\cdot}0$	100·0	
	0·0001	92·5					
	0·00002	100·0					

* Wentworthnál 54·3%. Minthogy azonban ekkor az elemzés összege 100% helyett csak 99·9%, éltem e kis korrekcióval.

** Wentworthnál 99·2%. Minthogy azonban ekkor az elemzés összege 100% helyett 100·1%, éltem e kis korrekcióval. *** Extrapolált érték.

3. Lejtőtörmelék. «Rain washed slope detritus» Conduit Road, Great Falls közeléből, Md. Elemző: WENTWORTH C. K., TWENHOFEL W. H. id. mű, 183. o., 15. rajz.

4. Tengerparli homok. Part Asbury Park-tól délre, New Jersey. Elemző: WENTWORTH C. K., TWENHOFEL W. H. id. mű 166. o., 10. rajz.

5. Buckahomok. Bucka Mineral Springs-nél, Ind. Elemző: TROWBRIDGE A. C., TWENHOFEL W. H. id. mű 168. o., 12. rajz.

6. Szeptáriagyag Mallisból. Elemző: SCHLÜNZ F. K.; TOM F. W. BARTH, CARL C. CORRENS, PENTTI ESKOLA: Die Entstehung der Gesteine. Berlin, 1939. c. könyvéből. 179. o.

Magyarázat a táblázat oszlopainak számértékeihez.

1. oszlop. Az elemzések frakcióhatárai milliméterekben.
2. oszlop. Az elemzés megállapította súlyszázalékmennyiségek.
3. oszlop. A fontos szemátmérők logaritmusai. (Az ábrázolásnál a logaritmusokat csak a harmadik tizedesig vettem figyelembe. A középértékek számítása azonban nagyobb pontossággal történt.)
4. oszlop. A fontos szemátmérők milliméterekben.
5. oszlop. Az összegvonalról leolvasott súlyszázalékmennyisége annak a részletnek, amely durvább, mint d_{max}, d' stb. szemátmérő.
6. oszlop. A 10 súlyszázalékos intervallumok alapján megszerkesztett projekciólécen grafikus szerkesztéssel megállapított súlyszázalékmennyisége annak a részletnek, amely durvább, mint d_{max}, d' stb. szemátmérő.
7. oszlop. Az 5 súlyszázalékos intervallumok alapján megszerkesztett projekciólécen grafikus szerkesztéssel megállapított súlyszázalékmennyisége annak a részletnek, amely durvább, mint d_{max}, d' stb. szemátmérő.

d_{max} = az üledék legnagyobb szemátmérője milliméterekben.
d'' = a durvább részlet logaritmikusan számított közepes szemátmérője milliméterekben.
d = az üledék logaritmikusan számított közepes szemátmérője milliméterekben.
d' = a finomabb részlet logaritmikusan számított közepes szemátmérője milliméterekben.
d_{min} = az üledék legkisebb szemátmérője milliméterekben.
p_{max} = a d_{max}-hoz tartozó súlyszázalékmennyiség.
p'' = a d''-höz tartozó súlyszázalékmennyiség.
p = a d-hez tartozó súlyszázalékmennyiség.
p' = a d'-höz tartozó súlyszázalékmennyiség.
p_{min} = a d_{min}-hoz tartozó súlyszázalékmennyiség.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1940. jún. 23-án tartott üléséből.)

MEGFIGYELÉSEK A KÖRNYÉKI VÉRKERINGÉSEN.

(Székfoglaló értekezés.)

HERZOG FERENC r. tagtól.

A szívnek központi helyzete és a vérkeringést fenntartó munkája még nem jelenti azt, hogy a vérpálya többi részének csak alárendelt szerepe volna. Az élettani vizsgálatok szerint a vérerek ugyanis résztvesznek a keringés szabályozásában, sőt a szívtől független fontos működést is kifejtenek. A verőerek nemcsak vezetik a vért, hanem az érmozgató idegek hatására tágasságukat változtatják, s ez által szabályozzák a vérnek elosztását a szervek között és a működő szervbe több vért juttatnak, mint abba, amely nyugalomban van. A hajszálereknek ezirányú működése még fejlettebb, mert igen nagy mértékben változtathatják tágasságukat. A nyugvó szervben a hajszálerek nemcsak szűkülnek, hanem nagy részük egészen elzáródik, a szervnek működésekor pedig anyagcseretermékek hatására kitágulnak, az előbb zárt hajszálerek megnyílnak és a vérrel telt hajszálerek száma húszszorosra is emelkedhetik. A gyüjtőereknek szerepe sem passzív, mert a falaikban végződő idegek hatására ezek is változtatják tágasságukat és ezáltal szabályozzák a szívbe visszaáramló vérnek mennyiségét. A vérerek tehát egyrészt szabályozzák a szervek változó szükséglete szerint azoknak vérellátását és másrészt rendes működésük biztosítja a szívnek kellő telődését vérrel, ami feltétele az eredményes szívműködésnek. Ezek értelmében egyenrangúnak tarthatjuk a szívnek és a vérpálya többi részének működését.

A klinikai megfigyelés is igazolja a vérerek ezen működésének igen nagy jelentőségét. Általános keringészavart nemcsak a szívműködés gyengülése, hanem a környéki keringés kóros megváltozása is okozhat. Szívgyengeség esetén csökken a perctérfogat, a

keringés lassul, pangás keletkezik és a véreloszlás kórossá válik, de ugyanolyan súlyos keringészavar támad akkor is, ha a collapsusban környéki erek kitágulnak, s a vér nagy része főképpen a hasűri erekben halmozódik fel és nem juthat el a szívbe. Mindkét esetben a keringészavar nagyon súlyos, sőt halálos lehet.

A vérpálya környéki szakaszának alkatán is alapul, hogy a kisebb és legkisebb ereknek igen nagy hatásuk lehet a keringésre. Ebbecke szerint a nagy vérkörben a hajszálerek harántmetszetének összege 1000-szerese az aorta harántmetszetének, a véráram medre tehát ezen a helyen igen erősen kitágul és ezért a hajszálereken, úgyszintén a kis gyüjtő- és verőereken nagy területen keletkező tágulásnak igen nagy hatása lesz a vérnek eloszlására, a keringésre. Másfelől pedig ez a tág meder sok millió, a vérsejteket éppen átengedő hajszálérből áll és ezért ezekben és a legkisebb verőerekben is igen nagy az ellenállás és ennek következtében a vérnyomás itt nagyon erősen csökken. Ez a nagy ellenállás a vérpálya környéki szakaszában tartja fenn a verőeres nyomást, ez létesíti a nagy nyomáskülönbséget a verőeres és a gyüjtőeres nyomás között és ezen ellenállásnak fokozódása a kis erek szűkülése következtében szerepelhet a szívet is megterhelő kórosan nagy verőeres vérnyomás keletkezésében.

A kis ereknek kóros működése, tágulása vagy szűkülése tehát hatással lehet a keringés egészére, a szívre is, azonban klinikai szempontból jelentőséges az is, hogy a kis ereknek betegsége, anatómiai elváltozása vagy csak kóros működése sokszor csak bizonyos szűk területen fejlődik ki és okoz többé-kevésbbé súlyos keringészavart. Mindkét esetben a környéki keringésnek vizsgálatával nyerhetünk felvilágosítást a legkisebb erek állapotáról és ezt a kérdést utóbb éppen olyan behatóan tanulmányozzák, mint már régóta a szívnek működését. Klinikámon is számos éve foglalkozunk a környéki keringéssel és ennek vizsgálatát részben saját módszereimmel végezzük. Az ezekkel végzett megfigyeléseimet óhajtom röviden ismertetni.

Az egyik kérdés, amellyel foglalkoztam, a bőr kis vérereiben uralkodó nyomást illeti. Ennek meghatározása annál is inkább látszott érdemesnek, mert ez a nyomás nemcsak kisebb területen keletkezett környéki keringészavar folytán változhatott meg

hanem a nagy verőeres nyomással járó betegségekben, továbbá a szívgyengeséget okozó szívbajokban is ezen kis ereknek általános szűkülése következtében csökkenhetett.

A bőr vérereiben uralkodó nyomás mérésére a kéznek ujjain egy egyszerű eszközt szerkesztettem. Egy 11 cm hosszú és 3 cm átmérőjű vastagfalú üvegcsőnek egyik végét összekötöttem a Riva—Rocci-féle vérnyomásmérő készülékkel, az üvegcső másik végére pedig megfelelő módon egy átlátszó vékony gumiujjat szereltem úgy, hogy a gumiujj az üvegcsőben foglalt helyet. A bete-g nek egy gumigyűrű feltolásával vértelenített ujját szíve magasságában helyezzük a gumiujjba, mely azt csak lazán borította, és ezután a Riva—Rocci-féle készülékkel az üvegcsőben nyomást létesítünk, mely a vékony gumiujjon keresztül a vértelenített halvány ujjra nehezedik. Ha most az ujjra feltolt gumigyűrűt átvágjuk és ezáltal megszüntetjük az art. digitales leszorítását, akkor az ujjra nehezendő nyomás nagysága szerint rögtön vagy csak lassan áramlik be a vér az ujj bőrébe és ez gyorsan, 2″-en belül vagy csak lassan kipirul, ami az átlátszó gumiujjon keresztül jól megfigyelhető. Azt a legkisebb nyomást, amely már késleltette a bőr kipirulását, a vér beáramlását a bőrbe, tekintettem a bőr ereiben uralkodó nyomás mértékének és ezt neveztem bőrérnyomásnak. Ez a nyomás függ egyrészt a verőeres nyomástól, amire tekintettel kell lenni a bőrérnyomás nagyságának értékelésekor, másrészt pedig függ a kis bőrerek ellenállásától, minél nagyobb ez az ellenállás, annál kisebb a bőrérnyomás.

Bár az ily módon végzett mérés eredménye csak bizonyos fokig tájékoztat a bőr ereiben uralkodó nyomásról és arra sem tudunk abból következtetni, hogy a vérpálya környéki szakaszának két részében, az arteriolákban, illetőleg a hajszálerekben milyen nagy a nyomás — klinikai célra, a bőr ereiben uralkodó nyomás összehasonlítására egészséges embereken és betegeken ez az eljárás megis használhatónak bizonyult, éppen úgy, mint más, a klinikán általánosan használt és bevált, csak megközelítő értékeket adó mérések.

Egészséges embereken a bőrérnyomás 40 és 50 mm Hg közt volt, a systolés verőeres nyomás pedig ezen esetekben 90 és 140 mm Hg közt változott. *Akut diffus vesegyulladásos betegeken*, kiknek

verőeres nyomása nagyobb vagy rendes volt, a bőrérnyomás az esetek egy részében 20 és 30 mm Hg volt, más esetekben rendesnek bizonyult. A vesegyulladás javulásakor a bőrérnyomás nagyobb lett, a systoles verőeres nyomás pedig csökkent. *Essentiális hypertoniás betegeken* a bőrérnyomás némelykor rendes, többnyire kissé, néha lényegesen is nagyobb volt, azonban a nyomáscsökkenés a verőeres nyomástól rendszerint nagyobb, gyakran sokkal nagyobb volt, mint egészséges embereken. *Decompensált szívbajos betegeken* az esetek túlnyomó többségében a bőrérnyomás kisebb, 10—30 mm Hg volt, néhány esetben a normális alsó határán volt és csak egyben volt 50 mm Hg. A verőeres nyomás mindezen esetekben rendes volt. Öt betegen a szívgyengeség megjavulása után is megmérhettem a bőrérnyomást. Ez mindegyik esetben fokozódott vagy elérte a normális értéket, viszont a verőeres nyomás nem változott vagy csak kissé, 5—15 mm Hg-vel nagyobbodott.

Jóllehet ezekben a betegségekben nem volt állandó a bőrérnyomásban észlelt eltérés, mégis jellemzőnek lehet azt tekintenem az illető betegségre, mert az eltérés iránya mindig ugyanaz volt, és mert ezen bajoknak más fontos klinikai tünetei sem állandóak.

Ezenkívül méréseket végeztem olyan betegeken, akiknek kezén környéki keringészavaron alapuló tünetek voltak. *Környéki arteriosclerosisban, arteriitisben, sclerodermiában és vasoneurosisokban* rendes verőeres nyomás mellett a bőrérnyomás 10—30 mm Hg volt és több esetben olyan alacsony volt, hogy mérése nem sikerült.

Végül volt segédem, Mészáros Károly alacsonyabb bőrérnyomást talált *primaer és secundaer idült polyarthritises betegek* többségében, ezzel szemben a recidiváló és a subacut esetekben ez a nyomás többnyire rendes volt.

Mielőtt ezen mérések jelentőségével foglalkoznék, egy másik eljárásommal legutóbb végzett megfigyeléseimet ismertetem, mert ezekből is a bőr kis ereinek, nevezetesen az arterioláknak állapotára lehet következtetni és ezért célszerű a két eljárással nyert adatoknak jelentőségét együttesen megbeszélnem.

Általánosan ismert, hogy nemcsak a piros, hanem a halvány bőr is meleg lehet, és hogy nemcsak a halvány, hanem a piros bőr is sokszor hideg. Ennek magyarázatával foglalkozva Ebbecke

hangsúlyozta először a bőr színének és hőmérsékének egészen eltérő jelentőségét. A szín ugyanis a bőr vértartalmától, a hőmérsék pedig a bőrön átáramló vér mennyiségétől függ. Mivel a bőr vértartalma a hajszálerek tágasságától függ, a bőr halvány, ha ezek az erek szűkek és piros, ha kitágultak, és mivel az átáramló vér mennyiségét az arteriolák tágassága szabja meg, a bőr hideg, ha az arteriolák szűkek és meleg, ha kitágultak. A bőr színe és hőmérséke tehát a környéki vérpálya két különböző szakaszának állapotáról tájékoztat és mivel a hajszálerek és az arteriolák működése egymástól meglehetősen független, a bőrnek színe és hőmérséke között sincsen összefüggés.

A bőrhőmérséknek mérése a bőr színének megfigyelésével együtt ezért nagyon alkalmasnak látszott annak kimutatására, hogy a környéki keringés megváltozása az arterioláknak vagy a hajszálereknek, vagy pedig mindkettőnek kóros működésén alapul-e. Ez vezetett a következő vizsgálatokban.

Mivel a bőrhőmérsék a bőr hőleadásától is függ és erre hat a bőr vastagsága, a perspiratio insensibilis, esetleges verejtékezés és igen nagy mértékben a környezetnek hőmérséke és mivel mindezek a tényezők esetenként különbözők és nagy részük nem határozható meg, a bőrhőmérsék megmérésével még nem nyerhetünk felvilágosítást a bőrön átáramló , a bőrt melegítő vérnek mennyiségéről, az arteriolák tágasságáról.

Ezért más módon, az arteriolákon kiváltott reactiók segítségével törekedtem az arteriolák állapotát megvizsgálni. Először hőingerekkel váltottam ki reactiókat, azonban ezekkel nem jutottam egyöntetű eredményekre, valószínűleg azért, mert bár az inger hőmérséke és tartama mindig ugyanaz volt, annak hatása mégis különböző lehetett a vizsgált egyén bőrének hőmérséke szerint, mely esetenként nagyon különböző volt. Az érreactio kiváltására alkalmazott bizonyos hőfokú meleginger nyilván másképpen hatott a hűvös bőrre, mint a meleg bőrre, amelynek hőmérséke csak kevésbbé különbözött az inger hőmérsékétől.

Azonban használhatónak bizonyult a következő eljárás, amely lényegében közel áll a mindennapi életben is gyakran adódó viszonyokhoz. Sokszor előfordul, hogy bőrünk kisebb területen hosszabb ideig tartó nyomásnak van kitéve és ilyenkor ezen a helyen vér-

szegénység támad, a bőr halvány lesz, a nyomás megszűnése után pedig ugyanott bővérűség keletkezik, a bőr kipirul. Ezen primitív-érreactio kiváltására hasonló viszonyokat létesítettem azáltal, hogy a betegnek karját vértartalmának csökkentése végett három percig felemelve tartottam, majd a kar ezen helyzetében a felkaron leszorítva az ereket felfüggesztettem vérkeringését. A leszorítást két perc mulva hirtelen megszüntettem, mire megindult a keringés. A kísérlet folyamán megfigyeltem a bőr színét és hőmérsékét. Egészséges emberen a keringés megakasztása után a bőr halvány lesz és hőmérséke, mely a kísérlet előtt állandó volt, lényegesen csökken, a keringés megindulása után pedig a bőr kipirul, majd hőmérséke is emelkedni kezd. A bőr kipirulása, a reactív hyperaemia a hajszálerek tágulásának, a bőr vértartalma fokozódásának a jele, ezzel szemben a reactív felmelegedés az átáramló vérmennyiség nagyobbodásának, az erteriolák tágulásának a következménye. Mindkét esetben ezek a kis erek nemcsak vérrel telődnek, hanem ki is tágulnak. A vérkeringés szünetelése alatt felhalmozódott anyagcseretermékek váltják ki ezen érreactiókat és mivel erre az ingerre egészséges embereken egyöntetű és különféle betegségekben ezekre jellemző reactiók keletkeztek, a vizsgálatnak ezen módja alkalmasnak bizonyult mind a hajszálerek, mind az arteriolák működésének megfigyelésére. Mindkét reactio létrejöttének feltétele, hogy a verőeres vérellátás zavartalan legyen, mert ha a nagyobb verőerek szűkültek, akkor mindkét reactio hiányos, késhetik vagy egészen is elmaradhat.

A bőrhőmérsék mérését Büttner-nek a Lange-féle multiflex galvanometerrel ellátott eszközével végeztem a kéz ujjain, a második ujjperc háti felszínén a vizsgált egyének megfelelő elhelyezése és előkészítése után. Ha a már említett módon csökkentettem a felső végtag vértartalmát és leszorítottam nagy ereit, s ezután hirtelen szabaddá tettem a keringést, akkor egészséges embereken a reactiv hyperaemia a keringés megindulása után néhány másodperc alatt kifejlődött és egy perc mulva többnyire már csökkeni kezdett, a reactiv felmelegedés azonban nem rögtön kezdődött, a bőr hőmérséke ugyanis eleinte változatlan maradt, néha még kissé csökkent is és csak $^1/_4$—$^1/_2$ perc mulva kezdett emelkedni és két perc mulva érte el a kísérlet előtti hőmérséket, sőt némelykor meg

is haladta azt. Ezután a bőrhőmérsék rendszerint már nem változott. Ebből arra lehetett következtetnem, hogy a beáramló vér előbb megtölti a kitágult hajszálereket a nélkül, hogy a bőrön átáramló vérmennyiség számottevően nagyobbodnék, és hogy ez csak $^1/_4$—$^1/_2$ perc mulva kezd lényegesen fokozódni. Ezért előzi meg a bőrnek kipirulása annak felmelegedését. A bőrnek melegedése sokszor még akkor is tartott, amikor a bőr már halványodott, ami szintén azt bizonyítja, hogy a bőrnek melegedése nem a hajszálereknek, hanem az arterioláknak tágulásával függ össze. Ezenkívül arterio-venosus anastomosisok megnyílása is előmozdíthatja a bőrnek felmelegedését. Betegeken végzett méréseim eredménye a következő:

Klimaxban, csekély lázzal járó betegségekben és gyomorfekélyes betegeken a reactiv hyperaemia egészen rendesen kifejlődött, a reactiv felmelegedés azonban az esetek egy részében nem jött létre vagy pedig csak későn és nem kellő mértékben fejlődött ki.

A reactiv felmelegedés vizsgálatára tulajdonképpen az indított, hogy valószínűnek tartottam, hogy ezzel az eljárással is felvilágosítást nyerhetek az arteriolák állapotáról a nagy vérnyomással járó betegségekben, aminek megismerése a nagy vérnyomás kórfejlődésére deríthetett fényt.

Essentialis hypertoniás betegeken a reactiv felmelegedés és hyperaemia a rendes módon kifejlődött.

Acut diffus vesegyulladásban szenvedő betegeken a reactiv hyperaemia mindig rendesen kifejlődött, ellenben a reactiv felmelegedés egy betegen sem jött létre. Három beteget gyógyulásuk után is alkalmam volt megvizsgálni. Az előbb nagyobb verőeres nyomás most rendes volt és mindegyik betegen a reactiv felmelegedés is gyorsan és a rendes mértékben kifejlődött.

Segédem, MARSOVSZKY PÁL, számos *decompensált szívbajos betegen* vizsgálta meg a reactiv felmelegedést. Ez egy beteg kivételével minden esetben erősen késett és hiányos volt vagy egészen elmaradt, ezzel szemben a reactiv hyperaemia mindig rendes volt. Öt beteget a compensatio helyreállása után is vizsgálhatott és ekkor a reactiv felmelegedést is rendesnek találta. Ezenkívül könnyű és súlyos *vasoneurosisokban és környéki keringészavarral járó sclerodermiában* is megvizsgálta a reactiv felmelegedést. Ez

minden esetben hiányzott és néhány esetben a reactiv hyperaemia is késett vagy hiányos volt. A hajszálereken pedig kapillármikroskoppal az ismeretes eltéréseket találta.

Végül magam még primaer és secundaer *idült polyarthritisben szenvedő láztalan betegeken* végeztem méréseket, mert ezen bajokban sokszor keletkeznek az ujjakon környéki keringészavarra utaló panaszok. Eseteim túlnyomó többségében a reactiv felmelegedés hiányzott vagy nem fejlődött ki a rendes mértékben.

A bőrérnyomásnak és a reactiv felmelegedésnek mérésével nyert megfigyeléseim jelentőségét a következőkben foglalom össze.

A bőr ereiben uralkodó nyomás egészséges embereken állandóbb, mint a verőeres nyomás, tehát a bőrérnyomás inkább függ a bőr kis erei szolgáltatta ellenállástól, mint a verőeres nyomástól. Az arteriolák működésének vizsgálatára alkalmasnak bizonyult a reactiv felmelegedésnek mérése, mert ez a felmelegedés nem a hajszálerek tágulásával, hanem az áramlástérfogatot növelő arteriolatágulással függ össze.

Acut diffus vesegyulladásban a reactiv felmelegedés vizsgálatával kimutattam az arteriolák hiányos reactiv tágulását, a bőrérnyomás mérésével az esetek egy részében a bőr vérereinek szűkülését. A vesegyulladás javulásával a bőrérnyomás nagyobb lett, a bőr kis erei tehát tágabbak lettek, a betegség gyógyulása után pedig a reactiv felmelegedés egészen rendessé vált, az arteriolák tehát jól tágultak, miközben a verőeres nyomás csökkent, illetőleg rendes lett. Ezen megfigyeléseim a hajszálereknek ismeretes elváltozásaival együtt azon nézet helyes volta mellett szólnak, amely szerint ebben a betegségben a környéki ellenállás fokozódása szerepel a nagy verőeres nyomás keletkezésében.

Essentialis hypertoniában a környéki ellenállás fokozódását mutattam ki a bőrérnyomás mérésével és ezzel összhangban van a capillar-mikroskopi lelet, a hajszálerek arteriás szárának szűkebb volta. A bőrérnyomás néha rendes volt, máskor pedig a nagy systolés verőeres nyomáshoz képest csak kisebb mértékben fokozódott, tehát ebben a betegségben is szűkebbek a bőr kis erei. Nem helytálló tehát az a nézet, hogy az essentialis hypertoniában a nagy és a nagyobb verőerek csökkent rugalmassága egymagá-

ban okozná a systolés verőeres nyomás emelkedését. Ez a magyarázat azért sem kielégítő, mert rugalmatlanabb nagy verőerek a diastole alatt csak kevésbbé feszülnek tartalmukra és ezért a diastolés nyomásnak csökkennie kell. Mivel a diastolés nyomás ebben a betegségben rendes vagy valamivel nagyobb, ez csak a környéki ellenállás fokozódásától származhatik és ennek nagyobb voltát ki tudtam mutatni a bőrérnyomás mérésével. Hogy a nagy verőerek falának rugalmatlansága valóban csökkenti a diastolés nyomást, azt klinikámon IGLAUER KÁROLY kimutatta aortitises betegeken, mások pedig ugyanezt találták arteriosclerosisban. A perctérfogat megnagyobbodása, mely szintén fokozhatja a systolés nyomást, az essentialis hypertoniában nem szerepel, mert a perctérfogat e bajban rendes vagy kisebb. Az arteriolák és a hajszálerek az essentialis hypertoniában azonban jól ki tudnak tágulni, amit a rendes reactiv felmelegedés és hyperaemia bizonyít. Ez nincsen ellentétben a bőrérnyomásmérés eredményével, mert ezen kis erek fokozott tonusa szűkítheti azokat anélkül, hogy reactiv tágulásukat, ezen primitiv reactiójukat meggátolná.

Idült szívgyengeségben szenvedő betegeken rendes verőeres nyomás mellett a bőrérnyomás rendszerint kisebb, néha nagyon alacsony volt és a reactiv felmelegedés majdnem minden esetben elmaradt vagy hiányos volt és késett, tehát a bőr kis erei szűkebbek voltak és az arteriolák nem tágultak ki kellőképpen. A legkisebb ereknek ezen viselkedésében célszerűséget láthatunk, mert szívgyengeségben a perctérfogat csökken és ennek következtében a keringés és a vérelosztás szempontjából fontos verőeres nyomás is csökkenne, ha a kis erek nem fokoznák a környéki ellenállást. Ennek fokozódása ugyanis megnehezíti a vérnek átáramlását a gyüjtőerekbe, csökkenti az ezekbe átáramló vérnek mennyiségét és ezáltal megakadályozza, hogy a verőerek teltsége és bennük a nyomás csökkenjen. A környéki ellenállás fokozódása tehát compenzálja a perctérfogat csökkenésének hatását a verőeres nyomásra. Kiegészíti ezen megfigyeléseket, hogy azokban az esetekben, amelyekben sikerült a szívgyengeséget megjavítani vagy megszüntetni, a bőrérnyomás nagyobb lett és a reactiv felmelegedés rendessé vált, a perctérfogat nagyobbodásával tehát a kis erek

normálisan reagáltak és tágabbak lettek, a környéki ellenállás csökkent. A nagy verőerek falában levő presso- és chemoreceptorokból kiinduló reflexek hatásának kell tulajdonítanunk a legkisebb ereknek ezen változó viselkedését.

A kezeken környéki keringészavarral járó *vasoneurosisokban* az alacsony bőrérnyomás igazolta a kis bőrerek szűkületét, a reactiv felmelegedés hiánya pedig azt, hogy ezen bajokban nemcsak a hajszálerek ismeretes elváltozásainak, hanem az arteriolák hiányos tágulásának is van szerepe a keringészavar létrehozásában.

Idült polyarthritises betegeken mindkét eljárásommal kimutathattuk a környéki keringés zavarát, amely bizonyára kedvezőtlen ezen betegség lefolyására, mert a hiányos vérellátás előmozdíthatja rosszabbodását.

Végül az arteriolák hiányos reactiv tágulását találtam *lázas betegeken* és *climaxban*, ami összhangban van azzal, hogy ezen állapotokban gyakran fordulnak elő múló környéki keringészavaron alapuló tünetek. *Gyomorfekélyes betegeken* is sokszor hiányos volt az arteriolák reactiv tágulása, ami ezen betegség kórfejlődése szempontjából figyelemreméltó, mert ez a lelet a bőr és a gyomor ismeretes hajszálérelváltozásaival együtt támogatja azt a theoriát, amely környéki keringészavarnak tulajdonít nagy jelentőséget a gyomorfekély kórfejlődésében.

Ezen kórtani megismeréseken kívül a környéki keringészavarok tanulmányozása közben egy gyakorlati értékű eredményre is jutottam. Koga Ringer-oldatnak és physiologiás konyhasóoldatnak infusiójára a fiatalkori üszkösödésben javulást látott és a környéki keringészavarnak csökkenését figyelte meg, amit a vér viscositásának az infusiókra bekövetkezett csökkenésének tulajdonított. Ezért kíséreltem meg különféle betegségekben, melyek környéki keringészavarral járnak, hypertoniás konyhasóoldatnak venába fecskendését. Ez hatásosnak bizonyult a vasoneurosisok csoportjába tartozó betegségekben, a Raynaud-kórban is, továbbá az intermittáló sántításban, sőt még a sclerodermiában is, amelyben elsősorban a rossz vérellátáson alapuló tünetek, még fekélyek is javultak, sőt meggyógyultak. Neuber Ede is egyik munkájában saját tapasztalata alapján melegen ajánlotta a sclerodermia

gyógyítására ezen befecskendéseket. Ezeknek hatása azonban nemcsak a viscositás csökkenésén alapul, melyet eseteink egy részében mi is ki tudtunk mutatni, hanem volt segédemnek, MÉSZÁROS KÁROLYnak capillarmikroskopi vizsgálatai szerint hatásuk azon is alapul, hogy a hypertoniás konyhasóoldatra kitágulnak a kis bőrerek, előbb zárt hajszálerek megnyílnak és ezáltal is megjavul a szövetek vérellátása.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. jún. 15-én tartott üléséből.)

BEOBACHTUNGEN AM PERIPHEREN KREISLAUF.

Von FRANZ HERZOG.

(Auszug.)

Die Messung des Hautgefässdruckes (s. D. A. f. kl. M., Bd. 164) gibt Aufschluss über den Widerstand in den Hautgefässen, die Messung der reactiven Erwärmung der Haut (s. Klin. Wochenschr., Jahrg. 20) über die Erweiterungsfähigkeit der Arteriolen. Bei einem Teil der Fälle von acuter diffuser Nephritis war der Hautgefässdruck kleiner und in allen Fällen fehlte die reactive Erwärmung, es sind also die Hautgefässe oft enger und die Arteriolen erweitern sich nicht genügend. Infolgedessen steigt der arterielle Druck. Bei essentieller Hypertonie fand sich eine Erhöhung des Widerstandes in den Hautgefässen und diese ist von Bedeutung für das Entstehen der Hypertonie. Bei kardialer Decompensation ist der periphere Widerstand erhöht und die Erweiterungsfähigkeit der Arteriolen ungenügend. Beides verhindert das Absinken des arteriellen Druckes bei Herzschwäche und beide Veränderungen gingen nach Eintritt der Kompensation zurück. Bei Vasoneurosen an den Fingern und bei chronischer Polyarthritis konnte eine Erhöhung des peripheren Wiederstandes und eine Verminderung der Erweiterungsfähigkeit der Arteriolen nachgewiesen werden. Letzteres wurde auch bei manchen Fällen von Magengeschwür, von Klimax und von Subfebrität beobachtet.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 15. Juni 1942.)

A LÉLEKZÉSI ZÖREJEK KELETKEZÉSÉNEK FIZIKAI FELTÉTELEI.

MÓCSY JÁNOS l. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

A lélekzési zörejekre vonatkozó újabb kísérletes vizsgálatok célja többnyire az volt, hogy a hanghullámok görbéit lehetőleg torzítás nélkül és minden részlettel együtt fel tudják írni (regisztrálni), abból a célból, hogy meg lehessen állapítani a zörejek pontos időtartamát, az egyes hangösszetevőket (alaphang és felhangok), azok rezgésszámát és erősségét. Ezek a vizsgálatok minden elméleti értékük mellett is nagyon kevéssé vagy semmiben sem járultak hozzá annak a kérdésnek a tiztázásához, hogy a mellkason rendes körülmények között hallható lélekzési zörejek mi módon jönnek létre, illetve, hogy elősegítsék az eligazodást a felfogásoknak és elméleteknek abban az útvesztőjében, amely e kérdés körül az elmúlt száz évben keletkezett.

Ha az ember vagy az állatok mellkasán lélekzésük közben hallgatódzunk, sajátságos gyönge, a «h» hangra emlékeztető zörejt, a klinikusoktól *sejtes lélekzési zörej*nek nevezett zörejt hallunk. Ez a belélekzéskor sokkal erősebb, mint a kilélekzéskor, sőt a kilélekzési zörej akárhányszor alig vagy nem is hallatszik. A légcsőtájékon azután részben a belélekzéskor, részben a kilélekzés alatt, esetleg mindkét szakban meglehetősen változó erősségű, érdes, sokszor kissé zenei színezetű fúvó zörejt, a laryngotracheális zörejt vagy röviden a *légcsőzörejt* halljuk. Ez utóbbinál tisztább, sokszor csaknem zeneinek tekinthető az a zörej, amelyet tömörült tüdőrészek fölött hallunk, s amelyet *hörgői lélekzési zörejnek* szokás nevezni

Irodalmi áttekintés.

Az elmult 150 év alatt a lélekzési zörejek keletkezési módjáról az orvosi irodalomban számos, klinikai megfigyelésekre, kísérletekre, főként azonban puszta elképzelésekre támaszkodó közlés látott napvilágot. Ezek igen sokféle, s nemcsak egymásnak ellentmondó, hanem a fizika törvényeivel is ellenkező elgondolást tártak az olvasó elé, minthogy a legtöbb kutató az esetleg helyesen észlelt jelenségekből fizikailag helytelen következtetést vont le, vagy pedig, ami még nagyobb hiba, elgondolásait egészen téves megfigyelésekre alapította. Ilyen körülmények között a tárgyi érték híján pusztán történelmi jelentőségű sok magyarázat és elmélet fölsorolását minden hátrány nélkül mellőzhetem és csupán a fizika követelményeinek figyelembevételével végzett néhány kísérletes tanulmányra térek ki egészen röviden. Megtehetem ezt annál inkább, minthogy saját kísérleteim és megállapításaim ismertetése során azok eredményeire is többször ráutalok. Marek (1901—1928) kísérletei és megfigyelései alapján a lélekzési zörejek összes, mind rendes, mind kóros alakjainak keletkezését a fizika törvényeivel összhangban magyarázza. Martini (1927) a sejtes lélekzési zörejt a belélekzéssel kapcsolatos megfeszülő tüdő rezgéséből származtatja. Winkler (1925) szerint a tüdő alveoláris része nem szerepel a sejtes lélekzési zörej képzésében, hanem a zörej szerinte a körzeti hörgők elágazásaiban keletkezik, Minerbi (1930) pedig a végső hörgőcskékből beáramló levegőnek a tüdőacinusok álló levegőjébe való ütközését hozza föl.

Mielőtt saját vizsgálati eredményeim tárgyalásába bocsátkozom, szükségesnek vélem arra utalni, hogy a *légutakban a levegő útja* sokszorosan elágazó csőrendszer, amelyben különböző tágasságú csőalakú üregek (száj-, torok-, orrüreg, a felső légutak tágulatai), szűkületek (gége) és elágazások váltakoznak, míg végül a legszűkebb hörgőágacskák a náluk jóval tágasabb, rekeszes üregekbe, a tüdő tulajdonképpeni lélekző részébe, az alveoláris járatokba és az alveolusokba («légsejtekbe») nyílnak. Annak a kérdésnek eldöntése tehát, hogy milyen módon keletkezik a légutakban az a zörej, amelyet akár rendes körülmények között, akár kóros állapotban a mellkas felületén hallunk, lényegében fizikai kérdés. Ennek a feladatnak tisztán fizikai megoldását azonban lehetetlenné teszi az a körülmény, hogy a légutak alakja, méretei, faluk rugalmassága, merevsége, tömege, az elágazások szögelése, alakulása, továbbá a hangrezgéseket vezető közegek állapota stb. a részletföladatoknak olyan tömegét nyujtja, hogy azokat fizikailag leg-

feljebb megfogalmazni lehet, egész terjedelmében megoldani azonban, s különösen a sok részleteredményt maradék nélkül összefogni ilyen módon nem sikerül. Ugyancsak nem lehet minden további nélkül alkalmazni a légutakban lefolyó áramlási jelenségekre az akusztikában és az aërodinamikában kísérletileg igazolt és jól bevált többé-kevésbbé empirikus képleteket sem, minthogy itt helyenkint $^1/_4$ mm-nél is szűkebb csövekről és elágazásokról, a milliméteres méreteket el nem érő üregekről van szó, amelyek fala ráadásul nem is merev, rugalmassága és feszülési foka, sőt a körülzárt üreg tágassága is a levegő áramlása közben változik. A lélekzési zörejek keletkezési módjának felderítésére tehát alig marad más út, mint a természetes viszonyokat a lehetőség szerint s még méreteiben is jól utánzó modellkísérlet, a levegő áramlásának megfigyelése kimetszett hörgődarabokban és tüdőrészleteken, hullából kivett és mesterségesen lélekeztetett tüdőn, végül a legkülönbözőbb egészséges és kóros viszonyok között az élő állatokon és az emberen tett megfigyelés s az észleletek fizikailag helyes értelmezése.

A fölső légutakban és a gégében keletkező zörejek.

Mielőtt a belélekzéskor a levegő a nagyjában egyenletesen tág légcsőbe vagy a kilélekzéskor a tüdő felől a külvilágba jutna, áthalad az orron, a choanákon, a toroküregen és a gégén, amely helyeken igen változatos keresztmetszetű, beemelkedő tarajok által szűkített, majd meghajlott részeken, s tágas oldalüregek nyílása fölött halad el. Ilyen viszonyok között a keresztüláramlás közben zörej keletkezik, minthogy a levegő az útjába beemelkedő tarajok mögött, továbbá az oldalöblök álló levegője fölött úgy vonul el, hogy az álló és a mozgó levegőrétegek között a sebesség hirtelen, átmenet nélkül megnövekedik, ami ezen a határfelületen — amelyet a fizikában szakadási felületnek neveznek — tovasodródó levegőörvények és evvel kapcsolatban a levegőben rezgések keletkezésére vezet.

Az áramláskor keletkező örvénylési jelenségek fizikai felderítése KÁRMÁN és PRANDTL nevéhez, az akusztikai viszonyok tisztázása pedig KRÜGER[1] nevéhez fűződik.

[1] KRÜGER: Ann. d. Physik 60—67. évfolyamai.

A légutakban örvénylés közben keletkezett zörejek az orrnak és mellüregeinek, tovább a toroknak s a légcsőnek levegőjében rezonanciát is váltanak ki, minek folytán a zörej színezete is kissé módosul. Ezeket a zörejeket legkönnyebben a különbözőképpen nyitott szájon át való lélekzés közben, valamint a gégetájékon való hallgatódzáskor lehet megfigyelni. Ezeket különben általában közös névvel *gégezörej*nek nevezik, a nélkül azonban, hogy evvel a kifejezéssel a zörej keletkezési helyét egyedül a gégére vonatkoztatnánk.

A gégezörej és általában a fölső légutakban keletkezett zörejek okozzák a *légcsőzörejt* is, amely nem más, mint a légcső levegőjében tovavezetett gégezörejnek a légcső és a két főbronchus levegőjének rezonanciája folytán színezetében kissé módosított változata. A légcsőzörej erőssége a gégezörejjel egyezően változik. Ha gyönge a gégezörej, halk egyúttal a légcsőzörej is. Ha a gégezörejt magasan végzett légcsőmetszéssel s tágas tubus beillesztésével vagy különösen a légcsőnek egészben a gégéről való leválasztásával és a szabaddá tett csonkjának előrehajlításával kikapcsoljuk, a légcsőzörej is nagyon elhalkul, ha mindjárt nem is tűnik el teljesen.

Evvel az egyszerű és régi kísérlettel azt is sikerül igazolni, hogy a gégezörej szerepel ugyan a mellkason hallható zörej létrehozásában, de annak sem az egyedüli, sem a legfontosabb összetevője. Ha ugyanis a gégezörejt bármi módon kiiktattuk, vagy ha az nagyon gyönge, a mellkason hallott zörej szintén föltűnően gyöngül, kis állatokban a mellkas egész területén, nagy állatokon a mellkas elülső részén, a nélkül azonban, hogy eltűnnék. De nem marad el a lélekzési zörej a mellkason akkor sem, ha a légcsőcsonk végére erősített, ívben táguló tölcséres toldalékkal a csonk végén észrevehető szívó és fúvó zörej keletkezését megakadályoztuk. Minden esetre azonban a légutakon át a tüdőbe vezetett gégezörej hozzájárul — az adott viszonyok szerint változó mértékben — a mellkason halható zörej keltéséhez, de nem lehet ennek egyedüli forrása, mint azt számos klinikus állította. Ez annál kevésbbé képzelhető el, minthogy a gégezörej a be- és a kilélekzéskor közel egyenlően erős, sőt akárhányszor a kilélekzéskor erősebb és egyúttal hosszabb tartamú is, habár a vége felé gyengül; márpedig fizikai lehetetlenség, hogy egyedül vagy főként ebből a zörejből eredjen az a sejtes

lélekzési zörej a mellkasban, amely vagy csak a belélekzéssel kapcsolatban hallatszik (mint a legtöbb egészséges lovon) vagy legalább is a belélekzéskor sokkal erősebb (emberen és a legtöbb állaton). A gégezörej továbbá azért sem lehet a sejtes lélekzési zörej főforrása, mert amint azt már MAREK a ló mellkasán megfigyelte, de más állatfajokon is észlelhető, a sejtes lélekzési zörej gyakran erősebb, mint a sokszor rendkívül gyenge gégezörej, ez utóbbi tehát a tovavezetés közben még inkább gyöngülve, semmiképpen sem lehet forrása a nála hangosabb sejtes lélekzési zörejnek.

A gégezörej tovavezetése a légutakban és a tüdőben.

Amíg a gégezörej odáig eljut, hogy a mellkas fölületén, elsősorban annak elülső, a vállhoz és a lapockához közel eső részén, meghallható, tovavezetése közben részint gyöngül, részint színezetében is megváltozik. Erről könnyen meg lehet győződni, ha a gégezörejt és ennek különleges alakjait, a gégében keletkezett hangokat, részint a gégetájékon, részint a mellkas különböző helyein meghallgatjuk.

A gégezörej megváltozásának tovavezetése közben többféle oka van. A légcső és a nagyobb hörgők fala eléggé merev ahhoz, hogy bennük a zörejek aránylag csekély energiaveszteség árán jussanak el a tüdő mélyebb részeibe is. Minél szűkebbek azonban a hörgők, faluk is annál puhább, ugyannyira, hogy a hanghullámok sűrűsödéseinek és ritkulásainak engedve, bennük a hangenergia nem csekély része elvész, illetve meleggé alakul át, többi része pedig a tüdő szövetére megy át, ahonnan azután további vezetése a tüdő fölülete felé, illetve a mellkasfal közelébe már csak a tüdőhólyagocskákból és az egészen apró, puhafalú hörgőcskékből összetett és habhoz hasonlítható laza szerkezetű szövetben történik. Az ilyenek általában rossz hangvezetők. Ennek folytán a tüdőszövetben végbemenő átvezetés közben a gégezörejnek minden összetevője gyengül; különösen áll ez a szaporább rezgésszámú, magasabb hangösszetevőkre, úgyhogy — amint azt modellkísérletben is könnyen meg lehet figyelni — a tovavezetett gégezörejt és a gégében keletkezett egyéb hangokat a mellkason nemcsak gyöngébben, hanem tompábban, azaz nemcsak erősségükben, hanem színezetükben is megváltozva halljuk.

Ha egy zsebóra ketyegését először úgy hallgatjuk, hogy az órát közvetlenül a fülünkhöz szorítjuk, akkor a ketyegés éles, egyben pedig a hang szinezetéből azt is megállapíthatjuk, hogy a ketyegés fínom acélrészek egymáshoz ütődéséből keletkezett. Ha azonban fülünkre fektetett kis tollpárnán egy darab fölfúvott tüdőn vagy legcélszerűbben egy vastagabb darab habosgumin (laticel) keresztül hallgatódzunk, az óra ketyegése nemcsak gyöngébbnek tűnik, hanem tompábbnak is: a ketyegés olyan, mintha az óra billegője nem acélból, hanem ólomból vagy fából volna. Éppen így, ha a leírt módon letakart fülünk közelében megrázott vékony aluminiumlemez («ezüstpapír») hangját figyeljük, a lemeznek egyébként tiszta, csengő (sok magas felhangot tartalmazó) hangját tompa ropogásnak halljuk, jeléül annak, hogy a fülünkre borított habos szerkezetű anyag a zörejnek magasabb, kisebb kinetikai energiájú félhangjait elnyelte. Élő állaton közvetlenül is meg lehet figyelni, hogy a tüdőszöveten átvezetés közben a hang színezete megváltozik. Ha légcsőmetszés után egy lónak előzetesen érzéstelenített légcsövén át hosszú gumicsőre szerelt éleshangú kis sípot bocsátunk be a légcső osztódásáig vagy azon túl is az egyik főhörgőbe s a sípot a gumicsőbe fúvással megszólaltatjuk, akkor a sípnak egyébként éles, fémes színezetű hangját nemcsak igen gyöngén és távolról jövőnek halljuk, hanem híjával minden éles, fémes színezetnek, tompának, fátyolozottnak is. Ez a kísérlet egyszersmind arról is tájékoztat, hogy a tüdőszövet milyen nagy mértékben képes a benne vezetett hangokat tompítani.

Rezonancia a légutakban.

A légcsőben és a hörgőkben kétféleképpen keletkezhetik hang: részint rezonancia révén, részint a levegő áramlása következtében.

Ha az *elágazásaival összefüggésben kipreparált légcső-hörgő-készítményen* a légcső nyílására ráfúvunk vagy ráfúvatunk, könnyen meggyőződhetünk arról, hogy a légcső és a nagyobb hörgők levegője az odajutott zörejekből, főként a gégezörejből, egyes hangösszetevőket rezonancia révén megerősít. A hang magasságának rezonátorokkal való megmérése közben azonban az is kiderül, hogy a rezonancia elsősorban csak a légcső és a két főhörgő levegőoszlopában megy végbe, a kisebb hörgők ellenben, főképpen faluk puhább volta miatt, nem vesznek részt benne. Az is megfigyelhető azonban egyúttal, hogy a légcső és a főhörgők rezonanciája korántsem erős és nem is éles, minthogy a nagyobb légutak falai sem egészen merevek. Méginkább áll ez a mélyebb légutakról, minthogy azok fala még sokkal kevésbbé merev s azonfelül a belő-

lük oldalt nyíló hörgőágak s ezek mellékágai hasonló módon nehezítik a rezonancia létrejöttét, mint egy fúvóshangszeren keletkezett számos apró rés, a billentyűinek tökéletlen zárása vagy egy cső-alakú rezonátor falának helyenkint puhább volta. A légutak alakját utánzó elágazó üveg- vagy keményebb gumicsöveken azt is meg lehetett figyelni, hogy az elágazódó csőrendszerekben az egyes ágak külön-külön is, de a mellett a fölöttük és alattuk levő ágak, illetve a törzscső levegőjével együtt is rezonálnak. Merev falú elágazó csöveken, ha azokat nem nehezen sikerül megszólaltatni, jól megkülönböztethető az egyszerre keletkezett 2—3-féle rezonanciahang, amelyek magasságát a csövek méreteiből már előre (de csak hozzávetőlegesen) ki lehetett számítani.

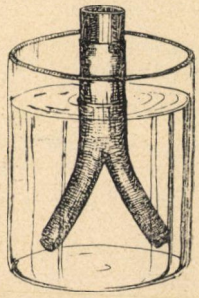
A tapasztalás azt mutatja, hogy a légcsőben és a tágabb hörgőkben valóban keletkezik rezonancia, ez azonban ezeknek a csöveknek nem eléggé merev volta miatt meglehetősen gyönge, egyben pedig eléggé zörejes színezetű is, minthogy egyidejűleg különböző magasságú ilyen hangok keletkeznek és keverednek a légcsönek és a két főhörgének együttes rezonanciahangjához. Ebben az együttes hangban mindenesetre dominál a légcsőnek és a két főhörgőnek rezonanciahangja, minthogy a többi hörgők sem méreteiknél fogva, sem faluk puhább volta miatt nem képesek elegendő erősségű rezonanciára. A puha-rugalmas falú csövekben ugyanis a levegő sűrűsödései és ritkulásai a cső falát fölváltva szűkítik és tágítják, a rezgési energia jó része áttevődik a környező szövetre, azonkívül késedelmes a rezgések visszaverődése is. Mindez egyrészt a rezonanciahang gyöngülésére, másrészt mélyülésére vezet.

Ezekből nyilvánvaló, hogy *a légcsőzörej zenei színezete csakis a légcsőnek és a két főhörgőnek rezonanciahangjából ered*, bár a légcsőzörej túlnyomó részét a rezonanciát kiváltó és a légcsőben már csak közelségénél fogva jól tovavezetett gégezörej szolgáltatja, minthogy a légcsőzörej erőssége elsősorban a gégezörej erejétől függ.

Fizikailag (zeneileg) jól meghatározható magasságú és eléggé erős rezonanciahangot a mellkason általában csak kóros viszonyok között hallunk, amikor egy nagyobb hörgőt körülvevő tüdőszövet légtelenné s egyszersmind tömörré is vált. Minthogy ilyenkor a hörgőt körülvevő tömörült tüdőszövet aránytalanul nehezebben nyomható

össze, illetve mozdítható ki a helyéből, az a hörgő falának kitéréseit nagy mértékben akadályozza, s így a merevebb falú hörgőkben (de csak ezekben) feltűnően megjavulnak a rezonancia föltételei.

Nyersgumiból egy olyan villaalakú gumicsövet készítettem, amelynek hossza 140 mm, a törzscső ürege 12 mm, az ágak ürege 8 mm, a fal vastagsága a törzsön 1·5 mm, az ágakon 0·75 mm, az ágak szögelése pedig 45° volt. A cső két szűkebb ágának végét elzártam és a törzscső nyílásába 0·1 mm vastag rézlemezből készített 3 cm hosszú, pontosan illő hüvelyt dugtam. A törzscső szabad széle fölött elfúvás közben csak gyönge, határozatlan fúvó zörejt hallottam, amely fokozatosan erősbödött, ha a csövet mind mélyebbre víz alá merítettem (1. kép), s amikor a cső felénél túl a vízbe süllyedt, egyúttal a rezonancia révén zenei színezetet is nyert. Ugyanekkor az eleinte mélyebb hang fokozatosan mind magasabb lett, majd végül, amikor a víz színe már a rézhüvelynek a gumicsőben levő alsó széle magasságáig ért, igen tiszta, lágy zenei hangot hallottam, amely egyezett a gumicsővel azonos hosszúságú üvegcső hangjával (es_2). Hasonló volt az eredmény kimetszett hörgődarabbal is. Ez a kísérlet azt mutatja, hogy amint a vízbemerítés közben a gumicső falához jutó víz mind jobban akadályozza a fal kitéréseit, ugyanolyan mértékben javulnak a rezonancia föltételei is.



1. ábra.

Amidőn a csőrendszer két ága közül az egyiket mélyebben, a másikat magasabban zártam el, úgyhogy a cső szájától számított levegőoszlop hossza a két szárban különböző lett, a minta a vízbemártás után is éppen olyan nehezen volt megszólaltatható, mint a különböző hosszú oldalágakkal bíró merevfalú (üveg-) csövek.

Kóros viszonyok között a tiszta rezonanciahang és az inkább zörejesnek tetsző fúvó lélekzési zörej között a mellkason minden átmenet megtalálható. A diagnosztikában hörgői lélekzési zörejnek nevezett ilyen hangból a légutak falának merevebbé válására lehet következtetni s ezt a megállapítást a betegvizsgálat egyéb adatai, további kórtani ismereteink alapján felhasználjuk a tüdőbeli elváltozások kiterjedésének és okának megállapítására.

A rendes levegőtartalmú tüdő légcsöveiben keletkező, gyönge és zörejes rezonanciahang nem szerepel észrevehető mértékben a mellkason hallott lélekzési zörej összetételében, amint ezt részint kipreparált hörgőkön, részint ezekkel azonos méretű s hasonló

merevségre vulkanizált falú gumimodelleken tudtam igazolni. Ez irányban lehetséges a bizonyítás úgy is, hogy élő állatban az előbb eírt kísérleti berendezéskor nem sípot, hanem egyik végén erősen szűkített fémcsövet vezetünk a légutaiba. Ha a gumicsőbe csak olyan gyengén fúvunk be, hogy a főhörgőben levő fémcső végén csak egészen gyönge fúvó zörej keletkezzék, akkor azt a mellkason egyáltalán nem lehet hallani; ha pedig erősen fúvunk be, akkor a mellkason mindössze egészen gyönge fúvó zörejt hallunk, híjával minden rezonanciának. Hasonló eredményt kapunk, ha a kísérletet hullából kivett fölfújt tüdőn végezzük el.

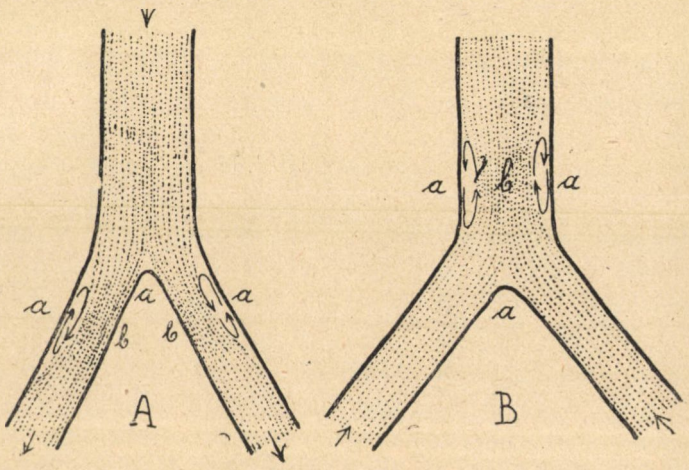
Áramlási zörejek a légutakban.

A *levegő áramlása* szinte egyenletes keresztmetszetű olyan csövekben, amilyenek a légcső és a hörgőknek elágazásoktól mentes egyenes darabjai, réteges (lamináris), ha az egyes levegőrészecskék útja («áramlási vonalak») a cső falával párhuzamos. Örvénylő (turbulens) áramlás esetén a levegőben a részecskék élénk harántmozgásban (örvénylésben) is vannak. A levgőáramlás réteges vagy örvénylő volta, a levegőnek a közönséges hőmérsékleten állandónak vehető kinematikai nyúlósságán kívül ($\nu = 13{\cdot}9.10^{-6}$ m²/sec) csupán a cső átmérőjétől és a közepes áramlási sebességtől függ. Az összefüggést egy dimenzionélküli szám, a REYNOLDS-féle szám fejezi ki: $R = v_0.d/\nu$, ahol v_0 a közepes áramlási sebesség m/sec egységekben, d pedig a cső átmérője méterekben. A technikai tapasztalatok szerint mindaddig, amíg a REYNOLDS-féle szám 2320-nál kisebb, az áramlás réteges, vagy ha nem volt ilyen, a csőben egy bizonyos távolságon túl ($l \approx 0{\cdot}029\ R.d$)[1] újra rétegessé válik. Minthogy már abban az esetben is, amikor az R mindössze 1000 (egy 1·5 cm átmérőjű csőben $v_0 = 0{\cdot}2$ m/sec áramlási sebesség mellett, tehát a rendes lélekzési sebességnél is jóval lassúbb áramlás esetén is), az előző összefüggés szerint $l \approx 87$ cm, a felső légutakban örvénylővé vált levegő még az ilyen, a valóságban elő nem forduló lassú áramlás esetén is csak 87 cm távolságban válnék egy 1·5 cm átmérőjű csőben (gyermek vagy közepes nagyságú kutya

[1] SCHILLER: Zschr. f. angew. Mathematik u. Mechanik, 1922. 96.

légcsövében) újra rétegessé. Márpedig egy olyan emberben vagy állatban, ahol a légcső 1·5 cm tágas, a légcső hossza jóval kisebb, mint 87 cm, ennélfogva benne a levegő áramlása még akkor is örvénylő, amikor a levegő a légcső osztódásához ér, és pedig annál inkább, mert a levegő áramlássebessége az itt fölvett értéknél nagyobb.

Minden körülmények között *örvénylés* keletkezik akkor, mikor a levegő élek, tarajok fölött vonul el, mint p. o. az orrban, a torokban és a gégében, a légcső osztódása helyén és az alsóbb légutak



2. ábra.

számtalan kisebb és nagyobb elágazásában. Keletkezéséről könnyen meg lehet győződni, ha az orr- vagy gégetájékon hallgatódzunk, vagy ha a hörgőkhöz hasonlóan elágazó önkészítette rugalmas gumicsövek mentén fonendoszkóppal hallgatódzunk és közben a csőrendszeren levegőt áramoltatunk át. A levegő áramlása az elágazásokban nem más, mint az élek, illetve tarajok fölött való áramlásnak különleges esete. Az ilyen helyeken végbemenő áramlás közben — amint arról egyszerű kísérlettel könnyen meg lehet győződni — éppen úgy keletkeznek szakadási fölületek, mint amikor a levegő kiemelkedő élek fölött vonul el. Ha villaalakban elágazó üvegcsövön át ritka füstöt fúvunk keresztül (2. kép), megfigyelhetjük, hogy a

befúvott füst nem követi azonnal a cső elhajlását, hanem a füstrészecskék által jelzett áramlási vonalak a cső falától elválnak ott, ahol a fal az áramlás irányától elhajlik (a képen *a*), viszont összetömörülnek ott, ahol a cső fala kisebb-nagyobb szög alatt szembekerült az eredeti áramlási iránnyal (a képen *b*). Ahol az áramlási vonalak a cső falától elváltak, a fal és sűrű füst által jelezte áramlás között álló, majd később legfeljebb lassú forgásba jövő levegőréteg marad, amely különösen szépen látható akkor, amikor a füst az elágazásokból a törzs felé áramlik (2. kép *B*); az álló levegőréteg ilyenkor közvetlenül az elágazás előtt gyűrűalakban helyezkedik el a tengelyirányú áramlás körül, majd lassan forgó mozgásba jut. Minél erősebben tér el az oldalágak vagy a dichotomiás ágaknak iránya az eredeti iránytól, azaz minél kisebb a hajlásokban a görbületi sugár, annál könnyebben és annál hosszabb darabon válnak el az áramlási vonalak a cső falától. Hasonlóképpen nagyobbarányú az elválás nagyobb áramlási sebesség esetén is. A nyugvó réteg és az áramló levegő határán annál nagyobb a sebességkülönbség, minél szűkebb keresztmetszetre szorulnak össze az áramlási vonalak, minthogy végredményben az időegység alatt a csőnek az áramlási vonalak jelezte, tehát kihasznált bármely keresztmetszetén ugyanannyi levegő áramlik át.

A nyugvó és a gyorsan mozgó levegőréteg határán levő szakadási fölület — ahol a levegő sűrűn egymás mellett levő, apró örvényszálakon gördül tova — rendkívül labilis. A légutakban elkerülhetetlen zavaró hatások folytán a szakadási fölületen rövidesen eltorzulások jönnek létre, amelyekkel kapcsolatos csekély nyomásváltozások az alakváltozást (hullámképződést) tovább növelik, majd pedig a különböző sebességű rétegek között keletkezett hullámok vastagabb örvényfonalakká sodródnak össze. A tovasodort örvények helyén a szakadási fölület elején folytonosan újabb és újabb örvények keletkeznek, amelyek az áramló levegőben már erősebb nyomásingadozásokat keltenek, mint a zavartalan határrétegben tovagördülő részecskék. Ezeket a nyomásingadozásokat megfelelő rezgésszám és erősség esetén mint hangot vesszük észre.

A szakadási felületeken keletkező örvényeken kívül a légutakban a zörejek keletkezésének még egy másik módja is elképzelhető, amelyet azonban ezidőszerint még nem lehet fizikailag megfogalmazni. A hörgők

fala ugyanis nem merev, viszont nagy fokban rugalmas, a BERNOULLI-féle tétel értelmében megvan a lehetőség arra, hogy a hörgők falában örvényleválás nélkül is keletkezzenek rezgések. Ott ugyanis, ahol az áramlási vonalak összébbkerülnek, a nyomás csökken (viszont nagy az áramlási sebesség), ahol pedig szétválnak, a nyomás emelkedik (viszont csökken a sebesség). A sohasem teljesen egyenletes áramlásban ezek a nyomásváltozások a rugalmas hörgőfalban a 2. képen *a*-val és *b*-vel jelzett helyeken pillanatnyi eltorzulásokat és így rezgéseket idézhetnek elő.

A légutak elágazásaiban keletkező zörejek legkönnyebben tanulmányozhatók többszörösen elágazó rugalmas csőrendszereken. Ilyeneket úgy készíthetünk, hogy a légutakhoz hasonlóan elágazó sodronymintát sűrű enyvoldatba való ismételt bemártással kellő vastagságú enyvréteggel, majd benzinben oldott sűrű paragumioldatba ismételt bemártással, a csövek vastagsága szerint, 1—2 mm vastag gumiréteggel is bevonunk és ezt kénklorűrben hideg úton vulkanizáljuk (WINKLER). Az enyves váz meleg vízben való áztatás után könnyen kihúzható. Hasonló módon készíthetünk gumimintát nagyobb hörgők gipszöntvénynek fölhasználásával is. A gumiminták végső elágazásai mintegy 1·5—2 mm tágasak és a már a vulkanizálás előtt hozzájuk ragasztott, legalább 75 cm hosszú paragumicsövekben végződnek, elsősorban abból a célból, hogy a csövek végén a levegő áramlásakor keletkező gyönge fúvó zörej a csövön át vezetés közben elhaljon.

Ha az ilyen elágazó csöveken át zörejmentesen létrehozott levegőáramot fúvunk és szívunk át, akkor a csőrendszer minden része fölött, de különösen az elágazásoknál, mindkét áramlási szakban hallunk egy meg nem határozható magasságú, a «h» hangra emlékeztető érdes zörejt, amelynek a tágasabb csőrészekben — az ott keletkező rezonancia miatt — bizonyos gyönge zenei színezete is van. Az elágazásokban a zörejek az áramlás iránya szerint különböző helyeken hallhatók a legerősebben: a törzscsőből az ágak felé áramláskor (a tüdőre vonatkoztatva «belélekzés») közvetlenül az oldalágak kezdetén, az oldalágakból a törzscső felé áramláskor (a tüdőre vonatkoztatva «kilélekzés») magában a törzsben, de közvetlenül az elágazás közelében (a 2. képen az *a*-val jelzett helyeken). Az elágazások szögelése tekintetében megfigyelhető, hogy a 45^0-nál kisebb szögelésű elágazásokban mindkét áramlási szakban

egyforma erősek a zörejek, a 90° körüliekben ellenben a kilélekzési zörejek valamivel erősebbek voltak.

Ez utóbbi észleletem nagyjában megegyezik WINKLER[1] észleleteivel, aki különösen sokat foglalkozott az elágazó csőrendszerekben keletkezett zörejekkel. Ő ugyanis úgy találta, hogy az elágazó csőrendszerekben a nagyobb (a tüdőre vonatkoztatva centrális) elágazásokban a kilélekzésnek megfelelő áramlási szakban, a kisebb (periferiás) elágazások fölött a belélekzési szakban keletkeznek erősebb áramlási zörejek. Minthogy pedig a körzeti elágazások nagyobb számban vannak és a mellkas falához közelebb is esnek, a körzeti elágazásokban keletkezett zörejek erősebben hallatszanak és adják a sejtes lélekzési zörejt, amelyhez még a tovavezetett gégezörej is csatlakozik.

Saját megállapításaim,[2] részben a WINKLER készítette mintákon, nem egyeznek az ő észleletievel. Ő ugyanis már a 3. rendű elágazásokon, még inkább a 4. rendűeken a belélekzési zörejeket hallotta erősebben, saját kísérleteimben ellenben még az 5., 6. és 7. rendű elágazásokon sem észleltem határozott különbséget a zörej erősségében a levegő áramlásának iránya szerint. Márpedig ha ez volna a sejtes lélekzési zörej keletkezési módja, igen feltűnő különbségnek kellene lennie a két áramlási szakban, minthogy — amint láttuk — a belélekzéskor (gégezörejek kikapcsolása után, de általában a nélkül is) sokkal erősebb zörejt hallunk a mellkason, mint a kilélekzéskor. WINKLER megállapításai egyébként fizikai szempontból is érthetetlenek, mert ha volna is különbség a többszörösen elágazó csövek középponti és körzeti elágazásain hallott zörejek erőssége között az áramlás iránya szerint, ez a különbség szükségképpen elenyésznék, minthogy a középpontibb fekvésű nagyobb elágazásokban keletkező zörejek erősebbek, mint a hallgatódzás helyéhez közelebb a kis elágazásokban keletkezett gyöngébb zörejek. Mindkét zörejféleség különben is az itt levő pár centiméteres távolságokra jól elvezetődik. De egyébként sem képzelhető el,

---

[1] WINKLER: Wiener Arch. f. inn. Med. IX. 211 (1924), XI. 95 (1925); Zschr. f. ges. exp. Med. XLVII. 676 (1925) stb.

[2] MÓCSY: Közlemények az összehasonlító élet- és kórtan köréből **21**: 9—12. füzet (1928); D. Arch. f. klin. Med. 167, 302 (1930).

hogy ha egy magános elágazásban mindkét áramlási szakban közel egyenlően erős (45° alatti elágazások) zörejek keletkeznek vagy esetleg éppen a kifelé áramlás idejében keletkező zörejek (90°-os elágazások) erősebbek, miért változnék meg a helyzet akkor, ha a megszólaltatáshoz szükséges levegőáram nem egy egyszerű csövön, hanem többszörös elágazás után jut oda.

Tekintettel arra, hogy a mellkason hallható rendes belélekzési zörej sokkal erősebb, mint a kilélekzési zörej, sőt az utóbbi akárhányszor nem is hallatszik, nyilvánvaló, hogy a lélekzési zörej keletkezésében a légutak elágazásaiban támadó — gyönge — zörejeknek nincsen lényeges szerepe, illetve legfeljebb csak elenyésző módon vehetnek részt a sejtes lélekzési zörej megnyilvánulásában.

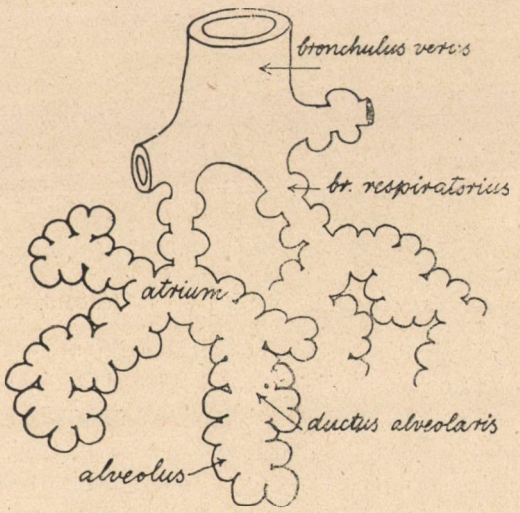
A zörejek keletkezésének föltételei a tüdőhólyagocskákban.

A klinikai vizsgáló módszerekkel foglalkozó kutatók nagyobb része tagadja, hogy a tüdőhólyagocskákban bárminemű hangjelenség jöhessen létre és ezt a negativumot különböző módon bizonyítani is igyekeznek. Az minden esetre bizonyos, hogy meghallható rezonanciahang a tüdőhólyagocskákban, sőt több ilyen hólyagocskából egybeolvadt kis üregben nem keletkezhetik, minthogy méreteik túlságosan kicsinyek.

A tüdő lélekző részének szerkezete. A mind kisebb ágakra oszló hörgők végső szakasza a bronchulus verus, amely 2—4 lélekzőhörgőre (bronchulus respiratorius) oszlik. (3.kép). Az utóbbiak falán már vannak félgömbalakú kiöblösödések, maguk pedig tovább sokkal tágasabb, habár mindössze néhány tizedmilliméternyi kis üregbe, az atriumba nyílnak, mely utóbbiból több lélekzőjárat (ductus alveolaris) indul ki. Ezek falát a fél- vagy háromnegyedgömbalakban elődomborodó tüdőhólyagocskák (alveolusok) alkotják. Egy-egy ilyen alveolus átmérője kb. 0·2 mm. Az egy-egy tüdőlebenykéhez tartozó alveolusok együttesen parányi szőlőfürthöz hasonlíthatók, amelyben az egymáshoz nyomott tüdőhólyagocskák jóformán minden teret kitöltenek. Egy-egy lélekzőhörgőhöz összesen mintegy 150—300 tüdőhólyagocska tartozik, amelyek együttes térfogata a lélekzőjáratokéval együtt kb. 6—12 mm³.

Amint a 3. vázlaton látszik, a lélekzőhörgő hirtelen tágulattal megy át az atriumba, illetve onnan a lélekzőjáratokba. A légutak végső része tehát lényegében egy szűk (0·2 mm) cső, amely azonban

sokkal tágasabb üregbe, az atriumba nyílik. Az atrium folytatását tevő lélekzőjáratban a sokszorosan osztott és a többé-kevésbbé mély, egyes gömbölyded rekeszeket mélyen beemelkedő, vékony, feszes sövények választják el. Elméleti nézőpontból tekintve, a tüdőnek ebben a részében több hely és lehetőség kínálkozik arra, hogy ott a



3. ábra

levegő ki- és beáramlása közben zörej keletkezzék; így elsősorban a lélekzőhörgőnek az atriumba torkolásában jöhet létre *réshang*, a levegőnek az alveolusok felé áramlása közben.

Marek[1] már több mint 40 esztendővel ezelőtt ezen a helyen keletkezettnek mondotta a sejtes lélekzési zörejt, míg a legtöbb klinikus manapság is fizikailag nyilvánvalóan helytelen magyarázatokkal él. Szerinte a sejtes lélekzési zörej mint szűkülési fúvó zörej keletkezik a legvégső hörgőágacskákban, azoknak a tüdő lélekző részébe benyílása helyén. Ez a magyarázat az akkori fizikai ismeretek szerint kifogástalanul értelmezte a sejtes lélekzési zörej keletkezését.

A lélekzőhörgő benyílásában keletkező réshangon kívül még két más módon is elképzelhető a hangjelenségek létrejötte: 1. a

[1] Marek: Arch. f. wiss. u. pr. Thierheilk. 27: 396 (1901); D. med. Woch. 1902. 1.

beáramló levegőnek az egyes alveolusokat elválasztó élek fölött való elhúzódása közben, különösen az alveoláris járatok hosszában, mint *élhang;* 2. az alveolusokat elválasztó sövények megrezegtetése révén.

Azt a föltevést, hogy *a végső hörgőágacskák végén a levegő kiáramlásakor zörej (réshang) keletkezik*, az elméleti megfontolások megengedik, kísérletileg pedig igazolni lehet.

3 mm tágasságú üvegdarabok végét 2—3 mm hosszan hajszálcsővé húztam ki. A levegőt vastagfalú gumicsövön át, olajban futó, zajtalanul járó nagy fecskendővel fújtam a hajszálcsövön keresztül, a nyomás nagyságát manométerrel mértem, s közben figyeltem a hajszálcsövön kiáramláskor, valamint a levegőnek beszívásakor keletkező zörejeket. A meghallhatóság eléréséhez szükséges nyomás nagysága nagy mértékben függött a hallgatódzás módjától. Ha puszta füllel hallgatództam úgy, hogy a cső vége a fülemtől 5 cm távolságra volt s a csőből kiáramló levegő merőlegesen esett a külső hallójáratra (a levegőáram tehát nem érte a fület), a 0·2 mm átmérőjű hajszálcsövön át 75 cm magas vízoszlopnak megfelelő nyomással kellett a levegőnek kiáramolnia, hogy a fúvó zörejt éppen csak meg lehessen hallani. Ha azonban a hallgatódzás közben a hajszálcsőből kiáramló levegő néhány centiméter távolságról közvetlenül a fület, s különösen a hallójárat szélét érte, vagy ha harangalakú sztetoszkóppal hallgatódzva a kiáramló levegőt az eszköz kupolájának közepére, a fülhöz vezető cső nyílása felé irányítottam, már 5 cm vízoszlop nyomásának megfelelő légnyomás elegendő volt, hogy egyetlen 0·2 mm-es cső végén keletkező fúvó zörejt meg lehesen hallani. Még biztosabban és már több centiméter távolságról és minden irányból felismerhető volt a kiáramlási zörej, ha a nyomást fokoztam, vagy ha sok csövön át figyeltem meg a levegő kiáramlását.

Ha 24 darab, egyenkint 6 mm hosszú és 0·2 mm belső átmérőjű acélcsövet köteggé kötünk s a csövek között maradt hézagokat olvasztott gyantával kitöltjük, a csőköteget pedig vékony gumicső végébe foglaljuk, már 5 cm vízoszlop magasságú levegőnyomás mellett lehet jól hallani a fúvó zörejt. Hasonló eredményre jutottam Marek egyik kísérletével is: ujjnyi vastag spanyolnádvesszőből egymás mellett vezetett két haránt metszéssel egy 1 cm hosszú darabot vágunk le; ennek mindkét végén jól lehet látni a száraz nádon át vezető szűk levegőcsatornák keresztmetszetét. Ha a nádon átfúvunk, szabad vége közelében lágy fúvó zörejt hallunk. De még a nádénál is jóval szűkebb réseken átfúváskor is keletkezik hallható hang, mint pl. egy jénai 3G3 vagy 3G4 jelzésű tölcséres üvegszűrő végén befújva, amint a levegő a szűrő fenekét alkotó 2 mm vastag, likacsos lemezből kiáramlik, habár ennek likacsai jóval szűkebbek, mint a legvékonyabb hörgőcskék.

Kérdés azonban, hogy a lélekzőhörgőkben van-e akkora nyomás, illetve áramlássebesség, amely elegendő ahhoz, hogy már egyetlen ilyen kis csövecskéből történő kiáramláskor hallható zörej keletkezzék. A kis hörgőcskékben uralkodó nyomásra, illetve a levegő áramlássebességére meglehetősen pontos következtetés lehetséges.

A belélekzés folyamán a levegőt a külvilágból a tüdőbe hajtó nyomáskülönböség az orrnyílásokban 2—3 mm Hg, mélyebb vagy szaporább belélekzés folyamán pedig ennél valamivel több. Minthogy azonban a levegő beáramlása a mellkas tágulásával indul meg, amit a levegő beáramlása csak bizonyos késéssel követ és csak a belélekzés végén egyenlít ki, nyilvánvaló, hogy ott, ahol a tüdő tulajdonképpeni táguló része (a tüdőhólyagocskák) a külvilágba vezető légutakkal, a bronchulusokkal, összefüggenek, a belélekzési nyomáskülönbség nagyobb, legalább is 3—4 mm Hg-nak (azaz 40—55 mm vízoszlopnak) felel meg, gyorsabb vagy mélyebb belélekzéskor pedig még ennél is nagyobb. Minthogy — amint láttuk — már 50 cm vízoszlopnyomás elegendő volt, hogy már egyetlen 0·2 mm átmérőjű csövön át kiáramló levegő okozta zörejt meg lehessen hallani, igazoltnak vehető, hogy *a tüdőbeli belélekzési nyomáskülönbség képes a belélekzés folyamán réshang keltésére a lélekzőhörgő végén.*

A kis hörgőcskékben a levegő áramlássebességére csupán következtetni lehet azon az alapon, hogy ismerjük a lélekzőhörgő átmérőjét, a hozzá vezető tüdőhólyagocskák és az alveoláris járatok együttes hozzávetőleges köbtartalmát s végül azt, hogy ez a kis üreg az ismert időtartamú belélekzés alatt mennyivel tágul. Lóban, melynek mellkasán a sejtes lélekzési zörej sokszor éppen csak hallható, a számítás a következő eredményt adja. Az 1·5—2 mp-ig tartó nyugodt belélekzés alatt a ló tüdejébe mintegy 6000 cm^3 levegő áramlik be. Ez a 6000 cm^3 tágítja a tüdőt, még pedig a 24000 cm^3-esnek fölvehető kilélekzési térfogatról (szuplementer levegő + maradék levegő = tartalék levegő). Ha ebből a kiindulási térfogatból levonjuk a tágulásban gyakorlatilag részt nem vevő nagyobb légutakat (tehát a holttérnek legalább $^2/_3$ részét, 1000 cm^3-t), kiderül, hogy a tüdő a belélekzéskor eredeti térfogatának $^{23}/_6$ részével, azaz kereken 25%-kal tágul. Ha ezt az arányt a mintegy 6—12 mm^3

térfogatú tüdőacinusra vonatkoztatjuk, azt találjuk, hogy az ehhez vezető 0·2 mm átmérőjű kis hörgőn át 1·5—2 mp alatt 1·5—3 mm_3 levegő halad keresztül, ami másodpercenkinti 50—90 cm-es áramlási sebességnek felel meg.

Emberben a 600 cm^3-nyi lélekzési levegő (nyugodt lélekzést föltételezve) hozzáadódik a rendes kilélekzés végén a tüdőben maradt 1000 cm^3 maradék és 1500 cm^3 szuplementer levegőhöz, azaz 2500 cm^3-nyi tartaléklevegőhöz a belélekzés alatt még 600 cm^3 levegő jut be. A tágulásban csak lényegtelen résztvevő nagyobb légutak térfogatára a holttér $^2/_3$ részét, 100 cm^3-t levonva, azt találjuk, hogy az emberi tüdő a belélekzéskor eredeti térfogatának $^{25}/_6$ részével, azaz 26%-kal tágul, ami az előbbi számítás szerint nagyjában azonos áramlássebességet ad a végső hörgőkben.

Minthogy az áramlássebesség folyamatos mérése a kis hörgők méreteire készült kísérleti berendezésben lehetetlen, célszerűbb a kísérletekben csak a sokkal könnyebben és pontosabban ellenőrizhető nyomásra figyelemmel lenni.

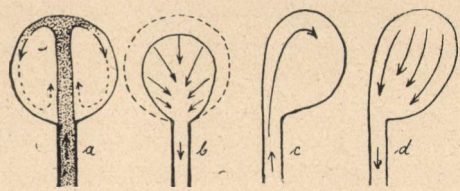
Kis fúvókákkal végzett minden kísérletben meg lehetett állapítani azt a fontos jelenséget, hogy míg a levegőnek a szűk csőből kiáramlása az itt alkalmazott alacsony nyomás mellett minden esetre csak gyönge zörej kíséretében történik, a külső levegőnek a csövekbe áramlása (beszívása) hasonló nyomás mellett nem jár észrevehető hangjelenségekkel. Minthogy pedig a lélekzés alkalmával is a tulajdonképpeni lélekzési zörejt — ha a gégezörejt stb. kiiktattuk — csak a belélekzéskor halljuk, a kilélekzéskor ellenben vagy egyáltalán nem, vagy legfeljebb csak annak kezdetén és akkor is alig észrevehetően, ez is annak jele, hogy a sejtes lélekzési zörej keletkezési helye a végső hörgőágacskáknak az egyes tüdőacinusokba vezető benyílása lehet.

Még egy további kísérlet mutatja, hogy a végső hörgőágakkal azonos méretű nyílásokon át a levegő lágy fúvó zörej kíséretében áramlik. Ha egy egér tüdejének felületéről a mellhártyát lencsényi területen leválasztottuk, a légcsövön befúváskor a lecsupaszított részen a mellhártyával határos alveolusok falán tépett nyílásokon keresztül a levegő a sejtes lélekzési zörejhez hasonló hangjelenség kíséretében távozik. A megnyitott alveolusok a végső hörgőágakkal azonos méretűek.

Ezek szerint *a levegő a végső bronchulusokkal azonos lumenű, sőt szűkebb csövekből is a nyugodt belélekzés folyamán előálló nyomáskülönbség mellett zörej kíséretében áramlik ki*, amely zörej színezeté-

ben a sejtes lélekzési zörejhez (gyönge fúvó zörejhez) hasonlít. *Ellenkező irányú áramlás folyamán*, amikor tehát a levegő a tágasabb helyről áramlik a szűk csőbe, *a zörejek igen gyengék vagy többnyire nem is hallhatók.*

A fúvó zörej keletkezése a kifúváskor és a zörej keletkezésének elmaradása a levegőnek visszafelé haladó áramlása közben könnyen érthető az áramlási viszonyok részletjelenségeinek megfigyelése alapján. A beáramláskor ugyanis (értve ezalatt a szűk csőből a tágasabb üregbe való áramlást: a tüdőre vonatkoztatva belélekzést), amint azt nagyobb méretű modellkísérletben füstnek befúvákor látni lehet, a levegőnek a szabadba vagy gömbalakú tágulékony térbe (gumihólyagba) kiáramlása közben (4. kép) eredeti irányát megtartva halad előre. 0·2 mm-es cső használata esetén legfeljebb pár centiméteres vízoszlopnyi nyomás mellett ez 3—6 centiméternyire alig észrevehetően táguló sugárban megy végbe és azután örvénylés közben felbodrosodva eloszlik. Ha ezen levegőáram mentén különböző helyeken apró gázlángot (Bunsen-takarékégőt) tartunk bele s a lángban keletkező hangot figyeljük vagy pedig fülünkkel összeköttetésben levő gumicső szabad végét tartjuk bele, következetesen azt lehet megyfigelni, hogy a nyílás közvetlen közelében magasabb, inkább sziszegő, attól távolabb ellenben mindinkább mélyülő hangot hallunk. Ha pedig a sztetoszkóppal eléggé messze, 8—10 cm-nyire távolodunk, akkor a hang már annyira mélyül, hogy a rezgéseket nem mint hangot, hanem mint szapora, különálló levegőlökéseket érezzük. Nyilvánvaló tehát, hogy a kifúvott levegősugár mentén, a szakadási fölületen a nyílás közelében szaporább, távolabb mind ritkább rezgések keletkeznek.



4. ábra.

A levegőnek sugár irányú mozgása akkor is megfigyelhető, ha az nem a szabadba, hanem kisebb, tágulékony hólyagba áramlik (4. kép *a*). A levegő a hólyagnak szemben levő falán, majd a hólyag egész belső fölületén szétterül, közben azonban az előbb bent volt levegőt a hólyag fala mellől annak közepe felé szorítja. A hólyag fala mentén szétterülő

levegő végül is a beáramló levegősugár mellé kerül, amely azt magával viszi s így a beáramlás végén a hólyagban levő egész levegő gyűrűalakú forgó mozgást végez. Ezzel szemben a kiáramlás folyamán a hólyag kiürülése közben a benne levő levegő minden irányból tódul a nyílás felé (4. kép *b*), habár mégis a nyílás tengelyébe eső irányból aránylag gyorsabban, minek folytán nincsen alkalom szakadási fölületek és ezek határán örvények keletkezésére. Lényegében hasonló módon következik be a leírt folyamat akkor is, ha a hólyaghoz vezető cső nem merőlegesen, hanem érintői irányban nyílik be (4. kép *c* és *d*).

A füstnek ilyen áramlása nemcsak nagy hólyagokban követhető, hanem a tüdőhólyagocskákat megközelítő méretűekben is. A kísérleti berendezés a következő: 0·5 cm vastag üvegkövetta fenekén lyukat fúrtam s ebbe egy egyenesre csiszolt végű, 20. sz. rekordtűt ragasztottam, úgy, hogy a tű vége a fenéktől 1 cm-nyire állott ki. A követtát derékszög alatt lehajlított mikroszkóp tárgyasztalára úgy erősítettem, hogy a tű hegye a látótér szélén legyen (gyönge nagyítás!). A tű illesztékére vékony gumicsövet húztam, a követtába ricinusolajat öntöttem, majd a tűre szerelt gumicsövön át fecskendővel sűrű cigarettafüstöt fújtam a tűn át. A füstös levegő a tű végén buborék alakjában jelent meg, majd felszállt az olajban. A buborék növekedésének gyorsaságát a füst befúvásának ereje szerint lehetett szabályozni. Ha a füstöt elegendő lassan szorítottam a tűn át, hogy a hólyagok lassan növekedjenek és szakadjanak le, akkor erős oldalvilágítás mellett a mikroszkópon át látni lehetett, hogy a kiáramló füst először a tű tengelye irányában halad s csak a hólyagnak szemben levő falán terül el. Evvel szemben, ha a hólyag tartalmát a csövön át lassan visszaszívtam, a visszaáramlás közben a füst a hólyag minden részéből egyszerre indult meg a tű nyílása felé, miközben az egyes részecskék mozgása annál gyorsabb volt, minél közelebb estek azok a cső tengelyéhez.

Ezek a megfigyelések egyszersmind abban az irányban is adnak fölvilágosítást, hogy a belélekzés alkalmával hogyan keveredik a tüdőben a friss és az ott levő régi levegő.

Amint láttuk, fúvó zörej keletkezik akkor, ha egy bronchulus vastagságú csőből a fiziológiás viszonyokat meg nem haladó nyomás mellett áramlik levegő a szabadba vagy a cső átmérőjéhez viszonyítva tágas üregbe. Kérdés azonban, hogy létrejöhet-e a zörej akkor is, ha a levegő nem a szabadba, hanem az infundibuláris járatokkal azonos méretű üregbe ömlik, amikor is nincsen elegendő hosszú hely ahhoz, hogy a levegőoszlop mentén ilyen, a leírt kísérleti viszonyok között megfigyelhető örvények s így levegőrezgések keletkezzenek. Az örvények leválása ugyanis nem közvetlenül a nyílásnál történik, hanem a nyílás méreteitől, az áramlás-

sebességtől stb. függő, de inkább csak kísérlettel meghatározható távolságra.

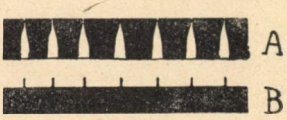
Kezdetben még nagy áramlássebesség (nagy REYNOLDS-szám) esetén is zavartalan a nyugvó és az áramló levegő határán levő szakadási fölület; annak megzavarodása és örvényfonalakká való felsodródása csak később következik be. Az örvények leszakadásának helyét az itt tárgyalt mikroszkópos méretekben nem lehet azon képletek és számítások szerint meghatározni, melyeket sokkal nagyobb méretű modelleken végzett kísérletek alapján határoztak meg (KÁRMÁN, PRANDTL, KRÜGER); itt egyedül a vizsgált eset méreteiben végzett kísérlet adhat fölvilágosítást. A föladat kettős: először tisztázni kell, hogy egyáltalában keletkezik-e ilyen körülmények között zörej, másodszor pedig meg kell magyarázni, hogy a megfigyelt zörej mi módon jött létre.

Az alveoláris járatokhoz hasonló méretű és szerkezetű gumimintákat nem sikerült készítenem, mindössze az alveolusokkal azonos méretű apró gumihólyagocskákat a hozzájuk vezető csővel együtt; ezek azonban annyira szakadékonyak voltak, hogy lehetetlen volt velük kísérletezni. Végül is egy egyszerű fogás segítségével készítettem apró, tágulékony hólyagocskákat, amelyek alkalmasak voltak a bennük keletkező zörejek megfigyelésére.

Ceruzavastag, rövid vörösrézhenger belsejébe 2 mm tág olyan lyukat fúrtam, mely fölfelé mindinkább szűkült, s a henger másik végén finom acéltűvel ütött 0·15—0·2 mm szűk csatornában végződött egy sekély bemélyedés fenekén. A henger másik, tágabb nyílását vékony gumihártyával kötöttem le, aminek megkönnyítésére a henger széle mentén körkörös vájulatot is készítettem. Ilyen módon apró, néhány köbmilliméter ürtartalmú üreget kaptam, amelynek fenekét a gumihártya alkotta s amely felül szűk nyílással a külvilággal közlekedett. Ha most ezt a kis levegőtartályt víz vagy olaj színe alá merítettem s a gumilemezt kissé benyomtam, a szűk nyíláson apró levegőhólyag jelent meg, melynek nagyságát a gumilemezre gyakorolt nyomás változtatásával növelni és csökkenteni lehetett. Ha ezt a műveletet eléggé óvatosan végeztem, minden nehézség nélkül sikerült $^3/_4$—1 mm átmérőjű hólyagot kapni a nélkül, hogy az a nyílásról leszakadt volna. Hogy a hólyag keletkezése, azaz a szűk nyílásból kiáramlás közben keletkezik-e a zörej, azt a rézhengerrel szemben a víz alá merített érzékeny hártyás fonendoszkóppal vizsgáltam. Ha a gumihártya lenyomását görbített sodronnyal eléggé ügyesen végeztem, semmiféle zörejt sem hallottam. Ez azt jelentheti, hogy vagy nem keletkezett zörej, vagy az keletkezése

ellenére nem érte el a meghallhatóság határát. A kétféle lehetőség úgy volt eldöntve, hogy egyidejűleg sok hólyagot fejlesztettem s így hallgatództam, amikor azután sikerült meghallanom a hólyagok keletkezése és tágulása közben keletkező zörejt.

Sok hólyag együttes előállítása a következőképpen történt: 8 mm vastag ebonitlemezbe hét sorban sűrűn egymás mellé összesen 49 lyukat fúrtam, melyek a túlsó oldalon egy-egy tűvel szúrt, 0·2 mm tág nyílásban végződtek (5. kép, *A* a lemez átmetszete). A lemeznek arra az oldalára, ahol a nyílások tágasabb vége volt, paragumioldattal vékony gumihártyát ragasztottam föl, miáltal 49 különálló üreget kaptam. A furatok üregét elzáró gumihártya együttes lenyomására a lyukasztott lemezzel azonos méretű tömör lemez szolgált, amelyből a másik lemez nyílásaival szemben 49 tompa szög állott ki. A kísérlet folyamán a szöges lemezt sűrű olajat tartalmazó edény fenekére fektettem s rája gumihártyás felével a lyukasztott lemezt úgy, hogy a szöveg vége pontosan a gumilemezzel takart nyílások közepére esett. A lyukacsos lemez lenyomására a furatok üregét takaró gumilemez besüppedt és a nyomás foka szerint a 49 nyílás tetején kisebb-nagyobb levegőhólyag jelent meg. Minthogy a lemezre gyakorolt nyomást tetszés szerint lehetett változtatni, a levegőhólyagok növekedésének gyorsasága is változtatható volt, úgyhogy ilyen módon a tüdőhólyagoknak a lélekzéskor történő tágulását a természetes viszonyoktól lényegesen nem különböző méretben tudtam utánozni. A hangjelenségeket az olaj alá merített érzékeny fonendoszkóppal figyeltem meg. Ha a lemez lenyomását kellő óvatossággal, de nem tulságosan lassan történt, a levegőhólyagok növekedésével egyidejűleg gyönge, lágy, a sejtes lélekzési zörejjel megegyező hangjelenséget hallottam, míg a lemez visszaengedése és a hólyagok egyidejű kisebbedése közben ellenben semmiféle zörejt sem lehetett hallani.



5. ábra.

A kísérlet eredményéből tehát látható, hogy ha *a levegő szűk nyílásból olyan apró üregbe ömlik, mint amekkora egy egész lélekző járat, éppen úgy keletkezik zörej, mint a szabadba áramlás alkalmával; a hólyagból végbemenő kiáramlás (kilélekzés) ellenben hangtalan.*

Amint már előbb jeleztem, a tüdő lélekző részében a réshangon kívül még más módon is keletkezhetik zörej. A lélekzőhörgőkön át beáramló levegő ugyanis nem egységes levegőtérbe furakodik be s halad addig, amíg mozgási energiája el nem vész, hanem a levegő már 0·2—0·3 mm-nyi út megtétele után beleütközik az atriumból nyíló lélekzőjáratokat, majd pedig a lélekzőjáratok mentén az egyes alveolusokat elválasztó sövényekbe, illetve a levegőáram kénytelen

ilyen választófalak, élek fölött elvonulni. Ezek az élek az áramlás egy-egy részét természetesen el is térítik és bevezetik az előttük vagy mögöttük levő tágulatba. Ezeken a helyeken éppen úgy adva van a lehetőség a sövények két oldalán váltakozó nyomásingadozások s így a levegőben rezgések keletkezésére, mint az ajak- és a nyelvsípok szájában. Azt is könnyen lehet igazolni, hogy ugyanolyan áramlási sebesség, illetve nyomás esetén erősebb zörej keletkezik a kiáramlási rés előtt, ha eléje tetszőleges irányban egy vékony lemezt vagy annak élét állítjuk. Sőt olyan alacsony nyomás esetén, amikor nem keletkezik biztosan meghallható részörej, azonnal észrevesszük az «élhangot», ha a levegőáram útjába, a rés elé késpengét vagy más merev lemezt tartunk.

A tüdő lélekző részében szóbajövő zörejkeltési lehetőségek közül az alveolusokat elválasztó sövényeknek a sípok nyelvéhez hasonló rezgését, mint hangkeltési módot figyelmen kívül lehet hagyni, minthogy a tüdő szövetének s ezen sövényeknek feszülési foka távolról sem olyan, hogy azok önálló rezgésre képesek lennének. A tüdő a benne keletkezett rezgéseket továbbvezeti, miközben azonban a benne levő levegő a tulajdonképpeni vezető közeg, magának a tüdőszövetnek azonban csak egészen passzív szerepe van.

Elsősorban az áramlási sebességtől függ, hogy a tüdő lélekző részében meglevő hangkeltési lehetőségek, nevezetesen a réshang és az élhang közül melyik és milyen mértékben szerepel a belélekzéskor az egyes lélekzőhörgőkhöz tartozó tüdőrészecskékben, minthogy a tüdő szerkezete a lényeget tekintve emberben és állatban és a tüdő minden részében egyforma. A levegő a tüdőacinusokból zörejkeltés tekintetében éppen úgy kedvezőtlen viszonyok között áramlik ki, mint egyetlen hólyagból, úgyhogy *a kilélekzéskor a tüdőnek ebben a részében nem keletkezik meghallható erősségű hang.*

A sejtes lélekzési zörej keletkezésére vonatkozó elméletek közül a WINKLER-félének helytelenségét már kimutattam az elágazódó csőrendszerekben keletkező zörejek tárgyalásánál: a hörgőkben keletkező zörejek kétfázisúak (azaz be- és kilélekzéskor közel egyforma erővel jelentkeznek), az ilyen zörejből pedig nem vezethető le az egyfázisú (csak a belélekzéskor hallható) sejtes lélekzési zörej. Hasonló okból téves azoknak a klinikusoknak fölfogása, akik a gégezörejt tekintik a sejtes lélekzési zörej forrásának (CHOMEL, SPITTAL, BAAS, PENZOLDT, FRÖHNER), vagy aki azt a gégezörejjel s a hörgőkben keletkezett zörejekkel együtt magyarázza. GERHARDT C., továbbá GEIGEL R., SCHITTEN-

HELM és BRUGSCH, LÜTHJE, SAHLI, EDENS, MARTINI P. a sejtes lélekzési zörej okát a tüdő szövetének a belélekzéskor történő megfeszülése által okozott rezgésében keresi. Hogy ez a fölfogás nem helytálló, s hogy a tüdőhólyagocskáknak tágulása (levegőáramlás nélkül) egymagában nem jár zörejekkel, azt két kísérlettel lehet bizonyítani. Mindkét végén nyílt, vastag üveghenger egyik végét fínomhártyás fonendoszkóppal légmentesen elzárjuk, rája sűrű szappanhabot töltünk, majd a másik végét elzáró átfúrt gumidugó fúratán át a buborékokat fúvólabdával váltakozva összenyomjuk, majd fölengedjük. E közben a fonendoszkópon át nem lehet zörejt hallani, legföljebb néhány kis buborék elpattanását. A kísérlet tüdővel is elvégezhető: ha a henger fenekére hab helyett tengerimalacnak vagy patkánynak középállásba fölfújt tüdejét tesszük, amelynek főhörgőjét a tövénél lekötöttük, s azután a kamarában a nyomást váltakozva növeljük és csökkentjük, a fonendoszkópon át szintén nem hallunk zörejeket.

KÉTHLY (1914) a BAAS—PENZOLDT-féle, a VIERORDT-féle és a SAHLI-féle elméleteket összeadva magyarázta — az előbbi fejtegetések szerint helytelenül — a sejtes lélekzési zörej keletkezését. DEHIO, továbbá MAREK helyesen ismerték fel a tulajdonképpeni sejtes lélekzési zörej keletkezési helyét a legkisebb hörgőknek a tüdő lélekző részébe való benyílásánál. A rezgések keletkezését MAREK úgy képzelte, hogy az alveolusok tágulásának kezdetén a szűk hörgőágacskából nem tud azonnal elegendő levegő beáramolni, mire a tüdő további tágulásakor ott légritkulás következik be, a fokozódó nyomáskülönbség kiegyenlítésére azután hirtelen túlságosan sok levegő áramolna be, ami viszont levegősűrűsödéssel járna. MAREK magyarázata jól szemlélteti a zörej keletkezését, fizikailag azonban bizonyos kiegészítésre szorul abban az értelemben, hogy a zörejek részint mint réshangok, részint pedig mint élhangok keletkeznek. MINERBI (1930) a sejtes lélekzési zörejt a bronchulus obularisból kiáramló levegőnek a tüdőacinus álló levegőjébe ütközésekor keletkező rezgésének tekinti.

Összefoglalás.

A lélekzéssel kapcsolatban a mellkason ép viszonyok között a belélekzés folyamán jól felismerhetően erősebb zörejt hallunk (belélekzési zörej), mint a kilélekzés idejében. A lélekzési zörejeknek különböző erőssége a két lélekzési szakban, illetve a zörej jelentkezése csupán a belélekzés alatt arra vall, hogy a belélekzési zörejnek lényeges összetevője, a tulajdonképpeni sejtes lélekzési zörej csakis ott keletkezhetik, ahol a légutak alakulása a légutakban lehetséges áramlássebesség mellett az ilyen egyfázisú zörejkeletkezést megengedi. Ilyen hely csupán a tüdő csöveinek a legvégső része, ahol a lélekzőhörgők a tüdőlebenykék atriumába és a

lélekzőjáratokba, mint jóval tágasabb és egyben rekeszes üregbe nyílnak. Ezen a helyen a belélekzés alkalmával rés- és élhangok módjára fúvó jellegű hangjelenség, a «sejtes (helyesebben inkább légsejtes) lélekzési zörej» keletkezik, míg a levegő a kilélekzés alkalmával innen zörejkeltés nélkül áramlik ki.

A belélekzési zörejnek a tüdő minden egyes részében keltett ezen lényeges összetevőjéhez társul a légutak elágazásaiban keletkező, a mellkason majdnem a meghallhatóság határáig gyöngült áramlási, valamint a nagyobb állatokon csupán a mellkasnak elülső, emberben és kisebb állatokon annak nagyobb területéig elvezetett s közben meggyengült gégezörej. Minthogy a felső légutakban, a gégében (változatlan gégeállás mellett) és a légutak elágazásaiban mindkét lélekzési szakban közel egyenlő erősségű, ha nem is egyenlő színezetű zörejek keletkeznek, azokat tehát mindkét lélekzési szakban egyenlő erősnek halljuk, jogos az a következtetés, hogy ezek a zörejek a belélekzési zörejben csakis olyan erősséggel képviseltek, amilyennel azok a kilélekzés folyamán hallhatók.

A rendszerint egészen gyönge vagy esetleg a meghallhatóság határa alatt maradó kilélekzési zörej csupán a légutak elágazásaiban keletkező áramlási zörejekből, továbbá a légutakon és a tüdőszöveten át a mellkasfalig elvezetett és e közben gyöngült gégezörejből áll.

A légcsőzörejnek uralkodó összetevője a gégezörej, melynek a gége mögött következő légutakban (a légcsőben és a főhörgőkben) kiváltott, aránylag nem erős rezonanciahangad bizonyos zenei árnyalatot.

Egészséges viszonyok között a légutakban sehol sem keletkezik tiszta zenei rezonanciahang (tiszta hörgői lélekzési hang). Ilyen hang keletkezésének föltétele ugyanis, hogy valamely nagyobb hörgő fala merevebbé s a benne levő levegő rezonálásra képessé váljék annak következtében, hogy a hörgőt légtelen, s e miatt össze nem nyomható és egyben helyéből nehezebben kimozdítható szövet foglalja körül. Magától értetődő az a további föltétel, hogy a hörgőben levegő legyen és az közlekedésben álljon a nagyobb légutakkal, mert csak ilyen viszonyok között tudják a rezonanciát kiváltó zörejek (gégezörej, áramlási zörejek) a merevvé vált hörgőfal körülvette levegőoszlopot megszólaltatni.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. jún. 15-én tartott üléséből.)

PHYSIKALISCHE BEDINDUNGEN FÜR DIE ENTSTEHUNG DER ATMUNGSGERÄUSCHE.

Vom korresp. Mitglied JOHANNES v. MÓCSY.

(Antrittsvortrag.)

Zur Klärung der noch immer vielfach umschrittenen Frage nach der Entstehungsweise und der Natur der im Zusammenhang mit der Atmung am Brustkorbe hörbaren Geräusche wurden Untersuchungen unter Zugrundelegung physikalischer Methoden ausgeführt.

In selbsthergestellten, die Verzweigungen der hinter dem Kehlkopf gelegenen Luftwege nachahmenden verzweigten Röhrenmodellen aus Paragummi durch Lufteinblasen erzeugte Geräusche waren während der Einatmung gleichkommenden Lufteinströmung sowie der der Ausatmung gleichenden Luftausströmung in gleicher Stärke an verschiedenen Stellen des Röhrensystems hörbar. Da nun an dem Brustkorbe lebender gesunder Tiere das Einatmungsgeräusch das Ausatmungsgeräusch um das Vielfache an Stärke übertrifft, kann die in den Luftwegen (Kehlkopf, Luftröhre, grosse und kleine Bronchen) während der Ein- und der Ausatmung ungefähr gleich stark hörbare Schallerscheinung nicht die Quelle sein für das am Brustkorbe gesunder Tiere erkennbare Einatmungsgeräusch.

Bei Verwendung durchsichtiger, starrwandiger, gabelartig verzweigter Glasröhren liess sich beim Einblasen von Rauch feststellen, dass überall im Bereiche der Abzweigungsstellen beim Einströmen der mit Rauch vermengten Luft hinter, bei deren Ausströmen vor dem Abbiegungswinkel eine Ablösung der Strömung

von der Wand eintritt, wodurch eine Unstetigkeitsfläche mit Wirbel- und Geräuschbildung zustande kommt.

Versuche einerseits mit starrwandigen verzweigten Glasröhren-, anderseits mit weichwandigen Gummiröhrensystemen führten zu dem Ergebnis, dass durch bestimmte, der in dem Strömungsgeräusch enthaltene zahlreiche Schwingungen ein reiner Resonanzschall mit musikalisch leicht bestimmbarer Höhe hervorgerufen wird. Dasselbe geschieht auch in einem weichwandigen Röhrensystem, mit dem Unterschied aber, dass bei sonst gleicher Länge der Einzelröhren der Resonanzschall viel schwächer und auch tiefer erscheint, weil ein Teil der kinetischen Energie der Resonanzschallwellen bei den erzwungenen Aus- und Einwärtsverschiebungen der Röhrenwand durch Reibung verbraucht wird. Das gleiche lässt sich beobachten an Röhren mit nur stückweise weicher Wandung. Dementsprechend erscheint der Resonanzschall in den stets mehr oder weniger und ungleich weichwandigen normalen Luftwegen des Menschen und der Tiere viel schwächer und auch tiefer als in einen gleichlangen, starrwandigen Röhrensystem.

Nur in bestimmten krankhaften Zuständen werden durch Luftleerwerden des Lungengewebes die in diesem mit eingeschlossenen röhrenförmigen Bronchen zur Erzeugung eines ziemlich reinen, musikalisch erscheinenden Resonanzschalles befähigt (reines Bronchialatmen), weil die unter solchen Umständen starr und unnachgiebig gewordene Bronchialwandung die kinetische Energie der zugeleiteten Strömungsschallwellen nur wenig beeinflusst, daher ein starker und höherer Resonanzschall veranlasst werden kann.

Unter Verwendung einer entsprechend fein ausgestalteten Auskultationsvorrichtung konnte fernerhin die wichtige Feststellung gemacht werden, dass schon bei einer unter einem Druck von 5 cm Wassersäule aus einer 0·2 mm breiten Röhre ins Freie gehenden Luftströmung eine hörbare Geräuschbildung zustande kommt. Selbstverständlich viel deutlicher kommt das Geräusch zur Wahrnehmung beim nahen Behorchen der Luftausströmung aus zahlreichen solchen feinen Röhrchen (zusammengekittete Stahlröhrchen, quer durchschnittenes Schilfrohrstück).

Eine Geräuschbildung liess sich auch bei Lufteinströmung in

eine bloss 1—2 mm messende Blase beweisen durch folgenden einfachen Versuch. In einer Ebonitplatte werden dicht nebeneinander unten weit, oben ganz eng mündende Bohrfächer angefertigt, die die weiten Mündungen tragende untere Fläche der Platte mit einer Gummimembran überdeckt und die Membran mit Hilfe einer mit kurzen Nägeln versehenen Platte bei jedem Bohrloch gleichzeitig langsam eingedrückt. Jeweils mit dem Eindrücken der Membran kam an den engen Mündungen der in Öl eingetaucht gehaltenen Ebonitplatte je ein kleines Bläschen zum Vorschein und gleichzeitig auch zum Hörbarwerden einer Schallerscheinung beim Behorchen mit einem in die Ölflüssigkeit getauchten Phonendoskop.

Es konnten weiterhin auch noch im Bereiche der den Lungenalveolen gleich kleinen Bläschen die Strömungsverhältnisse zur Anschauung gebracht werden durch Betrachtung unter dem Mikroskop solcher Bläschen, die sich beim Durchblasen mit Rauch vermengter Luft durch ein Kapillarröhrchen zu bilden pflegen, wenn man das Röhrchen durch ein feines Bohrloch im Boden einer mit Öl gefüllten Glasküvette eingeführt hat. Es ergab sich hierbei, dass der in ein solches Bläschen einströmende Luftstrahl geradenwegs nach der der Mündung gegenüberliegenden Bläschenwand strömt, sich dann allseits an der Wand entlang ausbreitet und dabei die im Bläschen schon früher vorhandene Luft nach der Bläschenmitte schiebt. Hiergegen geht die Ausströmung der Luft aus den Bläschen gleichmässig aus allen Richtungen nach der Mündung vor sich.

Wie oben gezeigt wurde, kann das am Brustkorb hörbare Einatmungsgeräusch nicht ein abgeschwächtes und verändertes Strömungsgeräusch der oberen Luftwege sein. Das eigentliche Einatmungs- oder vesikuläre Atmungsgeräusch kann nur in solchen Abschnitten der Luftwege gebildet sein, wo die Strömungs- und Formverhältnisse der Luftwege unter der in ihnen überhaupt möglichen Strömungsgeschwindigkeit eine bloss einphasische Geräuschbildung zulassen. Als eine solche Stelle wurde aufgedeckt die Einmündung je eines Bronchulus respiratorius in das im zugehörige, viel räumigere Atrium des Lungenazinus. Nach den angeführten Versuchsergebnissen entstehen hier während der Einatmung auf

die Art der Spalt- und Schneidetöne Blasgeräusche das vesikuläre Atmungsgeräusch, wogegen die Ausatmung in der gleichen Stelle geräuschlos vor sich geht. Diesem eigentlichen vesikulären Geräusch gesellen sich die fortgeleiteten Strömungsgeräusche der oberen Luftwege, und zwar, entsprechend ihrer allmählichen Abschwächung während der Fortleitung, bei Grosstieren bloss im Bereiche der brusteingangnahen Brustteilen, bei Kleintieren in einer grösseren Ausdehnung. Das am Brustkorb hörbare Ausatmungsgeräusch entsteht somit nicht in den Lungenbläschen, sondern stellt das fortgeleitete und stellenweise bis zur Unhörbarkeit abgeschwächte Strömungsgeräusche der oberen Luftwege dar.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 15. Juni 1942.)

BELSŐ ELVÁLASZTÁSÚ SZERVEK ÖSSZEFÜGGÉSÉNEK ÉS ELVÁLTOZÁSAINAK VIZSGÁLATA MAGVARIÁCIÓS ELJÁRÁSSAL.

Ifj. BAKAY LAJOS-tól.

Valamely szövet megváltozott működésének szövettani megfigyelése és a változás nagyságának felbecslése a kísérletes hisztológia legszebb és legnehezebb feladatai közé tartozik. A szöveteegységnek, a sejtnek rögzített, tehát halott állapotában való észlelése és az észleltek helyes megmagyarázása sokkal több nehézséggel jár, mint az élettan vagy biológia eszközeivel végzett sejtkutatás. Szükség van olyan eljárásra, melynek segítségével szövettani és kórszövettani módszerekkel történt feldolgozás esetén is következtetni tudunk a kérdéses szerv munkairamára. Az eddigi ilyenirányú vizsgálatok legtöbbször megelégedtek a szövettani metszetek megtekintésén alapuló feltűnően durva becsléssel. Bonyolultabb volumetriai arányokkal bíró szervnél ez az eljárás igen felületesnek bizonyult. Valamely szerv kisebb-nagyobb térfogatváltozásából azonkívül nem mindig lehet következtetést vonni annak működésére, hiszen ismerünk térfogatnagyobbodással járó regressziv elváltozásokat is. A mitózisok számának megállapítása sem irányadó minden esetben. Nem ad ugyanis felvilágosítást az újonnan keletkezett sejtek minőségéről; azonkívül rendkívüli feladatok elé állított szövetekben nem ritka az amitózis, sőt az ú. n. belső amitózis sem. Olyan eljárásra van tehát szükség, mely pontos következtetést enged meg a sejt működését illetően. Erre a célra legalkalmasabbnak tartom a magvariációs vizsgálat elvégzését.

Hertwig állapította meg, hogy a sejtek magjának és plazmá-

jának tömege között szoros törvényszerűség áll fenn (mag-plazma reláció). HEIDENHAIN továbbment protoméra elméletében, mert feltételezte, hogy a sejtnek, mint eleven tömegnek növekedése részeinek, a biomolekuláknak, egyszerű megkétszereződéséből áll (glatte Verdoppelung aller lebenden Teile). Ha tehát a mag tömegét MT-vel, a palzmáét PT-vel jelöljük, úgy a HERTWIG-féle mag plazmaviszony $\frac{MT}{PT}$ törttel fejezhető ki. A sejt növekedése pedig a HEIDENHAIN-féle ritmusos kétszereződés törvénye alapján a következő sorral jellemezhető:

$$\frac{MT}{PT}, \quad 2\frac{MT}{PT}, \quad 4\frac{MT}{PT}, \quad 8\frac{MT}{PT} \ldots \text{ stb.}$$

A növekedő sejt tömegének megkétszereződése két úton jöhet létre: mitózis útján, midőn az újonnan képződött két sejt biomolekuláinak összege duplája az anyasejtének és endoamitotikus úton, midőn egy óriásmaggal bíró óriássejt keletkezik. Utóbbi esetben a plazma és mag térfogata ugyancsak kétszerese az eredetinek.

HEIDENHAIN elmélete akkor látott napvilágot, midőn a természettudományos gondolkodása a legszélsőségesebb materializmust vallotta. Azóta bebizonyosodott, hogy a sejtnövekedés ritmusos ugyan és a képződött új egyedek egészszámú többszörösei az anyasejtnek, az 1:2:4:8 stb. volumensorozat azonban nem általános érvényű szabály. Ismerünk ép és kóros szöveteket, melyek sejtjeinek térfogata a növekedés folyamán úgy aránylik egymáshoz, mint 1:2:3, vagy akár 1:13-hoz is. Ezt az észlelést használták fel WERMEL és munaktársai HEIDENHAIN elméletének megdöntésére. Szerintük is fennáll ugyan a ritmusos növekedés, a protomérák, biológiai molekulák fogalmát azonban elvetik. Helyette WERMEL a sokkal egyszerűbb minimális konstans sejtnagyság törvényét vezette be. Eszerint a sejt nagyságát egy bizonyos minimális nagyságrend és a sejt növekedési tendenciája szabja meg. A növekedési irány gyorsulását kezdetben a görbe aszimmetriája, később többcsúcsúvá válása jelzi. A variabilitást harmadik tényezőként külső körülmények is befolyásolják, ritkán változtatják meg azonban a leggyakoribb átlagsejt nagyságát.

Ezek a törvényszerűségek akkor nyertek gyakorlati jelentősé-

get, midőn JACOBJ statisztikai módszerrel dolgozta fel őket. Mivel a plazma megszaporodását szükségképpen követi a mag térfogatának megváltozása is, JACOBJ és az utána következő vizsgálók megelégedtek a magok köbtartalmának meghatározásával, mivel ez szövettani metszeteken sokkal jobban mérhető. A magok köbtartalmát egy koordinátarendszer vízszintes, a mért magok számát függőleges tengelyén ábrázolva az egyes szerveken belül csaknem szabályos görbét nyert. A görbe csúcspontjának megfelelő magnagyságot M_1-gyel jelölte, ez az illető szervre nézve jellemző magtípus. Számos szervben normális körülmények között is több magtípus található, ezek köbtartalma gyakran M_1 kétszerese vagy többszöröse: M_2, M_4 stb.

Vizsgálataim során különböző belső elváltozású mirigyekből készített teljesen egyformán fixált és festett (Haemalaun-eosin) szövettani metszeteket 1000-szeres nagyítással kivetítettem és magjainak körvonalait lerajzoltam. Utána két mérésből kiszámítottam átlagmérőjüket és köbtartalmukat. Ezt az aránylag egyszerű feldolgozást az tette lehetővé, hogy ezek a szövetek csaknem szabályos gömbalakú magokkal rendelkeznek és az előadódó mérési hibák elenyészőek.

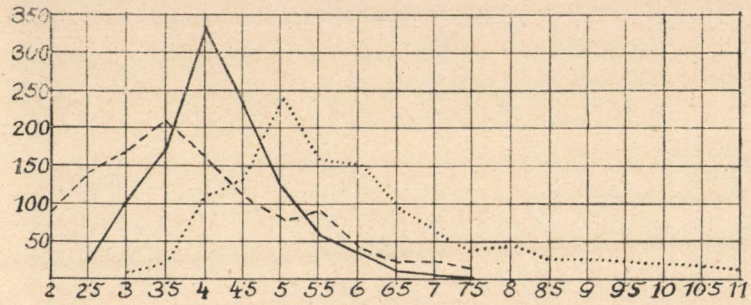
Emberi Langerhans szigeteken végzett vizsgálatok.

Első vizsgálataimat ép és kóros emberi hasnyálmirigyek Langerhans szigetein végeztem. A magok átlagmérőjét, ill. köbtartalmát egy koordinátarendszer vízszintes, a mért magok számát a függőleges tengelyen ábrázolva felnőtt ember ép szigeteiben csaknem szabályos variációs (GAUSS-féle binomiális) görbét nyertem. A görbe csúcspontja a 4 μ átmérőre esik, ennek az átlagos nagyságú magnak térfogata $M_1 = 34\ \mu^3$.

Lényeges eltérés sem cukorbajos, sem spontán hiperinzulinizmusos felnőtt ember magvariációs görbéjén nem mutatkozik. A diabeteszes görbe csúcsának az alacsonyabb érték javára történt kiszélesedése kissé csökkent működés mellett szól. Meg kell jegyeznem, hogy a feldolgozott eset a diabetesz azon nem ritkán előforduló kórbonctani típusához tartozik, melynél a szigetek nem mutatnak kézzelfogható morfológiai elváltozást. A szigetek pusztulásá-

val járó vagy legalábbis magpiknosist előidéző esetek természetesen durva és szeszélyes elváltozásokat okoznak a variációs görbében is.

Sokkal változatosabb értékeket nyertem emberi újszülöttek hasnyálmirigyének vizsgálatakor (1. ábra). Egészséges újszülött Langerhans szigeteinek sejtjei mellett feldolgoztam kongenitális lueszben elpusztult csecsemő súlyosan destruált és diabeteszes anya újszülöttjének igen nagy fokban túltengő szigeteit is. Utóbbi esetben az ismert hormonösszefüggés szerint az embrio a méhenbelüli életben a közös vérkeringés közvetítésével saját inzulintermelésének szinte határtalan fokozásával helyettesítette anyjá-



1. ábra. Emberi újszülöttek Langerhans szigeteinek magvariációs görbéi. ——— normális, - - - - - - - - - lueszes, ... cukorbajos anya újszülöttje.

nak csökkentműködésű Langerhans szigeteit. E három újszülött szigetmagjaiból 1000—1000-et mértem meg. A nyert eredmények törvényszerűsége meglepő. A normális újszülött magvariációs görbéje teljesen szabályos, egycsúcsú, az átlagérték a 4 μ átmérőre és 34 μ^3 térfogatra esik. A lueszes magzat szigetsejtjeinek görbéje két maximummal bír és a normálishoz képest erősen a kisebb értékek felé tolódott. A főcsúcs 3·5 μ (M_1=22·4 μ^3) átmérőre, a kisebb második csúcs 5·5 μ átmérőre (M_4=87 μ^3) esik. Diabeteszes anya magzatának hipertrofiás szigeteiben is erősen megváltozik a variációs görbe. Az átlagos magnagyság 5 μ átmérőjű (M_1=65 μ^3), kisebb kiemelkedést találunk azonban 6·25 μ-nál (M_2=128 μ^3) és 8 μ-nál (M_4=268 μ^3). A görbe a normálishoz képest figyelemreméltóan jobbra tolódott, a fokozott működést teljesítő sejtek meg-

nagyobbodása a metszeten első megtekintésre feltűnik. A görbe a valóban óriásmagvakat jellemző 10—11 μ átmérőig is elhúzódik.

A fenti észleltek megerősítenek abban az állításunkban, hogy a mélyreható működésváltozás bizonyos idő mulva a sejteken méréssel kimutathaót. Az elváltozások magzat-, ill. újszülöttkorban sokkal hamarabb jelentkeznek és nagyobb fokot érnek el, mint teljesen kifejlődött egyénekben.

Állatkísérletek.

Emberi anyagon nyert tapasztalataim után kíváncsi voltam, mennyiben sikerül az elváltozásokat kísérletben utánoznom; végül mennyire megbízható az eljárás kísérletes beavatkozások eredményének eldöntésére?

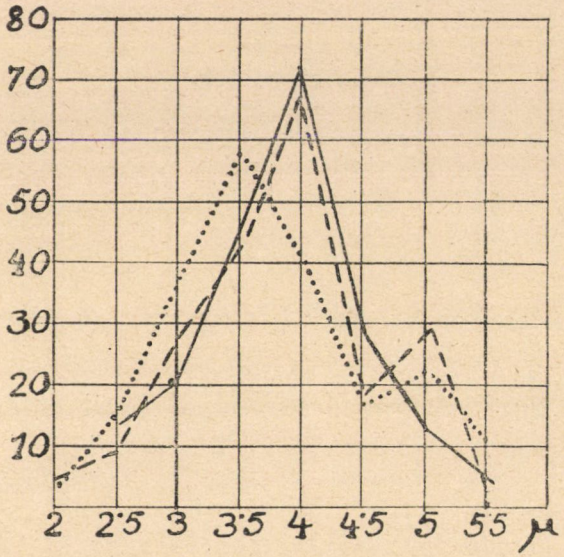
Kísérletes elváltozások Langerhans szigeteken.

Kísérleteimet kutyák hasnyálmirigyén végeztem. Normális állat Langerhans szigeteinek magvariációs görbéje szabályos. Az átlagos magnagyságot jelző csúcspont a 4 μ átmérőre esik (M_1=34 μ^3). Összehasonlításul fokozott működésű szigetek sejtmagjait is megmértem (2. ábra). A hiperfunkciót egyes állatokon a hasnyálmirigy nagy részének műtéti eltávolításával idéztem elő. Régen ismeretes ugyanis, hogy a pankreasz egy részének lekötése vagy műtéti eltávolítása a megmaradt rész szigeteinek túltengését vonja maga után. Vizsgálataim azt mutatták, hogy rövid idővel (hetekkel) a pankreaszrezekció után a maradék mirigy szigetsejtmagjainak görbéje nem változik meg számottevően. Egy évvel a műtét után a magvariációs görbén már egy második maximumot találunk μ 5 átmérővel (65 μ^3 térfogat).

Más állatokon a szigetek hiperfunkcióját a hipofizis kiirtásával lehetett előidézni. Ilyen irányú vizsgálataimmal kimutattam, hogy a hipofizektomia után hónapokkal a kutya pankreaszának Langerhans szigetei megszaporodnak. (Ifj. Bakay 1940.) Három hónappal a hipofizis kiirtása után leölt kutyán elvégeztem a magvariációs méréseket. A normális egy maximumú görbe helyett két csúcspontút nyertem. Az első maximum M_1-nek felel meg, a másik pedig

az 5 μ átmérőnek. Az ennek megfelelő köbtartalom M_2 65 μ^3, a hibahatáron belül kétszerese M_1-nek.

Az eredmények azt mutatják, hogy meghatározott nagyságú sejtekkel bíró szövet kísérletesen fokozott működés esetén új mag-, ill. sejttípust képes előállítani; a fejlődés a ritmusos növekedés szabályai szerint megy végbe.



2. ábra. Kísérleti állatok Langerhans szigeteinek magvariációs görbéi. ——— normális, - - - - - - - - - 1 éve részleges hasnyálmirigyeltávolításon átesett, ... 4 hónapja hipofizektomizált kutya.

Az eddig feldolgozott anyag működésének megváltozása, ennek iránya és minősége ismeretes volt. A magvariációs görbe alakulását tanulmányozva, azt összehasonlíthattam közismert tapasztalatokkal és más vizsgáló eljárásokkal. A módszer kiállta az összehasonlítást; a következő vizsgálatokban gyakran egyedül a görbék viselkedésére kellett bíznom magam.

Kísérletes elváltozások a mellékvesékben.

A hipofizis kiirtásának hatását a mellékvesére elsősorban a sejtek térfogatváltozása alapján vizsgáltam. Természetesen külön

dolgoztam fel a mellékvesék kéreg- és velőállományát, mivel szövettani viszonyaik, fejlődésük és működésük lényegesen különböző.

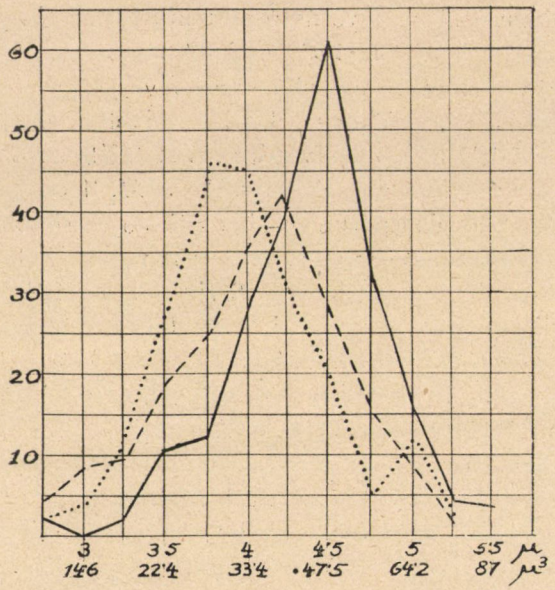
A kéreg viszonyai. 12 mindkét nembeli ép felnőtt kutya mellékveséit dolgoztam fel szövettanilag. A leírt módon elkészítettem sejtmagjaik variációs görbéit. A görbék igen hasonló lefutásúak az egyes individuumokban, egycsúcsúnak tekinthetők, tetőpontjuk a 4·5 μ átlagmérőnek, ill. 47·6 μ^3 magköbtartalomnak felel meg. Ezek az adatai tehát a normális kutyamellékvesekéreg átlagmagjának. A csúcsot mégis M_2-vel jeleztem, mivel a féltérfogatnak (22·4 μ^3) megfelelően ugyancsak állandóan található a kéregben egy egész kis csúcs, ill. vonálmegtörés. Ez az M_1 típus számszerint elenyésző, azonban minden esetben kimutatható, szerintem a kéregben normálisan található mitózisok képezte fiatal sejtek okozzák.

Itt kell megjegyeznem, hogy a 12 vizsgált normális állat kérgének görbéi annyira megegyeznek, hogy ha az élettani állandók mintájára szövettani vagy citológiai standardokat állapítanánk meg, a mag-, ill. sejttípus bizonyára helyet foglalna köztük.

Driesch 1900-ban a következő túlzó kijelentésre ragadtatta magát: «Die Zellengrösse verschiedener Organe ist eine ebenso beständige Grösse, wie die optischen Flächen eines Krystalls.» A sejtnagyság állandósága nagy irodalmi vita tárgya volt. Bebizonyosodott többek közt, hogy ugyanazon szövet sejtjeinek görbéje a belső körülmények hatása alatt bizonyos határok között ingadozik. Az is kiderült, hogy a fejlődés folyamán az egyes sejttípusok változáson esnek át. Így például a májsejtek egycsúcsú variációs görbéje csak a születés után lesz kétcsúcsú.

A hipofizektomisált állatok közül 14-nek a mellékveséit dolgoztam fel. Az állatok a műtét után három hétig, 1, 2, $4^1/_2$, 5, $5^1/_2$, $6^1/_2$, $7^1/_2$, 8 és $8^1/_2$ hónapig éltek. E sorozatos posztoperativ élettartamú kutyák mellékvesekérge igen érdekes magvariációs eltéréseket mutat (3. ábra). A görbe csúcspontja már két hónappal a műtét után a 47·6 μ^3 köbtartalomról 40-re csökken. $4^1/_2$—$5^1/_2$ hónap múlva az átlagmag köbtartalma 33, sőt 27 μ^3-ra süllyed. A másik szembetűnő változás csak a műtét után legalább öt hónapig élt kutyákon lelhető fel, ezeknél azonban kivétel nélkül megvan. Az elváltozás lényege egy meglehetősen erős második csúcs a görbén, mindig az 5 μ átmérőjű és 64·2 μ^3 köbtartalmú

értéknek megfelelően. Ez a második csúcs helyének állandósága miatt külön magtípusnak tekinthető. Térfogatra nézve ez a típus a háromszorosa a normálisan előforduló és az újonnan keletkezett sejtekkel magyarázott M_1-nek, így M_3-nak nevezhetjük. A magok



3. ábra. Kísérleti állatok mellékvesekérgének variációs görbéi. ——— normális, ... $5^1/_2$ hónapja hipofizektomizált, - - - - - - - - 5 hónapja hipofizektomizált és egy hónapja tireoidektomizált kutya.

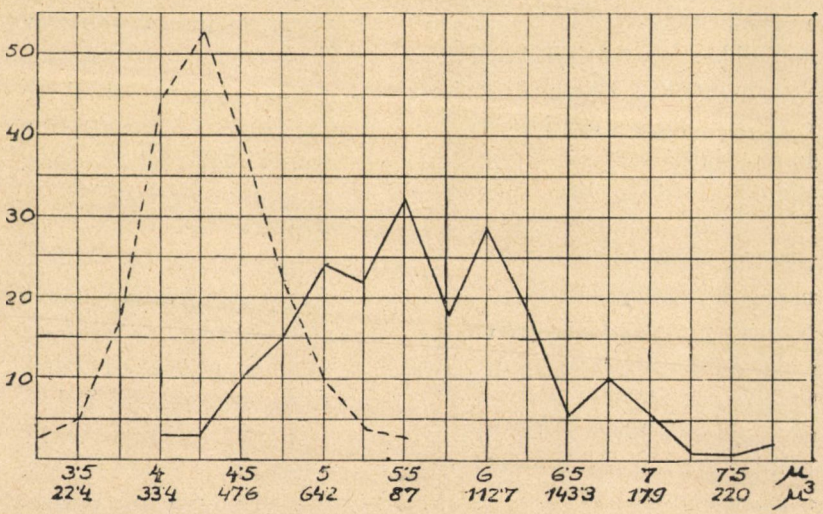
térfogata alapján tehát a $M_1 : M_2 : M_3 = 1 : 2 : 3$ formulát állapíthatjuk meg.

További három esetben a hipofizisen kívül a pajzsmirigy is ki lett irtva. A kutyák 5, $6^1/_2$ és 9 hónapot éltek a hipofizektomia után; tireoideájuk a műtét után négy hónappal lett eltávolítva, tehát egy hónappal hamarabb, mint mikor a csupán hipofizis kiirtottakon a kéreg M_3 típusa megjelenik. Az eredmény meglepő volt. Az átlagmagtípus a tisztán hipofizis-kiirtottaknak megfelelően kisebb a normálisnál. A M_3-nak megfelelő csúcs azonban egyik esetben sem található meg, még nyomaiban sem. Ez annál feltűnőbb,

mert a hipofizektomiát hasonló idővel túlélő állatok kérgében az M_3 csúcs kivétel nélkül megvan.

A velőállomány viszonyai. A hipofizis mellékvesekéregviszony számos adatával szemben a hipofizis-mellékvesevelő összeköttetés alig ismeretes. A magvariációs vizsgálatok elvégzése itt tehát még több felderítetlen kérdést oldhat meg. Már a normális kutyák velőjének vizsgálata is számot ad azonban azokról a nehézségekről, melyekkel a mérések értékelése jár. Az ép velő magjaiból készített statisztikai görbe mindig kétcsúcsú, rendszerint azonban többékevésbbé kifejezett harmadik maximumot is találunk. Meglepőbb, hogy az állatok görbéi széles határok között ingadoznak, hol egyik, hol másik csúcs nagyobb, sőt a maximumokat jelző csúcsok nem is mindig ugyanazokra az értékekre esnek. Az átlag leggyakrabban előforduló magok az 5, 5·5 és 6 μ átmérőjűek, ezeknek térfogata 64·2, 87, ill. 112·7 μ^3.

A hipofizektomizált állatokon a citológiai viszonyok a következőképpen változnak meg (4. ábra). A normálisan több egyenlő vagy hasonló nagyságú csúccsal bíró görbe egycsúcsú lesz; ez az



4. ábra. Kísérleti állatok mellékveséjének velőállományából készített magvariációs görbék. ——— normális, - - - - - - - - - - $7^1/_2$ hónapja hipofizis-kiirtott kutya.

egy átlagmagot jelző maximum természetesen jóval magasabbá teszi a görbét. A hatalmas főcsúcs mellett a görbe oldalában vagy tövénél gyakran láthatók kisebb kiszögellésszerű mellékcsúcsok. A másik eltérés hipofiziskiirtás után az, hogy az átlagmag nagysága jóval kisebb. Míg a normálisan jelenlevő többi magtípus az 5—6 μ átmérő és a 64—112 μ^2 köbtartalom között váltakozik. addig az operált állatok átlagmagja a 4·25—5 μ átmérőre esik (40—64 μ^3), tehát nagyjából felényi, Az ép viszonyokhoz képest tehát a variációs görbék sajátságos balratolódásáról győződhetünk meg. Az elváltozások igen rövid idő alatt kifejlődnek, két hónappal a hipofizektomia után már kifejezettek. A legkisebb magtípus $7^1/_2$—$8^1/_2$ hónappal a beavatkozás után áll elő.

A hipofiziskiirtás után $3^1/_2$—4 hónappal tireoidektomizált kutyák velőjének magvariációs görbéje nagyjából középutat foglal el az ép és hipofizektomizált állatoké között.

Az eredmények értelmezése. Az agyalapi mirigyüktől megfosztott állatok kérgének megkisebbedett magvai az épekkel nem állanak semilyen volumetriai összefüggésben. A szabálytalanul csökkent magnagyság amellett szól, hogy a hipofizis kiirtása után a kéreg magjai zsugorodnak. A piknozist bizonyítja, hogy ezek a magok sötétebbek, kromatinjuk zsúfoltabb. A sejteken észlelt elváltozások vitathatatlanul degenerativ jellegűek. Ez a sejtekre vonatkozó csökkent értékűség jobban bizonyítja a hipofizis kortikotrop hormonjának szükségességét a mellékvese normális működéséhez, mint a kéreg vastagságának megfigyelése.

A kéregben hónapokkal a hipofizis kiirtása után fellépő M_3 magtípus a regeneráció jele. A regeneráció nem elégszik meg a normális viszonyok helyreállításával, hanem túlkompenzál, a normálisnál nagyobb magvakat, ill. sejteket termel. A citológia ezen problémáival foglalkozó szerzők szerint új, megnagyobbodott magtípus több úton jöhet létre (Arndt, Schmitz, Ehrich). Lehetséges, hogy a hipertrofizáló szövet magvariációs görbéje megtartja alakját, csupán valamennyi csúcsával a normálishoz képest jobbra, a magasabb értékek felé tolódik. A növekedési proporciónak ez az eltolódását a német szerzők Schwellungnak hivják. A hipertrofia szabályosabb formájánál, többcsúcsú görbe esetében az egyes magtipusok azonosak maradnak, de a leggyakoribb átlagmag

alkotta főcsúcs egy a normálisnál magasabb típusra esik, ez az «Umschlag». Végül a hipertrofia legkifejezettebb eseteiben, valamint daganatképződésnél a sejt belső oszlás útján nő. A HEIDENHAIN-féle ritmusos oszlás alatt a mag, plazma és koromoszomák, vagyis a biomolekulák megduplázódnak. Belső körülmények hatására nem jön létre hiperpláziához vezető mitozis. A kettőződő sejtelemek nem válnak szét, hanem ú. n. belső amitózis révén proporcionált óriásmagképződéshez vezetnek. Az új sejt és elemeinek volumene a normálisnak 2-, 4-, 8-szorosa, a szövet hipertrofizál. Az M_3 típus létrejötte HEIDENHAIN törvényei szerint nehezen magyarázható és inkább WERMEL említett nézetét erősíti meg.

Feltűnő, hogy a pajzsmirigykiirtás után nem áll elő a M_3 magtípus. OEHME szerint a tiroxin és kéreghormon antagonisták lévén, tiroxinhatásra a kéreg ellensúlyozásképpen hipertrofizál. Viszont tireoidektomia után a mellékvesekéreg degeneratív elváltozásokat mutat (ROKHLINA). Ez az észlelés inkább a két szerv szinergizmusa mellett szól. Bizonyos, hogy tireoidea kiirtásara a mellékvesekéreg elveszti egyik normális körülmények között serkentő hatású ingerét. A hipofizektomizált állat kérge pedig pajzsmirigyének eltávolításával regenerációját erősen segítő tényezőtől esik el, ezért képtelen a nagy biológiai erőt kívánó hipertrofiás M_3 sejttípus képzésére. Nem tudtam eldönteni, hogy a tireoideának valamely specifikus kortikotróf hormonja vagy talán inkább általános regenerációt elősegítő és anyagcserefokozó hatása játszik szerepet ebben a korrelációban.

A hipofizektomizált állatok velőelváltozásainak magyarázata nehéz. Az átlagmag nagyságának csökkenése és az operált állatok görbéinek balratolódása látszólag elfajulásos elváltozás. Meggondolásra késztet azonban a variációs görbék sajátságos átalakulása, a többcsúcsú görbék lényegében egycsúcsúvá lesznek. Nem tudtam eldönteni, hogy ez az elváltozás progresszív vagy regresszív jellegű-e? Lehet, hogy a sejtek megkisebbedése működéscsökkenéssel jár. Emellett szólnak ANSELMINO és társai, valamint COLLIP megfigyelései a hipofizis medullotrof hormonjáról. Az is bizonyos azonban, hogy a sejteken regresszív elváltozások jelei nem észlelhetők.

Összefoglalás.

Az észleltek megerősítenek abban a feltevésemben, hogy a hormontermelő szervek működésének tartós és lényeges megváltozása bizonyos idő mulva sejtjeik térfogatváltozását vonja maga után. Ezeknek a sejteknek magas differenciáltsága folytán működésük megváltozása csak kvantitative képzelhető el. Az inkretum mennyisége változó lehet, csökkenhet és szaporodhat. A specifikus anyagtermelés miatt nem valószínű, hogy a változásban kvalitatív tényezők érvényesülnének. Az pedig természetes, hogy a fokozott munkára ösztökélt szövet részint sejtjeinek megnagyobbodásával, részint számuk megszaporodásával felel. Bár mind a hipertrofia, mint a hiperplázia a működő szövet mennyiségének növelését célozza, a kettő korántsem jár mindig együtt. Megerősíthetem Arndtnak májsejteken nyert megállapítását, melyet a következőképpen foglalt össze. Ha a munka irama növekszik, a sejtek endoamitotikus úton hipertrofizálnak, ill. többmagvúak lesznek. Csak abban az esetben, ha megnövekedésük nem elegendő vagy hirtelen kell nagy működésbeli kiesést pótolniuk, kezdődik a hiperpláziához vezető mitozisok számának szaporodása.

A morfológiai elváltozások kifejlődéséhez természetesen időre van szükség, ez kor és szövetfajta szerint változik. Embrionális korban, mint ezt a vizsgált Langerhans szigeteken láttuk, aránylag rövid idő is elég nagyfokú hipertrofia kialakulásához. Felnőtt korban pedig éveken át tartó mélyreható működészavar sem okoz feltűnő változást, mint ezt hiperinzulinizmusos és cukorbajos esetünk mutatta. A mellékvese velőállománya már két hónappal az agyfüggelék kiirtása után jellegzetesen megváltozik, míg a más szöveti felépítésű kéreg csak jóval később.

Irodalom.

Anselmino, Herold és Hoffmann: Klin. Wschr. **1934.**

Arndt: Z. Krebsforsch. **41 (1935).**

Ifj. Bakay: Magyar Path. Társ. Munk. **1939.** Pflügers Arch. **243** (1940); Pflügers Arch. **245 (1942).**

Collip: Amer. J. Obst. Gynec. **39 (1940).**

DRIESCH: Arch. Entw. mechan. **10** (1900).
EHRICH: Z. Krebsforsch. **44** (1936).
JACOBJ: Verh. Anat. Ges. **1931**.
HEIDENHAIN: Roux Arch. **1923**.
HERTWIG: Biol. Zbl. **23**. (1903).
OEHME: Klin. Wschr. **1936**. I. **516**.
ROKHLINA: Rev. franc. endocrin. **15** (1937).
SCHMITZ: Z. Krebsforsch. **41** (1935).
WERMEL: Z. Zellforsch. **20** (1934).

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. ápr. 20-án tartott ülésén bemutatta Issekutz Béla l. t.)

UNTERSUCHUNGEN ÜBER KORRELATION UND VERÄNDERUNGEN INNERSECRETORISCHER DRÜSEN, AUF GRUND VARIATIONSSTATISTISCHER ERHEBUNGEN ÜBER DIE ZELLKERNGRÖSSE.

Von LUDWIG BAKAY jun.

Langdauernde und wesentliche Veränderungen der Funktion von innersecretorischen Drüsen führen nach einiger Zeit zu Veränderungen des Zell- und Zellkernvolumens. Die Kernvolumina der Langerhansschen Inseln von luetischen Neugeborenen und jene von compensationsweise hypertrophierten Inseln der Neugeborenen diabetischer Mütter zeigen der vermehrten oder verringerten Secretion entsprechende charakteristische Abweichungen der Variationskurve. Das diesbezügliche Verhalten hypertrophischer Inseln wurde beim Hunde auch experimentell, nach partieller Resection des Pancreas und nach Hypophysenexstirpation untersucht. Die Hypertrophie gibt sich auch hier in einer typischen Veränderungen der Variationskurve kund. Die Hypophysen-Nebennierenkorrelation zeigte sich an hypophysektomierten Hunden wie folgt. Nach der Operation schrumpfen die Nebennierenkerne pyknotisch, etwa 5 Monate nach dem Eingriff setzt eine Regeneration mit dem Erscheinen einer grösseren Kernklasse ein. Durch Schilddrüsenentfernung kann diese Regeneration verhindert werden. Auch das Nebennierenmark zeigt an hypophysektomierten Tieren typische Veränderungen, nämlich eine Vereinfachung der normalerweise mehrgipfeligen Kurve und Verschiebung nach den geringeren Grössen.

(Vorgelegt der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 20. April 1942.)

A PAJZSMIRIGY BEFOLYÁSA AZ ADRENALINNAK A GÁZANYAGCSERÉRE VALÓ HATÁSÁRA.

ISSEKUTZ BÉLA l. t.-tól és HARANGOZÓNÉ OROSZY MAGDÁ-tól.

Összefoglalás.

Az uretánnal altatott patkányoknak mértük az oxigén fogyasztását, miközben adrenalint fecskendeztünk be a bőr alá. Ez 40—50 γ pro 100 g adagban először 10—20 percig tartóan csökkenti az anyagcserét, azután jelentékenyen (30—50%) fokozza. A tiroxinnal kezelt patkányokon az adrenalin hatásának első része rendszerint elmarad, az anyagcsere a befecskendezés után azonnal kezd emelkedni és már kisebb adagoktól is nagyobb mértékű az oxigénfogyasztás növekedése. A tiroxin tehát az adrenalinnak hatását az anyagcserére jelentékenyen erősíti. Viszont a pajzsmirigyfosztotta állatokon az adrenalin a rendesnél gyengébben hat, többnyire csak anyagcserecsökkenést okoz és az oxigénfogyasztás növekedését csak nagy adag adrenalinnal lehet előidézni. Ha azonban a pajzsmirigyfosztotta állatokat tiroxinnal kezeljük, akkor helyreáll a normális adrenalinérzékenység. Olyan anyagok, melyek a szimpátikus végkészülékeket bénítják (Ergotamin, Fourneau-féle 883. sz. vegyület) és ezzel az adrenalin hatását a véredényekre meggátolják az adrenalinnak az anyagcserére való hatását oly módon változtatják meg, hogy az oxigénfogyasztásnak a kezdeti csökkenése elmarad. Valószínű tehát, hogy ezt az adrenalinokozta érszűkület és ennek következménye: különösen az izmok vérellátásának csökkenése, idézi elő; az anyagcserefokozódást azonban a szimpátikus-bénítószerek nem gátolják meg.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. ápr. 20-án tartott üléséből.)

ÜBER BEEINFLUSSUNG DER WIRKUNG VON ADRENALIN AUF DEN GASSTOFFWECHSEL DURCH DIE SCHILDDRÜSE.

Von B. v. ISSEKUTZ und M. v. HARANGOZÓ-OROSZY.

Zusammenfassung.

Wird Adrenalin Ratten intraperitoneal oder subcutan gegeben, so vermindert es den Sauerstoffverbrauch während 10—20 Minuten und hebt ihn wieder für längere Zeit um 30—50%. An mit Thyroxin behandelten Ratten unterbleibt meistens die stoffwechselvermindernde Wirkung, wogegen die Stoffwechselsteigerung erheblich stärker wird.

Bei thyreopriven Ratten dagegen wirkt Adrenalin schwächer als normalerweise ; es bewirkt häufig lediglich eine Stoffwechselabnahme und nur eine grosse Dosis hebt den Sauerstoffverbrauch. Die Behandlung solcher Tiere mit Thyroxin stellt die normale Adrenalinempfindlichkeit wieder her. Nach Anwendung von Sympathicolytica (F. 883, Ergotamin) fehlt meistens die anfängliche herabmindernde Wirkung auf den Sauerstoffverbrauch, wahrscheinlich aus dem Grunde, dass Adrenalin in diesem Falle eine Gefässverengerung nicht herbeiführt. Dagegen vermag Adrenalin den Stoffwechsel auch nach Lähmung der sympathischen Endapparate in gleicher Weise zu steigern wie bei normalen Tieren.

(Erscheint ausführlich im Archiv f. exp. Pathologie und Pharmakologie. Bd. 199, 1942.)

Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 20. April 1942.)

A PARAMÉCIUMOK GÁZANYAGCSERÉJE.

ISSEKUTZ BÉLA l. t.-tól és ISSEKUTZ LIVIÁ-tól.

Összefoglalás.

A paraméciumokat nagyon óvatos centrifugálás segítségével többször mostuk és úgy higítottuk Balatonvízzel, hogy cm³-ként 2000—5000 legyen a számuk. Ilyen tenyészetből 15—15 cm³-t tettünk a Warburg-féle manométerek edényeibe és mértük az oxigénfogyasztásukat. Számos meghatározás eredményéből kiszámítottuk, hogy egy paramécium óránként 0·0007 mm³ oxigént fogyaszt. Ez lényegesen kevesebb az irodalomban eddig szerepelt értéknél; azonban kb. megegyezik a kis emlősállatok testsúlyra számított oxigén fogyasztásával. A Warburg-féle quociens $Q_{O_2}=13{\cdot}7$, tehát ez is az emlősállatok szerveiből készült metszetek oxgénfogyasztásának felel meg. A paraméciumok anyagcseréjét a szőlőcukor nem fokozza és a tenyészethez adott szőlőcukrot alig tudják felhasználni. Ezzel szemben megölt élesztősejtek hozzáadása a tenyészethez az oxigénfogyasztást jelentékenyen növeli, valószínűleg nemcsak azáltal, hogy ez táplálékul szolgál, hanem valamilyen vitaminhatást is kifejt.

A paraméciumok az ozmotikus nyomás, a *H*-ion koncentráció és a sótartalom változásaival szemben nagyon kevéssé érzékenyek. Az *Na*-, *K*-, *Ca*-, *Mg*-ionok 0·02—0·04 mol.-os oldatban csökkentik a paraméciumok légzését, mégpedig az *Na* és *K* hatékonyabb, a másik kettőnél. A nátronlúg már 0·002 mol.-os oldatban előbb kissé fokozza az anyagcserét, azután csökkenti; a sósav ugyanilyen oldatban már erősen bénít. A kárbámid 0·11 mol.-os oldatban okoz átmeneti oxidációcsökkenést, töményebb oldatok már megölik a paraméciumokat és testüket feloldják.

A paraméciumok oxidációs rendszere lényegesen különbözik a többi állati sejtekétől, mert azok az anyagok, amelyek más állati sejtek légzését erősen fokozzák — α-dinitrofenol és metilénkék — a paraméciumokra egyáltalán nem hatnak. A kálciumciánid pedig, amelyik más sejtek oxidációját, a Warburg-féle légzés ferment és a citokromok bénításával, már igen nagy higításban teljesen felfüggeszti, a paraméciumok légzését nemcsak hogy nem bénítja, hanem átmenetileg igen jelentékenyen fokozza. Ezeknek tehát nincsen vastartalmú légzésfermentjük. A kinin viszont más sejteknél sokkal nagyobb higításban is bénítja a paraméciumok légzését.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. ápr. 20-án tartott üléséből.)

ÜBER DEN GASSTOFFWECHSEL DER PARAMECIEN.

Von B. v. ISSEKUTZ und L. v. ISSEKUTZ.

Zusammenfassung.

Die Paramecien wurden sehr vorsichtig zentrifugiert und mehrmals gewaschen. Die Messungen des Sauerstoffverbrauches geschahen mittels Warburg-schen Manometers. Die Suspension enthielt 2000 bis 5000 Paramecien pro Kubikzentimeter. Aus dem Mittelwert zahlreicher Bestimmungen stellte sich heraus, dass ein Paramecium 0·0007 mm^3 0_2 pro Stunde verbraucht. Daraus lässt sich errechnen, dass der Sauerstoffverbrauch von 100 g Paramecium stündlich 150 cm^3 und $Q_{0_2}=13{\cdot}72$ ausmacht. Es wurde weiterhin festgestellt, dass Glucose den Sauerstoffverbrauch nicht steigert und dass die Paramecien aus dem, der Lösung zugefügten Traubenzucker kaum etwas verbrauchten. Die sterile Suspension der Hefe erhöht den Sauerstoffverbrauch offenbar nicht nur deshalb, weil die getöteten Hefezellen den Paramecien als Nahrungsmittel dienen, sondern auch wegen einer noch nicht näher untersuchten Vitaminwirkung. Paramecium ist dem osmotischen Druck, der Wasserstoffionkonzentration und dem Salzgehalt der Nährflüssigkeit gegenüber sehr wenig empfindlich.

Na-, *K*-, *Ca*-, *Mg*-Ionen vermindern die Atmung des Paramecium nur in einer Lösung von 0·02—0·04 Mol. *Na*- und *K*-Ionen erwiesen sich wirksamer als die übrigen Zwei. Natronlauge wirkt in einer Konzentration von 0·002 Mol. nach einer geringfügigen Atmungssteigerung vermindernd, Salzsäure in der gleichen Konzentration stark hemmend auf den Sauerstoffverbrauch. 0·11 Mol. Karbamid bedingt eine geringfügige und vorübergehende Atmungs-

verminderung, höhere Konzentration tötet die Paramecien und löst sie auf.

Das Oxydationssystem des Paramecium kann sich von den anderer tierischen Zellen unterscheiden, weil α-Dinitrophenol die Atmung überhaupt nicht steigert und Kaliumcyanid nicht hemmt, sondern sie eher stark erhöht. Daraus lässt sich schliessen, dass Paramecium kein Warburgsches Atmungsferment besitzt. Methylenblau steigert nur in ganz geringem Masse den Sauerstoffverbrauch, Chinin dagegen vermindert ihn schon in sehr grosser Verdünnung.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 20. April 1942.)

CHROMOSOMATANULMÁNY AZ AMORPHOPHALLUS RIVIERIN.

3 szövegközti képpel és az I—III. táblamelléklettel.

OLÁH LÁSZLÓ-tól.

Az *Amorphophallus Rivieri* DURIEU pollenszemcséjének első haploid osztódását vizsgálva, részletesen meg lehet figyelni a haploid szerelvény minden egyes kromoszómájának alak- és szerkezetbeli sajátságát. A haploid-szerelvény 13 kromoszómából áll. Ezek között 9 median, ill. submedian és 4 subterminalis elsőleges izülettel (centromer) rendelkező kromoszómát látunk. Néhány kromoszómán a másodlagos befűződés jól látható. A kromatidák csavaros szerkezete feltűnő. A haploid-szerelvényben csak egy S. A. T. kromoszóma van, ennek megfelelően a pollenszemcse első haploid osztódása alatt is csak egy nukleolus képződik Az apródot az S. A. T. kromoszóma rövidebb karján látható fonál tartja. A nukleolus ezen a fonálon, ill. ennél a másodlagos befűződésnél képződik. A haploid-szerelvény tüzetes megfigyelése folyamán két rendellenességet látunk. Az egyik kromoszóma kromatidái nem egyforma hosszúak, azaz az egyik kart alkotó két kromatida egyike jól látható függelékkel bír. Ez a függelék különösen a profázisban látható jól, a metafázisban megrövidül. A másik rendellenesség abban áll, hogy egy másik kromoszóma egyik karjának proximális csúcsán jól festődő függelék van. A kromoszóma mozgását tanulmányozva számos jelenség mutat arra, hogy ez a függelék a mozgás folyamán aktív szereppel bír, azaz a centromerhez hasonló módon működik. Az első haploid osztódás alatt a kromatidák csoportjai egymástól eltérő ritmusú mozgást mutatnak. Az eltérő ritmusú mozgás következtében a vegetativ sejtmagot alkotó kromatidák hamarabb fejezik be az osztódás egyes szakaszait.

Irodalom. — Literatur.

1. Takahashi 1930. cit. Kihara Yamamoto u. Hosono 1931, Nakajima 1933. Tischler, G.: Pflanzliche Chromosomen-Zahlen. Nachtrag Nr. 2. Teil II. Tabulae Biologicae vol. XII. p. 104—105.

2. Patel und Narayana 1937. Pflanzliche Chromosomen-Zahlen, IV. Nachtrag Nr. 3. Tabulae Biologicae p. 196. 1938.

3. Geitler, L.: Beobachtungen über die erste Teilung im Pollenkorn der Angiospermen. Planta 24. 1935.

Táblamagyarázat.

1. Az *Amorphophallus Rivieri* haploid szerelvénye. A metafázisban lévő kromoszomák sorban egymás mellé helyezve. A nyilak az elsődleges izületek helyét mutatják. Nagyítás kb. 4320 ×.

2. *Metafázis.* A nyillal jelzett kromoszoma egyik karján az izület közelében apródszerű függelék látható. Nagyítás kb. 4320 ×.

3. *Profázis.* Az apródszerű függelékkel bíró kromoszoma. Nagyítás kb. 4000 ×.

4. *Metafázis.* Nagyítás kb. 3400 ×.

5. *Metafázis.* A nyíl az S. A. T. kromoszomát jelzi. Nagyítás kb. 1440 ×.

6. *Telofázis.* Az előre siető S. A. T. kromoszoma nyíllal jelezve. A 9. sz. felvétel egyik részlete erősebb nagyítással. Nagyítás kb. 4000 ×.

7. Diploid pollenszemcse első osztódása. Nagyítás kb. 1440 ×.

8. Első haploid osztódás. Jól látható az antheridiális sejtmagot képző 13 kromatida. Az S. A. T. kromoszomát nyíl jelöli. Nagyítás kb. 1440 ×.

9. Pollenszemcse első haploid osztódása. Az S. A. T. kromoszoma nyíllal jelezve. Nagyítás kb. 1440 ×.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1941. ápr. 21-én tartott üléséből.)

CHROMOSOMEN-STUDIE AN AMORPHOPHALLUS RIVIERI DURIEU.

Von L. v. OLÁH.

Auf Anregung des Herrn Professors LOTHAR GEITLER begann ich im Botanischen Institut der Wiener Universität die Aufklärung der cytologischen Verhältnisse von *Amorphophallus Rivieri* DURIEU. Die Anzahl der Chromosomen der in die Familie der Araceen gehörigen Arten ist sehr verschieden. Bisher wurden nämlich in dieser Familie Arten mit 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 24, 25, 30 und 32 Chromosomen festgestellt. Am eingehendsten wurde diesbezüglich die Gattung *Anthurium* bearbeitet. Die hierher gehörigen Arten haben zumeist 15 oder 16 Chromosomen; polyploide Arten sind uns nur wenige (mit 24, 25 resp. 30 Chromosomen) bekannt.

In der Gattung *Amorphophallus* ist die Chromosomenanzahl bloss zweier Arten bestimmt. Die Chromosomenanzahl von *A. Konjak* ist nach TAKAHASHI und nach NAKAJIMA $n=13$. Die Anzahl von *A. campanulatus* wurde durch PATEL und NARAYANA bestimmt: $n=14$. Zu bemerken ist, dass die diesbezüglichen Untersuchungen sich nur auf die diploiden Garnituren beschränkten.

Nach den uns zur Verfügung stehenden Angaben zeigen daher die in die Familie der Araceen gehörigen Gattungen resp. Arten keine besondere Neigung zur Bildung von polyploiden Reihen.

Die mir im Wiener Botanischen Garten zur Verfügung gestellten Exemplare von *A. Rivieri* waren bei Beginn meiner Arbeit bereits in einem derartig vorgeschrittenen Entwicklungszustande, dass ich keine Gelegenheit mehr hatte, den Verlauf der Meiose zu verfolgen. Es war aber auch nicht unbedingt notwendig, die

Meiose zu untersuchen. Mein Ziel war nämlich in erster Linie eine genaue Beschreibung der Chromosomengarnitur, die Identifizierung der einzelnen Chromosomen und die Bestimmung ihrer Gesamtanzahl. Wir wissen, dass die Form, die Struktur, die Länge und Breite der meiotischen Chromosomen während des Verlaufes der Meiose einer vielfachen Veränderung unterworfen ist. Es ist allbekannt, dass infolge der doppelten Spiralisierung der Chromonemen die Form- und Struktureigenschaften der meiotischen Chromosomen von Phase zu Phase je ein anderes Bild bieten. Zum Zwecke der oben bezeichneten Untersuchungen scheinen die Chromosomen der Meta- und Anaphase am geeignetesten. Die Chromosomen der Metaphase sind aber sehr kurz und dick. Dieser Umstand verwischt die feineren strukturellen Unterschiede, ja durch ihn verschwinden sie oft auch gänzlich.

Die einzelnen Chromosomen der Chromosomen-Garnitur können wir von einander in der Meiose nicht sehr gut unterscheiden. Auch die Form- und Strukturunterschiede sind hier nicht am günstigsten beobachtbar; zu diesem Zwecke erweist sich die erste haploide Teilung des Pollenkorns am geeignetesten.

Allbekannt ist es auch, dass die im Tetradenzustande auseinandergefallenen Pollenkörner bloss eine haploide Garnitur besitzen, mithin ist jedes einzelne Chromosom bloss in einem Exemplar vorhanden. Die Teilung des vegetativen Zellkernes geht nicht in allen Pollenkörnern auf einmal vor sich, (wie wir dies bei der Meiose wahrnehmen können,) sondern sie verläuft verteilt, schleppend, eine längere Zeit hindurch. Die Teilung der haploiden Garnituren ist in den ihrem Verbande ledigen, freiliegenden Pollenkörnern sehr gut zu beobachten. Von grossem Vorteile ist es auch, dass, nachdem die Zellen keinen geschlossenen Verband mehr bilden, wir die einzelnen Teilungen aus den verschiedensten Richtungen (von Seitenansicht, Polansicht, von Halbseitenansicht, Halbpolansicht etc. aus gesehen) beobachten können. Gleichzeitig treffen wir in den Präparaten nicht bloss eine Phase, sondern auf einmal und im nämlichen Zeitpunkte für gewöhnlich alle Phasen an. Sehr vorteilhaft erweist sich auch der Umstand, dass die Pollenkörner zumeist viel grösser sind, als die sich teilenden Zellen der Körpergewebe, demgegenüber ist die Zahl der Chromosomen nur halb so gross,

wie in den somatischen Geweben. Besonders bei Arten mit hoher Chromosomenzahl greifen diese Umstände entscheidend ein.

Die mittels der Ausstrichmethode angefertigten frischen Präparate wurden mit Alkoholessigsäure fixiert und mit Karminessigsäure gefärbt. Von frischen Präparaten konnte ich weder mit Euparal, noch mit venezianischem Terpentin Dauerpräparate machen, da das Plasma der Pollenkörner selbst in deren verdünnter Lösung zusammenfiel. Der Grund dazu liegt wahrscheinlich in der erheblichen Stärke der Intine und Exine. Leider hatte ich in Wien keine Gelegenheit, von den frisch angefertigten Ausstrichen mikrophotographische Aufnahmen zu machen. Einige Ausstriche habe ich, ständig kühl gehalten, in der Hoffnung nach Budapest gebracht, auf diese Weise eine grössere Ausfällung des Karmins zu verhindern. So war es mir möglich, von zwei bis drei Monaten alten Ausstrichen Aufnahmen zu machen. Die beigefügten Aufnahmen wurden mithin ausschliesslich in Budapest im kgl. ungarischen Laboratorium für pflanzliche Vererbungsforschung angefertigt.

Die Anzahl der Chromosomen von *A. Rivieri* ist, wie dies aus den beigefügten Aufnahmen und Abbildungen zu entnehmen ist, $n=13$. Die einzelnen Chromosomen sind im Verlaufe der dazu geeigneten Teilung von einander gut zu unterscheiden und sind mit einander gut zu identifizieren. Auch die Form- und Struktureigenschaften der einzelnen Chromosomen sind gut wahrnehmbar. Die Untersuchungen in der Prophase unterstützen oft ausgezeichnet jene Form- und Strukturunterschiede, die an den Chromosomen der Metaphase wahrzunehmen sind. Tafel V, Abbildung 4 gibt die haploide Chromosomen-Garnitur in der Metaphase wieder. Die nämlichen Chromosomen sind in Abbildung 1 nebeneinandergestellt in noch stärkerer Vergrösserung sichtbar. Die Pfeile zeigen die Einschnürungen an. Die Form- und Struktureigenschaften der einzelnen Chromosomen sind von links nach rechts die folgenden:

1. Submediane primäre Einschnürung. Am längeren Arm ist eine starke sekundäre Einschnürung sichtbar. Auch die Spiralstruktur und die doppelten Chromatiden sind bemerkbar.

2. Die primäre Einschnürung ist median. Die Arme sind annähernd gleich lang, aber breiter als jene der übrigen Chromosomen.

3. Mediane primäre Einschnürung, annähernd gleichlange Arme.

4. Submediane primäre Einschnürung. Der eine Arm ist kürzer, aber das Mass der Verkürzung ist nicht so erheblich, wie die Abbildung es vortäuscht, da dieser Arm schief nach oben gerichtet in perspektivischer Verkürzung erscheint. Auf diesem Arm ist nahe zur primären Einschnürung ein trabantartiges Gebilde sichtbar. Dieses Gebilde werde ich später besprechen.

5. Submediane primäre Einschnürung; der eine Arm ist länger und die Entzweispaltung der Chromatiden hat begonnen.

6. Submediane primäre Einschnürung. Der eine Arm ist viel länger und weist eine sekundäre Einschnürung auf.

7. Die primäre Einschnürung ist median. Die Länge der Arme ist annähernd gleich.

8. Die primäre Einschnürung ist median. Auf dem distalen Ende der einen Chromatide des längeren Armes ist ein Anhängsel sichtbar, das in der Prophase länger ist und sich in der Metaphase verkürzt.

9. Mediane primäre Einschnürung. Die Arme sind breit und annähernd gleich lang.

10. Subterminale primäre Einschnürung. Der eine Arm ist kurz, seine Länge beträgt den dritten bis vierten Teil des anderen.

11. Subterminale primäre Einschnürung. Am längeren Arm ist eine sekundäre Einschnürung sichtbar.

12. Dieses Chromosom scheint das kleinste der Garnitur zu sein; mit einer subterminalen primären Einschnürung.

13. Ein S. A. T. Chromosom mit einer subterminalen primären Einschnürung. Der kürzere Arm spaltet sich bereits entzwei. Das Ende des kürzeren Armes trägt einen Trabanten (s. T. VI., Abb. 5 u. Textfigur 1).

Ausser der Bestimmung der Chromosomenzahl und der Feststellung der Strukturverhältnisse der Chromosomen habe ich noch folgendes beobachtet:

Abnormitäten: Auf dem der proximalen, d. i. der primären Einschnürung zu fallenden Scheitel des einen Armes des unter Nr. 4 besprochenen Chromosoms ist ein kleines trabantartiges Anhängsel bemerkbar. Dieses Anhängsel ist auf Tafel V in Abb. 2

sichtbar. Seine Form ist in Textfig. 1 getreu wiedergegeben. Ausserdem ist eine gewisse Unregelmässigkeit im Verhältnis der Lage und der Bewegung der beiden Arme zueinander wahrzunehmen. Der mit dem Anhängsel behaftete Arm ist für gewöhnlich in vorgeschobener Lage (der Einschnürung zu, mithin der Bewegung nach gerichtet) zu sehen, während wir von dem anderen Arm mit seiner etwas zögernden Bewegung den Eindruck gewinnen, dass er sich nur dem vorwärts drängenden Arme nachschleppt. Dieser Vorgang erweckt den Anschein, als wenn nicht die die beiden Arme aneinander kuppelnde primäre Einschnürung der kinetische Mittelpunkt wäre, sondern das dem einen Arm anhaftende trabantartige Anhängsel. Dieses Anhängsel ist nur dem einen Arme fest angefügt. Wenn daher die Bewegung des Chromosoms durch dieses Anhängsel geleitet werden sollte, wäre es leicht zu verstehen, warum uns der eine Arm in aktiver Bewegung erscheint, und der andere Arm sich nachschleppt. In der Prophase ist dieses Anhängsel viel grösser und weit besser sichtbar, als in der Metaphase. In Abb. 3 der Tafel V. können wir das fragliche Chromosom in seiner charakteristischen Lage sehen.

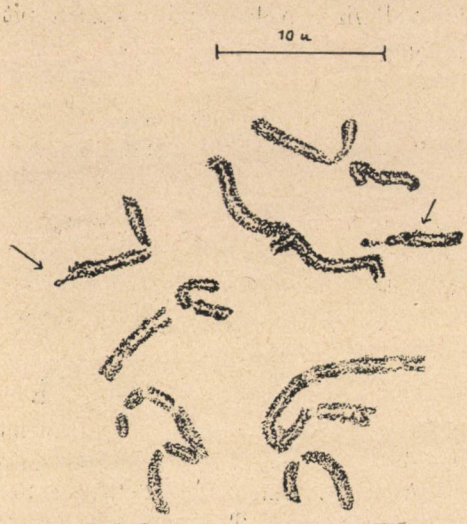
1. kép. *Metafázis.* Balolodlon az apródszerű függelékkel bíró kromoszoma, mellette jobbra az S. A. T. kromoszoma rajza.

Fig. 1. *Metaphase.* Links ein mit einem trabantartigen Anhägsel behaftetes Chromosom, daneben rechts die Zeichnung des S. A. T. Chromosoms.

Eine weitere Abnormität ist an dem unter Nr. 8 besprochenen Chromosom wahrzunehmen. Auf seinem längeren Arm, am distalen Scheitel, ist ein kleineres Anhängsel sichtbar, d. h. die den längeren Arm bildenden Chromatiden sind nicht gleich lang. Dieses Anhängsel ist, gleich dem vorher erwähnten, in der Prophase länger und besser sichtbar und wird später, offenbar durch erhöhte Aufwindung, stets kürzer (Textfig. 2 auf die mit einem Pfeile hingewiesene Stelle).

Das S. A. T. Chromosom besteht aus einem längeren und aus einem ganz kurzen Arm. Seine primäre Einschnürung ist daher subterminal. Am kurzen Arm ist ein kurzer Faden sichtbar, an dessen Ende der Trabant anhaftet.

In der haploiden Garnitur ist ein S. A. T. Chromosom vorhanden (S. T. VI. Abb 5). Dementsprechend ist in jedem Pollenkorn, in dem sich bloss ein vegetativer und noch kein antheridialer Zellkern befindet, bloss ein Nukleolus sichtbar. Den Zusammenhang des Nukleolus mit dem S. A. T. Chromosom spiegelt getreu die von der Prophase gemachte und in Textfig. 3 festgelegte Zeichnung wieder. Der Trabant liegt in Form eines kleinen schwarzen Punktes auf dem Nukleolus. An Stelle der zwischen dem kürzeren Arm und dem Trabanten befindlichen sekundären Einschnürung sehen wir den Nukleolus. Die Anzahl der das S. A. T. Chromosom bildenden Chromomeren ist schwer festzustellen. Meinen in der Prophase gemachten Untersuchungen zufolge besteht der kürzere Arm aus 2—3, der längere Arm aus 6—7 Chromomeren. (Sammelchromomeren.) Die genaue Form des S. A. T. Chromosoms in der Metaphase ist in Textfigur 1. getreu wiedergegeben. Bei mehreren Gelegenheiten nahm ich wahr, dass das S. A. T. Chromosom dem Pole zu vorauseilt. Obzwar von einer Mitose die Rede ist, erwähne ich dennoch diese Beobachtung. In den Abbildungen 6, 8, 9 der Tafel VI. VII. habe ich überall das

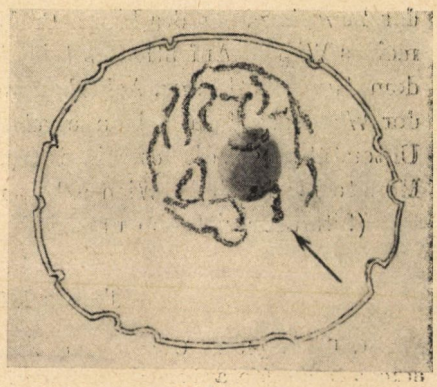


2. kép. *Profázis.* Jobboldalon a nyíl az S. A. T. kromoszomát mutatja, baloldalon az egyenlőtlen hosszúságú kromatidákkal bíró kromoszomát jelzi.

Fig. 2. *Prophase.* Rechts der Pfeil weist auf das S. A. T. Chromosom hin, der linke bezeichnet das Chromosom mit den ungleich langen Chromatiden.

vorauseilende S. A. T. Chromosom mit einem Pfeil bezeichnet. In Abb. 6 ist die dreifache Gliederung dieses Chromosoms gut sichtbar.

Aus den zuletzt erwähnten drei Abbildungen ist es wohl zu entnehmen, dass der Rythmus der Bewegung der den antheridialen Zellkern aufbauenden Chromatiden stark von der Bewegung der den vegetativen Zellkern bildenden Chromatiden abweicht. Mit der Gesetzmässigkeit dieser Erscheinung hat sich GEITLER eingehend befasst. In der Bewegung der zwei von einander getrennten Chromatidengruppen ist ein starker Unterschied wahrzunehmen, denn während die Chromatiden des vegetativen Zellkernes verhältnismässig schnell in den Zustand der Telophase gelangen, zerstreuen sich die Chromatiden des generativen antheridialen Zellkernes im Kernraum des Pollenkornes, bewegen sich langsamer und beenden für gewöhnlich weit später die einzelnen Phasen der Teilung.



3. kép. *Profázis.* Nukleolus az S. A. T. kromoszómával.

Fig. 3. *Prophase.* Ein Nukleolus mit dem S. A. T. Chromosom.

Ich hatte des öfteren Gelegenheit sehr grosse Pollenkörner beobachten zu können. Ihr Durchmesser war ungefähr $1^1/_2$-mal so gross, wie der der normalen Körner. In zwei Fällen war es mir möglich, die Teilung dieser grossen Zellen zu verfolgen. In beiden Fällen fand ich verdoppelte Garnituren vor, mithin erwiesen sich diese grossen Zellen als d i p l o i d e P o l l e n k ö r n e r. In Abb. 7 der Tafel VI. sehen wir eine ähnliche diploide Gamete im Zustande der ersten Teilung. Die verdoppelte Chromosomenzahl ist gut wahrnehmbar.

Ich habe die Absicht, meine Untersuchungen mit der Beobachtung der Meiose fortzusetzen. Zu diesem Zwecke habe ich aus dem Bota-

nischen Garten der Wiener Universität eine Knolle von *A. Rivieri* mitgebracht, deren Treiben und Vermehrung in Gange gebracht wurde.

Ich fühle mich verpflichtet Herrn Professor FRITZ KNOLL, dem Direktor des botanischen Institutes der Wiener Universität meinen ergebensten Dank dafür auszusprechen, dass er mir die Möglichkeit bot, in seinem Institut arbeiten zu können. Auch für die freundliche und verständnisvolle Unterstützung und für die nützliche Beratung muss ich meinen Dank aussprechen, deren ich durch das Zuvorkommen des Herrn Professors LOTHAR GEITLER während meines Wiener Aufenthaltes teilhaftig wurde. Gleichzeitig sage ich dem Herrn kgl. ung. Ackerbauminister und der ung. Akademie der Wissenschaften meinen ergebensten Dank für ihre materielle Unterstützung, die es mir ermöglichte, dass ich fast eineinhalb Monate hindurch in Wien arbeiten konnte.

(Literatur siehe im ungarischen Texte auf Seite 320.)

Tafelerklärung.

1. Die haploide Garnitur des *Amorphophallus Rivieri*. Die Chromosomen in der Metaphase sind nebeneinander in eine Reihe gestellt. Die Pfeile weisen auf die primären Einschnürungen hin (cca. 4320 ×).

2. Metaphase. Auf dem einen Arm des mit einem Pfeil bezeichneten Chromosoms ist in der Nähe der Einschnürung ein trabantartiges Anhängsel sichtbar (cca 4320 ×).

3. Das mit einem trabantartigen Anhängsel behaftete Chromosom in der Prophase. Frühe Diakinese, (cca. 4000 ×).

4. Metaphase. (cca 3400 ×).

5. Metaphase. Der Pfeil weist auf das S. A. T. Chromosoma hin, (cca 1440 ×).

6. Telophase. Das vorauseilende S. A. T. Chromosom ist mit einem Pfeil bezeichnet, (cca 4000 ×).

7. Erste Teilung eines diploiden Pollenkornes, (cca 1440 ×).

8. Erste haploide Teilung. Die den antheridialen Zellkern bildenden 13 Chromatiden sind gut sichtbar. Das S. A. T. Chromosom ist mit einem Pfeil bezeichnet, (cca 1440 ×).

9. Pollenkorn. Seine erste Haploide Teilung «Das S. A. T. Chromosom ist mit einem Pfeil bezeichnet, (cca 1440 ×).

(Aus der Sitzung der III» Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. April 1941.)

POLYPLOIDOK C-VITAMIN TARTALMA.[1]

GYŐRFFY BARNÁ-tól (Tihany).

(Előzetes közlemény.)

A chromosomaszerelvény megsokszorozódásával létrejött ú. n. polyploid forma a gének száma vagy még sokkal inkább a génkölcsönhatások megváltozása következtében igen sok esetben úgy alaktani, mint élettani szempontból a kiindulási diploid alaktól eltérő, új «rendszert» alkot (l. részletesen 7.). A polyploid formák fejlődés- és anyagcsere-élettani vizsgálatainak keretén belül figyelemmel voltunk azok C-vitamin tartalmára is. Egyes vizsgálatok szerint ugyanis a chromosomaszerelvény megkétszereződése következményeként egyben a C-vitamintartalom is megkettőződik (4, 12, 13, 14, 18), ami mindenesetre a közvetlen «mennyiségi génhatásnak» igen szép példája lenne. Mások azonban ezt az összefüggést nem tudták igazolni (10, 21) és így érdemesnek látszott a kérdés felülvizsgálása.

KISÉRLETI RÉSZ.

A kísérleteknél felhasznált *paprika*fajták kiindulási anyagát, amely meglehetősen tiszta származéksornak volt tekinthető, legnagyobbrészt a *szegedi m. kir. Növénytermesztési és Növénynemesítő Kísérleti Intézet*től kaptam. Colchicines kezeléssel 1938 és 1939-ben a következő fajták tetraploid alakjait sikerült előállítani: *luteum abbreviatum*, aprógyümölcsű *vad*, spanyol *bóla*, *jatsubusa*, piaci *csípős*, csípősségmentes nemesített *édes*, *elefántormány*, *bolgár*. Ezenkívül rendelkezésemre állott egy haploid alakból regenerációs úton előállított és évek hosszú során át belterjesen szaporított, tehát teljesen homozygóta diploid-tetraploid *paradicsom*sorozat is.

[1] A *paprika C-vitaminjáról*. III. közlemény.

A legelső, 1939-ben szegedi piaci *csípős paprikán* végzett C-vitamin meghatározások eredményeit az 1. táblázat tünteti fel.

1. táblázat. Diploid és tetraploid paprika-termések C-vitamin-tartalma mg%-ban.

Capsicum		Lycopersicum			
1939. VIII. 8		1939. VII. 13		1939. VIII. 2	
2n	4n	2n	4n	2n	4n
219	159	23·6	27·4	24·0	25·4
209	169	21·7	26·0	25·8	23·2
252	212	20·3	26·2	—	—
257	194	23·4	21·6	—	—
290	244	18·2	24·4	—	—
253	206	—	—	—	—
198	181	—	—	—	—

Ezek szerint a genommegkettőződésével nemhogy növekednék a C-vitamin mennyisége, hanem ellenkezőleg, még inkább csak csökken, habár a tetraploidok részéről észlelt kisebb C-vitamin-mennyiség azzal is értelmezhető, hogy a külsőleg azonos megjelenésű diploid és tetraploid termések közül a tetraploidok, meglassúbbodott növekedésük következtében, még nem voltak ugyanazon fejlődési és éredési fokon, mint a diploidok (7). A *paradicsom*-nál is, bár nagy mértékben ingadozik a C-vitamintartalom, még sincsen kifejezett különbség a különböző genomú formák között.

1940-ben folytatva a vitaminmeghatározásokat, a következő eredményeket kaptuk:

2. táblázat. Paprikafajták diploid és tetraploid alakjainak C-vitamin-tartalma mg%-ban.

Fajta	2n	4n	4n/2n %
luteum	218	240	110
bola	195	236	122
csipős	278	280	101
édes	232	273	—
bolgár	178	177	—
elefántormány	—	—	—

A kísérleti eredmények szerint tehát csakis a *bóla, luteum* és *édes* fajták tetraploidjainak termésében van a diploidokénál valamivel több C-vitamin, míg a *csípős, elefántormány* fajták e tekintetben nem mutatnak semmiféle megváltozást. Mindenesetre egy esetben sincsen a C-vitamintartalomnak olyan mértékű megkettőződése, mint amilyent az irodalmi adatok után a chromosomaszám megkétszerezésekor várnunk lehetett volna.

A polyploidia és C-vitamintartalom közötti összefüggések további tisztázására 1941-ben újabb polyploidsorozatokat dolgoztunk fel. Egyben kritikai vizsgálat alá vettük az ascorbinsav-meghatározásainknál alkalmazott módszert is annak megállapítására, hogy az irodalmi adatoktól eltérő eredményeink vajjon nem bizonyos módszertani hibaforrásokból származnak-e? (9). A különböző paprikafajtáknál összesen több mint 300 egyes meghatározást végeztünk. A C-vitamintartalom mg%-okban, a termések vastagságának és hosszának szorzatával kifejezett termésméret-számok és a termések friss súlya g-okban a 3. táblázatban van összeállítva.

3. táblázat. Paprikafajták diploid és tetraploid alakjai érett termésének mérete, C-vitamin-tartalma és friss súlya.

Fajta	termés méret			C-vitamin-tart. mg %			termés friss súly (g)		
	2n	4n	4n/2n%	2n	4n	4n/2n%	2n	4n	4n/2n%
vad	42·5	32·3	76	306	313	102	3·1	2·3	74
jatsubusa	75	48	64	370	354	95	3·1	2·2	71
luteum	105	70	67	215	283	132	8·4	5·4	65
bola	153	205	134	250	267	104	25·3	26·1	103
csipós	290	252	87	264	274	104	23·5	25·1	107
édes	338	310	92	193	266	137	25·6	26·3	103
bolgár	439	353	80	202	271	134	57·8	37·6	65

Adatainkból kitűnik, hogy a tetraploidokra vonatkozólag általános törvényszerűséget nem lehet megállapítani: a különböző fajták diploid alakjai között a C-vitamintartalom tekintetében nem azonosak az eltérések, mert amíg a *jatsubusa, vad, csípős* és *elefántormány* fajtáknál úgy a diploid, mint a megfelelő tetraploidnak is csaknem azonos a C-vitamintartalma, addig a *luteum, abbreviatum, édes* és *bolgár* fajtáknál a tetraploidok kifejezetten

vitamindúsabbak, mint a diploid kiindulási alakjaik, mégpedig 32, 36, ill. 26%-kal. Mindenesetre a C-vitaminérték már az egyes fajtákon belül is tágas határok között ingadozik és így a legtöbb paprikafajta sem egymástól, sem az egyes fajták diploid-tetraploid alakjai statisztikailag el nem különíthetők: az értékek kisebb-nagyobb mértékben fedik egymást (8).

Ezek alapján tehát a *paprika* C-vitamintartalma és a genomok száma között semmiféle közvetlen összefüggést nem tudunk megállapítani. Általában a kisebb termésű *paprika*fajták vitamindúsabbak, a nagyobb termésűek pedig vitaminszegényebbek (8). De amíg ez az összefüggés a C-vitamintartalom és a termés mérete között érvényes a különböző fajtákra, addig már nincsen meg ez a viszony ugyanazon fajta diploid-tetraploidjai között, mert bár a tetraploidtermések kisebbek a diploidokénál, ennek ellenére mégsem minden fajtánál növekedik a C-vitamin mennyisége is. Sőt az *édes* és *bolgár* fajtáknál, bár alig kisebb a tetraploid, mégis igen tekintélyes az ascorbinsav gyarapodása. Hasonlókép nincsen összefüggés a terméssúly és C-vitamintartalom között sem.

Az egyes *paprika*fajták eddigi összehasonlításánál arra az eredményre jutottunk, hogy a termésfal vastagsága és a termés ascorbinsavtartalma között is kell valami összefüggésnek lennie, amennyiben a kisebb termésű fajták egyben vékonyabb termésfalazatúak is, mint a nagyobb termésű, húsos fajták (8). Erre való tekintettel egynéhány diploid-tetraploid sorozatnál figyelembe vettük a termésfal vastagságát is, azonban polyploid sorozataink-nál az eddigi vizsgálatok alapján még itt sem állítható, hogy a termésfal vastagsága, a C-vitamintartalom és a genomok száma között egyenes viszony lenne.

ELMÉLETI RÉSZ.

Diploid és triploid *alma* fajtáknál többen vizsgálták a C-vitamintartalmat és ezek szerint a triploid fajták vitamindúsabbak (4, 13), vagyis a gének számának többszöröződésével együtt az *almák*ban a C-vitamintartalom is gyarapodik, ha nem is minden esetben (21). Nem szabad azonban figyelmen kívül hagynunk azt a körülményt, hogy ezen esetben nem közös eredetű autopoly-

ploidokról van szó, tehát az ascorbinsav mennyiségbeli különbségeit nem szabad csak a géntöbbszöröződéssel magyarázni, mivel azt esetleg az allopolyploidokat jellemző eltérő génkombinációk is előidézhették. A géneknek kimondottan számbeli gyarapodásuk következtében beálló megváltozásokat csakis autopolyploidoknál lehet analizálni.

Amíg SANSOME és ZILVA négy különböző *paradicsom* fajtának diploid és tetraploid sorozataiban a kifejezetten több ascorbinsavat mindig a tetraploidban találják, addig KEY más eredetű, de ugyancsak autotetraploid *paradicsom* fajtánál a diploid és tetraploid C-vitamintartalma között nem tud különbséget kimutatni. MCHENRY és GRAHAM autotetraploid *paradicsom*nál újból 20%-os vitamingyarapodást találnak és szerintük SANSOME és ZILVA nagy különbségei azzal értelmezhetők, hogy a tetraploid *paradicsom* kisebb termésű s ezért viszonylagosan nagyobb felületű is: mivel pedig a C-vitamin a felületen koncentrálódik, a tetraploid termés egyben vitamindúsabb is lesz. Ezzel szemben SANSOME és ZILVA nem tulajdonítanak semmiféle különösebb jelentőséget a termés méretének. Mindenesetre figyelmet érdemel az a tény is, hogy nekik sem sikerült két egymásután következő évben a diploid és tetraploid termések között újból ugyanolyan kifejezett értékkülönbségeket kapniok, mint az első alkalommal, 1933-ben. Vagyis a C-vitaminmennyiség meghatározásánál kétségtelenül egyéb «ismeretlen tényezők» is közrejátszanak. Legújabban OKA autotetraploid *paradicsom*jánál ismet tetraploidia következtében bekövetkezett C-vitamingyarapodást talál.

A C-vitamin-tartalom megítélésénél szem előtt kell tartanunk a következőket: a *bogyósgyümölcsök*ben, *alma*ban, *praadicsom*ban, *narancsfélék*ben (1, 2, 5, 6, 12) és nem kétséges, hogy a *paprika* termésében is réteges az ascorbinsav megoszlása. Mivel pedig a kisebb terméseknek viszonylagosan egyben nagyobb a felületük, nagyobb lesz a mg%-os C-vitamintartalmuk is (1, 3, 12, 20, v. ö. 22). *Paprika*fajta-vizsgálatainknál is valóban a kisebb termésű fajtákban találtuk a magasabb C-vitamintartalmat. Igen valószínű ezenkívül még az is, hogy e tekintetben a termésfal vastagsága is meghatározó szerepű (8).

Az kétségtelen, hogy bár tág határok között ingadozik az

ascorbinsavtartalom, mégis fajtajelleg, tehát genotípusos meghatározottságú. Az is igazolt tény, hogy *csak ezen genotípusosan meghatározott határok között lehet mesterségesen megváltoztatni («fokozni») a növények C-vitamintartalmát: külső hatásokkal (trágyázással) csakis erre a felső határértékre lehet emelni az esetben, ha a növény C-vitamintartalma az átlagérték alatt volt* (17, 19). Ami már most a C-vitamintartalomnak a génektől valo függőségét illeti, eredményeinkből azonnal kitűnik, hogy bár a C-vitamintartalom, mint fajtajelleg, genikusan meghatározott, viszont polyploidizálódáskor annak mennyisége nem minden esetben növekedik arányosan. A C-vitamin esetében tehát nincsen olyan látszólag közvetlen génhatás, mint ami a *Zea*-endospermiumának A-provitamintartalma és a gének száma között kimutatható (11, 16). Különben is az ascorbinsavnak sajátlagos szerepéből következik, hogy mennyisége ne lehessen könnyen megváltoztatható. A C-vitaminnak ugyanis minden bizonnyal a növényben az energia felszabadító sejtoxidációs folyamatokban van fontos szerepe és éppen ezért általában az erősen növekedő növényi részekben mutatható ki mindig nagyobb koncentrációban (7), ami azonban nem azt jelenti, hogy egyben ottan is termelődött volna. Valószínű, hogy az optimálisan növekedő növényekben az ascorbinsav egy bizonyos optimális mennyiségben van meg és a gének ezt a mennyiséget nem követlenül határozzák meg és így aztán nem is várható, hogy a génmegkétszereződés egyben az ascorbinsav mennyiségének is a megkettőződését jelentse. Kétségtelen azonban, hogy az ascorbinsavnak a génektől való meghatározottsága mikéntjét éppen a további polyploid vizsgálatokkal lehet majd tisztázni. Mindenekelőtt meg kell állapítani, hogy az egyes fajtáknak a különböző C-vitamintartalma milyen mértékben mondható fajtajellegnek, mennyire állandó ezeknél a C-vitamintartalom, majd ezután lehet az ascorbinsavtartalom tekintetében kimondottan eltérő fajtáknál a diploid és tetraploid alakokat, illetve a különböző ascorbinsavtartalmú fajták között létrehozott, tehát allopolyploid-formákat (éspedig elsősorban triploidokat) egymással összehasonlítva vizsgálni, a C-vitaminnak a génektől való függőségét elemezni.

Összefoglalás.

A *paprika*fajták C-vitamintartalma a chromosomaszerelvény megkétszereződésével nem minden esetben fokozódik, vagyis a gének száma és a C-vitamin mennyisége között nem lehet közvetlen összefüggést kimutatni.

Irodalom.

1. Batchelder: E. L. &. E. L. Overholser: 1936. J. agric. Res. **53**: 547—552.

2. Bracewell, M. F., F. Kidd, C. West & S. S. Zilva: 1931. Biochem. J. **25**. 138—143.

3. Brown, A. P. & F. Moser: 1941. Food. Res. **6**. 45—55.

4. Crane, M. B. & S. S. Zilva: 1931. J. Pomol. Hort. Sci. **9**. 228—231.

5. Fellers, C. R., P. D. Isham &. G. G. Smith: 1932. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. **29**. 93—97.

6. Fujita, A. & T. Ebihara: 1939. Biochem. Z. **300**: 143—147.

7. Győrffy B., 1941: Magyar Biol. K. Munk. **13**. 362—446.

8. Győrffy B., 1942: ibid. **14**: 297—313.

9. Győrffy B. & Patka É., 1942: ibid. **14**: 276—296.

10. Key, K. M., 1933: Biochem. J. **27**. 153—156.

11. Mangelsdorf, P. C. & G. S .Fraps, 1931: Science **73**. 241—242

12. McHenry, E. W. & M. Graham, 1935: Biochem. J. **29**. 2013—2019.

13. Nilsson—Ehle, H., 1938: Hereditas **24**. 195—209.

14. Noguti Y., K. Okuma & H. Oka, 1939: Jap. J. Bot. **10**. 309—319.

15. Olliver, M., 1938: Analyst **63**. 2—17.

16. Randolph, L. F. & D. B. Hand, 1940: J. agric. Res. **60**. 51—64.

17. Reid, M. E., 1941: Amer. J. Bot. **28**: 410—415.

18. Sansome, F. W. & S. S. Zilva, 1933: Biochem. J. **27**. 1935—1941, **1936**. ibid. **30**: 54—56.

19. Scheunert, A. & K. H. Wagner, 1939: Biochem. Z. **303**: 266—285.

20. Sosa—Bourdouil, C., 1940: C. r. Acad. Sci. Paris **211**: 485—487.

21. Smith, G. G. & C. R. Fellers, 1934: Proc. Amer. Soc. hort. Sci. **31**: 89—95.

22. Tripp, F., G. J. Satterfield & A. D. Holmes, 1937: J. Home Econ. **29**: 258—262.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának **1942**. évi június hó 15-én tartott ülésen bemutatta Szabó Zoltán r. t.)

VITAMIN C IN RED PEPPERS.
III. POLYPLOIDY AND VITAMIN C IN PAPRIKA.

(Preliminary report.)

By BARNA GYŐRFFY (Tihany).

The diploids and tetraploids of several varieties of *paprika* were tested on their ascorbic acid contents. In some varieties the tetraploid strains have distinctly higher vitamin C concentration than the diploid ones in others, however, the vitamin C contents were approximately same. Therefore it is concluded that there is no direct correlation between the vitamin C contents of the *paprika* varieties and its chromosome numbers.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 15. Juni 1942.)

MAGYARORSZÁG MELOIDÁI (COLEOPTERA).

KASZAB ZOLTÁN-tól.

Ennek a dolgozatnak a megírását az a körülmény tette szükségessé, hogy sem a hazai, sem a külföldi szakirodalomban nincs olyan összefoglaló munka, amely a hazánkban előforduló összes Meloidákat felölelné. Meloida-fajaink egy része ugyanis hazánkban éri el elterjedésének északi, illetőleg nyugati határát; sok Magyarországon még előforduló faj Németországba már nem hatol be és Magyarországtól nyugatra a Meloida-fauna fokozatos elszegényedését tapasztalhatjuk. Így már Németországban is csak 27 faj fordul elő, szemben a magyarországi 46 fajjal.

A Meloidák a Heteromera családsorozatba tartoznak. Jellemző bélyegeik a következők: az előtor oldalt nem szegélyezett, a fej hátul erősen befűződött és átmenet nélkül következik a nyak, a mellső csípők izületi vápája nyitott, a csípők hosszúak, hengeresek, a karmok a legtöbb esetben osztottak, vagy pedig alul hártyás szegéllyel vannak ellátva, az előtor alapja keskenyebb mint a szárnyfedők, a csáp fonal-, gyöngysoralakú, vagy a vége felé bunkós, csak ritka esetben gyengén fogazott, olykor szabálytalan alakú. Átalakulásuk hypermetaboliával történik.

A Meloidák a többi bogárcsaládtól nagyon eltérő átalakuláson mennek keresztül. A petéből, amelyet a nőstény száraz, napsütötte helyen a földbe ás el, egy kis háromkörmű lárva, *Triungulinus* bújik elő, amely nagyon hasonlít a Carabida-lárvákhoz. Ez a «háromkörmű» felkapaszkodik valamilyen virágra és a virágokat látogató szőrös méhek, dongók, legyek szőrözetébe a rágója és karmai segítségével erősen belecsimpaszkodik. A méhek becipelik a *Triungulinus*okat a fészkükbe. A *Triungulinus* a fészekben a frissen lerakott méhpetékkel táplálkoznak. Rövidesen a *Triungu-*

linus az eredeti nagyságának kétszeresére nő meg, ekkor megvedlik és méhlárvához hasonló alakot vesz fel, bennmarad a sejtben és ott éppúgy táplálkozik, mint a méhlárvák. Ezután ez a második lárvaalak a legyek tonnabábjához hasonló alakú, ú. n. *pseudonymphává* alakul át és ebben az állapotban tölti a telet. Tavasszal a *pseudonympha* a második lárvaalakhoz hasonló lárvaalakot vesz fel; ez a lárva azonban csak pár napig táplálkozik, de a bebábozódás csak 4—5 hét mulva következik be. A báb már olyan, mint a többi bogáré és a kifejlett bogár kb. egy hónap mulva hagyja el a darázsfészket, vagy méhkast.

Ez a bonyolult fejlődés magyarázza meg azt, hogy a legtöbb Meloida-faj rendkívül változó nagyságú. Befolyással lehet az állat nagyságára nemcsak az, hogy a *Triungulinus*-lárva milyen méh-féle fészkébe kerül, mennyi a tápláléka stb., hanem annak is, hogy a *Triungulinus*nak hány napig kell várnia azt a pillanatot, amíg valamilyen méhfélébe belekapaszkodhat és első táplálékához hozzájuthat. Természetes, hogy azok a *Triungulinus*ok, amelyek legyekbe kapaszkodtak bele, éhen pusztulnak.

A Meloidák az egész földkerekségen elterjedtek. A füves puszták, erdei rétek, síkságok és középhegységek jellemző állatai. Összefüggő erdőségekben, magas hegyekben hiába is keressük őket. Az egész földön ezideig mintegy 100 nemzetségbe tartozó 2200 faj fordul elő. Magyarországon mindössze 11 nemzetségbe tartozó 46 faj található.

A hazai Meloidáink a következő 9 elterjedési típusba tartoznak:

1. **Euroszibériai fajok:** *Mylabris variabilis* Pall., *Mylabris tenera* Germ., *Lytta vesicatoria* L., *Meloë violaceus* Marsh., *Meloë variegatus* Don. és *Hapalus bimaculatus* L. (15%).
2. **Európai fajok:** *Meloë cicatricosus* Leach és *Meloë scabriusculus* Brdt. (5%).
3. **Közép- és déleurópai fajok:** *Epicauta rufidorsum* Goez., *Meloë decorus* Brdt., *Hapalus muralis* Forst. és *Hapalus bipunctatus* Goez. (9%).
4. **Circummediterrán fajok:** *Lydus syriacus* L., *Meloë autumnalis* Ol. és *Zonitis praeusta* F. (7%).

5. **Mediterrán fajok:** *Meloë rugosus* Marsh. és *Zonitis immaculata* Ol. (5%).
6. **Keletmediterrán fajok:** *Lydus europaeus* Escher., *Oenas crassicarnis* Ill. és *Zonitis nana* Rag. (7%).
7. **Balkáni endemizmusok:** *Mylabris bosnica* Rtt., *Epicauta flabellicornis* Germ. és *Hapalus spectabilis* Schaum. (7%).
8. **Pontomediterrán fajok:** *Lydus trimaculatus* F., *Lydus collaris* F., *Lydus chalybaeus* Tausch., *Cerocoma Schreberi* F., *Cerocoma Schäfferi* F., *Cerocoma Mühlfeldi* Gyll., *Mylabris crocata* Pall., *Meloë proscarabaeus* L., *Meloë erythrocnemus* Pall., *Meloë tuccius* Rossi, *Hapalus apicalis* Latr., *Euzonitis sexmaculata* Ol., *Euzonitis auricoma* Escher. és *Euzonitis bifasciata* Schw. (28%).
9. **Pontusi, pontokaspi fajok:** *Mylabris pusilla* Ol., *Meloë coriarius* Brdt., *Meloë hungarus* Schrk., *Meloë uralensis* Pall., *Meloë brevicollis* Pnz., *Hapalus necydalaeus* Pall., *Euzonitis fulvipennis* F. és *Stenodera caucasica* Pall. (17%).

Ebből az összeállításból kiderül, hogy az eurosziberiai-európai-középeurópai fajok együttvéve csak 29%-át teszik ki a faunának, míg ezzel szemben a mediterrán és pontusi jellegű fajok a fauna 71%-át teszik ki. Nincs is még egy olyan bogárcsalád Magyarországon, ahol a pontusi és mediterrán elemek ilyen mértékben uralkodnának.

Endemikus Meloida-fajunk nincs.

A nemzetségek meghatározó táblázata:

1″ Az utómell nagyon rövid, a középső csípő a hátsó csípőt eléri. A test szárnyatlan, a szárnyfedők a potrohot a legtöbbször nem takarják el egészen ..... 7. ***Meloë*** L.

1′ Az utómell hosszú, a középső csípő a hátsó csípőt nem éri el. A test szárnyas, a szárnyfedő a potrohot legtöbbször elfedi.

2″ A csáp 9 ízű, a nőstényé bunkós, a hímé szabálytalan alakú, a szemektől távol, a fejtető és homlok között lévő barázda előtt ered. A test fémfényű zöld, kékes vagy ritkán bronzos színű ..... 3. ***Cerocoma*** Geoffr.

2′ A csáp 11 ízű, úgy a hímé, mint a nőstényé a legtöbb esetben

egyforma, a szemekhez közel, a fejtető és a homlok között lévő barázda mögött ered.

3″ A mellső comb vége és a mellső lábszár közepe belül lesimuló, aranysárga szőrfolttal van elfedve és kissé ki van kanyarítva ..... 5. *Epicauta* Redtb.

3′ A mellső comb és a mellső lábszár belül sárga szőrfolt nélkül.

4″ A csáp meglehetősen rövid, a vége felé megvastagszik, vagy pedig végig egyenletes vastag, rövidebb, mint a test félhossza.

5″ A csáp bunkós, a karmok nem fogazottak. A hátsó lábszár végtüskéi egyforma nagyok és egyforma vékonyak. (*Zonabris* Har.) ..... 4. *Mylabris* Fabr.

5′ A csáp nem bunkós, egyenletes vastag, a karmok olykor fogazottak. A hátsó lábszár külső végtüskéje sokkal vastagabb mint a belső, a vége ferdén lemetszett.

6″ Az előtor mellső szöglete élesen kiálló, az előtor trapézalakú, hátrafelé egyenesen elkeskenyedik. Fémfényű. A karmok belül nem fogazottak .... 6. *Lytta* Fabr.

6′ Az előtor mellső szöglete teljesen lekerekített, az előtor nem trapézalakú.

7″ A karmok belül erőteljesen fogazottak. A csáp az előtor alapját eléri vagy túlhaladja. (*Halosimus* Muls.) 1. *Lydus* Latr.

7′ A karmok belül nagyon fínoman, alig észrevehetően fogazottak. A csáp az előtor alapját nem éri el ... 2. *Oenas* Latr.

4′ A csáp nagyon hosszú és vékony, a vége felé erősen elvékonyodik, olyan hosszú vagy hosszabb, mint a test félhossza.

8″ Az állkapcsi tapogató utolsó íze a vége felé erősen kiszélesedik. Az előtor hosszabb, mint amilyen széles. A hátsó lábszár mindkét végtüskéje széles ..... 9. *Stenodera* Eschsch.

8′ Az állkapcsi tapogató utolsó íze hengeres, a vége felé nem vastagszik meg. Az előtor olyan széles, mint amilyen hosszú vagy harántos.

9″ A szárnyfedő oldalt szegélyezett. (*Hapalus* F., *Sitaris* Latr., *Stenoria* Muls.) ..... 8. *Hapalus* Fabr.

9′ A szárnyfedő oldalt nem szegélyezett.

10″ A hátsó lábszár mindkét végtüskéje vékony és egyforma nagy ..... 11. *Zonitis* Fabr.

10′ A hátsó lábszár külső végtüskéje sokkal nagyobb és vastagabb, mint a belső, a vége ferdén lemetszett . . . . . 10. *Euzonitis* Semen.

1. Lydus Latr,

A csáp 11 ízű, a vége felé nem vastagodik meg, zsinórszerű, az előtor alapját eléri vagy kissé túl is haladja. Az előtor kiálló mellső szögletek nélkül. A karmok belül erősen fogazottak. A szárnyfedő hátrafelé gyengén vagy alig szélesedik ki, a potrohot eltakarja. Az utómell hosszú.

Ez a nemzetség circummediterrán elterjedésű, egyes fajok előfordulnak azonban a Kaspi-tóig és Perzsiáig, sőt egy faj Indiából is ismeretes. A 45 eddig leírt fajból hazánkban mindössze 5 faj fordul elő, amelyeket a következő kulcs alapján lehet megkülönböztetni:

1″ A középső csápízek rövidek, alig valamivel hosszabbak, mint amilyen szélesek, belül kissé szélesebbek. (**Lydus** s. str.)

2″ A szárnyfedők egyszínű vöröses-sárgásbarnák, a test fekete. A fej a szemek között kissé harántosan benyomott, a fejtető pontozása nagyon sűrű. Az előtor hosszabb mint amilyen széles, előrefelé elkeskenyedik, a közepe előtt meglehetősen erős és mély harántbenyomással, pontozása éppen olyan sűrű, de durvább mint a fejé. A fej és az előtor szőrözete barna. A szárnyfedő elmosódottan, bőrszerűen ráncolva pontozott, fínoman, sárgán szőrözött. Hossza: 16—17 mm. Hazánkban az Alföldön és a Bánátban fordul elő, de nagyon ritka . . . , ... 1. *L. europeus* Escher.

2′ A szárnyfedők sárgák, fekete foltokkal, a pajzsocska és a szárnyfedő közepe között a varrat mellett egy többé-kevésbbé fordított trapézalakú, a varratot elérő folt van és hátul a szárnyfedő közepe mögött egy-egy nagy harántos folttal, mely sem a varratot, sem a szárnyfedő szegélyét nem éri el. A fej és az előtor sűrűn és durván pontozott, a fejtető a szemek között kissé lapított, az előtor valamivel hosszabb mint amilyen széles, felülete a közepe előtt meglehetősen erősen harántul benyomott. A fej és az előtor szőrözete meglehetősen hosszú

és barna, a szárnyfedő egészen rövid, fekete szőrözettel. Hossza: 10—17 mm. Hazánkban nagyon ritka..... ..... 2. *L. trimaculatus* FABR.

1′ A középső csápízek hosszabbak mint amilyen szélesek, hengeresek. (**Alosimus** MULS.)

3″ A fej és az előtor vörös, gyakran a homlok fekete, az előtor a közepén 1—1 fekete, kerek folttal, lehajló oldalszegélye és az alapja fekete, a szárnyfedő fémfényű kék vagy zöldes, a test alul fekete, gyenge kékes fénnyel, a lábak, kivéve a tomport, sötét vörösesbarnák, a csáp vörösbarna. A fej finoman és sűrűn, az előtor szórványosan és durvábban pontozott. Hossza: 16—28 mm. Hazánkban való előfordulása kétes és bizonyításra szorul. Állítólag Erdélyben előfordul. 5. *L. collaris* FABR.

3′ A fej fekete vagy zöldes, legfeljebb egy kis vörös folttal a fejtetőn, az előtor fekete, fémfényű, vörös vagy feketén foltos.

4″ Az egész test egyszínű sötét fémfényű zöld, csak a csápok és a lábfejízek feketék. A fej finoman és sűrűn, az előtor durvábban és szórványosabban pontozott; az előtor a közepe előtt mély harántos benyomással. A szárnyfedő finoman, bőrszerűen ráncolt. A mellső lábszáron csak egy végtüske van. Hossza: 8—12 mm. Nálunk csak Erdélyben fordul elő, de ez az előfordulás is kétes és még bizonyításra szorul..... ..... 4. *L. chalybaeus* TAUSCH.

4′ A test zöldeskék vagy kék színű, a lábak és a csápok feketék, az előtor sárgásvörös, gyakran az alapon két elmosódott barna folttal. A fejtetőn a szemek között egy kis vörös folt van. A fej finoman és szórványosan, az előtor még finomabban és szórványosabban pontozott. Az előtor hosszanti sekély középbarázdával, közepe előtt harántbenyomás nincs. A szárnyfedő sűrűn, bőrszerűen ráncolt. A mellső lábszár két egyenlőtlen nagyságú végtüskével van felfegyverezve. Hossza: 8—16 mm. Hazánkban nem ritka ..... 3. *L. syriacus* FABR.

Változata:

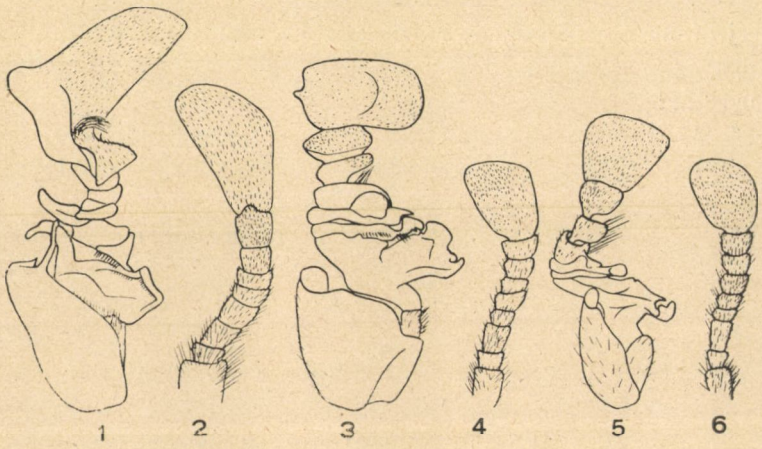
a) Az előtor négy fekete, kerek folttal, éspedig kettő a mellső szegélynél és 1—1 az oldalszegélynél, azonkívül az előtor alapja is fekete. Idáig csak hazánkból ismeretes..... ..... ab. *danubiana* ROUB.

2. Oenas Latr.

Nagyon közel áll a *Lydus* Latr. nemzetséghez; leglényegesebb különbség a karmok szerkezetében van, amely az *Oenas* Latr.-nál belül csak rendkívül fínoman fogazott. A csáp is rövid, vastag, ízei harántosak.

A 12 ismert faj elterjedése a Földközi-tenger vidékére és Afrikára esik. Hazánkban csak egyetlen idetartozó faj fordul elő:

1″ A test fekete, az előtor és a szárnyfedők sárgák, a lábszárak, lábfejízek és a csápok barnák. A fej meglehetősen sűrűn és



1—6. ábra.

1. *Cerocoma Schreberi* F. hím csápja. — 2. *Cerocoma Schreberi* F. nőstény csápja. — 3. *Cerocoma Mühlfeldi* Gyll. hím csápja. — 4. *Cerocoma Mühlfeldi* Gyll. nőstény csápja. — 5. *Cerocoma Schäfferi* L. hím csápja.— 6. *Cerocoma Schäfferi* L. nőstény csápja.

fínoman pontozott, olyan széles vagy valamivel szélesebb mint az előtor; az előtor korongalakú, olyan hosszú mint amilyen széles, sekély középbarázdával, a mellső szöglet szélesen lekerekített, a hátsó szegély felhajló; pontozása sokkal durvább és szórtabb, mint a fejé. A szárnyfedők fínoman, bőrszerűen ráncoltak, 3 hosszanti borda nyomával. Szőrözete aranysárga. A csáp rövid és vastag, az egyes csápízek a 4. íztől kezdve harántosak, egyforma vastagok. A hím középső lábá-

nak első lábfejíze erősen kiszélesedett. Hossza: 9—15 mm. Az Alföldön nem ritka ..... 1. *O. crassicornis* Ill.

3. Cerocoma Geoffr.

A csáp 9 ízű, a nőstényé bunkós, a hímé szabálytalan alakú; a csáp a szemektől távol, a fejtető és a homlok közötti haránt-barázda előtt ered. A szárnyfedők párhuzamosak, a potrohot befedik. Az utómell hosszú. A test fémfényű zöld, kékes vagy bronzos színű.

Ez a nemzetség circummediterrán, illetve pontomediterrán elterjedésű; hazánkban a 14 ismeretes faj közül csak 3 fordul elő, amelyeket a következő kulcs alapján lehet egymástól megkülönböztetni:

1″ A mellső lábszár széles, felül legtöbbször éles tarajjal. Az előtor elől a közepétől két oldalt mélyen benyomott gödröcskével. A csáp szabálytalan alakú. H í m e k.

2″ A potroh vöröses-sárga, csak a két utolsó szelvény fémfényű zöld. A test, a csápok, lábak, tapogatók és az első potrohszelvények kivételével zöldeskék vagy zöld. A csáp utolsó íze igen nagy, baltaszerű, rajta több hegyes, vékony chitinnyúlvány van. Az 1. és 3. csápíz erősen megnövekedett és bizarralakú. A mellső lábfej ízei szélesek, laposak. A mellső lábszár a vége előtt begöngyölődő képződménnyel. A test szőrözete hosszú, fehér. Hossza: 9—14 mm. Nálunk ez a leggyakoribb faj (1. ábra) ..... 1. *C. Schreberi* Fabr.

2′ A potroh egyszínű ércfényű zöld. A mellső lábfejízek kevésbbé szélesek, a mellső lábszár felül egyszerű bordával. Az utolsó csápíz hosszúkás tojásdad vagy harántos.

3″ A fejtetőn nincs vörös folt. Az utolsó csápíz hatalmas bunkót képez, egészen síma, szabálytalan tojásdad alakú, rajta semmiféle chitinfog vagy csücsök nincsen, a két utolsóelőtti íz kicsi és hengeres. A mellső lábszár taraja oldalról nézve egyszerűen ívelt. A mellső lábfej 1. és 2. íze erősebben kiszélesedett. Hossza: 7—10 mm. Hazánkban nagy ritkaság. Az irodalmi adatok legtöbbje a következő fajra vonatkozik (5. ábra).... ..... 4. *C. Schäfferi* L.

3′ A fejtetőn hosszúkás vörös folt van. Az utolsó csápíz erősen harántos, meglehetősen lapos, belül egy kissé öblös, felső széle egy lekerekített és egy hegyes csücsökkel van ellátva, az utolsóelőtti íz erősen harántos és belül lapos. A mellső lábszár taraja oldalról nézve a vége előtt éles szögletet képez, a lábszár vége felül lapított. A mellső lábfej 2. íze csücsökkel van ellátva. Hossza: 8—12 mm. Országszerte nem ritka (3. ábra) ..... 3. *C. Mühlfeldi* Gyll.

1′ A mellső lábszár vékony, hengeres. Az előtoron elül a középvonal mellett nincs gödör. A csáp egyszerű, bunkós. Nőstények.

4″ Az utolsó csápíz több mint kétszerese a hosszának, kb. olyan hosszú, mint az előtte lévő 6 íz együttvéve. A csáp fekete (2. ábra) ..... 1. *C. Schreberi* Fabr.

4′ Az utolsó csápíz alig hosszabb, mint amilyen széles, olyan hosszú, mint az előtte lévő 3 íz együttvéve. A csáp vörös.

5″ A mellső lábszár végén kívülről nincs hegyes fog. A fejtető közepén nincs vörös folt. Az utolsó csápíz kb. olyan hosszú, mint amilyen széles (6. ábra) ..... 2. *C. Schäfferi* L.

5′ A mellső lábszár a végén kívülről hegyes fogban végződik. A fejtető a közepén egy hosszúkás, vörös folttal. Az utolsó csápíz majdnem másfélszerese a szélességének (4. ábra)..... ..... 3. *C. Mühlfeldi* Gyll.

4. Mylabris Fabr.

A csáp 11 ízű, a szemek mellett ered, a vége felé fokozatosan megvastagodik, bunkós. A szárnyfedők hátrafelé gyengén kiszélesednek, a potrohot befedik. A karmok belül nem fogazottak, símák, Az utómell hosszú.

A *Mylabris* Fabr. nemzetség fajai egész Európában, Ázsiában és Afrikában el vannak terjedve; idáig mintegy 400 fajuk ismeretes, amelyek közül Magyarországon is előfordul 6 faj. A hazai fajokat a következőképpen lehet egymástól megkülönböztetni:

1″ A szárnyfedő sárga, 6—6 fekete, kerek folttal, mégpedig 2—2 a közepe előtt, 2—2 a közepe mögött és 2—2 a csúcsa előtt; a test egyébként fekete, a fej és az előtor hosszú, fekete,

felálló szőrözettel, a lábak szőrözete lesimuló és sötétsárga, azonkívül hosszú, fekete, felálló szőrözetük is van. A fej és az előtor fénylő, pontozása meglehetősen fínom és szórványos. A szárnyfedő sűrűn pontozott. Hossza: 8—15 mm. Előfordul hazánk futóhomokos térségein (7. ábra). ..... 6. *M. crocata* Pall.

Változatai:

a) A szárnyfedő középső két foltja haránt irányban összeolvadt egymással. A törzfaj között. Ritka (8. ábra). ab. *alpha* Soum.

b) A szárnyfedő két csúcsfoltja harántirányban összeolvadt egymással. A törzsfaj között fordul elő. (9. ábra). ab. *gamma* Soum.

1′ A szárnyfedő vagy fekete alapon sárga harántsávokkal és foltokkal, vagy sárga alapon fekete harántsávokkal van díszítve.

2″ A fej és az előtor rendkívül fínoman és sűrűn pontozott, az egyes pontok nem vehetők ki tisztán.

3″ A fej és az előtor hosszú fekete felálló szőrözettel. Fekete, a szárnyfedő sárga foltokkal: a pajzsocska mögött egy háromszögű folt, a váll, egy a szárnyfedő széle felé elkeskenyedő harántsáv a középen és egy széles hullámos sáv a csúcsa előtt sárga. Hossza: 7—8 mm. Nálunk csak Horvátországban fordul elő ..... 1. *M. pusilla* Ol.

3′ A fej és az előtor szőrözete nagyon rövid, barna. Fekete, a szárnyfedő sárga foltokkal. A foltok elhelyezkedése olyan, mint az előző fajnál. Hossza: 8—10 mm. Hazánkban csak Horvátországban fordul elő. (10. ábra.). 2. *M. bosnica* Reitt.

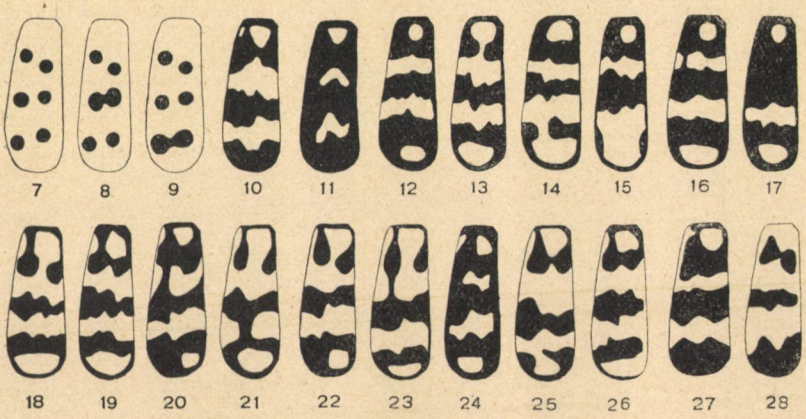
Változata:

a) A szárnyfedő sárga foltjai erősen redukálódtak, a vállfolt hiányzik, a középső harántsáv keskeny és fordított U-alakú, a szárnyfedő szegélyétől messze van, a hátsó harántsáv nagyon keskeny és erősen hullámos. A törzsfaj között fordul elő (11. ábra) ..... ab. *decipiens* J. Müll.

2′ A fej és az előtor durván és sűrűn, jól láthatóan pontozott.

4″ A szárnyfedő csúcsa széles sávban fekete, a szárnyfedő 3 sárga harántsávval, illetve 3 fekete harántsávval. A szárnyfedők alapja és a varrat a pajzsocska mögött keskenyen fekete, az

elülső harmadban széles fekete harántsávval, amely a varratot eléri, de a szárnyfedő szegélyét nem. Ez a folt gyakran a vállnál egészen a szárnyfedő alapjáig bocsát ki nyúlványt, úgy hogy a pajzsocska mellett egy kerek, nagy, sárga foltot zár körül. A második fekete harántsáv valamivel a közepe mögött van, hullámos szélű, a 3. fekete harántsáv képezi a csúcsfoltot. Hossza: 7—16 mm. Hazánkban gyakori (27. ábra). ..... 3. *M. variabilis* Pall.



7—28. ábra.

Mylabris-fajok szárnyfedő-rajzolata.

7. *crocata* Pall. — 8. *crocata* ab. *alpha* Sum. — 9. *crocata* ab. *gamma* Sum. — 10. *bosnica* Rtt. — 11. *bosnica* ab. *decipiens* Müll. — 12. *polymorpha* Pall. — 13. ab. *agilis* Baud. — 14. ab. *monetierensis* Pic — 15. ab. *australis* Baud. — 16. ab. *spartii* Germ. — 17. ab. *nigrita* Baud. — 18. *tenera* Germ. — 19. ab. *a*. — 20. ab. *b*. — 21. ab. *c*. — 22. ab. *d*. — 23. ab. *e*. — 24. ab. *f*. — 25. ab. *g*. — 26. ab. *h*. — 27. *variabilis* Pall. — 28. ab. *lacera* Fisch.

Változata:

a) Az első fekete harántsáv a szárnyfedőn csaknem két kerekded foltra szakadt szét, a varratot nem éri el, a varrat csak közvetlenül a pajzsocska mellett fekete, a szárnyfedő alapja sem fekete. A törzsfaj között nagyon ritka (28. ábra). .... ab. *lacera* Fisch.

4′ A szárnyfedő csúcsa csak keskenyen feketén szegélyezett, a csúcs előtt egy többé-kevésbbé harántos vagy kerek sárga folt van.

5″ Nagyobb faj. A szárnyfedő lehajló oldalszegélyén a váll mellett nincs sárga folt, csak a szárnyfedő keskeny pereme sárga A szárnyfedők alapján a középen van egy nagy sárga folt, a szárnyfedők közepe előtt egy széles, kissé hullámos szegélyű sárga folt, mely a varratot is eléri, de oʻt a két szárnyfedő foltját a fekete varrat elválasztja, a közép mögött van egy széles, cikk-cakkos szegélyű sárga harántsáv, azonkívül a csúcs előtt van egy nagy, harántos sárga folt. A fej, de különösen az előtor pontozása nagyon sűrű, a pontok közötti közterecske kisebb, mint maguk a pontok. A szőrözet nagyon sűrű és a test elején nagyon hosszú. Hossza: 10·5—14 mm. Hegyeinkben nem ritka (*floralis* Pall.) (12. ábra)..... ..... 4. *M. polymorpha* Pall.

Változatai:

a) A szárnyfedő kerek alapfoltja a mellső sárga harántsávval össze van kötve. A törzsfaj között (13. ábra). ab. *agilis* Baudi.

b) A szárnyfedő csúcsfoltja a hátsó sárga harántsávval össze van kötve. A törzsfaj között ritka (14. ábra). .... ab. *monetierensis* Pic

c) A szárnyfedő csúcsfoltja a hátsó sárga harántsávval teljesen egybeolvadt, a fekete harántsávnak csak a varrat és a szegély mellett van nyoma. Nagyon ritka (15. ábra). ..... ab. *australis* Baudi

d) A szárnyfedő mellső sárga harántsávja a szélén ketté van osztva. A foltok vörösek. Horvátországban gyakori. (16. ábra). ..... ab. *spartii* Germ.

e) A szárnyfedő középső sárga harántsávja hiányzik. Nagyon ritka (17. ábra) .... ab. *nigrita* Baudi

5′ Kisebb termetű faj. A szárnyfedő lehajló oldalszegélyén a váll mellett nagy sárga folt van. Az előtor pontozása szórványosabb, különösen a szélén. A törzsfaj szárnyfedő-rajzolata a következő: a szárnyfedők alapja, a váll, a varrat mögött egy nagy kerek folt, a váll mögött egy ovális folt, mely a vállfolttal egybefolyik, fekete, a varratmögötti foltig fekete, egy cikk-cakkos harántsáv valamivel a közepe mögött, egy széles sáv a csúcs előtt és a csúcs maga feketén szegélyezett. A sárga csúcsfolt nagy és harántos. A vállmögötti fekete folt

a szárnyfedő szegélyét eléri. Hossza: 7·5—10 mm. Az Alföld, de elsősorban a homokos területek lakója és nem ritka. (*Dahli* BAUDI) (18. ábra) ..... 5. ***M. tenera*** GERM.

Változatai:

a) A pajzsocska mögötti folt és a vállfolt haránt irányban összefolynak és egy nagy háromszögű sárga foltot zárnak közre. Sokkal gyakoribb, mint a törzsfaj (19. ábra).

b) Olyan mint az ab. *a.*, de a vállfolt hátrafelé meg van nyujtva, úgy hogy a 2. fekete harántsávval egybeolvad. E miatt a 2. sárga harántsáv két részre van osztva. A törzsfaj között nem ritka (20. ábra).

c) Olyan, mint a törzsfaj, de a vállfolt nem éri el a szárnyfedő oldalszegélyét, azonkívül a középső és a hátsó fekete harántsáv egy keskeny nyúlvány segítségével össze vannak kötve egymással. A törzsfaj között ritka (21. ábra).

d) Olyan, mint a törzsfaj, de a vállfolt a szárnyfedő szegélyét nem éri el. A törzsfaj között ritka (22. ábra).

e) Olyan, mint az ab. *b.*, de a vállfolt a szárnyfedő szegélyét nem éri el. Ritka. (23. ábra).

f) A sárga foltok erősen redukálódtak, a fekete foltok és a harántsávok egymásba összefolytak. A szárnyfedő közepe előtti sárga folt a varratot nem éri el és csak a szárnyfedő közepéig terjed. A hátsó sárga harántsáv is keskeny, a varratot és szegélyt sem éri el. A csúcsfolt ovális. Délmagyarországon fordul elő (24. ábra).

g) Olyan, mint az ab. *a.*, de a sárga csúcsfolt a hátsó sárga harántsávval össze van kötve. Ritka (25. ábra).

h) Olyan, mint az ab. *a.*, de a középső és a csúcs előtti fekete harántsáv a varratot nem éri el. Ritka (26. ábra).

5. Lytta FABR.

Csápja 11 ízű, zsinórszerű, a vége felé nem vékonyodik el. Az előtor mellső szögletei erősen kiállók, az előtor elől majdnem olyan széles, mint a fej. A mellső comb és a mellső lábszár belül aranysárga, lesimuló szőrcsomó nélkül. A szárnyfedők párhuzamo-

sak, a potrohot befedik. Az utómell hosszú. A karmok belül símák, nem fogazottak.

Ennek a nemzetségnek a fajai csaknem az egész földkerekségen el vannak terjedve, mintegy 190 fajuk ismeretes. Leggazdagabb Amerika és India faunája. Nálunk mindössze egy faj fordul elő, az általánosan ismert kőrisbogár:

1″ Egyszínű fémfényű zöld, zöldeskék vagy aranyos, a csáp a 4. íztől kezdve fekete, a test szőrözete fehér, a lábfejízek alul sárga szőrözettel. A fej a szemek között a közepén egy kis vörös folttal. A fej széles, szélesebb, mint az előtor, a pofák szögletesek, a fejtető hátul a közepén mély barázdával; pontozása legnagyobbrészt meglehetősen durva és szórványos. Az előtor a kiálló mellső szögleteknél a legszélesebb, hátrafelé erősen elkeskenyedik. A szárnyfedő fínoman, bőrszerűen ráncolt, azonkívül fínoman recézett és e miatt tompa fényű. Hossza: 9—21 mm. Hazánkban kőrisfán és orgonán gyakori és olykor tömegesen lép fel ..... 1. *L. vesicatoria* L.

Változatai:

a) A szárnyfedő 2—2 hosszanti, erőteljesen kiemelkedő bordával. Délmagyarországon fordul elő .... ab. *costatella* Reitt.

b) A fej és az előtor durván és sűrűn pontozott, az előtor mellső szöglete és a szárnyfedő a varratot kivéve fénylő aranyos színű. A Felvidéken fordul elő ..... ab. *aurantiaca* Escher.

c) A szárnyfedők vége a közepén egy-egy hosszanti sárga folttal vannak ellátva. A törzsfaj között fordul elő, de ritka (*maculata* Drexl.) ..... ab. *dibapha* Reitt.

d) A test pompás kék színű. Ritka ..... ab. *Leodii* Escher.

e) A szárnyfedő, a fej hátul és az előtor oldala rézvörös..... ..... ab. *viridicupreum* Fleisch.

6. Epicauta Redtb.

A csáp 11 ízű, hosszú, a vége felé elvékonyodik. Az előtor teljesen lekerekített mellső szögletekkel. A szárnyfedő hátrafelé kiszélesedik, a potrohot befedi. A mellső comb és a mellső lábszár belül lesímuló, aranysárga szőrcsomóval. A karmok símák, nem fogazottak. Az utómell hosszú.

Fajokban nagyon gazdag nemzetség. Ausztrália kivételével az egész földkerekségen el vannak terjedve és mintegy 300 fajuk ismeretes. Több faj mint mezőgazdasági kártevő van nyilvántartva. Nálunk két faj fordul elő, melyeket a következőképpen lehet egymástól megkülönböztetni:

29—35. ábra.

29. *Meloë proscarabaeus* L. nőstény csápja. — 30. *Meloë proscarabaeus* L. hím csápja. — 31. *Meloë scabriusculus* Brdt. csáp. — 32. *Meloë rugosus* Marsh. csáp. — 33. *Epicauta flabellicornis* Germ. hím csápja. — 34. *Epicauta rufidorsum* Goez. csáp. — 35. *Epicauta flabellicornis* Germ. hím csápja.

1″ A fej vörös, a fejtető hátul keskeny fekete folttal a középen, a test, a csápok és a lábak feketék, a csápok 1—3 íze belül sárga. Az előtor középvonala, azonkívül a szárnyfedők szegélye keskeny fehér szőrsávval. A hím és nőstény csápja egyforma, az utolsóelőtti két csápíz a végén befelé hegyesre kihúzott. Az előtor sokkal hosszabb, mint amilyen széles. Hossza: 10—19 mm. Az Alföldön mindenütt gyakori (*verticalis* Ill., *dubia* auct. nec Ol., *erythrocephala* auct. nec Rossi). (34. ábra) ..... 1. ***E. rufidorsum*** Goez.

1′ A fej egyszínű vörös, fekete folt nélkül, a test fekete, az előtor hátsó szegélye, a szárnyfedő oldalszegélye és a vége keskeny fehér szőrsávval. A hím csápja a 3. íztől kezdve erőteljesen kiszélesedik és lapos, a középső csápízek a legszélesebbek, a vége felé elvékonyodik. A nőstény utolsóelőtti két csápíze a végén egyenesen lemetszett. Az előtor négyszögletes, olyan széles, mint amilyen hosszú. Hossza: 16—20 mm. Nálunk csak Horvátországban fordul elő. Ritka. (*sibirica* auct. nec Pall.) (33., 35. ábra) ..... 2. ***E. flabellicornis*** Germ.

7. Meloë L.

Csápja 11 ízű, zsinórszerű vagy ritkán szabálytalan alakú. A szárnyfedők a varratnál fedik egymást, a pajzsocskát is legtöbbször eltakarják; a potroh legnagyobb része fedetlen, a szárnyfedő csak a törpe hímpéldányok potrohát fedi be. Oldalt a szárnyfedő a közép- és utómell oldalsó szegylemezét eltakarja. Az utómell nagyon rövid, a középső csípő a hátsó csípőt eléri. A karmok símák, nem fogazottak.

A *Meloë* L. nemzetség előfordul az egész palaearktikus régióban, Afrikában, Madagaszkáron és Amerikában. Összesen 155 fajuk ismeretes. Leggazdagabb fajokban a palaearktikus régió. Nálunk 14 faj fordul elő, melyek az alább következő kulcs alapján különböztethetők meg:

1″ A nőstény csápja gyengébben, a hím csápja erőteljesebben megvastagodott (a 8. ízig). Az előtor olyan hosszú, vagy majdnem olyan hosszú, mint amilyen széles. (**Proscarabaeus** Steph.

2″ A szárnyfedő bőrszerűen ráncolt, az előtor nem teljesen lapos a hím 5—7 csápízei erősen kiszélesedtek és a csáp görbült.

3″ A fej és az előtor durván pontozott, a szárnyfedő durván ráncolt, vagy sűrűn és erősen pontozott. Az előtor hátsó széle csaknem egyenes. Fekete, gyenge kék fénnyel. Hossza: 11—35 mm. Hazánkban mindenütt előfordul és elég gyakori (29., 30. ábra) ..... 1. *M. proscarabaeus* L.

Változatai:

a) Ritka esetben a hím csápja olyan, mint a nőstényé. Előfordul a törzsfaj között ..... ab. *simplicicornis* Escher.

b) Olykor a bogár színe nem fekete, hanem kék. A törzsfaj között található ..... ab. *cyaneus* Muls.

3′ A fej és az előtor szórványosan és fínoman pontozott, a szárnyfedő hosszanti fínom ráncozással. Az előtor alapja gyengén kimetszett. A test sötétkék színű. Hossza: 10—32 mm. Hazánkban mindenütt előfordul és nem ritka .... 2. *M. violaceus* Marsh.

Változata:

a) A test színe ritka esetben nem kék, hanem majdnem fekete. Előfordul a Kárpátokban ..... ab. *montanus* Gerh.

2′ A szárnyfedő nagyon fínoman vonalkázott, közbe egy pár elszórt nagyobb ponttal, fénytelen. Az előtor harántos, valamivel szélesebb, mint amilyen hosszú. Színe fekete, ibolyás vagy kékes fénnyel. Nálunk ritka. 3. *M. autumnalis* Ol.

Változatai:

a) Néha a szárnyfedő pontozása sűrű, majdnem ráncos. A törzsfaj között fordul elő ..... ab. *cribripennis* Baudi

b) A fej síma, nem vonalkázott és fényes. Csak a Felvidékről ismeretes ..... ab. *laetenitida* Roub.

1′ A csáp mindkét nemnél egyforma, a középen nem vastagodott meg. Az előtor legtöbbször harántos, nem hosszabb, mint amilyen széles.

4″ A pofák a szemek mögött erőteljes hosszanti benyomással. Az előtor alapja nem szegélyezett. (**Lampromeloë** Reitt.)
A fej és az előtor durván, ráncosan pontozott, a szárnyfedő erőteljesen, bőrszerűen ráncolt, a kiemelkedő ráncok fénylők.

Szennyes érczöld színű, a fej és az előtor szélei ércvörösek, a potroh alul kékeszöld, felül minden egyes szelvényen egy zöld és egy rézvörös folt van. Hossza: 11—38 mm. Nálunk sok helyen előfordul, de nem gyakori. .... 4. *M. variegatus* Don.

4′ A pofák a szemek mögött hosszanti benyomás nélkül. A test színe fekete, kék vagy ibolyás színű.

5″ Az előtor felülete lapos, oldalszegélye egyenes és vagy párhuzamos, vagy hátrafelé elkeskenyedik. Az előtor hátsó szöglete éles, nincs a hátsó szegéllyel együtt lekerekítve.

6″ A fej és az előtor durván pontozott, a szárnyfedő erősen ráncolt vagy a szárnyfedő is durván pontozott.

7″ Az előtor hátsó szegélye az előtor közepével egy magasságban van és a hátsó szegély nincs lenyomva. (**Meloëgonius** Reitt.)

8″ Az előtor elől, a kiálló mellső szögleteknél a legszélesebb, az alapja felé egyenes vonalban elkeskenyedik, középbarázdája legfeljebb a hátsó szegélynél mélyedt be erősebben. Fekete, a lábak kék szőrözettel. Hossza: 16—45 mm. A Kis- és Nagy-Alföld lakója, meglehetősen ritka. .... 5. *M. cicatricosus* Leach.

8′ Az előtor párhuzamos szélű, a középbarázda mély, a mellső szögletek lekerekítettek, felülete a középvonal és a szegély között gyenge hosszanti benyomással. A szárnyfedő fénylő, kiemelkedő, többé-kevésbbé kerek közterecskékkel. Fekete, a csápok és a lábak szőrözete kék. Hossza: 16—32 mm. Sokkal ritkább, mint az előző faj. A Kis- és Nagy-Alföldön fordul elő. ..... 6. *M. coriarius* Brdt.

Változata:

a) Az egyes potrohszelvények alul sárgásvörös folttal vannak ellátva. A törzsfaj között ..... ab. *rufiventris* Germ.

7′ Az előtor hátsó szegélye lenyomott, sokkal mélyebben fekszik, mint az előtor korongjának a közepe. A szárnyfedő erősen ráncolt vagy gödröcskeszerű pontozással.

9″ A combok vörösek. Az előtor alapja a középen félköralakúan, mélyen kimetszett. (**Taphromeloë** Reitt.)

Az előtor 3 hosszanti barázdával, a középső barázda hátrafelé erősen kiszélesedik, a szélsők laposabbak. Az előtor alapja a

középső kikanyaritásban szegélyezett. A lábak és a csápok szőrözete feketéskék. A test fekete, a combok vörösek. Hossza: 17—25 mm. Nálunk csak a tengerparton fordul elő. .... 7. *M. erythrocnemus* Pall.

9′ A combok feketék. Az előtor alapja gyenge ívben kimetszett és szegélyezett, felülete lapos, hosszanti barázdák nélkül. (**Coelomeloë** Reitt.)

A fej és az előtor nagyon durván és meglehetősen sűrűn pontozott, a pontok egészen gödörszerűek. A szárnyfedő is durván pontozott, azonban a pontok elmosódottak. A potroh fénytelen, a test fekete, a lábak és a csápok szőrözete fekete. Hossza: 14—25 mm. Hazánkban nagyon ritka. .... 8. *M. tuccius* Rossi

6′ A fej és az előtor síma vagy gyengén és szórványosan pontozott. A szárnyfedő finoman ráncolt vagy síma.

10″ A szárnyfedők szegélye sárga. Az előtor mellső szegélye sárga, sűrű szőrözettel van ellátva. A pajzsocska is sárgán szőrös. Az előtor teljesen lapos. (**Listromeloë** Reitt.)

Az előtor négyszögletes, majdnem síma, a test felülete zsírfényű, a pontozása nagyon szórványos és finom. Fekete, a lábak és a csápok szőrözete kék, a potroh szőrözete alul szintén kék. Hossza: 16—40 mm. Hazánkban meglehetősen ritka ..... 9. *M. hungarus* Schrk.

10′ A szárnyfedőkön nincs sárga szegély. Az előtor mellső szegélye gyéren szőrözött, a pajzsocska szőrözete nem sárga. Az előtor harántos, 3 sekély hosszanti barázdával. (**Micromeloë** Reitt.)

11″ A fej és az előtor nagyon finoman, szórványosan pontozott, majdnem síma és zsírfényű; a szárnyfedők felülete nagyon finoman ráncolt, a vállától a csúcsáig szélesen felhajló szegélylyel. A test felülete fekete, alul és a szárnyfedők lehajló oldalszegélye kék, a szőrözete fekete, a hímek lábfejízei alul sárga szőrözettel. Hossza: 9—23 mm. Hazánkban nem gyakori. ... . 10. *M. uralensis* Pall.

11′ A fej és az előtor meglehetősen finoman, azonban elég sűrűn pontozott, a szárnyfedő finoman ráncolt, csak a vállnál és ott is gyengén szegélyezett. A fej és az előtor legtöbbször ibolya-

színű, a szárnyfedő és a potroh kék. Hossza: 12—20 mm. Hazánkban ritka ..... 11. *M. decorus* Brdt.

5′ Az előtor felülete domború, oldalszegélye tompán lekerekített, a hátsó szöglet széles ívben lekerekített. A hátsó szegély lenyomott, alacsonyabban fekszik, mint az előtor korongjának a közepe. (**Eurymeloë** Reitt.)

12″ A fej és az előtor kopasz. A fej és az előtor meglehetősen erősen és szórványosan pontozott, a szárnyfedő finoman, bőrszerűen ráncolt, az előtor hátsó szegélye majdnem egyenes. A csáp rövid és a vége felé nagyon gyengén megvastagodik. A test fekete, kék fénnyel. Hossza: 7·5—24 mm. Nálunk nem ritka ..... 12. *M. brevicollis* Pnz.

Változata:

a) A fej és az előtor nagyon sűrűn pontozott, a pontozás durva. A törzsfaj között fordul elő ..... ab. *cephalotes* Curt.

12′ A fej és az előtor oldalt nézve jól láthatóan szőrös. A csáp a vége felé nem vastagodik meg.

13″ Fekete, gyenge kékes fénnyel. A fej és az előtor finoman és sűrűn pontozott, a szárnyfedő finoman bőrszerűen ráncolt. A szemek a fej domborulatából csak nagyon gyengén ugranak ki. A csáp rövid, a középső ízek kb. olyan hosszúak, mint amilyen szélesek. Hossza: 10—28 mm. Nálunk ez a leggyakoribb nünüke-féle (31. ábra) ..... 13. *M. scabriusculus* Brdt.

13′ Fekete, kékes fény nélkül. A fej és az előtor nagyon sűrűn és igen durván ráncolva pontozott, a szárnyfedő durván ráncolt. A szemek a fej domborulatából erősen kiugranak, domborúak. A csáp hosszú és vékony, a középső ízek sokkal hosszabbak, mint amilyen szélesek. Hossza: 7—22 mm. Sokkal ritkább, mint az előző faj (32. ábra) .... 14. *M. rugosus* Marsh.

8. Hapalus Fabr.

A csáp hosszú, a hímé olyan hosszú, mint a teste, fonalszerű. Az előtor harántos. A szárnyfedő oldalt szegélyezett, párhuzamos, a potrohot befedi vagy hátrafelé fokozatosan vagy hirtelen elkes-

kenyedik és a potrohot nem fedi be. Az utómell hosszú. A karmok símák vagy fogazottak.

Idáig kb. 50 idetartozó fajt írtak le,m elyek legnagyobb része a palaearktikus régióban fordul elő. Egy pár faj ismeretes azonban Indiából és Afrikából is. Magyarországból 6 faj van kimutatva, melyek meghatározása a következő táblázat alapján lehetséges:

1″ A szárnyfedő a váll mögött és belül a pajzsocska mögött hátrafelé hirtelen elkeskenyedik és párhuzamosan fut. A szárnyfedők varrata között szélesebb térköz van, mint amilyen széles az egyik szárnyfedő. (**Sitaris** Latr.)

A test fekete, a szárnyfedő alapja egy széles sávban sárga, egyébként fekete. A fej és az előtor sűrűn és meglehetősen durván pontozott. A fej a szemek mögött kissé kiszélesedik, olyan széles, mint az előtor. Az előtor oldala gyenge ívben kikanyarított, az alapja előtt a középen egészen az előtor közepéig terjedő sekély középbarázdával. A hím csápja hosszú, hosszabb, mint a test félhossza, a nőstényé sokkal rövidebb. Hossza: 8—10 mm. *Anthophora*-fajok fészkében fejlődik és nálunk meglehetősen ritkának mondható.. 1. *H. muralis* Forst.

1′ A szárnyfedő hátrafelé nem, vagy egyenletesen keskenyedik el, legfeljebb gyengén öblös.

2″ A hátsó lábszár mindkét végtüskéje kicsiny és kb. egyforma hosszú és egyforma vékony. A szárnyfedő külső szegélye öblös. (**Stenoria** Muls.)

Az előtor, a szárnyfedők, a potroh és a lábak sárgák, a szárnyfedők vége, a pajzsocska, a fej, a csápok és a mell fekete. A fej sűrűn és durván pontozott, a középen egy kissé kiemelkedő fénylő hosszanti dudorral, a fej majdnem olyan széles, mint az előtor. Az előtor fínoman és szórtan pontozott, trapézalakú, a hátsó szögletek szélesen lekerekítettek. A szárnyfedő nagyon fínoman, bőrszerűen ráncolt. A lábak és a csápok hosszúak. Hossza: 5—9 mm. A Nagy-Alföld futóhomokos térségeinek a lakója. Egyes helyeken nem nagyon ritka..... ..... 2. *H. apicalis* Latr.

Változatai:

a) Az előtor fekete foltokkal díszített. Ez a fekete folt lehet egészen kicsi, mely csak az előtor alapját fedi el, vagy lehet

olyan nagy is, hogy csak a szegély marad sárga. A törzsfajnál gyakoribb.

b) Az előtor egyszínű szurokfekete. A törzsfaj között fordul elő, de ritka ..... ab. *picicollis* ESCHER.

2′ A hátsó lábszár végtüskéi különböző nagyságúak, mégpedig a külső végtüske mintegy kétszer olyan széles, mint a belső. (**Hapalus** s. str.)

3″ A fej és az előtor szőrözete hosszú, fekete, felálló.

4″ A szárnyfedő szalmasárga színű, a hátsó negyedben a középen egy-egy elmosódott fekete folttal. A test fekete, a csápok és a lábak feketék, a nőstény potroha barna. A szárnyfedő meglehetősen durván bőrszerűen ráncolt, az előtor és a fej pontozása sűrű, majdnem összefolyó. Hossza: 9—11 mm. Nálunk ritka ..... 3. ***H. bimaculatus*** L.

4′ A szárnyfedő téglavörös színű, a hátsó negyedben mindkét szárnyfedő egy-egy fekete, hosszúkás folttal van ellátva. A test fekete, a potrohnak csak az első gyűrűje fekete, a csápok és a lábak feketék, a lábszárak vörösek, a karomíz és gyakran az utolsóelőtti lábfejíz is fekete. Az előtor keskenyebb, pontozása szórványosabb, a szárnyfedő finomabban ráncolt. Hossza: 10—12 mm. Hazánkban jóval gyakoribb, mint az előző faj. .... 4. ***H. bipunctatus*** GERM.

Változatai:

a) A mellső láb lábfejízei egészen feketék, a középső és a hátsó láb lábfejízei közül pedig csak az első íz vörös, a többi fekete. A törzsfaj között fordul elő ..... ab. *nigritarsis* RAG.

b) A mellső láb egészen fekete, a középső és hátsó lábszár vörös. A törzsfaj között ritka ..... ab. *melanipes* KASZ.

c) A lábak és a lábfejízek is teljesen feketék. A törzsfaj között nem ritka .... ab. *nigripes* KASZ.

3′ A fej és az előtor kopasz, vagy pedig csak nagyon rövid és sárga szőrözettel van fedve.

5″ Az előtor pontozása nagyon finom és elmosódott, az előtor elülső harántbemélyedése elmosódott és nem határozott. A fej, az előtor, a csápok és a mell fekete, a potroh (az utolsó két szelvény kivételével) szintén fekete. A szárnyfedő halvány,

a lábak élénkpirosak. A szárnyfedőn a hátsó negyedben egy kissé harántos, barna folt van. A szárnyfedő majdnem párhuzamos szélű, 3 hosszant borda nyomával. Hossza: 10—12 mm. Hazánkban a Nagy-Alföldön fordul elő, de nagyon ritka .... 5. *H. necydalaeus* Pall.

Változata:

a) A szárnyfedők fekete foltja hiányzik. A törzsfaj között fordul elő ..... ab. *inornatus* Proch.

5′ Az előtor pontozása durva és sűrű, különösen a határozott elülső benyomásban. A test fekete, a potroh utolsó szelvénye vörös. A szárnyfedő egyszínű sárga vagy vörös, fekete folt nélkül, felületén 4 hosszanti borda nyomával, hátrafelé erősen elkeskenyedik. Lábai világos színűek, a combok barnák. Hossza: 13—14 mm. Állítólag hazánkban is előfordul, de közelebbi lelőhelye ismeretlen .... 6. *H. spectabilis* Schaum.

9. Stenodera Eschsch.

A csáp hosszú, vékony, fonalalakú. 11 ízű. Az állkapcsi tapogató utolsó íze baltaszerűen megnagyobbodott. Az előtor sokkal hosszabb, mint amilyen széles. A szárnyfedők hátrafelé alig szélesednek ki, a potrohot eltakarják. A karmok erőteljesen fogazottak.

A hat ismeretes faj közül, melyek a Balkán-félszigetet, Kisázsiát, Szíriát, Dél-Oroszországot és a Kaukázust lakják, hazánkban is előfordul egy faj:

1″ Fénylő fekete, a szárnyfedő téglavörös, 3—3 fekete kerek folttal, mégpedig 2—2 folt van a szárnyfedő közepe előtt egy vonalban és egy folt van a közepe mögött a középen. A fej a szemek mögött elszűkül, a pofák lekerekítettek, pontozása durva és sűrű, a középen enyhe hosszanti kiemelkedéssel. Az előtor sokkal hosszabb, mint amilyen széles, közepéig párhuzamos, majd előre felé elkeskenyedik, pontozása szórványos; hátsó szegélye éles és kissé felhajló. Az előtor hátsó szegélyének a közepén félköralakú benyomással. A szárnyfedő elmosódottan, bőrszerűen ráncolt. Hossza: 9—16 mm. Nálunk csak a Mezőségben és a delibláti homokpusztán fordul elő. Ritka ..... 1. *S. caucasica* Pall.

10. Euzonitis Semen.

Csápja 11 ízű, hosszú, fonalalakú, a vége felé elvékonyodik. Az előtor harántos. A szárnyfedő a potrohot befedi, oldalt nem szegélyezett. Az utómell hosszú. A hátsó lábszár külső végtüskéje sokkal vastagabb és nagyobb, mint a belső, a vége rézsutosan lemetszett.

Pontomediterrán elterjedésű nemzetség. A 14 ismert faja közül hazánkban is előfordul 4 faj, melyeket a következőképpen lehet egymástól megkülönböztetni:

1″ A fej és az előtor vörösessárga, a pajzsocska fekete, a szárnyfedők vörösessárgák, mindegyik 2—2 nagy fekete négyszögletes folttal, éspedig az egyik folt a szárnyfedő közepe előtt, a másik a közepe mögött van, a szárnyfedő csúcsa is fekete. A mell és az első két potrohszelvény fekete, a többi potrohszelvény sárga, a lábak sárgák, a lábfejízek sötétebbek, a csápok barnák. A fej és az előtor pontozása meglehetősen durva és sűrű, lesimuló sárga szőrökkel fedett. Hossza: 12—17 mm. Hazánkban nagyon ritka ..... 1. *E. sexmaculata* Ol.

Változatai:

a) Olykor a szárnyfedő közepe előtti folt hiányzik. A törzsfaj között fordul elő ..... ab. *distigma* Wellm.

b) A szárnyfedőnek csak a csúcsa fekete, a középső foltok hiányoznak. Nagyon ritka ..... ab. *discolor* Escher.

c) A szárnyfedő közepe mögötti folt hiányzik. A törzsfaj között fordul elő ..... ab. *obliterata* Pic

d) A szárnyfedő hátsó foltja a fekete csúcsfolttal össze van kötve. A törzsfaj között ritka ..... ab. *subconjuncta* Pic

e) A szárnyfedő középső foltjai hosszirányban össze vannak kötve egymással. Ritka ..... ab. *medioconjuncta* Kasz.

1′ A fej és az előtor fekete.

2″ Az előtor olyan hosszú, mint amilyen széles, a mellső szögletei szélesen lekerekítettek, az alapjától előre felé elkeskenyedik. A fej és az előtor durván és sűrűn pontozott, az előtor gyenge hosszanti középvonallal. A szemek igen nagyok, felülről nézve hosszabbak, mint a pofák. A test alul, a lábak és a csápok

barnák, a szárnyfedők sárgásvörösek. Hossza: 7—11 mm. A Nagy-Alföld futóhomokos térségein nem ritka. .... 2. *E. fulvipennis* FABR.

Változata:

a) Az egész test, a szárnyfedők is, egyszínű feketék. A törzsfaj között fordul elő, de nagyon ritka (*funeraria* FAIRM.) .... ab. *nigra* TAUSCH.

2′ Az előtor sokkal szélesebb, mint amilyen hosszú, oldalai párhuzamosak, a mellső szögletei nincsenek ívben lekerekítve.

3″ A fej, az előtor és a pajzsocska szőrözete fehér. A test, a lábak és a csápok egyszínű feketék, a szárnyfedő szalmasárga, a csúcsa fekete, 1—1 folt a közepe előtt és 1—1 a közepe mögött fekete vagy barna. A fej és az előtor pontozása nagyon sűrű és durva. Az előtoron az elülső harmadban gyenge harántos benyomás van. Hossza: 8—12 mm. Hazánkban a Nagy-Alföld lakója ..... 3. *E. auricoma* ESCHER.

Változatai:

a) Olykor a szárnyfedő összes fekete foltjai hiányoznak. A törzsfaj között fordul elő ..... ab. *suprema* ESCHER.

b) A szárnyfedőnek csak a csúcsa fekete, a középső fekete foltjai hiányoznak. A törzsfaj között ..... ab. *terminata* AB.

3′ A fej, az előtor és a pajzsocska szőrözete barna. A test, a lábak és a csápok barnák, a szárnyfedők sárgák vagy vörösek, fekete foltokkal, mégpedig a közepe előtt 1—1, a közepe mögött 1—1 fekete folttal és azonkívül a szárnyfedők csúcsa is fekete. Az előtor széles, középbarázdája éles. Hossza: 8—16 mm. A Nagy- és Kis-Alföld lakója. ....4. *E. bifasciata* SCHW.

Változatai:

a) A szárnyfedőn hiányzik a közepe előtti fekete folt. A törzsfaj között nagyon ritka ..... ab. *Korbi* ESCHER.

b) A szárnyfedő egyszínű szalmasárga, rajta fekete folt nincs. A törzsfaj között található ..... ab. *concolor* WELLM.

c) A szárnyfedő foltjai harántirányban kiszélesedtek és úgy a varratot, mint pedig a szárnyfedő szegélyét elérik. Az Alföld déli részén fordul elő ..... ab. *rubrofasciata* FAIRM.

d) Az egész test, a szárnyfedők is, egyszínű feketék. A Nagy-Alföldön és a Bánátban fordul elő ..... ab. *atra* SCHW.

e) A szárnyfedőn a hátsó folt hiányzik. A törzsfaj között. .... ab. *bipunctata* PILL. et MITTP.

11. Zonitis FABR.

Az előző nemzetséghez nagyon hasonló, de a hátsó lábszár végtüskéi egyforma nagyok, vékonyak, hegyesek. A szárnyfedő oldalt szegélyezetlen.

Ez a nemzetség az egész földkerekségen el van terjedve s mintegy 150 fajuk ismeretes. Hazánkban mindössze csak 3 faj fordul elő, amelyeket a következőképpen lehet egymástól megkülönböztetni:

1″ A fej, a test alul, a lábak és a csápok feketék.

2″ A pajzsocska fekete. A fej a szemek mögött egyenletesen ívelt, nem púpos, pontozása meglehetősen durva és sűrű, szőrözete fekete. Az előtor harántos, sokkal szélesebb, mint amilyen hosszú, oldalai majdnem párhuzamosak, a mellső szöglet ívben lekerekített, felülete erőteljes harántbenyomás nélkül; pontozása meglehetősen durva, de szórványos, szőrözete, éppen úgy, mint a szárnyfedőé, világos. A szárnyfedő és az előtor sárga. Hossza: 8—12 mm. Hazánkban nem ritka. A hazai faunisztikai irodalomban ez a faj mindig mint *Z. immaculata* OL. volt megjelölve és a *Z. immaculata* OL. hazai előfordulási adatai mind erre a fajra vonatkoznak. (*immaculata* auct. nec OL.) ..... 1. *Z. nana* RAG.

2′ A pajzsocska, éppen úgy, mint az előtor és a szárnyfedő sárga. A fej a szemek mögött púpos, pontozása nagyon sűrű, szőrözete sárga. Az előtor harántos, alig szélesebb a hosszánál, oldalai hátrafelé elkeskenyednek, a mellső szöglet alig kerekített, felülete a közép mellett erősebb harántbenyomással, pontozása egyenlőtlen. Hossza: 10—15 mm. Hazánkban nagyon ritka ..... 2. *immaculata* OL.

1′ A fej, a lábak, a test alul részben sárga, a lábfejízek sötétebbek, a csáp barna, az előmell és a potroh utolsó szelvényei sárgák, gyakran az utómell is sárga foltokkal van díszítve,

felülete egyszínű sárgásvörös, csupán a szárnyfedők csúcsa fekete. Az előtor harántos, domború, pontozása fínom és szórványos. Hossza: 7—15 mm. Nem ritka. (*fenestrata* PALL.) ..... 3. *Z. praeusta* FABR.

Változatai:

a) Olykor a szárnyfedők vége is sárga, de a mell fekete. A törzsfaj között ritka ..... ab. *flava* TAUSCH.

b) A test alul teljesen sárga, a szárnyfedők vége azonban fekete. A törzsfaj között gyakori .... ab. *flaviventris* J. MÜLL.

c) Néha a szárnyfedőn a pajzsocska körül elmosódott fekete folt van. Egyébként olyan, mint a törzsfaj . .ab. *scutellaris* MOTS.

d) A lábszárak és a lábfejízek feketék, vagy barnák. Horvátországban fordul elő ..... ab. *nigripes* J. MÜLL.

e) A test alul-felül egyszínű sárga. Törzsfaj között. .... ab. *unicolor* RAG.

Irodalom.

1. BORCHMANN, F.: *Meloidae* in SCHENKLING et JUNK: Coleopterorum Catalogus, 17, pars 69, 1917, pp. 205.

2. ESCHERICH, K.: Revision der Meloiden-Gattung *Lydus* LATR. Deutsche Entom. Zeitschr. 1896, p. 193—236.

3. ESCHERICH, K.: Revision der palaearktischen Zonitiden, einer Unterfamilie der Meloiden. Verh. d. naturf. Ver. in Brünn, 35, 1897, p. 96—133.

4. KUTHY, D.: *Meloidae* in Fauna Regni Hungariae. Coleoptera, 1897, p. 136—137.

5. KUTHY, D.: A magyarországi *Meloë*-fajok. Rovartani Lapok, 4, 1897, p. 145—148.

6. MADER, L.: *Meloidae* in WINKLER Cat. Col. reg. pal. pars 7, 1927, p. 851—880.

7. MARSEUL, M.: Monographie des Mylabrides d'Europe et des contrées limitrophes en Afrique et en Asie. Abeille, 7, part. 2, 1870, pp. 204.

8. REITTER, E.: Bestimmungstabelle der echten Meloiden aus Europa und den angrenzenden Ländern. Bestimmungstab. der eur. Col. 32, 1895, pp. 13.

9. REITTER, E.: *Melodiae* in Fauna Germanica 3, 1911, p. 385—398.

10. SUMACOV, G.: Les espèces paléarctiques du genre *Mylabris* FABR. Horae Soc. Ent. Ross. 42, 1915, p. 1—73.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1941. november hó 17-én tartott ülésén bemutatta Dudich Endre l. t.)

DIE MELOIDEN UNGARNS (COLEOPT.).

Von ZOLTÁN KASZAB.

Verfasser gibt eine Bestimmungstabelle der in Ungarn vorkommenden 46 Meloiden-Arten und 45 Aberrationen bekannt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 17. November 1941.)

ADATOK A GÖRGÉNYI HEGYSÉG LEVÉL- ÉS FADARÁZS-FÉLÉINEK ISMERETÉHEZ.

CSIKI ERNŐ l. tagtól.

A Görgényi-hegység déli részében végzett bogártani kutatásaim alkalmával figyelemmel voltam a levél- és fadarazsakra is. MOCSÁRY a magyarországi hártyásszárnyúak jegyzékében[1] 13 fajnál említi Görgényt, mint termőhelyet. Görgény alatt itt is Görgényszentimrét és a Görgénypatak völgyét innen felfelé kell érteni, ahol különösen az ottani fenyvesekben nagy károkat okozott apácapille irtási munkálatainak vezetése folyamán HORVÁTH GÉZA gyüjtött 1892-ben. Az általam gyüjtött fajok kivétel nélkül mind olyanok, amelyek erről a vidékről ezideig ismeretlenek voltak, de akadt köztük olyan is, amely faunánkból ismeretlen volt, mint pl. *Tenthredo mesomelas* L. ab. *mesopleuralis* ENSL., *T. livida* L. ab. *pronotalis* ENSL., *T. Cunyi* KNW. (*Chyzeri* MOCS.) ab. *alboplagiata* ENSL., *Rhogogaster viridis* L. ab. *sibirica* ENSL. és *Dolerus megapterus* CAM. Három további alak eddig csak Erdélyből volt ismeretes, de onnét is csak egy-egy helyről, ezek *Tenthredo colon* KLG. ab. *nigriventris* ENSL. (Brassó), *Selandria foveifrons* THOMS. (Nagyszeben) és *Priphorus distinguendus* ENSL. (Nagyszeben).

Az egyes fajok termőhelye után zárójelben közlöm a gyüjtési időt. A termőhelyek rövidítéseinek jelentése a következő:

Bm = Bogdánmező, a Kisküküllő felső völgyének bal (déli) partján emelkedő Bogdánhegyen.

Bt = Bucsintető, a Parajdról Gyergyó-Alfalura a hágón átvezető út legmagasabb pontja (1287 m).

[1] MOCSÁRY: Hymenoptera. (A Magyar Birodalom Állatvilága. 1897.)

Bv = Bucsinvölgy, a Bucsintetőn eredő patak völgye a Kisküküllőbe való torkolásáig.
Cs = Cserepeskő, a Mezőhavastól nyugatra fekvő hegycsúcs a Szováta- és Sebespatak völgye között (1519 m).
Fm = Felsőmező, a Kisküküllő felső völgyének jobb (északi) partján emelkedő hegygerincen lévő mező (1113 m).
Fv = Ferenciláza-patak völgye, a Bucsinvölgy jobboldali mellékvölgye, a patak az 1628 m magas Fellszilása csúcs alatt ered.
Kfv = Kisküküllő felső völgye, az itt még patak völgyének a Kétágfogadótól a Bucsin- és Nagyág-patakok összefolyásáig terjedő része.
Ng = Nagyág, a Mezőhavas és Felleszilása csúcsok közötti hegygerinc nyugati része.
Ngv = Nagyágpatak völgye, a Kisküküllő jobboldali mellékágának völgye, a patak a Nagyágon ered.
Sv = Sebespatak-völgy, a patak a Mezőhavason ered és Szováta község alatt ömlik a Kisküküllőbe.
Sz = Szováta, de csak a Mezőhavasnak a fürdőig terjedő kifutói.

Tenthredo mesomelas L. — Sv (VII. 14), Cs (VII. 14), Kfv (VII. 22), Fv (VII. 17, 24), Bv (VII. 17).
— — ab. *mesopleuralis* Ensl. — Kfv (VII. 22), Fv (VII. 17).
— *mandibularis* F. — Ngv (VII. 23).
— *temula* Scop. — Bv (VII. 24).
— *albicornis* F. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 25), Ngv (VII. 23), Bv (VII. 17, 24).
— *velox* F. — Kfv (VII. 21), Ngv (VII. 23), Fv (VII. 17).
— *flavicornis* F. — Sv (VII. 13).
— *livida* L. ab. *pronotalis* Ensl. — Sv (VII. 13, 14).
ferruginea Schrnk. ab. *rufipennis* F. — Kfv (VII. 22).
— *Cunyi* Knw. ab. *alboplagiata* Ensl. — Fv (VII. 17).
— *colon* Klg. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 22), Ng (VII. 21), Fv (VII. 17), Bv (VII. 17).
— — ab. *nigriventris* Ensl. — Kfv (VII. 20), Ng (VII. 21), Fv (VII. 17).
Allantus zonula Klg. — Ngv (VII. 23), Bv (VII. 17, 24).
— *amoenus* Grav. — Sz (VII. 15), Kfv (VII. 22), Bm (VII. 24),

Ngv (VII. 23), Fv (VII. 24), Bv (VII. 17).
Allantus scrophulariae L. — Sv (VII. 13), Fv (VII. 17).
— *propinquus* KLG. — Kfv (VII. 20, 22. 24), Fv (VII. 17), Bv (VII. 17).
— *arcuatus* FORST. ab. *sulphuripes* KRCHB. — Sv (VII. 13, 14), Kfv (VII. 22, 23), Bv (VII. 17), Bt (VII. 20), Ng (VII. 21).
— *Koehleri* KLG. — Cs (VII. 14), Kfv (VII. 22) Bm (VII. 24).
Rhogogaster viridis L. — Kfv (VII. 22) Ng (VII. 21).
— — ab. *sibirica* ENSL. — Kfv (VII. 21).
Tenthredopsis inornata CAM. ab. *diluta* KNW. — Ng (VII. 21).
Pachyprotasis antennata KLG. — Sv (VII. 13).
Macrophya rustica L. — Ngv (VII. 23), Bv (VII. 17).
— *ribis* SCHRNK. — Sv (VII. 13).
Dolerus pratensis L. — Sv (VII. 14).
— *asper* ZADD. — Kfv (VII. 22).
— *megapterus* CAM. — Kfv (VII. 22).
Athalia rufoscutellata MOCS. ab. *nigroscutellata* KNW. — Ngv (VII. 23), Fv (VII. 17).
— *lineolata* LEP. ab. *cordata* LEP. — Sz (VII. 15).
Selandria foveifrons THOMS. — Fv (VII. 17).
— *morio* F. — Kfv (VII. 25), Fv (VII. 17).
Rhadinoceraea ventralis PANZ. — Fv (VII. 17).
Priophorus distinguendus ENSL. — Sv (VII. 13).
Amauronematus viduatus ZETT. — Kfv (VII. 20).
Arge coeruleipennis RETZ. — Sv (VII. 13).
— *atrata* FORST. — Sz (VII. 15), Sv (VII. 13, 14), Kfv (VII. 20, 25), Bt (VII. 16).
Cephaleia abietis L. — Bv (VII. 17).
Xeris spectrum L. — Kfv (VII. 23, 26), Bv (VII. 17).
Sirex gigas L. — Kfv (VII. 25), Bv (VII. 17).

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1941. december 22-i üléséből.)

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER BLATT- UND HOLZWESPEN DES GÖRGÉNY-GEBIRGES.

Von E. CSIKI.

Anlässlich meiner Sammelexkursion im Sommer des Jahres 1941 ins Görgénygebirge, sammelte ich neben Coleopteren auch Blatt- und Holzwespen, deren Liste, nebst ihren näheren Fundortsangaben und ihrer Sammelzeit aus dem ungarischen Text ersichtlich ist.

Aus dem Görgénygebirge in Siebenbürgen erwähnt schon MOCSÁRY[1] 13 Arten, trotzdem waren sämtliche von mir gesammelte Arten und Formen aus diesem Gebirge unbekannt und fünf derselben sogar aus der Fauna Ungarns bisher nicht nachgewiesen. Diese für die Fauna des Landes neuen Formen sind: *Tenthredo mesomelas* L. ab. *mesopleuralis* ENSL., *T. livida* L. ab. *pronotalis* ENSL. und *T. Cunyi* KNW. ab. *alboplagiata* ENSL., *Rhogogaster viridis* L. ab. *sibirica* ENSL. und *Dolerus megapterus* CAM.

[1] MOCSÁRY: Hymenoptera. (Fauna Regni Hungariae, 1897,)

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. Dec. 1941.)

ADATOK A GÖRGÉNYI HEGYSÉG BOGÁRFAUNÁJÁNAK ISMERETÉHEZ.

CSIKI ERNŐ l. tagtól.

A világháború kitörése annak idején megszakította kutatásaimat, amelyeknek célja a Déli- és Keleti-Kárpátok bogárfaunájának sorozatos feltárása volt. Erdély egy részének 1940-ben való visszatérése lehetővé tette, hogy az abbahagyott munkát folytathassam. Ebből a célból azután a folyó év (1941) nyarán a tek. Akadémia támogatásával ellátogattam a Görgényi-hegység déli részébe, arra a vidékre, amelynek központjában a Mezőhavas 1777 m magas csúcsa emelkedik.

Hogy miért választottam ki éppen a Görgényi-hegységet, arra nézve legyen szabad megjegyeznem, hogy ez a hegység is hazánknak egyik olyan területe, amelyet állattani szempontból alig ismerünk. Megfordult ott ugyan több kutató, így régebben, az elmúlt évszáz második felében az erdélyi szászok közül Fuss Károly és Birthler Frigyes, majd Herman Ottó, aki akkoriban az Erdélyi Múzeumegylet részére végezte gyüjtéseit. Mindazonáltal Petri Károly, aki 1912-ben megjelent jegyzékében összeállította az Erdélyből ismeretes bogarakat és azok termőhelyeit, mindössze 10 fajnál említi a Görgényi-hegységet mint előfordulási helyet. A hegység vulkanikus eredete és így nehezen málló kőzetei mindenesetre szegényes talajhoz kötött fauna jelenlétét helyezik kilátásba, ezért kerülték el ezt a területet eddig is a gyüjtők vagy hagyták el gyorsan első gyüjtési kísérleteik után. Ilyen szempontokat azonban nem szabad figyelembe vennünk, mert különben sohasem ismerhetjük meg ilyen meddő területek állatvilágát vagy annak kapcsolatát a szomszédos területek fauná-

jához. De nyujthatnak ilyen területek meglepetéseket is, hiszen pl. a Görgényi-hegységből ismert 10 faj közül kettő olyan, amely ennek a vidéknek jellemző, sajátos faja, melyet máshonnan eddig legalább nem ismerünk, ezek a *Duvalius Méliki* CSIKI és *Otiorrhynchus Mocsáryi* CSIKI. A *Duvalius Méliki* egy apró vak futrinka, melyet a hegységnek Csík- és Maros-Torda határán emelkedő Öregtető (1634 m) keleti oldalán még 1912-ben fedeztem fel. Az *Otiorrhynchus Mocsáryi*-t pedig még FRIVALDSZKY JÁNOS találta a Magyar Nemzeti Múzeum részére megvásárolt FUSS-féle gyüjteményben és írta le *O. montigena* név alatt, ezt a nevet azonban meg kellett változtatni, mert FRIVALDSZKY figyelmét elkerülte, hogy MARSEUL ugyanezen név alatt már előbb leírt egy fajt Spanyolországból. Ennek az ormányos bogárnak előfordulási körülményeit és pontosabb termőhelyét azonban még nem ismerjük, ennek felkutatása még hátra van. A FUSS-féle gyüjtemény példányai csak «Görgény» jelzéssel voltak ellátva, ahogy az ilyen általános megjelölések a régi időkben szokásosak voltak. Valószínű, hogy ennek a fajnak termőhelye a Görgényi-völgynek Görgény-Szent-Imre feletti része, mert a régi időkben ez volt legkönnyebben elérhető Szászrégen felől.

Feltűnő, hogy egyes fajok, mint pl. a *Polydrosus tibialis* GYLL. és kisebb mértékben a *Phyllobius viridicollis* F. milyen óriási számban lepik el a szederfélék *(Rubus)* leveleit és még feltűnőbb, hogy ennek dacára előbbi faj Erdély faunujából ezideig ismeretlen volt.

Alábbiakban közlöm a gyüjtött fajok jegyzékét termőhelyeikkel és gyüjtési idejükkel együtt. A termőhelyeket rövidség kedvéért rövidítve közlöm. A rövidítések jelentése a következő:

Bm = Bogdánmező, a Kisküküllő felső völgyének bal (déli) partján emelkedő Bogdán-hegyen.

Bt = Bucsintető, a Parajdról Gyergyó-Alfalura a hágón átvezető út legmagasabb pontja, 1287 m.

Bv = Bucsinvölgy, a Bucsintetőn eredő patak völgye a Kisküküllőbe való torkolásáig.

Cs = Cserepeskő, a Mezőhavastól nyugatra fekvő hegycsúcs a Szováta- és Sebespatak völgye között, 1519 m.

Fm = Felsőmező, a Kisküküllő völgyének jobb (északi) partján emelkedő hegygerincen lévő mező, 1113 m.

Fv = Ferenciláza-patak völgye, a Bucsinvölgy jobboldali mellékvölgye, a patak az 1628 m magas Felleszilása-csúcs alatt ered.

Kfv = Kisküküllő felső völgye, az itt még patak völgyének a Kétágfogadótól a Bucsin- és Nagyág-patakok összefolyásáig terjedő része.

Ng = Nagyág, a Mezőhavas és Felleszilása csúcsok közötti hegygerinc nyugati része.

Ngv = Nagyágpatak völgye, a Kisküküllő jobboldali mellékágának völgye, a patak a Nagyágon ered.

Sv = Sebespatak völgye, a patak a Mezőhavason ered és Szováta község alatt ömlik a Kisküküllőbe.

Sz = Szovátafürdő, de csak a Mezőhavasnak a fürdőig terjedő kifutói.

Cicindela silvicola Latr. & Dej. — Sz (VII. 13), Sv (VII. 13, 14), Bt (VII. 20).

— *germanica* L. — Ng (VII. 21, kb. 1200 m tengerszintfeletti magasságban egy bükkfa törzscsonkján kapaszkodott fel).

Carabus coriaceus L. var. *rugifer* Kr. — Cs (VII. 14), Bt (VII. 20).

— *intricatus* L. — Cs (VII. 14).

— *auronitens* F. var. *laevipennis* Seidl. — Fv (VII. 24, 25).

— *glabratus* Payk. var. *extensus* Kr. — Bt (VII. 20), Ng (VII. 21).

Notiophilus biguttatus F. — Fv (VII. 25).

Bembidion lampros Hbst. — Sz (VII. 15), Ng (VII. 21).

— *nitidulum* Marsh. — Sz (VII. 15).

— *atroviolaceum* Duf. — Ngv (VII. 17).

Tachys nanus Gyll. — Cs (VII. 14), Fm (VII. 23).

Trechus latus Putz. — Ngv (VII. 17), Fv (VII. 25).

— *pulchellus* Putz. — Ng (VII. 21), Ngv (VII. 23).

Amara tricuspidata Dej. — Sv (VII. 14).

— *lunicollis* Schdte — Kfv (VII. 23).

— *aenea* Deg. — Kfv (VII. 16).

— *famelica* Zimm. — Ng (VII. 21).

— *infima* Duft. — Ngv (VII. 23).

Pterostichus coerulescens L. — Sv (VII. 14).

— *lepidus* Leske — Bt (VII. 20).

Pterostichus nigrita F. — Ngv (VII. 17).
— *strenuus* Pz. — Cs (VII. 14).
— *unctulatus* DUFT. — Ng (VII. 21), Fv (VII. 25), Bt (VII. 20).
— *foveolatus* DUFT. — Ng (VII. 21), Fv. (VII. 25).
— — var. *interruptestriatus* BIELZ — Kfv (VII. 22, 25).
— *pilosus* HOST var. *Welensi* DRAP. — Ng (VII. 21), Fv. (VII. 25).
Abax parallelepipedus PILL. & MITTP. — Kfv (VII. 20).
Calathus erratus SAHLBG. — Ng (VII. 21).
— *mollis* MARSH. — Fv (VII. 25).
Agonum sexpunctatum L. — Kfv (VII. 16).
— — var. *montanum* HEER — Sv (VII. 14), Ngv (VII. 23).
— *viduum* PANZ. — Sz (VII. 15), Kfv (VII. 16).
Harpalus rufipes DEG. (*pubescens* MÜLL.) — Ng (VII. 21), Bt (VII. 20).
— *affinis* SCHRNK. — Bt (VII. 20).
— — ab. *viridulus* FOURCR. — Sv. (VII. 14), Ng (VII. 21), Kfv (VII. 23).
— — ab *limbopunctatus* FUSS — Sv (VII. 13), Ng (VII. 21).
— *attenuatus* STEPH. — Ng (VII. 21).
— *atus* L. — Kfv (VII. 25).
Trichotichnus laevicollis DUFT. var. *carpathicus* SCHBG. — Ngv (VII. 17), Fv (VII. 25).
Acupalpus (Stenolophus) teutonus SCHRNK. — Sv (VII. 14).
Necrophorus vespilloides HBST. — Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 23).
Silpha obscura L. — Kfv (VII. 16).
Phosphuga atrata L. — Ngv (VII. 23).
— — ab. *pedemontana* F. (*brunnea* HBST.) — Sz (VII. 15).
Amphicyllis globiformis SAHLBG. — Fv (VII. 16).
Platysoma compressum HBST. — Sv (VII. 14).
Hister cadaverinus HOFFM. — Bv (VII. 24).
— *ventralis* MARS. — Kfv (VII. 22).
— *praetermissus* PEYR. — Ng (VII. 21).
Megarthrus nitidulus KR. — Kfv (VII. 22).
Anthobium anale ER. — Kfv (VII. 20).
Anthophagus alpestris HEER — Bv (VII. 24).
Oxytelus laqueatus MARSH. — Kfv (VII. 22).
Platysthetus arenarius FOURCR. — Kfv. (VII. 22).

Stenus ater MANNH. — Ng. (VII. 21).
— *Rogeri* KR. — Cs (VII. 14), Kfv (VII. 24).
— *geniculatus* GRAV. — Cs (VII. 14), Kfv (VII. 24).
Dianous coerulescens GYLL. — Cs (VII. 14).
Astenus angustatus PAYK. — Bv (VII. 17).
Stilicus rufipes GERM. — Kfv (VII. 20).
Xantholinus atratus HEER — Ngv (VII. 23).
Othius transsylvanicus GANGLB. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 16).
Philonthus splendens F. — Kfv. (VII. 22), Bv (VII. 24).
— *nitidus* F. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 20).
— *concinnus* GRAV. — Ng (VII. 21).
— *decorus* GRAV. — Sv (VII. 13).
— *fuscipennis* MANNH. — Bv (VII. 17).
— *marginatus* STROEM — Kfv (VII. 20).
— *cruentatus* GMEL. — Sv (VII. 14).
— *albipes* GRAV. — Ngv (VII. 17).
— *fulvipes* F. — Ng (VII. 21).
— *nigritulus* GRAV. — Kfv (VII. 20).
Quedius lateralis GRAV. — Sz (VII. 15).
Bolitobius exoletus ER. — Sz (VII. 15).
— *thoracicus* F. — Sz (VII. 15), Kfv (VII. 23), Fm (VII. 23).
— *lunulatus* L. — Sz (VII. 15), Sv (VII. 13).
Tachyporus obtusus L. — Kfv (VII. 23).
Tachinus proximus KR. — Kfv (VII. 22).
— *pallipes* GRAV. — Kfv (VII. 22).
— *laticollis* GRAV. — Kfv (VII. 22).
Bolitochara lucida GRAV. — Sz (VII. 15).
— *obliqua* ER. — Sz (VII. 15), Fm (VII. 23).
Oxypoda alternans GRAV. — Kfv (VII. 25).
Geotrupes stercorarius L. — Kfv (VII. 22).
— *stercorosus* SCRIBA — Ng (VII. 21), Bv (VII. 17), Bt (VII. 20).
— *vernalis* L. ab. *autumnalis* HEER — Ngv (VII. 23), Bt (VII. 20).
Aphodius erraticus L. ab. *fumigatus* MULS. — Kfv (VII. 25).
— *fossor* L. — Kfv (VII. 16, 22).
— *luridus* L. ab. *nigripes* SCHÖNH. — Kfv (VII. 20, 22).

Aphodius rufipes L. — Kfv (VII. 22).
— *mixtus* VILLA — Kfv (VII. 21, 22).
— — ab. *protectus* SCHM. — Kfv (VII. 22).
— *fimetarius* L. — Kfv (VII. 22).
— *sordidus* F. — Kfv (VII. 22).
Amphimallon assimilis HBST. — Sv (VII. 13).
Melolontha melolontha L. — Sv (VII. 13), Bv (VII. 17).
Phyllopertha horticola L. — Cs. (VII. 14), Ng (VII. 21), Kfv (VII. 16, 22), Ngv (VII. 17, 23), Bv (VII. 17). Bt (VII. 20).
— — ab. *suturalis* NEWM. — Ngv (VII. 17, 23).
Trichius fasciatus L. — Kfv (VII. 25), Bv (VII. 24), Fv (VII. 25), Ngv (VII. 23).
— — ab. *dubius* MULS. — Sv (VII. 13, 14), Ngv (VII. 23), Kfv (VII. 16, 21, 22, 23, 25), Cs (VII. 14).
— — ab. *interruptus* MULS. — Ngv (VII. 23, 27), Sv (VII. 13, 14), Kfv (VII. 16, 24), Fv (VII 25).
— — ab. *abbreviatus* MULS. — Fv (VII. 25).
— — ab. *Andersoni* BOGD. — Fv (VII. 25).
— — ab. *Fabricii* ROSSI — Ng (VII. 21), Ngv (VII. 23), Bv (VII. 17).
Cetonia aurata L. — Sz (VII. 15).
— — ab. *purpurata* HEER — Sz (VII. 15), Sv (VII. 13).
Coelostoma orbiculare F. — Sv (VII. 14).
Sphaeridium bipustulatum F. ab. *marginatum* F. — Kfv (VII. 22).
— *scarabaeoides* L. — Kfv (VII. 22).
Cercyon lugubris OL. ab. *rubridorsis* REITT. — Kfv (VII. 22).
— *impressus* STRM. — Kfv (VII. 22).
Cryptopleurum minutum F. — Kfv (VII. 22).
Byturus tomentosus F. — Cs (VII. 14), Ngv (VII. 17, 23), Bv (VII.17).
Ostoma ferrugineum L. — Kfv (VII. 20).
Meligethes hebes ER. — Sv (VII. 13), Kfv (VII. 20).
— *lumbaris* STRM. — Sz (VII. 15).
— *symphyti* HEER — Sv (VII. 13).
Epuraea terminalis MANNH. — Ng (VII. 21).
— *unicolor* OL. — Sz (VII. 15).
— *abietina* SAHLBG. — Sz (VII. 15).
— *florea* ER. — Sz (VII. 15), Sv (VII. 14).

Cychramus luteus F. — Sz (VII. 15).
Ditoma crenata F. — Fm (VII. 23), Bv (VII. 24).
Cerylon fagi Bris. — Fm (VII. 23), Fv (VII. 16).
— *ferrugineum* Steph. — Fm (VII. 23).
Tritoma bipustulata F. — Sz (VII. 15).
Triplax rufipes F. — Sv (VII. 14).
Cis boleti Scop. — Fm (VII. 23).
Octotemnus glabriculus Gyll. — Fm (VII. 23).
Sphaerosoma globosum Strm. — Kfv (VII. 25).
Lycoperdina succincta L. ab. *rubricula* Reitt. — Sz (VII. 15).
Semiadalia notata Laich. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 17).
Coccinella 5-punctata L. — Kfv (VII. 22).
Propylaea 14-punctata L. ab. *Weisei* Mad. — Sv (VII. 13).
Anthrenus museorum L. — Sz (VII. 15).
Cytilus sericeus Forst. — Kfv (VII. 22), Bv (VII. 17).
Byrrhus arietinus Steff. — Ng (VII. 21).
— *pilula* L. — Fv (VII. 24).
Anthaxia sepulchralis F. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 20, 22), Bm (VII. 24).
— *quadripunctata* L. — Sz (VII. 15), Ng (VII. 21), Ngv (VII. 23), Gyergyószentmiklós (VII. 28).
Chrysobothris affinis F. — Fm (VII. 23).
Agrilus integerrimus Ratzb. — Kfv (VII. 20).
Trachys minuta L. — Sv (VII. 13).
Elater cinnabarinus Esch. — Kfv (VII. 16).
— *aethiops* Lac. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 22), Fv (VII. 25), Bv (VII. 24).
— *nigrinus* Hbst. — Ng (VII. 21).
Athous hirtus Hbst. — Sv (VII. 13, 14), Kfv (VII. 16, 20, 22), Ngv (VII. 17, 23), Bv (VII. 17, 24).
— *niger* L. — Fv (VII. 24).
— — ab. *scrutator* Hbst. — Sv (VII. 13, 14), Kfv (VII. 20) Bv (VII. 20, 24).
— *subfuscus* Müll. — Cs. (VII. 14), Ng (VII. 21), Kfv (VII. 20, 21, 22, 25), Fm (VII. 23), Fv (VII. 24), Bv (VII. 17).
— *austriacus* Desbr. — Kfv (VII. 20), Fm (VII. 23).

Corymbites virens SCHRNK. — Ngv (VII. 17).
— *pectinicornis* L. — Bt (VII. 20).
— *cupreus* F. var. *transsylvanicus* SZOMB. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 21).
— *aeneus* L. — Bv (VII. 24).
Dolopius marginatus L. — Sv (VII. 13), Ng (VII. 21), Kfv (VII. 20).
Adrastus limbatus F. ab. *turcicus* STRL. — Kfv (VII. 20), Fv (VII. 24).
Denticollis linearis L. — Cs (VII. 14).
— — ab. *variabilis* DEG. — Ng (VII. 21).
Helodes minuta L. — Sv (VII. 14), Cs (VII. 14).
— — ab. *laeta* PANZ. — Bv (VII. 17).
Dascillus cervinus L. — Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 17), Fv (VII. 24, 25), Bv (VII. 24).
Homalisus Fontisbellaquei FOURCR. — Sv (VII. 13), Ngv (VII. 23).
Dictyopterus affinis PAYK. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 25), Fm (VII. 23).
Lygistopterus sanguineus L. — Sv (VII. 13, 14), Ng (VII. 21), Kfv (VII. 16, 24, 25), Ngv (VII. 23), Fv. (VII. 25), Bv (VII. 24), Fm (VII. 21, 23).
Podabrus alpinus PAYK. ab. *lateralis* ER. — Kfv (VII. 22), Bv (VII. 17).
Cantharis violacea PAYK. — Kfv (VII. 20).
— *nigricans* MÜLL. — Kfv (VII. 20).
— *pellucida* F. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 16, 23), Ngv (VII. 23).
— *livida* L. ab. *rufipes* HBST. — Kfv (VII. 16).
— *fulvicollis* F. — Kfv (VII. 13).
— *bicolor* HBST. — Sv (VII. 13).
Rhagonycha fulva SCOP. — Sv (VII. 13).
— *nigripes* REDT. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 17, 23), Bv (VII. 17, 24).
— *elongata* FALL. — Kfv (VII. 20), Ngv (VII. 23), Bv (VII. 17).
Podistra pilosa PAYK. — Cs (VII. 14), Kfv (VII. 21, 25), Ngv (VII. 23).
Malchinus nigrinus SCHAUF. — Sz (VII. 13).
Malthodes spretus KIESW. — Sv (VII. 13), Ng (VII. 21), Kfv (VII. 22, 25), Bm (VII. 24).

Malthodes flavoguttatus KIESW. — Sv (VII. 14), Cs (VII. 14).
Dasytes niger L. — Sv (VII. 14), Ng (VII. 21), Kfv (VII. 24).
— *plumbeus* MÜLL. — Sz (VII. 15), Sv (VII. 13, 14).
Tillus elongatus L. — Ng (VII. 21).
Thanasimus formicarius L. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 22).
Trichodes apiarius L. — Gyergyószentmiklós (VII. 28).
Ptilinus pectinicornis L. — Kfv (VII. 16, 26), Ngv (VII. 23).
Xyletinus pectinatus F. — Fm (VII. 23).
— *laticollis* DUFT. — Bv (VII. 24).
Bolitophagus reticulatus L. — Sz (VII. 15), Kfv (VII. 20, 22).
Scaphidema metallicum F. — Ngv (VII. 17).
Melandrya barbata F. — Cs (VII. 14).
Tomoxia biguttata GYLL. — Sv (VII. 13), Fm (VII. 23).
Mordella maculosa NAEZ. — Kfv (VII. 22).
— *fasciata* F. — Sz (VII. 15).
— *Horváthi* APFB. — Sv (VII. 13, 14), Fm (VII. 23).
— *aculeata* L. — Bv (VII. 17).
Mordellistena humeralis L. ab. *axillaris* GYLL. — Sz (VII. 15).
Anaspis rufilabris GYLL. — Fv (VII. 24).
— *melanostoma* COSTA — Sv (VII. 14).
— *frontalis* L. — Sv (VII. 13), Kfv (VII, 22, 25), Bv (VII. 17).
— *pulicaria* COSTA — Sv (VII. 14), Ngv (VII. 23), Fv (VII. 24).
Meloë violaceus MARSH. — Bt (VII. 20).
Pyrochroa coccinea L. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 16), Ng (VII. 21).
Oedemera podagrariae L. — Sz (VII. 15).
— *subulata* OL. — Sv (VII. 13).
— *virescens* L. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 21), Ngv (VII. 23), Bv (VII. 17).
Tetropium castaneum L. — Bv (VII. 24).
— — ab. *luridum* L. — Bv (VII. 24).
— — ab. *fulcratum* F. — Kfv (VII. 22).
— — ab. *aulicum* F. — Ng (VII. 21).
Cerambyx Scopolii FSSLY. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 16).
Rhagium mordax DEG. — Sv (VII. 13, 14), Ng (VII. 21), Bv (VII. 24).
— *inquisitor* L. — Bv (VII. 17, 24).
Toxotus cursor L. — Bv (VII. 24).

Pachyta quadrimaculata L. — Kfv (VII. 25), Ngv (VII. 23), Fv VII. 24), Bv VII. 24), Bt (VII. 20).
Evodinus clathratus F. — Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 23).
— — ab. *pedemontanus* DAN. — Fv (VII. 24).
Acmaeops pratensis LAICH. — Ng (VII. 21).
Gaurotes virginea L. — Kfv (VII. 16, 20), Ngv (VII. 17), Bv (VII. 17).
Pidonia lurida F. ab. *Ganglbaueri* ORMAY — Cs (VII. 14), Kfv (VII. 22, 25), Ngv (VII. 17, 23), Bv (VII. 17).
Alosterna tabacicolor DEG. — Kfv (VII. 20), Ngv (VII. 17), Bv VII. 17).
Leptura sexguttata F. ab. *Landoisi* PIC — Sz (VII. 15).
— *livida* F. — Kfv (VII. 21) Bv (VII. 17).
— *erythropetra* HAGB. — Sv (VII. 14).
— *maculicornis* DEG. — Gyergyószentmiklós (VII. 28).
— *rubra* L. — Kfv (VII. 25, 26), Bv (VII. 24).
— *scutellata* F. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 25).
— *sanguinolenta* L. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 20, 22, 24, 25), Ngv (VII. 23), Fv (VII. 25), Bv (VII. 17. 24), Ng (VII. 21), Fm (VII. 23), Bm (VII. 24).
— *dubia* SCOP. — Kfv (VII. 16, 24).
— — ab. *limbata* LAICH. — Kfv (VII. 25), Ngv (VII. 23), Ng (VII. 21), Bv (VII. 24).
— *virens* L. — Kfv (VII. 21, 22, 24, 25), Ngv (VII. 23), Fv (VII. 25), Ng (VII. 21), Bv (VII. 24).
— — ab. *canescens* REITT. — Kfv (VII. 26), Ngv (VII. 23), Fv (VII. 25).
Judolia sexmaculata L. ab. *trifasciata* F. — Kfv (VII. 21).
— — ab. *tatrica* CEP. — Ngv (VII. 23).
— *cerambyciformis* SCHRNK. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 25), Ngv (VII. 23), Bv (VII. 24).
— — ab. *decempunctata* OL. — Sv (VII. 13. 14), Kfv (VII. 16, 21, 24), Bv (VII. 24).
— — ab. *bisquadristigma* PIC — Sv (VII. 13), Kfv (VII. 16, 24), Ngv (VII. 23), Bv (VII. 24).
— — ab. *humerifera* REITT. — Kfv (VII. 24).
— — ab. *sexmaculata* VOET — Kfv (VII. 16), Bv (VII. 24), Sv (VII. 13, 14), Sz (VII. 15).

Strangalia quadrifasciata L. — Ng (VII. 21), Ngv (VII. 23).
— *maculata* PODA — Sz (VII. 15), Sv (VII. 13. 14), Kfv (VII. 16), Bm (VII. 24).
— — ab. *integra* DEP. — Sv (VII. 13, 14), Kfv (VII. 16).
— — ab. *integropunctata* m. (Ab. *integrae* DEP. similis, sed puncto nigro subbasali abundante ornato.) — Kfv (VII. 16).
— — ab. *divisopunctata* m. (Ab. *integrae* DEP. etiam similis, sed differt macula postscutellari in punctis duabus parvis, a sutura discessis, divisa.) — Sv (VII. 14).
— *melanura* L. — Sv (VII. 13), Bm (VII. 24), Fv (VII. 25), Bv (VII. 24).
— *septempunctata* L. — Sv (VII. 13).
— — ab. *suturata* REICHE — Sv (VII. 13).
Stenopterus rufus L. — Sz (VII. 15), Sv (VII. 14).
Molorchus minor L. — Kfv (VII. 24).
Clytus lama MULS. — Ng (VII. 21), Bv (VII. 24).
Monochamus sutor L. — Bv (VII. 21, 24).
Pogonochaerus fasciculatus DEG. — Bv (VII. 24).
Plateumaris cosimilis SCHRNK. — Kfv (VII. 16, 24).
Lema cyanella L. — Sv (VII. 13).
Labidostomis longimana L. — Bm (VII. 24).
Clytra laeviuscula RATZ. — Sv (VII. 14), Gyergyószentmiklós (VII. 28).
Cryptocephalus octopunctatus SCOP. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 17, 23), Fv (VII. 24), Bv (VII. 24), Bt (VII. 20).
— — ab. *gorgényensis* m. (A forma typica differt vitta mediana prothoracis flava antica solum usque ad medium pertinente et maculis nigris elytrorum subhumeralis et mediana conjunctis.) — Ngv (VII. 17).
— *aureolus* SUFFR. ab. *subcoeruleicolor* PIC — Kfv (VII. 16).
— *sericeus* L. — Ng (VII. 21), Bm (VII. 24).
— — ab. *parellinus* CLAV. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 25), Bm (VII. 24).
— *hypochoeridis* L. — Kfv (VII. 22. 24), Ng (VII. 21), Bm (VII. 24), Bv (VII. 17).
— *quadripustulatus* GYLL. — Kfv (VII. 21).
— *bilineatus* L. ab. *armeniacus* FALD. — Bm (VII. 24).

Cryptocephalus ocellatus DRAP. — Kfv (VII. 25).
— *labiatus* L. — Kfv (VII. 22), Bv (VII. 17), Fm (VII. 23).
Adoxus obscurus L. — Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 23), Bv (VII. 17, 24).
— — ab. *epilobii* WSE. — Ngv (VII. 23).
Chrysolina coerulea OL. — Sv (VII. 13).
— *fastuosa* SCOP. — Kfv (VII. 20), Ngv (VII. 23).
— — ab. *speciosa* L. — Sv (VII. 14), Cs (VII. 14), Ng (VII. 21), Kfv (VII. 20, 22), Ngv (VII. 23).
— *menthastri* SUFFR. — Sz (VII. 15), Sv (VII. 13), Ngv (VII. 17).
— *varians* SCHALL. — Kfv (VII. 22, 25), Ngv (VII. 17, 23, 24), Bv (VII. 17).
— — ab. *pratensis* WSE. — Sz (VII. 15), Sv (VII. 13), Ngv (VII. 17, 23).
— — ab. *centaurea* HBST. — Kfv (VII. 20, 22, 25), Ngv (VII. 17), Fv (VII. 24), Bt (VII. 20).
— *polita* L. — Sz (VII. 15), Sv (VII. 13, 14), Kfv (VII. 20).
Chrysochloa rugulosa SUFFR. — Sv (VII. 13).
— *intricata* GERM. — Cs (VII. 14), Kfv (VII. 20), Ngv (VII. 23), Fv (VII. 24).
— *plagiata* SUFFR. — Fv (VII. 24).
Phaedon cochleariae F. — Ngv (VII. 17).
— *armoraciae* L. — Sv (VII. 13).
Sclerophaedon orbicularis SUFFR. — Sz (VII. 15).
Plagiodera versicolor LAICH. — Sv (VII. 13), Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 17).
Chrysomela (*Melasoma* auct.) *cuprea* L. ab. *ruficauda* DEG. — Gyergyószentmiklós (VII. 28).
— *vigintipunctata* SCOP. — Gyergyószentmiklós (VII. 28).
— *collaris* L. ab. *geniculata* DUFT. — Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 17), Bv (VII. 22), Ngv (VII. 17), Bv (VII. 17), Bt (VII. 20).
Phytodecta viminalis L. ab. *Baaderi* PANZ. — Fv (VII. 24), Bv (VII. 17).
Phyllodecta vulgatissima L. — Ngv (VII. 17).
— *vitellinae* L. — Ngv (VII. 17), Gyergyószentmiklós (VII. 28).
— *laticollis* SUFFR. — Kfv (VII. 22).
Timarcha goettingensis L. ab. *aerea* FRM. — Bv (VII. 17).

Timarcha rugulosa H.-S. — Cs (VII. 14).
Lochmaea capreae L. — Sv (VII. 13, 14), Kfv (VII. 16, 22), Ngv (VII. 17).
Luperus flavipes L. — Kfv (VII. 20), Ngv (VII. 17, 23).
Agelastica alni L. — Sv (VII. 14).
Haltica oleracea L. — Sv (VII. 14), Ngv (VII. 23).
Chalcoides aurata MARSH. — Bv (VII. 17).
— — ab. *pulchella* STEPH. — Sv (VII. 13, 14).
Cassida viridis L. — Sv (VII. 13), Cs (VII. 14), Kfv (VII. 20).
— *murraea* L. — Sv (VII. 14).
— *nobilis* L. — Kfv (VII. 25).
Dissoleucas niveirostris F. — Ng (VII. 21).
Anthribus albinus L. — Cs (VII. 14), Kfv (VII. 20).
Otiorrhynchus clavipes BONSD. var. *fuscipes* OL. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 20, 22, 25), Fv (VII. 25), Bv (VII. 24), Bt (VII. 20).
— *morio* F. — Kfv (VII. 16, 22).
— *scaber* L. — Bv (VII. 17).
— *Kollari* GERM. — Ngv (VII. 17, 23).
— — var. *Bielzi* STIERL. — Kfv (VII. 20), Ngv (VII. 17, 23).
— *salicis* STROEM — Kfv (VII. 20, 21, 22), Ngv (VII. 23), Fv (VII. 16), Bv (VII. 17).
— *Fussi* KÜST. — Sv (VII. 13, 14), Kfv (VII. 16), Bv (VII. 17).
— *asplenii* MILL. — Kfv (VII. 20, 21, 23), Ngv (VII. 17, 23), Bv (VII. 17, 24).
— *ovatus* L. — Sv (VII. 13).
Phyllobius viridicollis F. — Sv (VII. 14), Cs (VII. 14), Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 17, 23), Bv (VII. 17), Ng (VII. 21).
— *maculicornis* GERM. — Cs (VII. 14), Kfv (VII. 16).
— *alpinus* STIERL. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 17, 23), Ng (VII. 21).
— *calcaratus* F. — Kfv (VII. 21), Bv (VII. 17).
— — ab. *fuscofumosus* REITT. — Kfv. (VII. 22), Bv (VII. 17).
— — ab. *atrovirens* GYLL. — Kfv (VII. 21, 22, 25), Bv (VII. 17, 24).
— — ab. *tibialis* SCHLSK. — Kfv. (VII. 20, 21, 22), Bv (VII. 17, 24).
— — ab. *pseudodensatus* REITT. — Kfv (VII. 21, 22), Bv (VII. 17).

Phyllobius calcaratus ab. *densatus* SCHLSK. — Kfv (VII. 21, 22), Bv (VII. 17, 24).
— — ab. *nigrofemoratus* GABR. — Kfv (VII. 21).
— *transsylvanicus* STIERL. — Ng (VII. 21), Kfv (VII. 25), Ngv (VII. 17), Bt (VII. 20).
Polydrosus pilosus GREDL. — Ng (VII. 21).
— *tibialis* GYLL. — Ng (VII. 21), Cs (VII. 14), Kfv (VII. 16, 22), Ngv (VII. 17), Bv (VII. 17).
— *mollis* STROEM — Ngv (VII. 17).
— — ab. *chlorophanus* WESTH. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 21) Ngv (VII. 17, 23).
Liophloeus Herbsti GYLL. var. *Schmidti* BOH. — Sv (VII. 14).
Sciaphilus asperatus BONSD. — Ngv (VII. 23), Bt (VII. 20).
Sitona puncticollis STEPH. — Sz (VII. 15).
— *flavescens* MARSH. — Bv (VII. 24).
Larinus sturnus SCHALL. — Sv (VII. 14), Kfv (VII. 20).
— *obtusus* GYLL. — Kfv (VII. 24).
Hypera oxalidis HBST. — Sz (VII. 15), Sv (VII. 13, 14).
— *elegans* BOH. — Sv (VII. 13).
— *comata* BOH. — Cs (VII. 14), Kfv (VII. 22), Ngv (VII. 17), Bv (VII. 17).
Alophus triguttatus F. var. *Vau* SCHRNK. — Kfv (VII. 20, 22).
Hylobius abietis L. — Kfv (VII. 16, 25), Bv (VII. 17), Ratosnya (VII. 28).
Liparus glabrirostris KÜST. — Sv (VII. 13), Kfv (VII. 22).
Pissodes harcyniae HBST. — Kfv (VII. 25).
Nanophyes marmoratus GOEZE — Sv (VII. 13).
— — ab. *angustipennis* BOH. — Sv (VII. 13).
Cionus tuberculosus SCOP. — Ngv (VII. 17).
— *scrophulariae* L. — Bv (VII. 17).
Rhynchaenus fagi L. — Sv (VII. 13, 14), Kfv (VII. 20, 25), Bm (VII. 24), Ngv (VII. 17), Ng (VII. 21).
— *stigma* GERM. — Kfv (VII. 20).
Rhinoncus gramineus F. — Kfv (VII. 20).
Craponius epilobii PAYK. — Ngv (VII. 23).
Cidnorrhinus quadrimaculatus L. — Ngv (VII. 17).

Apion apricans HBST. — Sv (VII. 13).
Coenorrhinus tomentosus GYLL. — Sv (VII. 14).
Bytiscus betulae L. ab. *violaceus* SCOP. — Ngv (VII. 23).
Apoderus coryli L. ab. *denigratus* GMEL. — Sv (VII. 13).
Hylastes ater PAYK. — Ng (VII. 21).
Trypodendron signatum F. — Kfv (VII. 25).
Pityogenes chalcographus L. — Kfv (VII. 25), Bv (VII. 24).
Ips typographus L. — Kfv (VII. 22, 25), Bv (VII. 24).

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1941. dec. 22-én tartott üléséből.)

BEITRÄGE ZUM KENNTNIS DER KÄFERFAUNA DES GÖRGÉNY-GEBIRGES.

Von E. CSIKI.

Das Görgény-Gebirge ist faunistisch wenig bekannt, an Coleopteren waren nach PETRI's Siebenbürgens Käferfauna (1912) aus diesem Gebiete insgesamt 10 Arten bekannt, von welchen zwei Arten, nämlich *Duvalius Méliki* CSIKI und *Otiorrhynchus Mocsáryi* CSIKI dem Gebiete eigen sind. Verfasser sammelte im Sommer 1941 im südlichen Teile des Gebirges und veröffentlicht nun das Verzeichnis der gesammelten Coleopteren, nebst Angabe ihrer näheren Fundorte und der Sammelzeit. Die Fundorte werden abgekürzt aufgeführt und deren Erklärung ist aus dem ungarischen Text ersichtlich.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 22. December 1941.)

ÚJABB ADATOK ERDÉLY ÉS A PARTIUM PUHATESTŰ FAUNÁJÁNAK ISMERETÉHEZ.

WAGNER JÁNOS-tól.

Szerző alábbi tanulmányában a mult esztendőben (1941) végzett erdélyi kutatások malakológiai eredményeit ismerteti. Az elmúlt évben, nagyrészt a Magyar Tudományos Akadémia anyagi támogatásával több zoológus és gyüjtő járt Erdélyben és a tiszántúli Partium még ismeretlen vidékein, és gyüjtésükből tekintélyes puhatestű-anyag került feldolgozásra a Magyar Nemzeti Múzeum Állattárába. Az összesen nem kevesebb mint 116 fajból, alfajból és fajváltozatból álló gyüjtemény megszerzésében a következők vettek részt: DUDICH E., ÉHIK GY., báró FEJÉRVÁRY G.-né, FODOR J., GEBHARDT A., GOZMÁNY D. és L., JERMY T., KASZAB Z., KOLOSVÁRY G., ROTARIDES M. és WAGNER J.

A gyüjtött fajok részletes felsorolása a német szövegben olvasható. Közülük csaknem 30% endemikus állatnak tekinthető, míg az ősi magyar Mollusca-törzset 19 faj képviseli. A középeurópai fauna tagjai közül 40 szerepel a gyüjtésben, 11 pedig alpesi, illetve keletalpesi eredetűnek mondható. A többi faunaelemhez (szarmata, pontusi stb.) csak nagyon kevés alak tartozik.

Az előkerült fajok közül legnevezetesebb a tudomány számára is újnak bizonyult *Bythinella Molcsányi*, melyet szerző az Állattani Közlemények 1941. évfolyamában írt le, továbbá a *Daudebardia Kolosváryi* n. sp., melynek tüzetes ismertetése e tanulmány német szövegében olvasható. Ez az új ragadozó-csiga a Sepsiszentgyörgy közelében folyó Szemerje-patak mellől került elő, ahol KOLOSVÁRY GÁBOR találta meg. Az új faj egészen halványszürke testszíne és elliptikus alakú, pirossárga színű héja által feltűnően különbözik rokonaitól. Ugyancsak nevezetessége az erdélyi puhatestű anyagnak a DUDICH ENDRE által a Bisztricai-völgyben gyüjtött érdekes alakú *Radix peregra*, mely új fajváltozatnak (var. *melanopsiformis*

n. var.) tekintendő. Ennek részletes leírása szintén a tanulmány német szövegében olvasható.

Fentieken kívül megemlítést érdemelnek még a következő nevezetesebb puhatestű fajok: *Theodoxus Prevostianus* C. PFR. (Kelemen-hegység, első erdélyi adat!), *Bythinella austriaca* FRFLD. (Gutin-hegység), *Stagnicola palustris* var. *corvus* GMEL. (Rétyi-nyír), *Anisus leucostomus* MILL. (Kelemen-hegység, Mohos-tó), *Agardhia Bielzi* RM. (Pietrosz, Gutin-hegység, Gyergyói-hegység), *Columella edentula columella* G. V. MART. (Pietrosz), *Modicella clienta* WESTL. (EHRM.) (Gyergyói-hegység, Bihar-hegység), *Mastus relictus* BIELZ és *Mastus reversalis elongatus* BIELZ (Gyergyói-hegység), *Alopia glauca* BIELZ és *Alopia glauca latens* PFR. (Gyergyói-hegység), *Daudebardia (Carpathica) calophana* WESTL. (Gutin-hegység, Görgényi-hegység, Kelemen-hegység, Gyergyói-hegység), *Oxychilus montivagus* KIM. (Háromszéki-medence), *Semilimax Kotulae* WESTL. és *Semilimax Kotulae transsylvanica* KIM. (Pietrosz, Gutin-hegység, Kelemen-hegység, Gyergyói-hegység), *Monacha transsylvanica* WESTL. (Kelemen-hegység), *Drobacia banatica* RM. (Gutin-hegység), *Arianta aethiops* var. *Petrii* KIM. (Pietrosz). A felsorolt fajok elterjedése és fontosabb előfordulási adataik a német szövegben találhatók meg.

Az 1941-ben végzett gyüjtések eredményei mutatják, hogy Magyarország keleti részeiben meg igen sok ismeretlen, állattanilag fel nem kutatott terület van, ahonnan új, még eddig le nem írt fajok is előkerülhetnek. Különösen áll ez a megállapítás Erdély északi felére, melyet a gyüjtők a déli részekkel szemben eddig csodálatosképpen elhanyagoltak. Hogy ez az elhanyagolás mennyire igazságtalan volt, már a fenti néhány adat is bizonyítja. Az új alakokon kívül természetesen még igen sok faunisztikai ujdonság is jelzi a gyüjtések eredményességét, melyek révén állatföldrajzi megállapítások vonhatók. A jövőben itt folytatandó, még intenzívebb állattani kutatások a legszebb reményekre jogosítanak fel és minden bizonnyal még sok értékes eredménnyel járulnak majd hozzá hazánk állatvilágának megismeréséhez.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1942. május 11-én tartott ülésén előterjesztette Dudich Endre l. t.)

NEUE BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER MOLLUSKEN-FAUNA SIEBENBÜRGENS UND DES PARTIUMS.

Von JOHANN (II) WAGNER.

Im Jahre 1941 waren mehrere ungarische Zoologen auf Forschungsreisen in Siebenbürgen und im Partium. Von diesen Exkursionen (die grösstenteils mit materiellen Unterstützung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften durchgeführt wurden) haben sie u. a. auch ein ansehnliches Molluskenmaterial mitgebracht, das sich in der zoologischen Abteilung des Ungarischen Nationalmuseums befindet. Die reichhaltige Ausbeute stammt von recht vielen, bisher noch unerforschten Gebieten Siebenbürgens und des Partiums und enthält mehrere seltene Mollusken, unter denen auch für die Wissenschaft neue Formen aufzufinden waren. Die Sammler und die erforschten Gebiete sind die folgenden: E. DUDICH (Püspökfürdő, Bihar-Gebirge, Réz-Gebirge, Kolozsvár, Kelemen-Gebirge), J. ÉHIK (Kelemen-Gebirge und Görgényi-Gebirge), Baronin A. FEJÉRVÁRY und G. v. KOLOSVÁRY (Kolozsvár und Umgebung, Becken von Háromszék, Bodóki-Gebirge, Hochmoor von Réty), E. FODOR und Z. KASZAB (Pietrosz-Gebirge), A. GEBHARDT (Gyergyói-Gebirge), D. und L. v. GOZMÁNY (Umgebung von Szováta), T. JERMY (Gyergyói-Gebirge), M. ROTARIDES (Bihar-Gebirge, Kolozsvár, Gyergyói-Gebirge), H. WAGNER (Gutin-Gebirge).

Von den Mollusken-Aufsammlungen dieser Excursionen sind einige bereits veröffentlicht worden. So publizierte ich die Ergebnisse meiner Forschungsreise im Gutin-Gebirge (12, p. 197—210), ferner die Molluskenfunde von FODOR und KASZAB, sowie von den Brüdern GOZMÁNY (13, p. 30—31), und auch ROTARIDES bearbeitete das von ihm gesammelte Material (5, p. 1—4). Die malakolo-

gischen Funde der übrigen Excursionen wurden bisher noch nicht bekanntgemacht. In den folgenden möchte ich ein zusammenfassendes Bild über sämtliche eingesammelte Molluskenformen geben, das umsomehr wünschenswert erscheint, da ausser den Neubeschreibungen ein grosser Teil der Angaben auch faunistisch wertvolle Beiträge bildet.

Von den obenerwähnten Excursionen kamen insgesamt 116 Molluskenarten, Unterarten und Varietäten zum Vorschein, von denen 2 Arten und 1 Varietät auch für die Wissenschaft neu sind. Die eingesammelten Formen sind die folgenden:

I. Gastropoda.

1. Prosobranchiata. *Theodoxus Prevostianus* C. PFR., *Vivipara contecta* MILL., *Bythinella austriaca* FRFLD., *Bythinella Molcsányi* H. WAGN., *Melanopsis hungarica* KORM., *Melanopsis Parreyssi* PHIL.

2. Pulmonata. *Carychium minimum* MÜLL., *Lymnaea stagnalis* L., *Stagnicola palustris* MÜLL., *Stagnicola palustris* var. *corvus* GMEL., *Stagnicola palustris* var. *fusca* C. PFR., *Stagnicola palustris* var. *turricula* HELD, *Radix peregra* MÜLL., *Radix peregra* var. *melanopsiformis* H. WAGN., *Radix ovata* DRAP., *Radix auricularia* L., *Galba truncatula* MÜLL., *Aplexa hypnorum* L., *Planorbis corneus* L., *Tropidiscus planorbis* L., *Anisus spirorbis* L., *Anisus leucostomus* MILL., *Gyraulus albus* MÜLL., *Segmentina nitida* MÜLL., *Acroloxus lacustris* L.

Succinea (Succinea) putris L., *Succinea (Hydrotropa) elegans* RISSO, *Succinea (Hydrophyga) oblonga* DRAP., *Cochlicopa lubrica* MÜLL., *Abida frumentum hungarica* KIM., *Modicella clienta* WESTL. (EHRM.), *Truncatellina* sp.. *Columella edentula columella* G. v. MART., *Agardhia Bielzi* RM., *Orcula (Scyphus) doliolum* BRUG., *Vallonia pulchella* MÜLL., *Acanthinula aculeata* MÜLL., *Pyramidula rupestris* DRAP., *Ena montana* DRAP., *Ena obscura* MÜLL., *Mastus relictus* BIELZ, *Mastus reversalis elongatus* BIELZ, *Alopia glauca* BIELZ, *Alopia glauca latens* PFR., *Cochlodina orthostoma* MKE., *Cochlodina orthostoma filiformis* BIELZ, *Cochlodina laminata* MONT., *Cochlodina Parreyssi* RM., *Clausilia dubia* DRAP., *Clausilia dubia transsylvanica* KIM., *Clausilia cruciata* STUD., *Clausilia cruciata gracilis* A. SCHM.,

Iphigena plicatula DRAP., *Iphigena plicatula* var. *cruda* A. SCHM., *Iphigena plicatula latestriata* A. SCHM., *Iphigena tumida* RM., *Laciniaria (Alinda) biplicata* MONT., *Laciniaria (Alinda) plicata* DRAP., *Laciniaria (Alinda) plicata biharica* CLESS., *Laciniaria (Strigilecula) cana* HELD, *Laciniaria (Strigilecula) vetusta* RM., *Laciniaria (Pseudalinda) gulo* BIELZ, *Laciniaria (Pseudalinda) fallax* RM., *Laciniaria (Pseudalinda) stabilis* C. PFR., *Laciniaria (Pseudalinda) elata* RM., *Laciniaria (Pseudalinda) turgida* RM., *Ruthenica filograna* RM., *Punctum pygmaeum* DRAP., *Discus rotundatus* MÜLL., *Retinella (Perpolita) radiatula* ALDER, *Retinella (Retinella) nitens* MICH., *Retinella (Retinella) pura* ALDER, *Oxychilus (Morlina) glaber* STUD., *Oxychilus (Morlina) montivagus* KIM., *Oxychilus (Oxychilus) cellarius* MÜLL., *Schiztophallus orientalis* CLESS., *Vitrea diaphana* STUD., *Vitrea transsylvanica* CLESS., *Vitrea crystallina* MÜLL., *Euconulus trochiformis* MONT., *Zonitoides nitidus* MÜLL., *Daudebardia (Carpathica) calophana* WESTL., *Daudebardia (Carpathica?) Kolosváryi* H. WAGN., *Helicolimax (Helicolimax) pellucidus* MÜLL., *Semilimax Kotulae* WESTL., *Semilimax Kotulae transsylvanica* KIM., *Arion (Mesarion) subfuscus* DRAP., *Arion (Carinarion) circumscriptus)* JOHNST., *Limax (Limax) maximus* L., *Limax (Limax) cinereoniger* WOLF, *Bielzia coerulans* BIELZ, *Lehmannia (Lehmannia) marginata* MÜLL., *Agriolimax (Agriolimax) agrestis* L., *Agriolimax (Agriolimax) agrestis reticulatus* MÜLL., *Agriolimax (Hydrolimax) laevis* MÜLL., *Agriolimax (Hydrolimax) laevis* var. *grisea* TAYL., *Eulota fruticum* MÜLL., *Helicella (Helicella) obvia* HARTM., *Fruticicola (Fruticicola) hispida* L., *Monacha vicina* RM., *Monacha transsylvanica* WESTL., *Perforatella dibothryon* KIM., *Euomphalia strigella* DRAP., *Campylaea faustina* RM., *Campylaea faustina* var. *barcensis* KIM., *Drobacia banatica* RM., *Arianta arbustorum* L., *Arianta aethiops* var. *Petrii* KIM., *Isognomostoma personatum* LAM., *Cepaea vindobonensis* C. PFR., *Helix (Helicogena) pomatia* L.

II. Lamellibranchiata

Unio crassus bosnensis MLLDRF., *Anodonta cygnea* L., *Musculinum lacustre* MÜLL., *Pisidium (Eupisidium) obtusale* C. PFR., *Pisidium (Eupisidium) cinereum* ALDER.

Auf Grund der zoogeographischen Analyse des Materials kann es festgestellt werden, dass davon ein ansehnlicher Teil (fast 30%) zu den endemischen Arten (Karpathenendemismen) der ungarischen Weichtierfauna gehört. 19 Arten darinnen sind Vertreter des uralten ungarischen Molluskenstammes, 40 können in die «mitteleuropäische Molluskenfauna» eingeteilt werden, und 11 gehören zu den alpinen, resp. ostalpinen Arten. Von den übrigen Elementen (sarmatische, pontische Formen usw.) kamen nur wenige zum Vorschein. In den folgenden werden nur die wichtigeren, bemerkenswerten Arten besprochen und zwei Neubeschreibungen gegeben, während eine genaue Aufzählung der sämtlichen eingesammelten Formen nach den einzelnen Fundstellen in der zoologischen Zeitschrift «Fragmenta Faunistica Hungarica» erscheinen wird.

1. *Theodoxus Prevostianus* C. Pfr.

1 Exemplar aus einer Quelle bei Secu-torok, Kelemen-Gebirge, am 10. VIII. 1941. leg. Éhik. Diese Quellen und Bach-Schnecke war bisher aus Siebenbürgen nicht bekannt. Sie ist eine Reliktenart der ungarischen Weichtierfauna, die nur in halbwarmen oder in ständig gleichtemperierten Quellen und in deren Ausflüssen vorzukommen pflegt. Bisher war sie von den folgenden Fundstellen bekannt: Römerbad (Óbuda bei Budapest), Görömböly-Tapolca und Diósgyőr-Tapolca (?), Hejő-Bach, Quelle bei der Burgruine von Diósgyőr, Királykút, Kács, Latori vízfő, Robogány, Püspökfürdő, Tata, Podsused bei Zágráb, Velika. Im Ungarischen Nationalmuseum befinden sich noch einige Exemplare von der Tátra, mit der Fundstelle: «Drechslerhäuschen», aus der Sammlung von J. Hazay, dieses Vorkommen wurde aber von L. Soós stark bezweifelt (6, p. 61). Da die Schnecke jetzt nun schon von einem siebenbürgischen Gebirge sicher festgestellt ist, scheint mir garnicht so unwahrscheinlich, dass sie auch in den kalten Tátra-Quellen vorkommen kann.

2. *Bythinella Molcsányi* H. Wagn.

Cca 150 Exemplare von einigen Wiesentümpeln des Rozsály-Massivs bei der Izvora-Höhe im Gutin-Gebirge, ung. 1000 m, am 30. V. 1941 leg. H. Wagner. Diese von mir entdeckte und be-

schriebene kleine Quellenschnecke ist als eine endemische Art des Gutin-Gebirges zu betrachten. Ihre ausführliche Beschreibung erschien in Állattani Közlemények (12, p. 206—208).

3. *Bythinella austriaca* Frfld.

Ostalpine Art, die auf meiner Excursion im Gutin-Gebirge in mehreren Quellen aufgefunden wurde (12, p. 206).

4. *Radix peregra* var. *melanopsiformis* n. var.

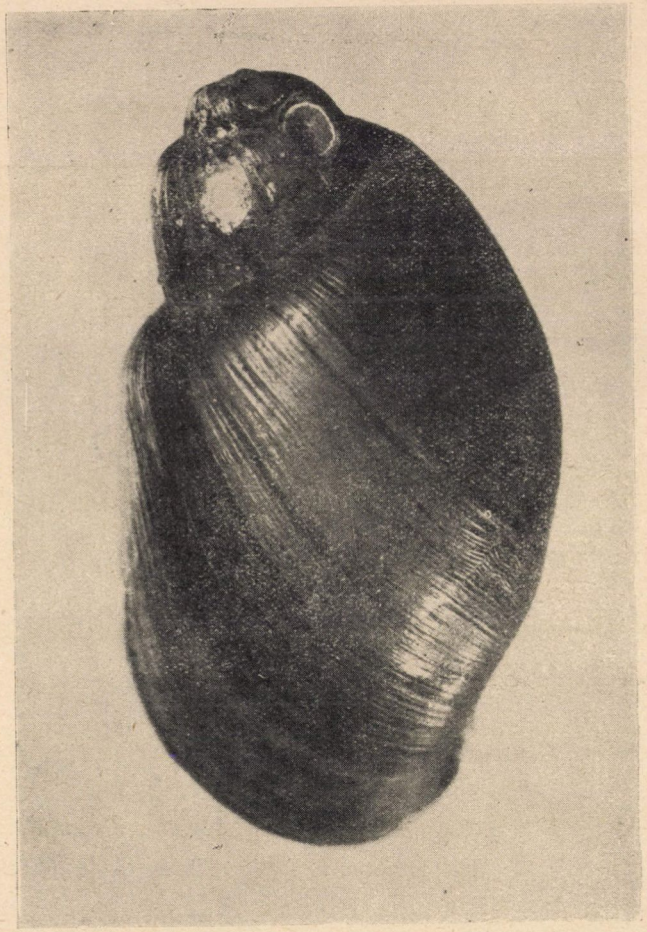
71 junge und 3 vollständig erwachsene Exemplare. Aus stehenden Wassertümpeln im Bisztrica-Tal, oberhalb von Kolibica, in einer Höhe von ungef. 1200 m (Kelemen-Gebirge). Am 16. IX. 1941 leg. E. Dudich.

Die neue Varietät unterscheidet sich durch den sehr langen, eckigen, sehr geschulterten und unten gerunzelten letzten Umgang von den übrigen Formen dieser Art. Das Gehäuse ist länglich-eiförmig, ziemlich schlank, die erwachsenen haben eine abgefressene Spitze. Die Zahl der Umgänge beträgt $4^1/_2$—$4^3/_4$, sind ziemlich gewölbt und durch eine tiefe, stark eingeschnürte Naht voneinander getrennt, folgen treppenartig aufeinander, besonders die letzte, die durch einen schulterigen, eckigen Oberrand ausgezeichnet ist. Das Gehäuse gewinnt dadurch eine bei den Limnaeen nicht beobachtete, melanopsisartige Gestalt, die infolge der plötzlich abfallenden steilen Linie des letzten Umganges noch mehr betont wird. Der letzte Umgang erweitert sich sehr rasch, und ist am Ende seines Unterteiles mit ziemlich starken Querrunzeln belegt. Die Schale ist nicht sehr festwandig, besitzt eine gelblich-braune Farbe, ihre Oberfläche ist fein und regelmässig gestreift.

Als Typen bezeichne ich die 3 erwachsenen Exemplare. Ihre Massen sind die folgenden (die Gehäusespitzen fehlen):

	Länge	Breite	Mündungslänge	Mündungsbreite
Exemplar No. 1	18·5 mm	10 mm	12·5 mm	6·5 mm
Exemplar No. 2	22·5 «	12 «	13 «	7·5 «
Exemplar No. 3	21 «	11·5 «	13 «	7·5 «

Die neue Form muss als eine ökologische Varietät betrachtet werden.



1. ábra Abbild. 1). *Radix peregra* var. *melanopsiformis* n. var. háza. (Gehäuse von *Radix peregra* var. *melanopsiformis* n. var.) Bisztrica, 16. IX. 1941. leg. E. Dudich. Ung. 5× vergr.

5. *Stagnicola palustris* var. *corvus* Gmel.

Mehrere Exemplare von «Rétyi nyír», am 18. VI. 1941 leg. Baronin A. v. Fejérváry und G. v. Kolosváry. Diese grosse Form der *palustris* scheint in Siebenbürgen ziemlich verbreitet zu sein (1, p. 35).

6. *Anisus leucostomus* MILL.

Diese garnicht häufige Planorbiden-Art wurde auch von zwei weiteren Fundstellen bekannt. Davon liegt die eine bei Kolibica, im Kelemen-Gebirge (am 16. IX. 1941 leg. E. DUDICH), die andere ist der Mohos-Teich (am 22. VI. 1941 leg. Baronin A. v. FEJÉRVÁRY und G. v. KOLOSVÁRY). Laut EHRMANN kommt *leucostomus* in Siebenbürgen nicht vor (2, p. 169), diese Behauptung ist leider ein Irrtum.

7. *Agardhia Bielzi* RM.

Endemische Art der Karpathen, die aus den neuen Aufsammlungen von 1941 schon zweimal gemeldet wurde (Pietrosz-Gebirge, 22—26. VII. 1941 leg. E. FODOR und Z. KASZAB, 13, p. 31, und Gutin-Gebirge, 27. V. 1941 leg. H. WAGNER, 12, p. 199). Ausserdem sammelte noch Herr T. JERMY diese seltene Schnecke an den folgenden Stellen des Gyergyóer-Gebirges: Gyulaszeg, Kocsoládfalva, 11. VI. 1941, Berg Kis-Cohárd und Békás-Pass, 14. VI. 1941, Csíkibükk, Gyilkos-Teich, 17. VI. 1941 und Berg Nagy-Cohárd, 21. VI. 1941.

8. *Columella edentula columella* G. v. MART.

Diese seltene holarktische Pupilliden-Art haben die Herrn E. FODOR und Z. KASZAB auf ihrer entomologischen Excursion im Pietrosz-Gebirge gesammelt (13, p. 31).

9. *Chondrina clienta* WESTL. (EHRM.)

Die durch EHRMANN gründlich «neubeschriebene» *clienta* ist eine typische Felsenbewohnerin der Kalkgebirgen. Sie besitzt eine osteuropäisch-alpine Verbreitung und kommt auch auf den Kalkbergen Siebenbürgens vor. ROTARIDES nennt sie von den Kalkfelsen bei der Zichy-Höhle (5, p. 3), und GEBHARDT sammelte schöne Exemplare am Berg Kis-Cohárd (5. VII. 1941) und am Gyilkos-Havas (14. VII. 1941).

10. *Mastus relictus* BIELZ und
11. *Mastus reversalis elongatus* BIELZ.

Diese beiden Eniden sind charakteristische Endemismen der siebenbürgischen Weichtierfauna. Neuerdings wurden sie von

ROTARIDES am Berg Cohárd *(relictus)* und am Berg Öcsém *(reversalis elongatus,* 5, p. 1) gesammelt.

12. *Alopia glauca* BIELZ und 13. *Alopia glauca latens* PFR.

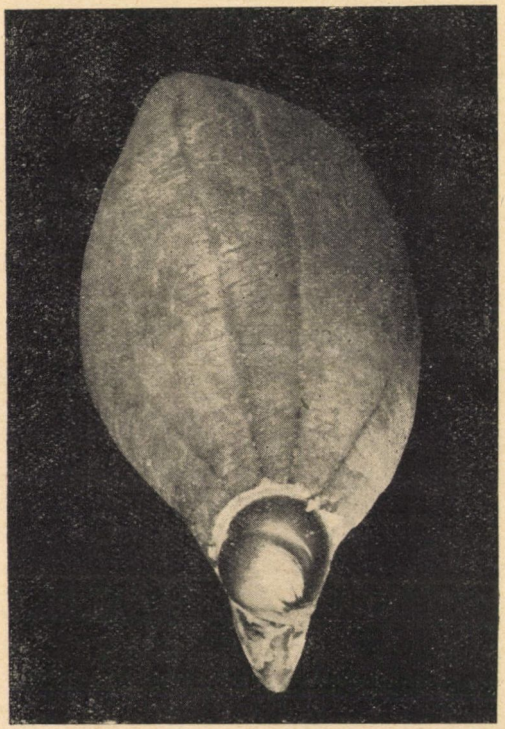
Beide Alopien sind typische Formen der Gyergyóer Kalkberg-Gruppen (7, p. 289—292). Die letztere wurde früher als selbständige Art behandelt, doch sind beide durch Übergänge miteinander verbunden. ROTARIDES erbeutete *Alopia glauca* im Jahre 1941 an den folgenden Stellen des Gebietes: Berg Egyeskő, Berg Öcsém, Berg Cohárd und Békás-Pass (5, p. 1—2). A. GEBHARDT, der ebenfalls an den selben Fundplätzen sammelte, brachte mir schöne Serien vom Békás-Pass (4. VII. 1941) und vom Berg Kis-Cohárd (5. VII. 1941).

14. *Daudebardia (Carpathica) calophana* WESTL.

Diese hübsche Raublungenschnecke ist ebenfalls eine endemische Art der Karpathen. Nach den bekanntgewordenen letzteren Angaben scheint sie stellenweise garnicht selten zu sein (12, p. 201—202). Ihre neuen Fundstellen sind die folgenden: Békás-Pass, 4. VII. 1941, 1 Exemplar, leg. GEBHARDT, Borta, Görgényi-Gebirge, 1100 m, 22—25. VIII. 1941, 1 Exemplar leg. ÉHIK, Kranga, Kelemen-Gebirge, 1150 m, 5—10. VIII. 1941, 2 Exemplare leg. ÉHIK, Gyulaszeg, Kocsoládfalva, 11. VI. 1941, 2 Exemplare leg. JERMY, Békás-Pass, 14. VI. 1941, 1 Exemplar leg. JERMY, Gyilkos-Teich, Kupás p., 16. VI. 1941, 1 Exemplar leg. JERMY, Csíkibükk, Gyilkos-Teich, 17. VI. 1941, 1 Exemplar leg. JERMY, Nordseite des Berges Nagy-Cohárd, 21. VI. 1941, 3 Exemplare leg. JERMY, Szturi-Tal, Gutin-Gebirge, 27. V. 1941, 7 Exemplare leg. H. WAGNER, Bad. Fokhagymás, Gutin-Gebirge, 31. V. 1941, 2 Exemplare, leg. H. WAGNER, Umgebung des Schutzhauses an der Izvora-Höhe, Gutin-Gebirge, 1000 m, 30. V. 1941, 1 Exemplar leg. H. Wagner. Durch die Excursionen im Jahre 1941 kamen also nicht weniger als 22 Exemplare dieser, vor einigen Jahren noch als sehr selten bezeichneten Raublungenschnecke zum Vorschein. Die neuen Fundstellen im Gutin-Gebirge, im Kelemen- und Görgényi-Gebirge, ferner in den Gyergyóer Bergen zeigen gut das weitausgedehnte Verbreitungsgebiet der *calophana*. Über ihre Verbreitung s. noch Lit. 12, p. 201—202 und 14, p. 657—659.

15. *Daudebardia (Carpathica?) Kolosváryi* n. sp.

Die neue Art unterscheidet sich von den übrigen siebenbürgischen Arten der Gattung durch ihre ganz helle Körperfarbe und durch die elliptisch-gerundete,



2. ábra (Abbild. 2). *Daudebardia (Carpathica?) Kolosváryi* n. sp. Szemerje-Bach, Sepsiszentgyörgy, 17. VI. 1941. leg. G. v. Kolosváry. Ung. 6× vergr.

rötlich-gelb gefärbte Schale. Diese ist breiter und grösser als die der transsylvanica, ganz glatt, stark glänzend, ziemlich fest und auffallend rötlich gefärbt. Gleich grosse *Daudebardia transsylvanica* Exemplare besitzen bei der selben Körpergrösse kleinere, grünlichgefärbte Schalen. Laut A. J. Wagner (9, p. 16(444)) besteht die

Schale der *transsylvanica* nur aus einem Umgange, während die der neuen Art 1 $^3/_4$ Umgänge besitzt. Von *D. calophana* unterscheidet sich *D. Kolosváryi* durch die durchwegs viel hellere Körperfarbe und durch die schmälere, elliptische Gestalt der Schale, die bei calophana am Ende immer eine grössere Breite besitzt, und in jedem Falle grünlich oder weisslich gefärbt erscheint.

Beschreibung: Von der neuen Art liegt nur ein einziges Exemplar vor, die von Herrn G. v. Kolosváry am 17. Juni 1941 in der Nähe des Szemerje-Baches, unweit von Sepsiszentgyörgy erbeutet wurde. Das wahrscheinlich schon völlig erwachsenes Tier ist in Alkohol aufbewahrt worden. Die Massen des zusammengezogenen Körpers sind die folgenden: Länge 13·5 mm, Breite 7·3 mm, Höhe 7·5 mm. Schalenlänge 3 mm, Breite 1·9 mm.

Der Körper ist dick, zylindrisch eiförmig, die Körperfarbe durchwegs auffallend hellgrau. Besonders lichtgefärbt sind die Seitenteilen und die Sohle, während der Vorderteil des Rückens bis zum Kopf am dunkelsten erscheint. Die Pigmentverteilung ist überall ziemlich regelmässig, eine auffallende Punktierung konnte an keiner Stelle bemerkt werden. Am Ende des Körpers ist eine kleine, cca 2 mm lange Schwanzspitze vorhanden.

Die stark glänzende, solid gebaute Schale hat eine elliptische Gestalt und auffallend rötliche Farbe. Die kleine Embryonalwindung ist milchweiss, nachher geht aber die Färbung ohne Übergang ins rotgelbe über. Auch der Schalenrand ist dunkel gefärbt.

Da nur ein Exemplar gesammelt wurde, das ich aus Schonung nicht sezieren wollte, sind uns die anatomischen Verhältnisse der neuen Art noch nicht bekannt. Eben deshalb habe ich sie nur mit Fragezeichen in die Untergattung *Carpathica* gestellt. Ihre genaueren verwandtschaftlichen Beziehungen werden selbstverständlich nur dann festgestellt werden können, wenn weiteres Material uns vorliegen wird.

Die jetzt bekanntgewordene Raublungenschnecke habe ich zu Ehren des Sammlers, Herrn Doz. G. v. Kolosváry benannt.

16. *Oxychilus montivagus* KIM.

Ein Exemplar von der Nähe des Szemerje-Baches, am 17. VI. 1941 leg. Baronin A. v. FEJÉRVÁRY und G. v. KOLOSVÁRY. Diese charakteristische Hyalinie der siebenbürgischen Weichtierfauna zeichnet sich besonders durch den auffallend breiten letzten Gehäuse-Umgang aus, der reichlich zweimal, oft sogar dreimal so breit ist als der Vorletzte. Laut den Angaben des Ungarischen Faunenkataloges (1, p. 17) und der Sammlung des Ungarischen Nationalmuseums ist sie von recht vielen Stellen des Gebietes bekannt. Vgl. noch KIMAKOWICZ (3, p. 27).

17. *Semilimax Kotulae* WESTL. und

18. *Semilimax Kotulae transsylvanica* KIM.

Die wahrscheinlich alpin-karpathisch verbreitete *Semilimax Kotulae* hat in Siebenbürgen die Rasse *transsylvanica* gebildet, die nach KIMAKOWICZ besonders in der Gehäuseform derartige Unterschiede aufweist, «dass man annehmen könnte, zwei Arten vor sich zu haben» (3, p. 24). Da aber der geographische Zusammenhang zwischen *Kotulae* und *transsylvanica* sicher festgestellt ist (Tátra, Javorina, Kotlina-Tal, Ruthenenland, Gutin-Gebirge, Radnai-, Kelemen-, Gyergyói-, Fogarasi- und Szebeni-Gebirge), so muss ich *transsylvanica* einstweilen als Rasse der Stammform betrachten. Eine gründliche (auch anatomische!) Revision der ungarischen Arten der Gruppe *Vitrina* s. lat. wäre jedenfalls sehr wünschenswert. Die jetzt bekanntgewordenen neuen Fundstellen sind die folgenden: Borta, Ratosnya, 1100 m, 22—25. VIII. 1941 leg. ÉHIK (5 Exemplare), Dregus, Kelemen-Gebirge, 1600—1800 m, 29—31. VIII. 1941 leg. ÉHIK (30 Exemplare), Pietrosz-Gebirge, 1200—1900 m, VII. 1941 leg. FODOR und KASZAB (6 Exemplare), Berg Kis-Cohárd, 14. VI. 1941 leg. JERMY (1 Exemplar), Gyilkos-Teich, Csíkibükk, 17. VI. 1941 leg. JERMY (1 Exemplar), Berg Nagy-Cohárd, Nordseite, 21. VI. 1941 leg. JERMY (1 Exemplar), Szturi-Tal, Gutin-Gebirge, 27. V. 1941 leg. WAGNER (2 Exemplare). Über die Verbreitung s. noch 1, p. 16 und 8, p. 148—149.

19. *Monacha transsylvanica* WESTL.

Endemische Art der ungarischen Weichtierfauna. Sie ist in Siebenbürgen wahrscheinlich weit verbreitet (1, p. 22) und H. WAGNER hat sie auch von der Mátra und vom Bükk-Gebirge nachgewiesen (10, p. 157 und 11, p. 63). Die neuen Fundstellen sind Kranga im Kelemen-Gebirge, 1150 m, VIII. 1941 leg. ÉHIK, und Secu-torok, ebenfalls im Kelemen-Gebirge, 700 m, 10. VIII. 1941 leg. ÉHIK.

20. *Probacia banatica* RM.

Seltene, aussterbende Art der siebenbürgischen Weichtierfauna. Ihre neuen Fundstellen liegen im Gutin-Gebirge (Szturi-Tal, 27. V. 1941 leg. WAGNER, und Izvora-Höhe am Berg Rozsály, 1000 m, 28. V. 1941 leg. WAGNER). Über ihre Verbreitung s. 12, p. 204.

21. *Arianta aethiops* var. *Petrii* KIM.

Endemische Art der transsylvanisch-karpathischen Weichtierfauna, die auf einigen höheren Bergen Siebenbürgens und des Partiums lebt. Die Stammform selbst kommt in den Südkarpathen vor, während in den nördlichen Teilen Siebenbürgens und im Komitat Mármaros die var. *Petrii* zu finden ist. Die neue Fundstelle liegt im Pietrosz-Gebirge, wo 2 junge Exemplare von FODOR und KASZAB im Juli 1941 gesammelt worden sind. (Über ihre Verbreitung s. Lit. 8, p. 151—152.)

Schon aus diesen wenigen Angaben ist zu sehen, wie gross noch die Zahl der zoologisch unerforschten Gebieten in Ostungarn ist. Besonders die nördlichen Teilen Siebenbürgens waren bisher stark vernachlässigt, zu Gunsten Südens. Die neuen ungarischen Excursionen im Jahre 1941 haben gezeigt, dass Nordsiebenbürgen auch in zoologischer Hinsicht keineswegs den südlichen Gebieten dahintersteht, und dass wir noch manche neue und wertvolle Funde aus dieser Gegend erhoffen dürfen. Nicht nur eine Menge faunistisch neuer Angaben werden ans Licht kommen, und die geographische Verbreitung vieler Formen wird dadurch geklärt, sondern auch bisher noch nicht bekannte, auch für die Wissenschaft neue Arten können entdeckt werden. Besonders die Grotten und die Quellengewässer bergen noch viele interessante Funde.

Irodalom — Literatur.

1. Csiki E.: A magyar birodalom állatvilága. (Fauna Regni Hungariae.) II. Mollusca. Budapest, 1906.

2. Ehrmann, P.: Mollusken (Weichtiere) in: Die Tierwelt Mitteleuropas. II. 1933.

3. Kimakowicz, M. v.: Beitrag zur Molluskenfauna Siebenbürgens. II. Nachtrag. Verhandl. u. Mitteil. Siebenb. Ver. f. Naturwiss. 40. 1890.

4. Rotarides, M.: Erdély csigafaunájának állatföldrajzi érdekességei. Állattani Közl. 38. 1941.

5. Rotarides, M.: Malakofaunistische Angaben aus Siebenbürgen und aus dem Mecsek-Gebirge, mit besonderer Berücksichtigung der Clausiliiden. Fragm. Faun. Hung. 5. 1942.

6. Soós L.: Néhány faunisztikai és ökológiai adat. Állattani Közl. 24. 1927.

7. Soós L.: Az Alopia-nem. Ann. Mus. Nat. Hung. 25. 1928.

8. Soós L.: Adatok az Északkeleti-Kárpátok Mollusca-faunájának ismeretéhez. Állattani Közl. 37. 1940.

9. Wagner, A. J.: Beiträge zur Anatomie und Systematik der Stylomatophoren aus dem Gebiete der Monarchie und der angrenzenden Balkanländer. Denkschr. math.-naturw. Klasse Kais. Akad. Wiss. Wien, 91. 1915.

10. Wagner, H. (J.): Über die Schnecken des Mátragebirges (Oberungarn). Zoolog. Anz. 92. 1930.

11. Wagner H. (J.): Újabb adatok a Bükk-hegység Mollusca-faunájának ismeretéhez. Állattani Közl. 34. 1937.

12. Wagner H. (J.): A Gutin-hegység Mollusca-faunájának alapvetése. Állattani Közl. 38. 1941.

13. Wagner, H. (J.): Malakozoologische Mitteilungen aus den Ost-Karpathen. Fragm. Faun. Hung. 5. 1942.

14. Wagner, H. (J.): Systematische Studien an ungarischen Raublungenschnecken. Magy. Tud. Akad. Matem. Természettud. Ért. 60. 1941.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Mai 1942.)

ADATOK A KŐSZEGI-HEGYSÉG EZERLÁBÚ (DIPLOPODA) FAUNÁJÁNAK ISMERETÉHEZ.

SZALAY LÁSZLÓ-tól.

A németnyelvű dolgozat a Kőszegi-hegységben főleg az 1936. és 1937. év folyamán (de az utóbbi években is) PONGRÁCZ SÁNDOR, a budapesti Pázmány Péter Tud. Egyetem Állatrendszertani Intézete és VISNYA ALADÁR által gyüjtött ezerlábúakra vonatkozó eredményeket tartalmazza. A felsorolás 28, a Kőszegi-hegységben talált fajról, illetve fajváltozatról számol be. Ezek közül több faj és fajváltozat hazánk állatvilágára újnak bizonyult.

A felsorolást faunisztikai és állatföldrajzi megjegyzések követik és a szerző a kimutatott fajokat először a hazai, majd az európai palaearcticum állatföldrajzi tájegységek alapján igyekszik csoportosítani, illetve megállapítani, hogyan oszlanak el a hazai és az európai állatföldrajzi tájegységek szerint.

Végül megállapítja, hogy a Kőszegi-hegység ezerlábúvilága igen kevert társaság, amelynek tagjai — az Európában mindenütt gyakori és csak az Alpok keleti előhegyeire szorítkozó alakokat leszámítva — arra utalnak, hogy a Kőszegi-hegység és Közép-Európa ezerlábúvilága között jól felismerhető természetszerű faunisztikai összefüggés van. Egyes alakok viszont határozottan a délszláv, illetve a balkáni, mások a kelet- és délkeletalpi ezerlábúvilággal való kapcsolatokra utalnak.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1942. május 11-én tartott ülésén bemutatta Dudich Endre l. t.)

BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER DIPLOPODEN-FAUNA DES KŐSZEGER GEBIRGES.

Von L. SZALAY (Budapest).

(Mit einer Kartenskizze.)

Ich wurde mit der Bearbeitung des Diplopoden-Materials betraut, welches in den Jahren 1936—1940 in der Umgebung von Kőszeg, sowie an verschiedenen Orten des Kőszeger Gebirges gesammelt worden war. In dieser Forschungsaktion waren einerseits das Ungarische Nationalmuseum (Generaldirektor Prof. Dr. A. Pongrácz) und das Kőszeger stadtliche Museum (Direktor Dr. A. Visnya), anderseits unter der Leitung von Prof. Dr. E. Dudich die Assistenten, bezw. Doktoranden des Institutes für syst. Zoologie der Budapester Universität (Dr. A. Kesselyák, Dr. J. Balogh, Dr. Á. Soós, Dr. J. Szent-Iványi, Dr. Gy. Fábián, Dr. Z. Kaszab, Dr. A. Iharos, Dr. L. Móczár, Dr. L. Rainiss) beteiligt.

Diese zoologisch-heimatskundliche Forschung wurde teils durch die Stadt Kőszeg, teils durch die Ungarische Akademie der Wissenschaften tatkräftig unterstützt. Es sind bereits eine Reihe von Aufsätzen erschienen (in der Zeitschrift «Vasi Szemle», später «Dunántúli Szemle», welche die Ergebnisse der Bearbeitung verschiedener Tiergruppen enthalten, so z. B. unter anderen die der Chilopoden (14).

Das von mir bearbeitete Diplopodenmaterial ist nicht besonders artenreich. Dass seine Bearbeitung und Veröffentlichung trotzdem als angebracht erschien, erklärt sich daraus, dass es manche Arten enthält, welche in zoogeographischer Hinsicht vom Interesse sind.

In der nachstehenden Enumeration habe ich bei sämtlichen Formen das Sammeldatum; die Anzahl der Exemplare (in Klammern, am meisten nach den Geschlechtern getrennt), sowie manch-

mal auch die nähere Fundstelle angegeben. Wo eine solche fehlt, gilt das Kőszeger Gebirge als allgemeines Sammelgebiet. Wenn kein Sammler erwähnt wird, bedeutet es, dass die betreffenden Exemplare durch das Institut für syst. Zoologie erbeutet wurden. Die Zahlenangaben erlauben, zwar nur in grösseren Zügen, auch auf die Häufigkeit der Diplopoden im Gebiete gewisse Schlüsse zu ziehen.

1. Liste der gefundenen Diplopoden.

Fam.: *Polyxenidae.*

1. *Polyxenus lagurus* (L.). — 22. V. 1936 (2 juv.); 2. XI. 1938 (1 im., 1 juv., leg. Dr. A. Visnya).

Fam.: *Glomeridae.*

2. *Glomeris (Stenopleuromeris) ornata* C. L. Koch. (det. T. Jermy). — 24—29. IX. 1936 (6). Für die Fauna Ungarns neu.

3. *Haploglomeris multistriata* (C. L. Koch. (det. T. Jermy). — 13. VII. 1936 (2, leg. Dr. A. Pongrácz); Irottkő, 860 m, 15. VII. 1936 (1, leg. Dr. A. Pongrácz); 18—19. V. 1936 (15); 24—29. IX. 1936 (4); 8—10. X. 1937 (8).

Fam.: *Glomeridellidae.*

4. *Glomeridella minima* (Latzel). (det. T. Jermy). — 24—29. IX. 1936 (6).

Fam.: *Gervaisiidae.*

5. *Gervaisia gibbula* Latzel. — 21. V. 1936 (1); 8—10. X. 1937 (1).

Fam.: *Orobainosomidae.*

6. *Orobainosoma (Brachybainosoma) hungaricum* Verh. — X. 1938 (1 ♂, leg. Dr. A. Visnya).

Fam.: *Craspedosomidae.*

7. *Ceratosoma (Ceratosoma) elaphron nubium* Verh. — 1. XI. 1937 (1 ♂, 1 ♀); 2. XI. 1938 (2 ♂, leg. Dr. A. Visnya). Für die Fauna Ungarns neu.

8. *Ceratosoma (Leptalpium) triaina* (Attems). — 1. XI. 1937 (1 ♂, 2 ♀). Für die Fauna Ungarns neu?

9. *Craspedosoma transsilvanicum austriacum* Verh. — 8—10. X. 1937 (2 ♂, 1 ♀); 1. XI. 1937 (1 ♂, 1♀); Alsó erdő, 12. 1938 (1 ♂, leg. Dr. A. Visnya); Castanea, II—III. 1939. (1 ♂, leg. Dr. A. Visnya). Für die Fauna Ungarns neu.

Fam.: *Polydesmidae.*

10. *Polydesmus (Polydesmus) complanatus* var. *illyricus* Verh. — 18—22. V. 1936 (21); 13—14. VII. 1936, 680 m (5, leg. Dr. A. Pongrácz); Irottkő, 860 m, 15. VII. 1936 (2, leg. Dr. A. Pongrácz); 24—29. IX. 1936 (4); Őzkút, 24. VI. 1937 (3); Flórián-Quelle, 24. VI. 1937 (1); 8—10. X. 1937 (14); Tábor-Berg, 1. XI. 1937 (1 ♂, 2 ♀); Gössbach-Tal, 2. XI. 1937 (4) ; Tal des Stájer-Baches, 2. XI. 1937 (2); IX. 1938 (1 ♀, 9 juv., leg. Dr. A. Visnya); X. 1938 (1 ♂, 1 ♀, 4 juv., leg. Dr. A. Visnya); 2. XI. 1938 (3 juv., leg. Dr. A. Visnya).

11. *Polydesmus (Polydesmus) monticolus* Latzel. — 13. VII. 1936, 680 m, (2, leg. Dr. A. Pongrácz).

Fam.: *Strongylosomidae.*

12. *Strongylosoma pallipes* (Olivier). — 18—22. V. 1936 (3); Őzkút, 23. VI. 1937 (4); 8—10. X. 1937 (1).

Fam.: *Julidae.*

13. *Cylindroiulus (Bracheioiulus) boleti* (C. L. Koch). — 18—22. V. 1936 (4 Schaltmännchen, 11 ♂, 22 ♀); 13, 14 u. 16. VII. 1936, 680 m (1 Schaltmännchen, 1 ♂, 5 ♀, leg. Dr. A Pongrácz); Irottkő, 860 m, 15. VII. 1936 (1 Schaltmännchen, leg. Dr. A. Pongrácz); 24—29. IX. 1936 (15 ♂, 17 ♀, 4 juv.); Seybold-Berg, 23. VI. 1937 (1 juv.); Őzkút, 24. VI. 1937 (2 ♀); Kendig, 27. VI. 1937 (1 ♂); 8—10. X. 1937 (9 ♂, 25 ♀, 10 juv.); 1. XI. 1937 (2 ♂); Tábor-Berg, 1. XI. 1937 (1 ♂, 3 ♀); Tal des Stájer-Baches, 2. XI. 1937 (4 ♂, 3 ♀); Gössbach, 2. XI. 1937 (1 ♀); IX. 1938 (6 juv., leg. Dr. A. Visnya); X. 1938 (1 ♂, 1 juv., leg. Dr. A. Visnya); Alsó erdő, 12. XI. 1938 (1 ♂, 6 juv., leg Dr. A. Visnya); Irottkő, 24. IX. 1940 (3 ♀, leg. Dr. A. Visnya).

14. *Cylindroiulus (Cylindroiulus) luridus* (C. L. Koch). — 18—22. V. 1936 (1 ♀); Tal des Stájer-Baches, 20. V. 1936 (1 ♀, 1 juv.); 24—29. IX. 1936 (2 ♀); Őzkút, 24. VI. 1937 (2 ♂); 8—10. X. 1937 (3 ♂, 4 ♀).

15. *Cylindroiulus (Orocylindrus) Meinerti* (Verh.). — 18—22. V. 1936 (3 ♂, 9 ♀); 14. VII. 1936, 680 m (1 ♀, leg. Dr. A. Pongrácz); Irottkő, 860 m, 15. VII. 1936 (1 ♀, leg. Dr. A. Pongrácz); 24—29. IX. 1936 (2 Schaltmännchen, 1 ♂, 4 ♀, 2 juv.); Seybold-Berg, 23. VI. 1937 (1 ♀); 8—10. X. 1937 (6 ♀); 1. XI. 1937 (1 ♂); Tábor-Berg, 1. XI. 1937 (2 ♀).

16. *Leptophyllum nanum* (Latzel). — 22. V. 1936 (7 ♂, 4 ♀); 24—29. IX. 1936 (2 ♂, 2 ♀); Őzkút, 24. VI. 1937 (1 ♂); 8—10. X. 1937 (1 ♂); X. 1938 (1 ♂, leg. Dr. A. Visnya).

17. *Styrioiulus pelidnus* (Latzel). — 1. XI. 1937 (1 ♂). Für die Fauna Ungarns neu.

18. *Pachypodoiulus eurypus* (Attems). — 24—29. IX. 1936 (1 ♂). Für die Fauna Ungarns neu.

19. *Leptoiulus (Lamelloiulus) proximus* var. *noaranus* Verh. — 18—22. V. 1936 (2 ♂); Őzkút, 24. VI. 1937 (6 ♂); 8—10. X. 1937 (1 ♂). Für diei Fauna Ungarns neu.

20. *Leptoiulus (Leptoiulus) saltuvagus* (Verh.). — 24—29. IX. 1936 (2 ♂, 1 juv.); 8—10. X. 1937. (1 ♂); 1. XI. 1937 (3 ♂); Gössbach, 2. XI. 1937 (1 ♂, 1 ♀).

21. *Leptoiulus (Leptoiulus) simplex attenuatus* Attems. — 18—22. V. 1936 (2 ♂); 24—29. IX. 1936 (3 ♂); 8—10. X. 1937 (1 ♂, 1 ♀); Tábor-Berg, 1. XI. 1937 (1 ♂).

22. *Ophyiulus fallax* (Meinert). — Őzkút, 24. VI. 1937 (4 ♂); am Ufer des Gyöngyös-Baches, 9. IV. 1938 (1 Schaltmännchen, leg. Dr. A. Visnya).

23. *Ophyiulus fallax maior* Bigler et Verh. — 18—22. V. 1936 (1 ♂); Őzkút. 24. VI. 1937 (1 ♂); Kendig, 27. VI. 1937 (1 ♂). Für die Fauna Ungarns neu.

24. *Unciger foetidus* (C. L. Koch). — 24. VI. 1937 (1 ♀); Őzkút, 24. VI. 1937 (1 ♀); 8—10. X. 1937 (1 ♂, 1 ♀).

25. *Chromatoiulus unilineatus* (C. L. Koch). — VIII. 1937 (1 ♀, leg. Dr. A. Pongrácz); am Ufer des Gyöngyös-Baches, 9. IV. 1938 (1 ♀, leg. Dr. A. Visnya).

26. *Chromatoiulus projectus* var. *dioritanus* (Verh.). — Őzkút, 24. VI. 1937 (1 ♂, 6 ♀); 8—10. X. 1937 (1 ♂); Tábor-Berg, 1. XI. 1937 (1 ♂.)

27. *Schizophyllum (Bothroiulus) sabulosum* (L.). — Am Ufer eines Tümpels bei Kőszegfalva, 12. VII. 1937 (1 ♀, leg. Dr. A. Visnya).

Fam. : *Polyzonidae.*

28. *Polyzonium germanicum* Brandt. — 18—22. V. 1936 (3 ♂, 5 ♀); 1. XI. 1937 (1 ♀); IX. 1938 (3 ♀, leg. Dr. A Visnya); X. 1938 (1 ♂, leg. Dr. A. Visnya); 2. XI. 1938 (6 ♂, 10 ♀, leg. Dr. A. Visnya); Alsó erdő, 12. XI. 1938 (22 ♂, 11 ♀, leg. Dr. A. Visnya).

2. Faunistische Bemerkungen.

Nach unseren bisherigen Kenntnissen beschränkt sich *Glomeris ornata* auf das südöstliche Alpengebiet und auf das einstige österreichische Küstenland. Da das Kőszeger Gebirge der östlichste Ausläufer der Alpen bildet, war das Vorkommen dieser Art hier zu erwarten. Das Kőszeger Gebirge ist zugleich derzeitig der nördlichste Fund dieses Tierchens. Der ungarische Faunenkatalog (6) erwähnt zwar diese Art aus dem Gebirge Vlegyásza (Bihar-Gebirge, Komitat Kolozs), diese Angabe dürfte jedoch irrig sein und bezieht sich offenbar auf irgendeine andere Art, denn das Vorkommen dieses Tierchens dort äusserst unwahrscheinlich ist.

Ein wenig breiteres Faunengebiet (Südostalpen, Jugoslavien, Montenegro, nördliche österreichische Kalkalpen) eroberte *Haploglomeris multistriata*, und weist auf einen deutlichen faunistischen Zusammenhang vom Kőszeger Gebirge mit den Südostalpen hin.

Die im Pflanzengenist sehr verborgen lebende, feine Rückenborsten tragende, kleine (2—5 mm L.) *Glomeridella minima* kennen wir aus dem einstigen österreichischen Küstenlande, Oberösterreich, Steiermark, Krain, Kroatien, Bosnien. Dieses Verbreitungsgebiet ergänzt sich jetzt mit dem Kőszeger Gebirge.

Die zu einer grauweissen Kalkkugel von 3·5—4·8 mm Durchmesser ähnliche *Gervaisia gibbula* dringt vielleicht nicht so südlich herab als die vorige Art, obgleich sie schon auch aus Kroatien erwähnt wurde. Demgegenüber ist sie viel nördlich hinaufgedrungen, denn sie auch im östlichen Oberbayern nachgewiesen wurde.

Orobainosoma hungaricum wurde von VERHOEFF (19) aus der Abaligeter-Höhle beschrieben. Seitdem kam es meines Wissens anderswoher noch nicht zum Vorschein. Über den tiergeographischen Charakter dieses Tieres ist auf Grund der beiden bisher festgestellten Fundorte noch wenig auszusagen. In Ungarn ist es derzeit noch als endemische Form aufzufassen. Um den ökologischen Charakter dieser Form richtig zu beurteilen, sind noch weitere Angaben nötig. Nach den beiden verschiedenartigen Fundorten soll das Tier zu den anpassungsfähigeren Arten gehören. Es ist keineswegs ein ausgesprochener Höhlenbewohner. Nach dem Fundorte im Kőszeger Gebirge hält sich gern auch in Waldgebieten, und zwar oberirdisch auf.

Die Form *Ceratosoma elaphron nubium* kennen wir bisher nur aus Niederösterreich und aus der Grenze von Steiermark an der Bürgeralp bei Mariazell. Zu diesem engen Verbreitungsgebiet schliesst sich jetzt das benachbarte Kőszeger Gebirge an. Das Verbreitungsgebiet von *Ceratosoma triaina* ist etwas grösser, da diese Art ausser Niederösterreich auch in Steiermark lebt, wo keine Seltenheit ist.

Noch grössere Gebiete eroberte *Craspedosoma transsilvanicum austriacum*, welches ausser Ober- und Niederösterreich, Steiermark, nach SCHUBART (9) auch in den ungarischen Randgebirgen im Südwesten und in Jugoslavien gefunden wurde. VERHOEFF unterscheidet bei dieser Art 4 Subspezies *(transsilvanicum, madidum, traunianum* und *austriacum)*, von denen die Form *austriacum* am Wiener Schneeberg bis 1400 m hinaufdringt, während die anderen Formen am meisten unter der Höhe von 900 m leben. ATTEMS zieht diese 4 Subspezies auf 2 zusammen und anerkennt neben der Stammform nur die Subspezies *austriacum*. Offenbar hat ATTEMS recht darin. Solange aber bis die Ansichten der einzelnen Autoren nicht übereinstimmen, wie viele Rassen bei irgendeiner Art deutlich zu unterscheiden sind, kann die geographische Verbreitung natürlich nicht genau analysiert werden. Ich muss bemerken, dass das oben erwähnte Verbreitungsgebiet der Form *austriacum* die Auffassung von ATTEMS befolgt.

Der ausgesprochen montane *Polydesmus monticolus* ist in Ungarn meines Wissens nur aus der Hohen-Tatra bekannt, von

wo von LATZEL (8) erwähnt wurde. Das Tier war sonstig bisher in der Südostecke Oberbayerns, in Südostschweiz, Österreich, Südwesttirol, Italien südlich bis zum Iseo-See zu finden und dringt verschiedentlich bis 2400 m hinauf. Im Kőszeger Gebirge kam es in einer Höhe von 680 m zum Vorschein.

Cylindroiulus Meinerti ist ein typisch alpine Waldbewohner, dessen östlichste Fundpunkte in Nordwestkroatien bei Ivanscica und jetzt im Kőszeger Gebirge sind. Westlich ist diese Form in der Schweiz bis zum Rheintal, südlich in den Dolomiten zu finden. Nördlich dringt sie noch in die schwäbisch-bayerische Hochebene, jedoch das Donautal nirgends erreichend.

Styrioiulus pelidnus kennen LATZEL und auch ATTEMS (1) aus Kärnten, Steiermark, Oberösterreich und dem einstigen österreichischen Küstenlande; nach VERHOEFF ist sein Verbreitungsgebiet: Ostalpen. Das Kőszeger Gebirge ist also der östlichste Fundpunkt dieses Tierchens. Nach dem ungarischen Faunenkatalog lebt *Styrioiulus pelidnus* in der Umgebung von Bártfa, Szinyérváralja und im Vlegvásza Gebirge. Diese Angaben sind aber allem Anscheine nach irrig und die Exemplare dieser Fundpunkte sind wahrscheinlich die Vertreter der Art von *Leptophyllum nanum*, eventuell sind mit der später beschriebenen Art *Leptophyllum tatranum* VERH. identisch. Das Verbreitungsgebiet von *Styrioiulus pelidnus* beschränkt sich nämlich nach LATZEL, ATTEMS und VERHOEFF nur auf das oben erwähnten Gebiet.

Auch für *Pachypodoiulus eurypus* ist das Kőszeger Gebirge bisher der östlichste bekannte Fundpunkt. Diese Form lebt in Deutschland in den nördlichen Kalkalpen, Österreich, Steiermark (bei Graz ist nicht selten) und in der Tauernkette im allgemeinen wahrscheinlich unter Laub, Moos und Holz an feuchteren, bewaldeten Plätzen.

Der weit in Nord-Nordost- und teils in Südosteuropa genug häufige *Leptoiulus proximus* hat eine Rasse *(noaranus)*, welche nur auf die Nordostalpen beschränkt ist. Diese Rasse kam jetzt mit dem Kőszeger Funde aus dem östlichsten Ausläufer der Alpen zum Vorschein.

Auch *Leptoiulus saltuvagus* ist eine solche Form, deren Verbreitungsgebiet westlich von Ungarn liegt. Bei uns wurde dieses

Tier bisher am Neusiedler See bei Sopron und aus Kőszeg bekannt geworden, welche zugleich seine östlichste Fundpunkte darstellen. Wahrscheinlich ist es auch in nördlicher Jugoslavien bis Bosnien heimisch.

Die Heimat von *Leptoiulus simplex attenatus* ist ziemlich eng, da er bisher nur aus Kärnten, Tirol, Oststeiermark und aus Kroatien gemeldet wurde.

Hinsichtlich der Abgrenzung und Bezeichnung von *Ophyiulus fallax* und *Ophyiulus fallax maior* wurde unter den einzelnen Autoren bisher noch keine Einigung erzielt. *Ophyiulus fallax* scheint die mehr verbreitete Form zu sein, denn sie ist im grössten Teile Europas heimisch, *Ophyiulus fallax maior* beschränkt sich dagegen auf die Ostalpen, Oberitalien und nach VERHOEFF auf Bayern. Beide Formen sind auch meines Erachtens voneinander gut zu trennen und im Kőszeger Gebirge sind beide Formen gleichmässig zu finden. Es wären immerhin weitere, breit basierte Untersuchungen zur Klärung der strittigen Fragen sehr erwünscht.

Chromatoiulus unilineatus ist, wie bekannt, im ungarischen Tieflande gemein und kommt auch in waldlosen Gegenden vor. Sie wäre also in Ungarn eine mehr xerophile Art, welche hier die sandigen und waldlosen Gebiete bevorzugt. Das eine Exemplar wurde in Kőszeg am Ufer des Gyöngyös-Baches, also in einer verhältnismässig feuchten Umgebung erbeutet.

Chromatoiulus projectus dioritanus ist im allgemeinen petrophil und hält sich gern in kleineren Waldgebieten und Buschwäldern auf. In Ungarn kam er auch aus Kecske-Höhle zum Vorschein(13). Sonst hat er ihre Heimat ausser Ungarn in Deutschland, Österreich und Jugoslavien.

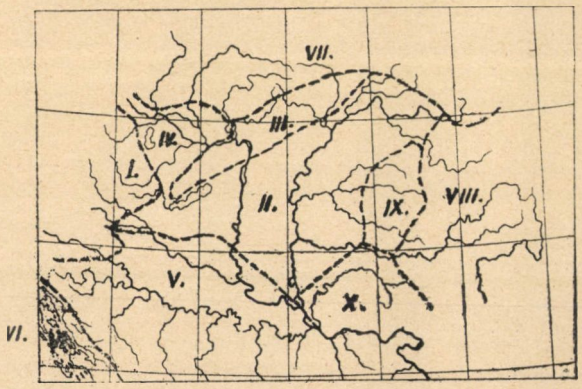
3. Tiergeographische Erörterungen.

In der ungarischen Fachliteratur haben einige Fachleute (z. B. SZILÁDY, SOÓS, KOLOSVÁRY u. a.) bereits Versuche gemacht, das Karpathenbecken, bzw. das historische Ungarn tiergeographisch einzuteilen. Die einzelnen Autoren bemühten sich natürlich auf Grund verschiedener Tiergruppen die tiergeographische Einteilung des Karpathenbeckens durchzuführen. Es wäre also sehr erwünscht, auch die diplopodengeographische Einteilung des historischen

Ungarns zu versuchen. Das ist jedoch derzeitig noch verfrüht, da unsere Kenntnisse über die Tausendfüssler-Fauna Ungarns nocht recht lückenhaft sind. Dazu müsste man die Diplopoden-Fauna des genannten Gebietes ausführlicher kennen.

Immerhin versuchen wir die im Kőszeger Gebirge gefundenen Diplopoden innerhalb des Karpathenbeckens, undzwar vorläufig nach der KOLOSVÁRY-schen Einteilung (7), tiergeographisch zu analysieren. KOLOSVÁRY hat die Grundlagen der *spinnen*geographischen Einteilung des historischen Ungarns niedergelegt. Wir müssen bemerken, dass diese tiergeographische Einteilungen, da nach verschiedenen Tiergruppen verfertigt wurden, natürlich nicht miteinander ganz übereinstimmen können. Besonders zeigen sich Abweichungen in den Einzelheiten. Es ist wahrscheinlich, dass wenn die diplopodengeographische Einteilung des historischen Ungarns später entworfen wird, sie eventuell auch mit der KOLOSVÁRYschen tiergeographischen Einteilung nicht genau übereinstimmen wird. Sie wird aber vermutlich von dieser auch nicht übermässig abweichen.

KOLOSVÁRY teilt das historische Ungarn in 10 Regionen bzw. Provinzen ein. Diese sind: I. Alpicum, II. Pannonicum, III. Prae-



Zoogeographische Einteilung des historischen Ungarns. I. Alpicum. — II. Pannonicum. — III. Praepannonicum. — IV. Transpannonicum. — V. Dinaricum. — VI. Adriaticum. — VII. Carpaticum. — VIII. Transsylvanicum. — IX. Biharicum. — X. Banaticum. (Nach G. v. KOLOSVÁRY.)

pannonicum, IV. Transpannonicum, V. Dinaricum, VI. Adriaticum, VII. Carpaticum, VIII. Transsylvanicum, IX. Biharicum, X. Banaticum. (S. Kartenskizze.)

Sehen wir nun, wie die im Kőszeger Gebirge gefundenen Formen nach dem augenblicklichen Stande unserer Untersuchungen in den einzelnen Provinzen des Karpathenbeckens sich verteilen.

I. Alpicum.

In dieser Provinz sind natürlich alle im unseren Forschungsgebiete gefundenen Formen heimisch; wenn anderswo in dieser Provinz eventuell nicht zu finden wären, sie leben im Kőszeger Gebirge gewiss. Es gibt aber Formen, die in Ungarn nur aus diesem Gebiete bekannt sind, und zwar:

Glomeris ornata
Ceratosoma elaphron nubium
Ceratosoma triaina
Styrioiulus pelidnus
Pachypodoiulus eurypus
Leptoiulus proximus noaranus.
Ophyiulus fallax maior.

II. Pannonicum.

Polydesmus complanatus illyricus?
Schizophyllum sabulosum
Polyzonium germanicum.

III. Praepannonicum.

Polydesmus complanatus illyricus
Chromatoiulus projectus dioritanus

IV. Transpannonicum.

Polydesmus complanatus illyricus
Leptoiulus saltuvagus.

V. Dinaricum.

Haploglomeris multistriata
Glomeridella minima
Gervaisia gibbula
Orobainosoma hungaricum
Craspedosoma transsilvanicum austriacum?
Polydesmus complanatus illyricus?
Cylindroiulus Meinerti
Leptophyllum nanum
Leptoiulus saltuvagus?
Leptoiulus simplex attenuatus
Chromatoiulus projectus dioritanus
Schizophyllum sabulosum.

VI. Adriaticum.

Meines Wissens keine nähere Angaben.

VII. Carpathicum.

Polydesmus complanatus illyricus
Polydesmus monticolus
Leptophyllum nanum
Chromatoiulus projectus dioritanus
Schizophyllum sabulosum
Polyzonium germanicum.

VIII. Transsylvanicum.

Polydesmus complanatus illyricus
Chromatoiulus projectus dioritanus
Schizophyllum sabulosum
Polyzonium germanicum.

IX. Biharicum.

Leptophyllum nanum
Schizophyllum sabulosum
Polyzonium germanicum.

X. Banaticum.

Leptophyllum nanum
Chromatoiulus projectus dioritanus
Schizophyllum sabulosum
Polyzonium germanicum.

Die Arten *Polyxenus lagurus, Strongylosoma pallipes, Cylindroiulus boleti, Cylindroiulus luridus, Ophyiulus fallax, Unciger foetidus* und *Chromatoiulus unilineatus* wurden in der obigen Aufzählung nach Provinzen deshalb nicht erwähnt, da diese laut des ungarischen Faunenkataloges: secundum data literaturae sat. bzw. ubique frequens esse videntur (in Ungarn). Nach den neueren Forschungen sind auch die Formen *Polydesmus complanatus illyricus, Leptophyllum nanum, Chromatoiulus projectus dioritanus Schizophyllum sabulosum* und *Polyzonium germanicum* in Karpathenbecken sehr verbreitet.

*

Sehen wir endlich, wie sich die im Kőszeger Gebirge gefundene Formen in den einzelnen Provinzen der europäischen Paläarktis verteilen.

Wir müssen vorher bemerken, — wie schon erwähnt wurde —

nach unseren bisherigen Kenntnissen *Orobainosoma hungaricum* nur aus Ungarn, undzwar nur südlich und westlich der Donau bekannt ist. Die Art gilt also vorläufig als ein endemisches Tier.

Es sind Formen, deren Verbreitungsgebiet auf die sogenannte «östliche Voralpen» (ATTEMS, 2) beschränkt ist. Diese Provinz umfasst folgendes Gebiet: Ober- und Niederösterreich südlich der Donau bis zu den Alpen, Steiermark, bis zur Drau, die in glazialer Zeit eisfrei gebliebenen Teile Kärntens und das Hügelland Westungarns Auf dieses verhältnismässig enge Gebiet sind folgende Formen heimisch:

Ceratosoma elaphron nubium *Leptoiulus proximus noaranus.*
Ceratosoma triaina

Das Verbreitungsgebiet der Art von *Glomeris ornata* beschränkt sich nur auf die Provinzen östliche Voralpen und Oberitalien (die Hügel und Vorberge zwischen der Po-Ebene, die Südrande der Alpen in Piemont, Lombardei, Trentino und Venetien).

Es gibt Formen, deren Verbreitung sich auf die Provinz östliche Voralpen und auf die Subprovinz Ägäis (Kroatien, Balkanhalbinsel und Inseln im jonischen und ägäischen Meer; Ägäis ist die eine Subprovinz der Provinz Thrakophrygis) erstreckt. Diese sind:

Craspedosoma transsilvanicum austriacum
Leptoiulus simplex attenuatus.

Die folgenden Arten sind in den Provinzen östliche Voralpen, Oberitalien und in der Subprovinz Ägäis verbreitet:

Haploglomeris multistriata *Styrioiulus pelidnus.*
Glomeridella minima

Es gibt Arten, deren Verbreitungsgebiet sich auf die Subprovinz Ägäis, auf die Provinzen östliche Voralpen, und Mittel- und Süddeutschland (die «Germania montana» VERHOEFF's) erstreckt. Diese sind:

Gervaisia gibbula *Leptoiulus saltuvagus.*

Die Art *Pachypodoiulus eurypus* ist in den Provinzen östliche Voralpen, Mittel- und Süddeutschland, die Form *Ophyiulus fallax maior* in den Provinzen östliche Voralpen, Alpen (West- und

Ostalpen), Mittel- und Süddeutschland und Oberitalien, die Art *Polydesmus monticolus* in den Provinzen östliche Voralpen, Alpen, Mittel- und Süddeutschland, Oberitalien und Karpathenländer (umfasst den ganzen Karpathenbogen), die Art *Cylindroiulus luridus* in den Provinzen östliche Voralpen, Karpathenländer und in der Subprovinz Ägäis, die Art *Cylindroiulus Meinerti* in den Provinzen östliche Voralpen, Alpen, Mittel- und Süddeutschland und in der Subprovinz Ägäis verbreitet.

Endlich gibt es Formen, deren Verbreitungsgebiet sich auf die Provinzen östliche Voralpen, Karpathenländer, Mittel- und Süddeutschland und auf die Subprovinz Ägäis erstreckt. Diese sind:

Chromatoiulus unilineatus *Chromatoiulus projectus dioritanus.*

Die anderen oben nicht angeführten Formen sind in grösseren Gebieten Europas heimisch. Es gibt Arten (z. B. *Schizophyllum sabulosum, Polyzonium germanicum*), welche überall in Europa vorkommen, andere (z. B. *Strongylosoma pallipes*) sind für Osteuropa, weitere Formen (z. B. *Ophyiulus fallax*) dagegen für Westeuropa charakteristisch. Unter diesen, wie oben schon erwähnt wurde, gibt es Formen, die in dem Kőszeger Gebirge die Ostgrenze ihres Verbreitungsgebietes erreichen. Die Art *Polyxenus lagurus* wurde ausser Europa auch in Azoren und Zentralsahara gefunden.

*

Zum Schluss kann man feststellen, dass die Diplopoden des Kőszeger Gebirges den Eindruck einer bunt zusammengewürfelten Gesellschaft machen, welche — die auf die östlichen Voralpen, bzw. Ostalpen beschränkten, mehr oder weniger endemischen Formen und die europäischen Ubiquisten abgerechnet — auf einen natürlichen Zusammenhang hauptsächlich mit der mitteleuropäischen Fauna weisen. Einige Formen zeigen aber eine deutliche Beziehung mit der südslavischen bzw. balkanischen, andere mit der ost- und südostalpinen Fauna. In den westlich, südwestlich und südlich benachbarten Gebieten (Steiermark, Kärnten, Tirol, Kroatien u. a.) sind noch eine Reihe von Formen bekannt, welche während der späteren Forschungen hoffentlich auch aus dem Kőszeger Gebirge zum Vorschein kommen werden.

Literatur.

1. ATTEMS, C.: Die Myriopoden Steiermarks. (Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, 104, I, 1895, p. 117—238).

2. ATTEMS, C.: Diplopoda in: Kükenthal—Krumbach. Handbuch der Zoologie, 4, I, 1926, p. 29—238.

3. ATTEMS, C.: Über paläarktische Diplopoden. (Arch. f. Naturg., 92, A, 1—2, 1927, p. 1—256).

4. ATTEMS, C.: Die Myriopodenfauna von Albanien und Jugoslavien. (Zool. Jahrb. Syst., 56, 1929, p. 269—356).

5. DADAY, J.: A magyarországi Myriopodák magánrajza. (Myriopoda regni Hungariae.) Budapest, 1889, p. 1—122.

6. DADAY, J.: Myriopoda in: Fauna Regni Hungariae. Budapest, 1900.

7. KOLOSVÁRY, G. v.: Ein Versuch zur Einteilung der Karpathischen Länder mit Berü ksi htigung der spinnenfaunistischen Angaben und ein Beitrag zum Rassenkreisproblem bei Spinnen. (Fol. Zool. et Hydrobiol., 9. 1, 1936, p. 92—114).

8. LATZEL, R.: Die Myriopoden der Österreich-Ungarischen Monarchie. Zweite Hälfte: Die Symphylen, Pauropoden und Diplopoden. Wien, 1884, p. 1—414.

9. SCHUBART, O.: Tausendfüssler oder Myriapoda, I: Diplopoda in: Die Tierwelt Deutschlands, 28. T., Jena, 1934, p. 1—318.

10. Soós, L.: Magyarország állatföldrajzi felosztása — The zoogeographical division of historic Hungary. (Állatt. Közlem., 31, 1—2, 1934, p. 1—25).

11. SZABÓ, M.: Szeged vidékének Myriopodái. — Die Miriopoden der Umgebung von Szeged. (Acta biol. Szeged. 2, 1, 1931, p. 14—31).

12. SZABÓ, M.: Die Myriopoden der Halbinsel Tihany. (Magyar Biol. Kut. Munk., 5, 1932, p. 44—50).

13. SZALAY, L.: Beiträge zur Kenntnis der Myriopoden-Fauna der Kecske- und Szent István-Höhle. (Fragm. Faunist. Hung., 3, 1, 1940, p. 7—9).

14. SZALAY, L.: Adatok a Kőszegi-hegység százlábú (Chilopoda) faunájának ismeretéhez. — Beiträge zur Kenntnis der Chilopoden-Fauna des Kőszeger Gebirges. (Dunántúli Szemle, 7, 1940, p. 93—96).

15. SZILÁDY, Z.: Mediterrán állatszigeteink. (Pótfüz. Termtud. Közl.-höz. 65, 189, 1933, p. 27—29).

16. VERHOEFF, K. W.: Zur Kenntnis süddeutscher Craspedosomen. (Zool. Anz., 44, 1914, p. 337—361).

17. VERHOEFF, K. W.: Adatok a Nagy Magyar Alföld Diplopoda-faunájának ismeretéhez — Beiträge zur Kenntnis der Diplopodenfauna des Ungarischen Tieflandes (106. Diplopoden-Aufsatz). (Állatt. Közlem., 24, 1—2, 1927, p. 81—83, 120—122).

18. VERHOEFF, K. W.: Neue und besonders ostalpine Chilognathen-Beiträge. (108. Diplopoden-Aufsatz). (Zool. Jahrb. Abt. Syst., 55, 1928. p. 253—328).

19. VERHOEFF, K. W.: Adatok Magyarország Diplopoda-faunájához — Zur Kenntnis der Diplopodenfauna Ungarns. (109. Diplopoden-Aufsatz). (Állatt. Közlem., 25, 3—4, 1928. p. 124—126, 182—199).

20. VERHOEFF, K. W.: Diplopoda in: Die Tierwelt Mitteleuropas. II. Bd., 3. Lief., Leipzig, p. 1—79).

21. VERHOEFF, K. W.: Északmagyarországi Diplopodákról — Zur Kenntnis nordungarischer Diplopoden. (Mat. Naturw. Anz. d. Ung. Akad. Wiss., 60, 1941. p. 225, 226—242).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Mai 1942.)

VIVIPARUS-OK VÁLTOZÉKONYSÁGA.

STRAUSZ LÁSZLÓ-tól.

A geológiai harmadkor vége felé a pannoniai kori kevéssé sós vízű tó foglalta el DK-Európa területének nagy részét; üledékei töltik ki a kárpáti medencék belsejét. E rétegcsoport nevét is innen kapta, híres dunántúli előfordulásairól. Állatvilága igen különleges volt, legközelebb állt a Fekete-tenger mai faunájához, de attól is sok fontos vonásában különbözik. A pannóniai fauna kevés genuszból áll, igen sok fajjal; miként azonban a pannóniai képződmények szintezésében is folyton új beosztásokat kell látnunk, a régiek teljes elvetése mellett, úgy a kövületfajok sorsa is ilyen, tömegesen írnak le új fajokat s tömegesen vonják be azokat, cáfolják meg létezésüket. Ennek oka nemcsak egyes szerzők elhamarkodása, hanem az is, hogy a pannoniai kori fauna alakjai mérhetetlenül változékonyak s ezért a faji bélyegek értékének és a változékonyság határainak megállapítása csak nagy anyag összehasonlítása és részletes vizsgálata alapján lehetséges. Valószínű, hogy ennek a vad változékonyságnak oka végeredményben a pannóniai tó vizének mind a tengernél, mind az édesvizeknél nagyobb fokú állandótlansága, fizikai és kémiai viszonyainak (hőmérséklet, sótartalom stb.) folytonos ingadozása.

A fauna mérhetetlen alakbeli gazdagságának közvetlen magyarázatát azonban főleg három különböző módon kísérelték meg. Az első, elég általánosan elfogadott magyarázat az volt, hogy az egyes fajok gyors ütemben átalakultak, képződtek belőlük — egy-egy tulajdonságuk fokozódásával vagy csökkenésével — új fajok; az átalakulás folyamatát mutatnák ezen magyarázat szerint a gyakran található «középalakok», melyek két szélsőségesebb forma jellegét egyesítik magukon. Ilyen magyarázatát találjuk főleg a *Viviparus*-ok és *Melanopsis*-ok változékonyságának.

Második magyarázat az, hogy a különleges fizikai körülmények között a fajokban növekedett a hybridek (basztárdok) képzésére irányuló képesség vagy hajlam s a «középalakok» (az előbbi magyarázattal ellentétben) nem szétváló tendenciát mutatnak, hanem inkább összekeveredését, egyesülését az azelőtt külön volt elemeknek. Ez a magyarázat is megengedi azért, hogy kivételesen a hybridekből új faj is alakulhasson. Főleg a *Melanopsis*-ok változékonyságát igyekeztek egyesek hybridizációval magyarázni; több *Melanopsis*-«középalak» esetében magam is igyekeztem ezt bizonyítani (7). Franz (2) a *Viviparus*-oknál is gyakorinak tartja a basztárdok keletkezését.

Majdnem minden gyakoribb pannóniai molluszkagenusznál (de talán még leginkább a *Planorbis*-nál és *Congeria*-nál) szerepel az a — kétségkívül legegyszerűbb— magyarázat, hogy a sok, egymástól minimálisan elváló, de végeredményben meglepő széles sorozatot képező «változat» csak a környezethez való alkalmazkodás eredménye (paratypikus jelenség) s fajilag (genotypikusan) nem tagolható kisebb csoportokba. Főleg a táplálék különböző volta, a növekedés egyenetlensége vezethetett a héj (mint az állatnak úgyse élő része!) eltérő méretű kialakulására, a nélkül, hogy az illető faj élő részeinek lényeges változása következett volna be. Kétségkívül ez a (harmadik) magyarázat a legkevesebbet mondó, de a leíró paleontológus és a geológus számára nagyjelentőségű: a túlzott névadást feleslegesnek mutatja és óv a sztratigrafiában a fajok «átalakulásának» téves időrendi értelmezésétől. Több genusznál is hangsúlyoztam a dunántúli pannóniai képződményekről szóló munkámban (8) ezt a nagyfokú variabilitást, főleg a Congeriánál, ahol számos eddig elkülönített változatot, sőt önálló fajként szereplő formát is összevontam. Néhány adattal a *Limnocardium*-ok változékonyságát is bizonyítottam. Ezen genusz pannóniai kori alakjainál eddig aránylag kisebb variabilitást tételeztek fel; az előző, származási kori *Limnocardium*-ok nagy változékonyságát azonban Schréter Z. akadémiai székfoglaló értekezéséből láthatjuk. (6)

A mérhetetlen alakbeli gazdagságot mutató *Viviparus* genusznál is felvetődhet természetesen mind a három magyarázat lehetősége (származás-jellegű átalakulás, hybridizáció, variabilitás).

Ennek kutatása céljából kilencévi dunántúli geológiai térképező munkám alatt igen sok *Viviparus*-t gyüjtöttem s a Maort igazgatósága módot adott, hogy hatalmas anyagomat részletesen feldolgozhassam. Főnökömnek, PAPP SIMON igazgató őméltóságának ezért hálás köszönettel tartozom. Sok ezer mérést és számítást végeztem az egyes formák változékonyságának és határainak minél pontosabb meghatározására. FRANZnak, a recens és szlavóniai levantei kori *Viviparus*-ok monografusának mérési és definiálási módszereit azonban (egy-egy fajt a «szélesség $= x$ magasság $+ y$» egyenlettel határoz meg, ahol x és y az egyes fajokra jellemző értékek lennének) nem vettem át; használhatóságuknak részletes cáfolatát, valamint az ezek helyett általam használt (mérési és számokkal való jellemzési) eljárásokat «*Viviparus*-ok a Dunántúl középső részének pannóniai kori rétegeiből» (M. kir. Földtani Int. Évkönyve 1942) munkámban adom.

A 47 lelőhelyről származó *Viviparus*-anyag vizsgálata (részletesen tárgyalom említett munkámban) arra az eredményre vezetett, hogy

1. egy-egy faunában sohase szerepel egymás mellett két vagy több «faj» úgy, hogy átmenetek révén ne kapcsolódnék egymáshoz,

2. a középalakok adják az egyes kövület-társaságok túlnyomó részét, a szélsőséges alakok aránylag igen ritkák.

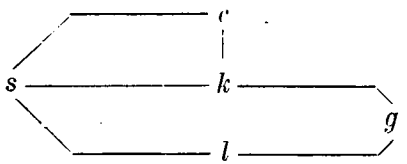
Az átmenetek olyan teljesek, minden jellegre kiterjedők, olyan általánosak (és uralkodók), hogy magyarázatukul se szabad valami kivételesen szerepelhető okot adni, hanem csakis olyat, ami teljesen általánosan érvényes lehet s minden időszakban, minden lelőhelyen, minden «fajra», ill. formára érvényes lehetett. Így azonban először is ki kell zárni annak a lehetőségét, hogy egyszerűen termetbeli «abnormitások»-ról beszélhessünk — a formák eltérése egyes típusokul választott példányoktól nem kivételes, inkább kivételes jelenség az, ha egy lelőhelyen egy fajnak egyforma, nem változatos termetű példányait gyüjthetjük.

Lehetetlen «hybridizáció»-ban keresni a formák egymásba való tökéletes átmeneteinek okát, jóllehet ezt a jelenséget többen említik a *Viviparusok*nál, maga FRANZ is. (2) A hybridizáció (értve különböző fajok, ill. egymástól rendszertanilag jól elválasztható formák keveredését) is csak kivételes, aránylag ritka jelenség

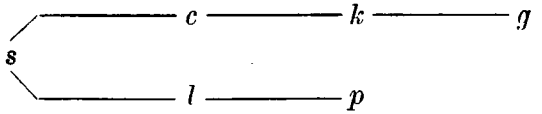
lehet. Ha az «átmeneti alakok» vagy «középalakok» hybridek, akkor természetesen azt várhatjuk, hogy ezek ritkábbak, mint az őket létrehozó tiszta formák, a faunák variációs görbéi két oldalon kulminációt (ez a tiszta fajok gyakoriságának felel meg), középen pedig határozott csökkenést mutatnak (ide esnek a két szélső forma tulajdonságait egyesítő ritka hybridek). (7) Hogy a hybridek mindenütt gyakoribbak legyenek, mint az őket létrehozó tiszta formák, az elképzelhetetlen, hiszen a szexuális affinitás nem lehet mindig kisebb ugyanazon faj keretén belül, mint egy más faj (ill. rendszertanilag elváló forma) felé. Egy-egy esetben talán nem tudunk kielégítő cáfolatot felhozni a hybridizáció lehetősége ellen — így egyes balatonvidéki lelőhelyeken együtt fordul elő sok a *V. cyrtomaphorus* Brus. középalakjának megfelelő példány, elég sok normális *V. Sadleri* Partsch és ugyancsak elég sok a *V. cyrtomaphorus* és *V. Sadleri* jellegeit egyesítő alak; ugyanez a *V. Sadleri* és *V. Lóczyi* Halav. esetében is előfordul. Ilyen kiragadott esetben (a variációs görbe *egyszeres* kulminációja dacára) nem tudnánk meggyőző érvet hozni a hybridizáció ellen. Több esetben azonban olyan alakot kellene a keveredés egyik összetevőjének vennünk, amelyik egyetlen lelőhelyen sem fordul elő egyedül s a másik formával együttes előfordulási helyén is csak század vagy még kisebb hányadát teszi ki az anyagnak, ilyen pl. a *V. pseudogracilis* Strausz (a gyakori *V. Lóczyi* Halav. mellett) és a *V. gracilis* Lőr. (a gyakori *V. kurdensis* Lör. mellett); a *V. depressus* Strausz se fordul elő sehol a *V. kurdensis* nélkül. Ezekben az esetekben teljesen lehetetlen hybridizációról beszélni; már pedig ismétlem, a *Viviparus*-formák egymásba való tökéletes átmenete (s az, hogy egy-egy lelőhelyen két jól elváló alak együttesen nem fordul elő) olyan általános jelenség, hogy egységes, általános érvényű magyarázatot kíván, — minthogy pedig a hybridizáció az esetek nagy részében kizártnak látszik, szerintem nem adhat e jelenségre megnyugtató magyarázatot, ha van is néhány olyan előfordulási hely, ahol külön-külön nem cáfolható.

Az átmenetek és középalakok keletkezésének azon magyarázatát, hogy az átmenetekkel összekötött «fajok» egymásból származnak, főleg éppen a *Viviparus*-oknál hozzák fel (l. pl. Wenz, 10. p. 2408). Természetesen nem lehet kétségbevonni azt a jelen-

séget, hogy a *Viviparus*-formák átalakulnak, az idő folyamán egy-egy tulajdonságuk hangsúlyozottabbá válik (pl. duzzanatból kiálló síma borda, majd éles gerinc, végül erős bütyöksor keletkezik), hogy azonban ilyenkor az egymásutáni időszakokban élt formákban egymás utódai felismerhetők, azt egyesek állítják, mások (4) tagadják; magam általánosságban szívesen elfogadnám. Ellenben a mi közép-dunántúli pannon *Viviparus*-ainknál nagyon könnyű cáfolni az egyes formáknak azt a származtatását, mely az eddigi hazai irodalomban szerepelt (3, 4, 9). E szerint ugyanis a *V. Sadleri* [*s*]-ből[1] származna a *V. Lóczyi* [*l*], *V. cyrtomaphorus* [*c*] és *V. kurdensis* [*k*]; a *V. Lóczyi*-tól a *V. gracilis* [*g*], a *V. cyrtomaphorus*-tól (3) a *V. kurdensis* vagy fordítva (9) a *V. kurdensis*-től a *V. cyrtomaphorus*, s természetesen (tökéletes és teljesen általános átmeneteiket tekintve) egymástól kellene származni a *V. kurdensis* és *V. gracilis*-nak (ezt az eddigi szerzők nem mondják, de ha középalakok származást bizonyítanának, akkor ezt feltétlenül így kellene vennünk). Így kiadódna a következő «leszármazási» összefüggés:



Igaz, hogy ennek a származási rendnek abszurditásait kiküszöbölhetjük azzal, ha elválasztjuk a régebben egybefoglalt, de szerintem élesen elkülönítendő *V. gracilis*-t és *V. pseudogracilis*-t [*p*], valamint a *V. kurdensis* és *V. cyrtomaphorus* származásának csak egyik (Halaváts-féle) irányát tüntetjük fel:

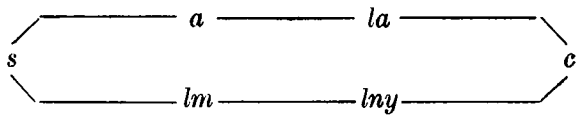


Ennek a származási rendnek a cáfolata már nem olyan szembeszökő, azonban így is hangsúlyoznom kell a következő ellenvetéseket:

[1] Szögletes zárójelben adom a rövidítést, mellyel az illető fajt következő rajzban jelölni fogom.

1. *V. cyrtomaphorus* Brus.—*V. kurdensis* Lör. közti átmenetet nem találtam s más se talált (a Lörenthey által Fonyódról ilyeneknek leírt formák tompa búbjukkal, erősen lépcsős, de magas spirájukkal egészen jól lehettek *V. cyrtomaphorus*—*V. Sadleri* közti középalakok).

2. A *V. Sadleri* Partsch—*V. cyrtomaphorus* Brus. átmenet kétféle irányba történne. Az egyik fejlődési sorrend az lenne, hogy a *V. Sadleri* [*s*] spirája fokozatosan alacsonyodik, majd az alacsonyspirájú kevéssé lépcsős átmeneti alak [*a*] a lépcsősség fokozódásával [*la*] válna típusos *V. cyrtomaphorus*-szá [*c*]; a másik átalakulási sorrendben pedig a *V. Sadleri* magas spirájának [*lm*] megőrzése mellett először a lépcsősséget fokozná igen jelentős mértékben, azután ez a magas, erősen lépcsős spira fokozatosan benyomódna [*lny*] s így menne át a *V. cyrtomaphorus*-ba, az átmenetek tehát:



két lényegesen különböző útról ugyanoda érkeznének; diphyletikus származásban pedig nem hihetünk.

3. Meggyőző a származtatás csak akkor lenne, ha az egymásutáni alakok egymás feletti szintekben fordulnának elő vagy legalább (együttes előfordulás esetén) a fiatalabb képződmények felé a fiatalabbnak minősített forma túlsúlyra jutna. Ezt pedig területünkön, ill. alakjainkra vonatkozóan bizonyítani senkinek se sikerült, ellenkezőleg, pl. Kenesén az egyik lelőhelyen a feküretegben aránylag kevés a *V. Sadleri*-jellegű példány s uralkodik a *V. Lóczyi*, a közvetlen fedőjében pedig megfordul az arány s a (származási sorrendben idősebbnek tartott) *V. Sadleri* jut túlsúlyra; Fonyódon is a feküréteg és a fedő faunájában egyaránt megvan (ha kis példányszámban is) a típusos *V. Sadleri*, az uralkodó *V. cyrtomaphorus* mellett. A «származás» tehát abban az értelemben, hogy az egyik előbb volt s a másik belőle származó) később: egyáltalán nem bizonyítható. Ha pedig a «származás»-ból az időrendiséget és az elhatárolhatóságot kikapcsoljuk (ha tehát nem lehet arról szó, hogy idővel megszűnik a két formának — közép-

alakok nagy száma által bizonyított — erős kapcsolata), akkor az nem jelent mást, mint *variabilitást.*

Ebben, a szinte határtalan variabilitásban látom az egyetlen lehetséges általános érvényű magyarázatát a *Viviparus*-ok egymásba való átmenetének. Azért nem lehet soha élesen elválasztani a két együtt szereplő «fajt», mert az nem két faj, hanem egyetlen változékony fajnak szélsőséges alakjai. Ilyen értelemben azután már nyugodtan elfogadhatjuk az egymástól való származást is, csak ez a «származás» nem egymásutániságot és nem fokozódó elkülönülést, hanem csak ingadozási határokat jelent. És ilyen értelemben a «keveredés» fogalmától se kell elzárkóznunk: ez azonban nem azt jelenti akkor, hogy idegen, távoleső alakok (a természet rendje szerint különös ritkaságszámba menő módon) keveredve *utólag* hozzák létre a középalakokat, hanem csak azt jelentheti, hogy a termetre bizonyos fokig eltérő alakok igen szűk rendszertani egységbe tartoznak, nagyon közeli rokonok, melyeknek egymással való folytonos keveredése biztosítja, hogy nem szűnik meg a köztük fennálló kapcsolat s nem válnak el később se élesen a szélsőséges termetű formák. Ez azonban egyáltalában nem a szoros értelemben vett «hybridizáció».

A formák állandótlanságát és egymásba való folytonos átmenetüket a dunántúli pannóniai kori *Viviparus*-oknál tehát egyszerűen variabilitásnak kell tartanunk s az egymásba átmeneteket képező formákat nem szabad valóban önálló fajoknak minősítenünk, hanem csak alacsonyabb, szűkebb rendszertani egységeknek. A paleontológiai értelmezés nehézsége, bizonytalansága miatt aligha érdemes súlyt vetnünk arra, hogy ezeket a kisebb rendszertani egységeket subspecies, varietas, mutatio vagy forma névvel illetjük-e, csupán az bizonyos, hogy egyetlen species kereteibe egyesítendők azok az alakok, melyek egymásba átmeneteket képeznek. Ennek dacára, részben azért, hogy a nomenklaturai változtatásokat a lehető minimumra korlátozzuk, másrészt, hogy a nehézkes trinominális elnevezéseket (amennyire lehet) elkerüljük, megtartani igyekszem azokat a neveket, melyeket mint speciesneveket alkalmaztak, azzal a megjegyzéssel, hogy pl. a «*V. Lóczyi*» néven nem fajt, hanem a *V. Sadleri* faj egyik változatát kell érteni, tehát «*V. Sadleri* forma *Lóczyi*»-t.

Viviparus-aink rokonságát tehát egymásba való átmeneteikből, ill. ilyenek hiányából állapíthatjuk meg. Az egyes lelőhelyek anyagának vizsgálata mutatta, hogy középalakok és folytonos átmenetek vannak (sőt minden lelőhelyen vannak) a *V. cyrtomaphorus, V. Sadleri, V. Lóczyi* és *V. pseudogracilis* sor szomszédos tagjai közt, valamint a *V. depressus, V. kurdensis* és *V. gracilis* sor tagjai közt is; ellenben a két sorozat egymással nem képez átmeneteket. A *V. cyrtomaphorus* és a *V. depressus*, ugyanígy a *V. pseudogracilis* és a *V. gracilis* nagyon hasonlítanak egymásra, a termet nyomott, ill. karcsú voltát kifejező számértékek a két-két hasonló megjelenésű alaknál majdnem teljesen egyeznek, de néhány feltűnő és állandó jellegük éles különbsége biztos határt von köztük, átmeneteik nincsenek és előfordulási területük geográfiailag is elválik; így ezeknek hasonlóságát csak alakbeli konvergenciának kell tartanunk, nem rokonságuk bizonyítékának.

Csekély anyagom alapján nem tudok határozott véleményt alkotni a *V. balatonicus* Neum.-nak a *V. kurdensis*-sorhoz való viszonyáról.

Összeállítottam áttekinthető vázlatba a *V. Sadleri* és *V. kurdensis* csoport egyes változatainak és átmeneti alakjainak körvonalrajzait és főbb jellegeiknek leírását (rövidítések: s. l. = tágabb értelemben, s. str. = szűkebb értelemben, átm. = átmeneti alak két szomszédos varietas közt, u. k. = utolsó kanyarulat).

A dunántúli pannóniai kori *Viviparus*-ok változékonyságának tanulmányozása tehát a paleontológiai rendszertan számára azt a tanulságot szolgáltatta, hogy a jól elkülöníthető fajok száma kisebb, mint az irodalmi adatok alapján várhattuk; a szintező geológus számára pedig a «*Viviparus*-családfák» nem nyujtanak semmi támogatást, mert a *Viviparus*-formák átmenetei, középalakjai egyidejűek, «származás»-t időrendi egymásutániság értelmében nem jelentenek.

Irodalom.

1. Dacqué, E: Vergleichende biologische Formenkunde der fossilen niederen Tiere. Berlin, 1921.

2. Franz, V.: Viviparus, Morphometrie, Phylogenie und Geographie der europäischen fossilen und rezenten Paludinen. Denkschr. Mediz. Naturwiss. Gesellsch. Jena, XVIII. 1932.

V. Sadleri PARTSCH s. str. Spira középmagas, alig lépcsős, u. k. kevéssé előreugró.

V. Sadleri—cyrtomaphorus átm. Spira középmagas, erősen lépcsős, vagy alacsony és kevéssé lépcsős; u. k. hengeres felé hajlik.

V. cyrtomaphorus BRUS. Spira igen alacsony, erősen lépcsős; u. k. széles, magas, hengeres.

V. depressus STRAUSZ. Spira alacsony, konkáv oldalvonalú; u. k. nagyon előreugró, széles, magas, hengeres.

V. kurdensis LÖR. Spira középmagas, kevéssé lépcsős; u. k. előreugró.

V. Sadleri—Lóczyi átm. Lépcsősség csekély, kanyarulatok kissé domborúak.

V. Lóczyi HALAV. Spira középmagas, kanyarulatok domborúak, nem lépcsősek; u. k. aránylag keskeny.

V. pseudogracilis STRAUSZ. Magas, karcsú; kanyarulatai domboruak; u. k. nem lépcsős.

V. gracilis LÖR. Magas, karcsú, kúpszerű, síma oldalvonallal.

V. kurdensis—gracilis átm. Spira megnyúlt, lépcsősség csekély; u. k. előreugrása nem tűnik el teljesen.

3. Halaváts Gy.: A balatonmelléki pontusi korú rétegek faunája. A Balaton Tud. Tanulm. Eredm. Pal. függ. IV. 2. 1903.

4. Lörenthey I.: Adatok a balatonmelléki pannóniai korú rétegek faunájához és sztratigrafiai helyzetéhez. A Balaton Tud. Tanulm. Eredm. Pal. függ. IV. 3. 1905.

5. Neumayr, M.—Paul, C. M.: Die Congerien und Paludinenschichten Slavoniens und deren Faunen. Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst. Wien, VII. 1875.

6. Schréter Z.: A Kárpátok által körülvett medencék származiai képződményei és azok állatvilága. Mat. Term. Tud. Értesítő LX. 1941.

7. Strausz L.: Melanopsisok változékonysága. Földt. Közl. 1941.

8. Strausz L.: Das Pannon des mittleren Westungarns. Annales Hist. Nat. Mus. Hung. XXXV. 1942.

9. Vitális I.: A peremartoni Somlódomb pliocénkorú rétegsora és faunája. Földt. Közl. 1912.

10. Wenz, W.: Gastropoda extramarina tertiaria I—XI. Fossilium Catalogus. 1923—1930.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1942. április 20-án tartott ülésén bemutatta Vendl Aladár r. t.)

ÜBER DIE VARIABILITÄT DER VIVIPARUS-ARTEN.

Von L. STRAUSZ.

Der bekannte grosse Formenreichtum der Brackwasser-Mollusken kann auf drei verschiedene Weisen erklärt werden. Entweder betrachtet man die Übergangsformen als Beweise der Abstammung der einen Form von der anderen (dieses wurde hauptsächlich bei den Viviparen und Melanopsiden vorausgesetzt), oder galten die Mittelformen als Bastarde (der Verfasser bemühte sich dieses bei den Melanopsiden zu beweisen), oder betrachtet man den Formenreichtum einfach als grosse Variabilität, welche die Vereinigung verschieden gestalteter Exemplare in eine (umfangreichere) Art erlaubt.

Ich sammelte im Laufe der Maort-Ölforschungen ein reiches Viviparus-Material aus dem westungarischen Pannon (*Congeria balatonica*-Horizont) und untersuchte die Formenkreise mit Hilfe tausender Messungen. Die wichtigsten Ergebnisse sind folgende:

An einer Fundstätte existieren nie zwei gut trennbare *Viviparus*-Arten nebeneinander, ohne dass sie durch allmähliche Übergänge miteinander verbunden wären.

Die Übergänge sind so allgemein verbreitet und häufig, dass sie nur eine allgemeingültige Erklärung haben können. Die Hybridisation ist aber in vielen Fällen unmöglich; z. B. fehlt die vorausgesetzte eine Komponente in einem Gebiete, wo die «Mischformen» häufig sind. Auch die Erklärung der Abstammung muss in vielen Fällen als unmöglich betrachtet werden, weil sie polyphyletische Abstammungen wären. Nur die grosse Variabilität der *Viviparus*-Arten kann die Ursache dieses Polymorphismus sein.

So müssen die Artgrenzen viel breiter bestimmt werden als vorher. Die bisher als selbständige Arten aufgefassten *V. Sadleri* PARTSCH, *V. cyrtomaphorus* BRUS. und *V. Lóczyi* HALAV. und die neue Varietät *V. pseudogracilis* einerseits (im Balatongebiet), *V. kurdensis* LÖR., *V. gracilis* LÖR. und die neue Varietät *V. depressus* andererseits (südlich vom Balatonsee) sollen als Varietäten in je eine Art zusammengefasst werden.

Die Stammbäume der Viviparen bieten keine Anhaltspunkte für die Stratigraphie.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 20. April 1942.)

KRISTÁLYOK NÖVEKEDÉSE ÁRAMLÓ KÖZEGBEN.

TOKODY LÁSZLÓ l. tagtól és SZTRÓKAY KÁLMÁN-tól.

I.

A kísérleti kristálytan egyik legfontosabb feladata a kristályok növekedésének pontos megállapítása. E kérdés elméleti és kristályszerkezeti megoldásával többen foglalkoztak (BECKE, NIGGLI, TERTSCH, VALETON és mások). A kísérleti vizsgálatoknak is számos kutatója van (V. GOLDSCHMIDT, HIMMEL, SPANGENBERG), sőt a feladat dinamikai megoldását is megkísérelték (KOSSEL, STRANSKY). Habár igen szép eredményeket sikerült elérni, a kristályok növekedését illetőleg még számos kérdés vár tisztázásra.

Az eddigi vizsgálatok során a kristályok növekedését nyugvó közegben tanulmányozták. Különös gondot fordítottak arra, hogy a kristály növekedésekor az anyalúg lehetőleg minden külső behatástól, rázkódtatástól mentesítve legyen. Egyszerű meggondolás azonban arra utal, hogy a természetes kristálynövekedés alkalmával szó sem lehet az anyalúgnak teljesen nyugodt állapotáról. E tekintetben nem gondolunk a kristály növekedésekor fellépő koncentrációs- és hőáramokra, hanem az anyalúg egész tömegére és annak helyzetére. A kristályok keletkezésekor a túltelített oldat vagy gőz soha nincs teljes nyugalomban. Leginkább bizonyítják ezt az eruptív kőzetek folyásos (fluidális) szerkezetű alapanyagában úszó ásványi elegyrészek, melyeknek zónás vagy inhomogén felépítése híven visszatükrözi a magma mozgása közben az ásvány továbbnövekedését.

Érdekes feladatnak látszott tehát a kristályok növekedését mozgó közegben tanulmányozni. E kérdés vizsgálatának fontosságát emeli az a tény, hogy ilyen irányú kísérleteket eddig még nem végeztek s így a mozgó közegben történő kristálynövekedésről eddig még semmiféle adattal nem rendelkezünk.

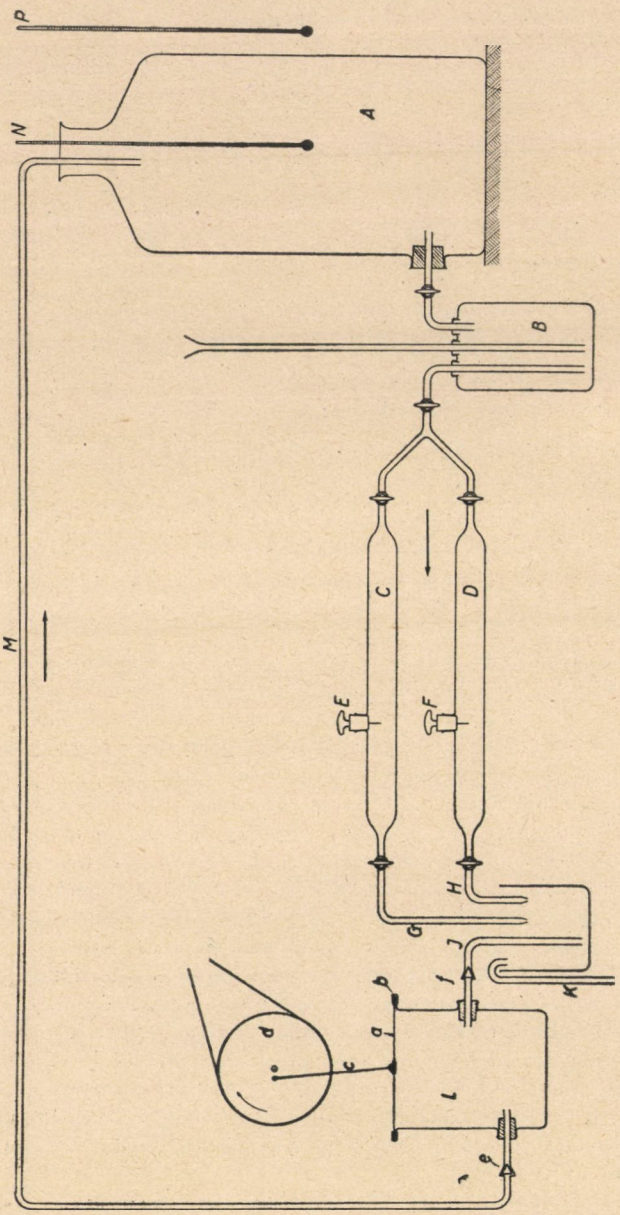
II.

A kitűzött feladat megoldására legkedvezőbbnek látszott a kristály növekedését oldatban vizsgálni. Mindenekelőtt megfelelő kísérleti berendezésről kellett gondoskodni. E berendezés összeállítása alkalmával több kívánalom kielégítésére kellett figyelemmel lenni. Ezek közül a következőket említjük: 1. az oldat állandó és egyenletes áramlásának biztosítása; 2. az oldat telítettségi fokának állandósítása; 3. az oldat és környezet hőmérséklet-ingadozásának kiküszöbölése. Ezeken kívül természetesen több kisebb feltétel megvalósítására is törekedni kellett, mint pl. a kristályosítási magvak megfelelő előkészítése és a mozgó közegbe helyezése, kellő irányba való beállítása; a mozgásban lévő oldat áramlási sebességének állandósítása, a kristályosítás hosszú időn át való fenntartása stb.

Számos előzetes kísérlet után végül is azt a kísérleti berendezést találtuk a célra legmegfelelőbbnek, melynek leírását a következőkben ismertetjük és vázlatos rajzát az 1. ábra tünteti fel.

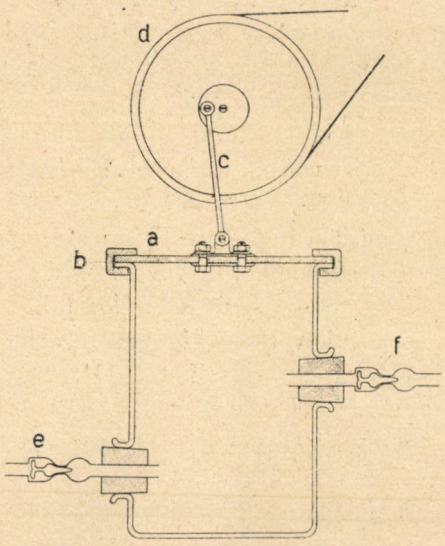
A telített oldat elkészítéséhez chem. puriss. anyagot oldottunk deszt. vízben; a nyert 20 l. oldatot az *A* edénybe helyeztük el. *A*-ból az oldat a nyomás állandósításának biztosítására *B* edénybe jutott. Innen kettős elágazással az egy-síkban elhelyezett kristályosító hengerekbe (*C* és *D*) került. (A hengerek feltüntetése a rajzban csak egymás fölött valósítható meg.) A kristályosító hengerek hossza 500 mm, belső átmérője 40 mm. E hengerekbe egy-egy becsiszolt, a csövek falával pontosan homorúan egyező felülettel ellátott *E* és *F* üvegdugó segélyével vittük be a kristálymagvakat és azokat az üvegdugók alján elhelyezett platinaszálra erősítettük fel. A platinaszálakra függesztett kristálycsírák a hengerek hosszanti tengelyének $^2/_3$-ában nyertek elhelyezést. A két kristályosító henger segélyével ugyanolyan körülmények között egyidőben két kristályosítást hajthattunk végre. A kristályosító hengerekből az oldat a *G*, *H* csöveken ömlött a *J* edénybe, amelyben az esetleges túlfolyást elkerülendő, a *K* csővel vezethettük le az oldat feleslegét. Ez utóbbi csak biztosító berendezésül szolgált arra az esetre, ha a rendszerben valahol kristálycsírák felhalmozódása révén dugulás következett volna be; egyébként a *G*- és *H*-ból kifolyó oldatot azonnal visszavezettük az *A* edénybe.

Fontos feladat volt az oldat visszajuttatása *J*-ből *A*-ba. Ezért különleges szívó-nyomó berendezést (*L*) kellett szerkeszteni, amelynek



1. ábra.

rajzát a 2. ábra tünteti fel. A készülék vastagfalú üveghenger; átmérője 120 mm, magassága 200 mm. A szívást-nyomást egy kb. 3 mm vastag gumilemezzel (*a*) valósítottuk meg. E gumilemezt az edény szájára légmentesen fémgyűrűvel (*b*) erősítettük fel. A gumilemez közepéhez csuklós illeszkedéssel fémkar (*c*) kapcsolódott, melynek másik vége a *d* forgó korongra excentrikusan volt felerősítve. A *d*-korongot elektromotor forgatta a kívánt sebességgel. A korong forgása a gumilemezt egyenletesen emelte, ill. süllyesztette s ez utóbbi az edény terében kellő mérvű szívást-nyomást létesített. Az oldatnak az edénybe való beszívását és onnan való továbbítását a közbeiktatott *e* és *f* üvegszelepek biztosították és egyben a készülék egyenletes működését szabályozták. A szívó-nyomó hengerből az oldat az *M* üvegcső-vezetéken jutott vissza az *A* edénybe, ahonnan útja újra kezdődött. Az oldat telítettségének állandóságáról az *A*-edény alján feleslegben elhelyezett vegytiszta anyaggal gondoskodtunk. Az oldat hőmérsékletét az *A*-edénybe helyezett tizedes hőmérőn (*N*), míg a környezetét a készülék közelében felállított (*P*) tizedes hőmérőn állandóan ellenőriztük. A hőmérséklet állandósítása különösen nehéz feladatnak bizonyult, amit nem is tudtunk kellően megoldani, bár műszaki megvalósítása nem lehetetlen.[1] A meglehetősen egyszerű körülmények között mégis sikerült elérnünk, hogy a hőmérséklet csak 1° C-on belül változott. Egy-egy próba kristályosítása 10 alkalommal 24 óráig tartott, 10 esetben pedig lényegesen hosszabb ideig (114—149h) növeltük a kristályokat. A kristályosodási időre vonatkozó adatokat a hőmérsékleti viszonyokkal együtt az I. táblázatban feltüntettük.



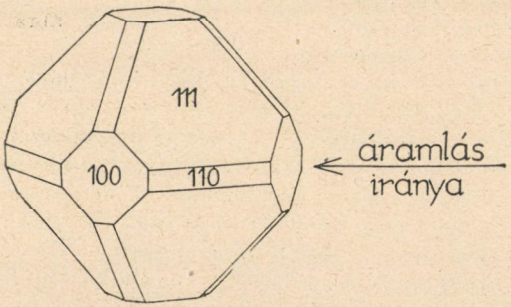
2. ábra

[1] K. Spangenberg (Neue Versuche zum Kristallwachstum von *NaCl*. Zeitschr. f. Krist. A. **100**. 1938. 82—85) más jellegű kristálynövekedés kísérleteinél $\pm 0,002$, sőt $\pm 0,001$° C hőmérsékletingadozást tudott elérni.

III.

Az első kristályosítási kísérleteket kősóval végeztük. Ezt az anyagot azért választottuk kezdetben vizsgálati anyagul, mert kedvezőnek tetszett az eredmények kiértékelésében a kősó egyszerű rácsszerkezete, valamint az a körülmény, hogy az anyalúghoz százalékos arányban adagolt carbamiddal a kristályok külső alakját változtatni lehet. E kísérletek során azonban annyi akadály merült fel, melyek közül csak a kősókristály igen lassú növekedését említjük, hogy további vizsgálatáról — legalább is egyelőre — le kellett mondanunk. A kősóval végzett kísérleteink eredményeinek ismertetését ezúttal mellőzzük.

A következő kísérletsorozathoz kálitimsót használtunk. A külön elkészített, túltelített oldata felszínén kikristályosodott timsó-oktaéderek közül választottuk ki azokat az átlagosan $^1/_2$—1 mm nagy kristályokat, melyeken egyedül csak az oktaéder alakult ki és ezek közül is csak azokat használtuk fel, melyek az ideális alakot legjobban megközelítették, illetve elérték. E továbbnövelésre szánt



3. ábra

kristálykákat aztán a kristályosító hengerek dugójába forrasztott 0·3 mm ∅ platinaszálra erősítettük oly módon, hogy az izzított platinaszál szabad végét óvatosan a kristályba mélyesztettük. Ezután a kristályt olyan helyzetbe hoztuk, hogy az a_3-tengely függőleges állást foglalt el, az a_2 a kristályosító henger hossztengelyével, vagyis az anyalúg áramlási irányával volt párhuzamos, az a_1-tengely ekkor — természetszerűleg — vízszintes és egyben merő-

leges az áramlás irányára; vagyis a lapokra vonatkoztatva: az áramlás irányával *szemben* fekvő hexaéder lap a (010), az áramiránnyal párhuzamos pedig az (100), illetőleg (001), amint erről a 3. ábra tájékoztat. Az így leőkészített magvakat — orientációjuk megtartásával — az *E*, *F* dugók segélyével a kristályosító hengerekbe helyeztük és megindítottuk az anyalúg áramlását.

A kristályosító hengerekbe elhelyezett oktaéderek a 18^h50 — 149^h-ig tartó kísérletek folyamán az állandóan áramló közegben nyugodtan növekedtek s a növesztés befejeztével rajtuk a kristályosodási magot alkotó és a növekedés után továbbra is uralkodó oktaéderen kívül a hexaéder és a rombtizenkettős lapjai alakultak ki.

IV.

A kísérleteinkben nagyjelentőségű három forma: $\{100\}$, $\{110\}$ és $\{111\}$ növekedési sajátságairól a következőkben számolhatunk be.

A hexaéderlapok kialakulásáról, a kristályosításnál használt oldat hőmérsékletéről és a kristálynövesztés időtartamáról az I. táblázat tájékoztat. Az 1. oszlop tünteti fel a kristályok sorszámát. A 2. oszlop foglalja magába a (010) és $(0\bar{1}0)$ lapok nagyságviszonyát. A 3. oszlop tartalmazza az előbbi két lapon kívül szereplő más indexű hexaéderlapokat és nagyságukat a (010) lapra vonatkoztatva. A 4. oszlop az anyalúg hőmérsékletét szemlélteti és végül az 5. oszlop a kristályosítás időtartamáról nyujt felvilágosítást.

E táblázat adatai közül legfontosabbak a 2. oszlopba foglalt kísérleti eredmények. Ezek az adatok bizonyítják azt a feltételt, hogy az áramlási iránnyal szemben lévő lapnak kell a leggyorsabban növekednie s így területi nagyságának legkisebbnek lenni. A 22 tanulmányozott kristály közül mindössze négyen figyeltünk meg a feltételtől eltérést. Ennek azonban nem lehet döntő jelentősége. Viszont öt kristályon a (010) lap ki sem fejlődött, helyén a gyors növekedés folytán csúcs alakult ki.

A rombdodekaéderlapok általában csak keskeny csíkok alakjában fejlődtek ki. A 22 növelt kristály közül 8-on egyáltalában nem találjuk nyomukat, 4 kristályon pedig csak egy-egy lappal jelentek meg. A 4., 5., 13., 18., 21. és 22. kristály méltó különösebb

I. Táblázat.
A hexaederlapok növekedése.

1 A kristály sorszáma	2 (010) és ($0\bar{1}0$) nagyság-viszonya	3 A kialakult hexaederlapok nagyságviszonya vonatkoztatva (010)-ra	4 Anyalúg hőmérséklete	5 A kristályosítás időtartama
1.	$(010)<(0\bar{1}0)$		20°	$18^h50'$
2.	$(010)\ll(0\bar{1}0)$	$(010)<(100)=(\bar{1}00)$	20°	$20^h40'$
3.	$(010)\gg(0\bar{1}0)$	$(010)=(\bar{1}00)>(100)\ll(00\bar{1})<(001)$	19°	$23^h30'$
4.	$(010)\gg(0\bar{1}0)$	$(010)>(\bar{1}00)>(100)>(001)=(00\bar{1})$	19°	$23^h30'$
5.	$(010)\ll(0\bar{1}0)$	$(010)<(100)=(\bar{1}00)>(00\bar{1})$	21·5°	114^h
6.	$(010)>(0\bar{1}0)$	$(010)>(100)=(\bar{1}00)>(00\bar{1})$	21·5°	114^h
7.	$(010)<(0\bar{1}0)$	$(010)>(\bar{1}00)>(100)=(00\bar{1})$	22·5°	149^h
8.	$(010)\ll(0\bar{1}0)$	$(010)<(100)=(\bar{1}00)=(001)=(00\bar{1})$	22·5°	149^h
9.	$(010)\ll(0\bar{1}0)$	$(010)<(100)\ll(\bar{1}00)<(001)=(00\bar{1})$	23°	144^h
10.	$(010)\ll(0\bar{1}0)$	$(010)>(100)=(\bar{1}00)\ll(00\bar{1})\gg(001)$	23°	144^h
11.	$(010)>(0\bar{1}0)$	$(010)>(100)>(\bar{1}00)>(001)<(00\bar{1})$	23°	144^h
12.	$(010)\ll(0\bar{1}0)$	$(010)<(100)=(\bar{1}00)<(00\bar{1})$	23°	144^h
13.	(010) helyén csúcs	$(0\bar{1}0)\gg(100)=(\bar{1}00)>(001)=(00\bar{1})$	23°	144^h
14.	$(010)\ll(0\bar{1}0)$	$(010)=(100)=(\bar{1}00)=(00\bar{1})>(001)$	23°	144^h
15.	(010) helyén csúcs	$(0\bar{1}0)=(\bar{1}00)=(00\bar{1})$	22·5°	24^h
16.	(010) „ „	$(0\bar{1}0)=(00\bar{1})>(100)=(\bar{1}00)$	22·5°	24^h
17.	$(010)\sim(0\bar{1}0)$	$(010)>(00\bar{1})>(100)$	22·5°	24^h
18.	$(010)\ll(0\bar{1}0)$	$(010)>(00\bar{1})>(100)$	22·5°	24^h
19.	(010) helyén csúcs	$(0\bar{1}0)<(\bar{1}00)>(100)=(00\bar{1})$	21·9°	24^h
20.	(010) „ „	$(0\bar{1}0)>(100)=(\bar{1}00)$	21·9°	24^h
21.	$(010)<(0\bar{1}0)$	$(010)>(100)=(\bar{1}00)\geqq(001)=(00\bar{1})$	22·4°	24^h
22.	$(010)<(0\bar{1}0)$	$(010)\geqq(00\bar{1})>(001)>(\bar{1}00)>(100)$	22·4°	24^h

II. Táblázat.
A rombtizenkettőslapok növekedése.

A kristály sorszáma	A kialakult {110}-lapok nagyságviszonya	Megjegyzés
1.	Nem alakultak ki	Az anyalúg hőmérséklete és a kristályosítás időtartama egyezik az I. táblázat azonos sorszámú kristályának adatával
2.	Nem alakultak ki	
3.	$(110)(1\bar{1}0)(011)(01\bar{1})(101)(10\bar{1})$, keskeny csík	
4.	$(110)(\bar{1}10)(011)(01\bar{1})$ keskeny csík, $(0\bar{1}1)$ nagy	
5.	$(110)(0\bar{1}\bar{1})$ keskeny csík, $(1\bar{1}0)(\bar{1}\bar{1}0)$ nagy	
6.	$(110)(1\bar{1}0)(\bar{1}\bar{1}0)(011)(0\bar{1}1)(\bar{1}0\bar{1})$ azonos méretű keskeny csík	
7.	$(110)(01\bar{1})(0\bar{1}\bar{1})(10\bar{1})(\bar{1}01)$ azonos méretű kesk. csík	
8.	(110) keskeny csík	
9.	Nem alakultak ki	
10.	Nem alakultak ki	
11.	Nem alakultak ki	
12.	Nem alakultak ki	
13.	$(\bar{1}0\bar{1})$ keskeny csík, $(0\bar{1}\bar{1})$ nagy	
14.	$(110)(1\bar{1}0)(\bar{1}10)(01\bar{1})$ azonos méretű keskeny csík	
15.	Nem alakultak ki	
16.	$(110)(011)$ igen keskeny csík	
17.	$(01\bar{1})$ igen keskeny csík	
18.	$(110)(1\bar{1}0)(\bar{1}\bar{1}0)$ igen keskeny csík, $(0\bar{1}\bar{1})$ nagy	
19.	(101) keskeny csík	
20.	Nem alakultak ki	
21.	$(0\bar{1}1)$ keskeny csík	
22.	(011) keskeny csík, $(1\bar{1}0)(\bar{1}10)(0\bar{1}1)(0\bar{1}\bar{1})$ nagy	

figyelemre. E hat kristályon a romtizenkettős lapok az a_2-tengely negatív végén léptek fel, vagy csak ott jelentek meg nagy lapokkal, tehát az áramlás irányával szemben a gyors növekedés miatt egyáltalában nem, vagy csak alárendelten fejlődhettek ki. A romtizenkettős lapjainak kialakulásáról a II. táblázat nyujt felvilágosítást. A táblázat csak azokat a lapokat tünteti fel, amelyek a kristályokon megjelentek. A kristályok sorszáma és növekedési körülményei azonosak az I. táblázatban megadott adatokkal.

Az oktaéderlapok növekedéséről a következőket jegyezhetjük meg. A kristályosodási mag lehetőleg ideális oktaéder volt; a továbbnövekedett lapok alakját különösen a hexaéder lapjai módosították; az {111}-lapok nagysága e módosításnak megfelelően változott.

V.

Elméleti megfontolások szerint áramló közegben való kristályosításkor kétféle jelenséggel kell számolnunk: *a)* vázkristályok keletkeznek; *b)* a kristály tovább nő az oldatban. Mindkét esetben *egy* kitüntetett irányban az anyaglerakódás sokkal jelentősebb, mint más irányokban. Vázkristályok keletkezésekor a gyorsított anyaglerakódás következtében a kitüntetett irányban szubindividumok jelenhetnek meg. A szubindividumok keletkezésének egyértelmű magyarázata ma még hiányzik. Ha bármelyik magyarázatot fogadjuk is el, nevezetesen, hogy a szubindividumok keletkezésének okát a növekedés helyi lefékezésében és nagyobb molekulacsoportok felhalmozódásában (Gross, Möller, Nehmitz), vagy kész molekulacsoportok (kristályok) hozzákapcsolódásában (Volmer), avagy a kezdőtestek képződésében (Schnorr) keressük, — a mozgó közegben egyaránt lehetséges úgy a vázkristályképződés, mint a szubindividumok keletkezése.

Vázkristályképződés csakis az áramló anyalúggal szemben lévő irányban, az a_2-tengely pozitív végén következhetne be a gyors rárakodás következtében, de kísérleteink során egyetlenegy esetben sem keletkezett vázkristály.

Rostos szétválás nem várható, mert az egyrészt idegen anyag jelenlétéhez van kötve (Bernauer), másrészt, ha kész molekulacsoport (kristály) tapadna a kristályhoz, az szétválást nem idézne

elő, legfeljebb vázkristály képződése indulna meg. Általában rostos szétváláskor a kristályosodási sebesség csökkenésével a gyorsan növekvő lapoknál oszlik szét a kristály. Kísérleteinkben az anyalúg áramlását olyan mértékben biztosítottuk, hogy a kristályosodási sebesség csökkenése nem következhetett be.

Azt a lehetőséget is számbavettük, hogy az áramló anyalúg nem növeli a kristályt, hanem ellenkezőleg feloldhatja és — végeredményben — gömböt vagy kristályhalmazt kapunk. E feltevés azonban elesik, ha meggondoljuk, hogy akkor a kőzetekben sem keletkezhetnék a magma mozgása közben önálló alakkal jellemzett elegyrész. Gömbkristály keletkezése azonban nemcsak oldás, de növekedés folytán is létrejöhet. A gömbkristály növekedése igen kicsiny magból indul ki, a hozzácsatlakozó és számban erősen növekvő szubindividumok a különböző irányokban erőteljes szétágazást létesítenek s így a kristály szimmetriája a gömbszimmetriát közelíti meg. Miként fentebb kimutattuk, szétágazás nem lehetséges s így gömbkristályképződés sem.

Elméletileg az áramló közegben növekvő kristály ama lapjainak kell a leggyorsabban növekedni, melyek az áramlási iránnyal szemben helyezkednek el.

A timsó három gyakori alakja az $\{100\}$, $\{110\}$ és $\{111\}$. A hexaeder-lapok közül leggyorsabban kell növekednie a (010) lapnak és leglassabban a $(0\bar{1}0)$-nak. Vagyis — ha feltevésünk helyes — a (010) lap helyén csúcsnak kell képződni, míg a $(0\bar{1}0)$-nak az összes hexaeder-lapok közül a legnagyobbra kell nőni. A többi hexaéder-lap méretének átmeneti nagyságrendet kell felvennie. Ismeretes (Weyberg), hogy a timsó hexaéderének *viszonylagos* növekedési sebessége az oldat telítettségének emelésével csökken. Ez azonban vizsgálatainkat nem befolyásolhatta, mert kísérletsorozatunkban az anyalúg telítettsége állandó volt.

Ugyanígy az $\{110\}$ lapjai közül az (110), $(\bar{1}10)$, (011) és $(01\bar{1})$ a leggyorsabban növekvő lap, ezeknek mérete tehát a legkisebb; a velük párhuzamos lapok pedig a legnagyobbak.

Az előzőknek megfelelően az $\{111\}$ lapjai közül az (111), $(\bar{1}11)$, $(11\bar{1})$ és $(\bar{1}1\bar{1})$ a leggyorsabban növekvő, tehát a legkisebb lapok, párhuzamos párjaik a legnagyobbra fejlődött lapok.

Az $\{100\}$, $\{110\}$ és $\{111\}$ kialakulásánál szerepet játszik lapjaik

normálisának az áramlás irányával alkotott szöge, továbbá a normálisoknak, mint rácsegyeneseknek azonossági távolsága (identitás) és megterhelési viszonyai. A legrövidebb identitással kitüntetett rácsegyeneseken a tömegeloszlás a legkisebb távolságonként ismétlődik, tehát ezek a legerőteljesebb anyaglerakódás irányai és így a leggyorsabban növekvő irányok; röviden: a legerősebben megterhelt rácsegyenesek növekedési sebessége a legnagyobb, a reájuk merőleges lap terjedelme a legkisebb.

A timsó kristályszerkezete T_h^6 (Strukturber. I. 1913—1928. 369, 390; Strukturber. II. 1928—1932. 434; Strukturber. III. 1933—1935. 108—110, 454—455) alapján $d_{(100)} : d_{(110)} : d_{(111)} = 1 : \frac{1}{2}\sqrt{2} : \frac{2}{\sqrt{3}}$, aminek megfelelően a növekedési sebességek (v) nagysága: $v_{(100)} < v_{(110)} > v_{(111)}$, illetve $v_{[100]} > v_{[111]}$. E kristályszerkezeti tulajdonságnak megfelelően kell a lapnövekedésnek végbemenni, amit vizsgálataink igazoltak.

VI.

Eredményeinket röviden a következőkben foglalhatjuk össze.

Elméleti megfontolások alapján a kristályoknak áramló közegben is növekedni kell. Ekkor nem keletkezhetnek sem szétágazó, sem gömbkristályok. Vázkristályok képződése nem várható. Növekedéskor az anyalúg áramlási irányával szemben lévő kristályrészeknek kell legerőteljesebben fejlődni, itt kristálylapok kialakulásának legkisebb a valószínűsége. Az ellentétes oldalon a lassúbb növekedés miatt már jobban fejlett lapok alakulhatnak ki.

A timsó kristályszerkezetének alapján a növekedési sebességek: $v_{(100)} < v_{(110)} > v_{(111)}$, illetve $v_{[100]} > v_{[111]}$.

Megfelelő kísérleti berendezés összeállításával a fenti elméleti követelményekhez igazodó eredmények voltak megfigyelhetők.

*

Kísérleteink az áramló közegben történő kristálynövekedés tanulmányozásának csak egy kisebb területére terjedtek ki. Számos kérdés vizsgálata kínálkozik még, melyekkel ezideig nem volt alkalmunk foglalkozni és ezekre most csak röviden mutatunk rá.

Nem vizsgáltuk a kristálynövekedést változó hőmérsékleten, ugyanazon és változó telítettségi fok esetén, amikoris oldásjelenségeknek kell fellépni; e tanulmányokkal függ össze a növekedés megfordított folyamatának, az oldásnak vizsgálata áramló közegben. Igen fontosnak látszik a felületi energia (P. CURIE) szerepének tisztázása a növekvő kristály esetében. Hasonlóan érdekes feladat a kristály és az áramló anyalúg határfelületén előálló súrlódás behatóbb tanulmányozása. Jelentős eredmények várhatók a növesztett kristály, illetőleg az anyalúg és mindkettő idegen anyaggal való «beoltása» alkalmával bekövetkező jelenségek vizsgálatából is.

Kísérleteink e részének lezárásakor hálás köszönetünket fejezzük ki a Magyar Tudományos Akadémiának és az Országos Természettudományi Tanácsnak azért a hathatós anyagi támogatásért, melynek segítségével vizsgálatainkat elvégezhettük.

(Budapesti Kir. Magy. Pázmány Péter Tudományegyetem Ásvány- és Kőzettani Intézete.)

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. május 11-én tartott üléséből.)

WACHSTUM DER KRISTALLE IN STRÖMMENDER FLÜSSIGKEIT.

Von L. TOKODY und K. SZTRÓKAY.

Das Wachstum der Kristalle wurde bisher in ruhender Flüssigkeit untersucht. Es wurde dabei mit besonderer Sorgfalt darauf geachtet, dass die Mutterlauge vor jeder Störung und Erschütterung bewahrt bleibe. Nach unserer Auffassung befindet sich die Mutterlauge bei Kristallwachstum durchaus nicht im Zustand der Ruhe. Darum haben wir das Kristallwachstum in strömender Flüssigkeit untersucht. Zur Lösung der Aufgabe haben wir einen entsprechenden Apparat gebaut, der es ermöglichte, dass die Mutterlauge bei Behaltung ihrer konstanten Konzentration mit beständiger und gleichförmiger Geschwindigkeit durch die auf gleichbleibender Temperatur gehaltenen Kristallisierröhren ströme. Von der ausführlichen Beschreibung der Vorrichtung wollen wir hier absehen; die Einrichtung ist auf Abbildung 1 und 2 dargestellt.

Nach Erprobung mehrerer Kristallisationsstoffe fiel unsere Wahl auf Kalialaun. Im Verlauf unserer Experimente erzeugten wir aus reiner übersättigter Lösung Kristalle in der Grösse von $^1/_2$—1 mm, deren einzige Form das ideale Oktaeder war. Diese Kristalle setzten wir an Platindraht befestigt in die Kristallisiergefässe. Die Orientation der Kristalle war die folgende. Die a_3-Achse stand senkrecht; die a_2-Achse war parallel zur Achse der Röhre und zur Richtung der Strömung. Die Fläche (010) war rechtwinkelig auf die Richtung der Strömung.

Die Zeitdauer der Kristallisierung belief sich auf 18^h50, bis 149^h.

Während der Kristallisation bildeten sich drei Formen: Hexaeder, Oktaeder und Rhombendodekaeder.

Über das Erscheinen und die Grösse der Hexaederflächen, über die Temperatur der bei der Kristallisierung benützten Lösung und über die Dauer der Kristallisation gibt Tabelle I Aufschluss. Die Kolumne 1 gibt die laufenden Nummer der Kristalle an; Kolumne 2 die Grössenverhältnisse von (010) und $(0\bar{1}0)$. Kolumne 3 enthält die ausser den beiden vorher erwähnten Flächen vorkommenden Hexaederflächen mit anderer Indices, sowie ihre Grösse, auf die Fläche (010) bezogen. Kolumne 4 bringt die Temperatur der Mutterlauge; Kolumne 5 die Dauer der Kristallisation. Von den Daten dieser Tabelle sind die Untersuchungsergebnisse in Kolumne 2 am wichtigsten. Diese Daten rechtfertigen die angenommene Forderung, dass die der Strömungsrichtung gegenüberliegende Fläche am schnellsten wachsen, demnach ihre Grösse am geringsten sein müsse.

Die Rhombendodekaederflächen treten im allgemeinen mit schmalen Streifen auf. Das Wachstum der Rhombendodekaederflächen ging mit derselben Gesetzmässigkeit vor sich wie das der Hexaederflächen.

Die Gestalt der Oktaederflächen wurde während des Wachstums durch Auftreten von $\{100\}$ und $\{110\}$ verändert.

Theoretische Überlegungen führen zu der Annahme, dass die Kristalle auch in strömender Flüssigkeit wachsen müssen. Beim Wachstum können Kristallskelette, Kugelkristalle und Einkristalle entstehen. Im Verlauf unserer Experimente könnten aus eingehend und ausführlich dargelegten Gründen beim Kalialaun weder Kristallskelette, noch Kugelkristalle oder Kristallaggregate entstehen, es war demnach anzunehmen, dass der Kristall in strömender Flüssigkeit weiterwachsen müsse. Beim Wachstum muss sich der der Strömungsrichtung der Mutterlauge gegenüberliegende Teil des Kristalls kräftiger entwickeln. Hier ist das Auftreten von Kristallflächen unwahrscheinlich. In der entgegengesetzten Richtung geht das Wachstum langsamer vor sich, es ist folglich die Ausbildung grosser Flächen zu erwarten. Auf Grund der Struktur des Alauns sind die Wachstumgeschwindigkeiten:

$$v_{(100)} < v_{(110)} > v_{(111)}, \text{ bzw. } v_{[100]} > v_{[111]}$$

Unsere Experimente haben die oben angeführten theoretischen Forderungen gerechtfertigt.

Unsere Versuche erstrecken sich auf ein nur kleines Gebiet der Erforschung des Kristallwachstums in strömender Flüssigkeit. Es bietet sich noch die Lösung zahlreicher Fragen: 1. Kristallwachstum bei veränderlicher Temperatur mit gleichbleibender und mit veränderlicher Konzentration (Lösungserscheinungen); 2. die Rolle der Wärme- und Konzentrationsströme; 3. Untersuchung der Oberflächenenergie; 4. Untersuchung der Reibung an der Gränzfläche von Kristall und Mutterlauge; 5. Impfung von Fremdstoffen in die Lösung bzw. in den Kristall.

(Mineralogisch-petrographisches Institut der P. Pázmány Universität, Budapest.)

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Mai 1942.)

Oláh László:
Chromosomatanulmány az Amorphophallus Rivierin.

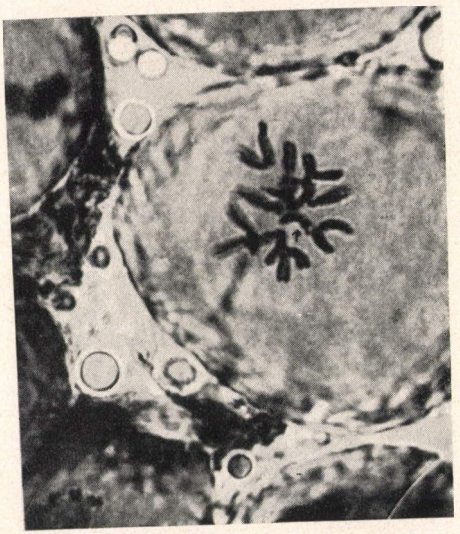
1

4

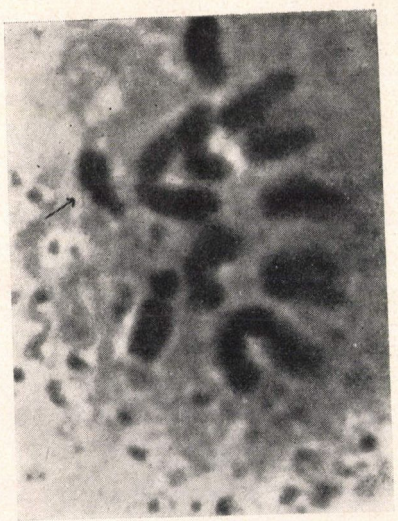
3

2

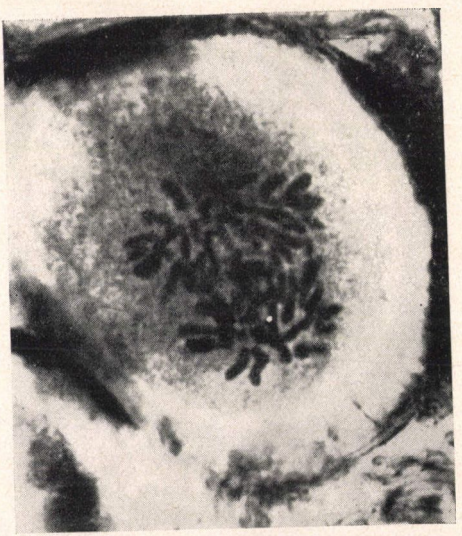
Oláh László:
Chromosomatanulmány az Amorphophallus Rivierin.



5

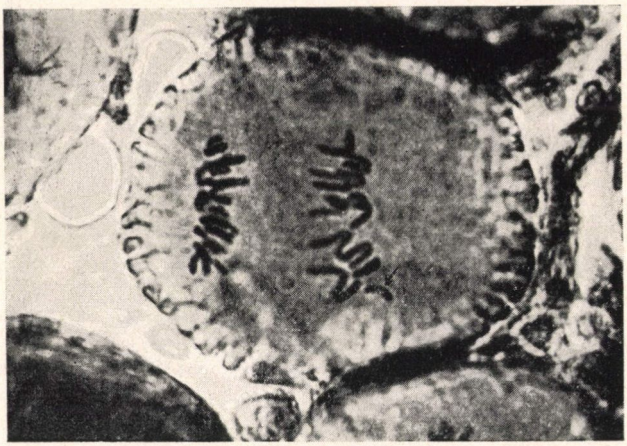


6

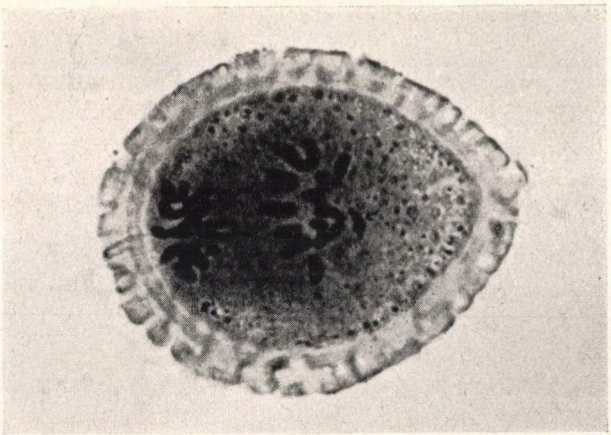


7

Oláh László:
Chromosomatanulmány az Amorphophallus Rivierin.



8



9

KAPCSOLT SOKSZÖGEK A PROJEKTIV SÍKBAN.

SZŐKEFALVI NAGY GYULA l. tagtól.

1. Bevezetés. Értelmezések.

A projektív egyenest egy pontpárja két szakaszra bontja. Az ilyen két szakaszt, amelyeknek közösek a végpontjaik és amelyek együttvéve teljes egyenest adnak, *kiegészítő* vagy *ellentett* szakaszoknak nevezzük.

A projektív síkon N általános helyzetű, A_1, A_2, ..., A_N pont (vagyis olyan N pont, amelyek közül kettőnél több nem esik egy egyenesre) és az A_1A_2, A_2A_3, ..., $A_{N-1}A_N$, A_NA_1 egyenes egy-egy szakasza egy N-oldalú S sokszöget alkot. Ennek a sokszögnek A_1, A_2, ..., A_N szögpontja, az A_1A_2, A_2A_3, ..., $A_{N-1}A_N$, A_NA_1 egyenesnek a fölvett egy-egy szakasza pedig a sokszögnek oldala.

Azt az S' sokszöget, amelynek oldalai az S sokszög oldalainak ellentettjei, az S *sokszög ellentettjének* nevezzük.

Mindazokat a sokszögeket, amelyeknek oldalai az S sokszög oldalaival részben megegyeznek, részben azoknak ellentettjei, az S sokszöghöz *kapcsolt sokszögeknek* nevezzük. Ezeknek száma (az S sokszöget és ellentettjét is beszámítva) 2^N. A kapcsolt sokszögeknek szögpontjai tehát ugyanazok, oldalaik pedig ugyanazokra az egyenesekre, a kapcsolt sokszögek *alapegyeneseire* esnek.

Ebből az értelmezésből nyilvánvaló, hogy a kapcsolt sokszögek közül akármelyik meghatározza a többit, és hogy közülök kettő-kettő ellensokszögpárt alkot.

Egy N-oldalú sokszöghöz kapcsolt 2^N sokszög összességét N-oldalú *kapcsolt sokszögrendszernek* nevezzük.

A projektív síkban egy sokszögnek vagy egy törtvonalnak *rendszáma* a sokszög, illetőleg a törtvonal és a sík egy tetszőleges egyenese közös elemei számának maximuma. A közös elem vagy

pont, vagy sokszögoldal. A közös pont egyszeresen, illetőleg kétszeresen számítandó, aszerint, amint az egyenes a sokszöget, illetőleg a törtvonalat metszi, illetőleg nem metszi. A törtvonal végpontja azonban egyszeresen számítandó. A sokszögnek egy oldalát tartalmazó egyenesre vonatkozólag a sokszögoldal kétszeresen, illetőleg háromszorosan számítandó aszerint, amint a sokszögoldal a két szomszédos oldallal együtt másodrendű, illetőleg harmadrendű törtvonalat alkot, vagyis aszerint, amint azzal az egyenessel szomszédos egyenesek a három szakaszból álló törtvonalat 2 vagy 0, illetőleg 3 vagy 1 pontban metszik. Hasonlókép értelmezzük egy törtvonalnak egy oldalát tartalmazó egyenessel való közös elemei között az illető oldal sokszorosságát, föltéve, hogy az az oldal nem szélső oldala a törtvonalnak. A szélső oldalt a hozzátartozó egyenesen kétszeres elemnek számítjuk.

A sokszögnek egy oldala *konvex* vagy *áthajlós oldal* aszerint, amint az az oldal a szomszédos két oldallal együtt másodrendű, illetőleg harmadrendű törtvonalat alkot.

A projektív síkban egy sokszög indexe a sokszög és a sík egy tetszőleges egyenese közös elemei számának minimuma. A sokszög rendszámának és indexének különbsége a sokszög *rendhiánya*. Ez a szám nyilvánképpen páros pozitív szám, mert egy egyenesnek a síkon való mozgása közben a sokszöggel közös elemeinek száma páros számmal változik meg.

Egyszerűség kedvéért a következőkben akkor is beszélünk egy sokszög és egy egyenes közös pontjainak számáról, ha az egyenes a sokszögnek egy alapegyenese. Ekkor azonban azon a számon a közös elemek számát értjük.[1]

2. Ellensokszögek rendhiánya. Konvex sokszöghöz kapcsolt sokszögek.

Abból a föltevésből, hogy az S sokszögnek kettőnél több szögpontja nem esik egy egyenesre, következik, hogy a sokszög

[1] Ez a dolgozat több pontban érintkezik a következő két dolgozattal; Szőkefalvi Nagy Gyula, Síksokszögekről, különösen egyszerű síksokszögekről; Szőkefalvi Nagy Béla, Projektiv sokszögekről és sokoldalakról, Matematikai és Természettudományi Ért. 57. kötet (1938), 51—78. l., illetőleg 105—120. l.

bármely alapegyenese a reá eső sokszögoldalon kívül a sokszöget egymástól különböző pontokban metszi. Ha P_1, illetőleg P_2 az S sokszögnek $A_{i-1}A_i$, illetőleg $A_{i+1}A_{i+2}$ oldalán az A_i, illetőleg A_{i+1} szögponthoz elég közel fekvő pont, akkor a P_1P_2 egyenes a sokszög A_iA_{i+1} oldalát nem metszi, illetőleg metszi aszerint, amint az A_iA_{i+1} oldal konvex, illetőleg áthajlós oldal; és a P_1P_2 egyenesnek egyúttal éppen annyi közös pontja van az S sokszöggel, mint amennyi közös eleme van az S sokszögnek az A_iA_{i+1} alapegyenessel.

Az S sokszög A_i szögpontján átmenő egy olyan e egyenes szomszédságában, amely az A_i ponton kívül mind egymástól különböző pontokban metszi az S sokszöget, nyilvánképpen van olyan egyenes is, amely nem megy át az A_i ponton és ugyanannyi pontban találja a sokszöget, mint az e egyenes.

Hasonlókép található az S sokszög nem egymásra következő A_i és A_k szögpontján átmenő A_iA_k egyenes szomszédságában olyan egyenes, amely nem megy át a sokszögnek egy szögpontján sem és amelynek ugyanannyi közös pontja van a sokszöggel, mint az A_iA_k egyenesnek. Ez abból következik, hogy az A_iA_k egyenes nem megy át a sokszögnek A_i és A_k szögpontjától különböző más szögpontján és emiatt az A_i és A_k ponttól különböző közös pontjai az S sokszöggel egymástól mind különbözők.

Ezekből most már következik, hogy az S sokszög rendszámának és indexének értelmezése végett elég a síknak csak olyan egyeneseire szorítkoznunk, amelyek a sokszögnek egy szögpontján sem mennek át.

Ennek figyelembevételével könnyen belátható a következő tétel:

I. *Egy sokszögnek és ellensokszögének ugyanaz a rendhiánya.*

Ha S' jelöli az N-oldalú S sokszög ellensokszögét, akkor S és S' együttvéve N egyenest alkot. Ha n és n', illetőleg i és i' jelöli az S és S' sokszög rendszámát és indexét, akkor az előzők szerint van a síkban olyan e, illetőleg e' egyenes, amely a két sokszögnek egy szögpontján sem megy át és az S, illetőleg S' sokszöget n, illetőleg n' különböző pontban találja. Az ilyen e, illetőleg e' egyenes az S', illetőleg S sokszöget a lehető legkevesebb számú

pontban, vagyis indexével egyenlő számú pontban találja. Ebből következik az

$$n + i' = n' + i = N \tag{1}$$

egyenlet. Ha H jelöli az S sokszög rendhiányát, akkor az (1) egyenletből a

$$n - i = n' - i' = H \tag{2}$$

egyenlet következik.

Ezzel az I tételt teljesen bebizonyítottuk.

Az (1) és (2) egyenletből következik, hogy

$$n + n' - H = i + i' + H = N. \tag{3}$$

Kimondhatjuk tehát a következő tételt:

II. *Egy sokszög és ellensokszöge rendszámának összege a két sokszög közös rendhiányával nagyobb, mint a két sokszög oldalainak közös száma. E két sokszög indexének összege pedig a rendhiánnyal kisebb, mint az oldalak közös száma.*

A rendhiány legkisebb értéke 2. A kettős rendhiányú sokszögek *maximális indexűek*, mivel rendszámukhoz képest legnagyobb az indexük.

Konvex sokszöghöz kapcsolt sokszögek rendhiányára a következő tétel mondható ki:

III. *Az N-oldalú konvex sokszöghöz kapcsolt 2^N számú sokszög közül $2(N+1)$ maximális indexű, a többi kapcsolt sokszögnek 4 a rendhiánya. A maximális indexű kapcsolt sokszögek közül a konvex sokszög másodrendű, ellensokszöge N-edrendű, a konvex sokszögből egy-egy oldalának az ellentettjével való helyettesítése által kapott N sokszög harmadrendű, ezeknek N ellensokszöge pedig $(N-1)$-edrendű.*

Az N-oldalú konvex sokszögből k-számú $(2 \leqq k \leqq N-2)$ oldalának az ellentettjével való helyettesítése által kapott sokszög $(k+2)$-rendű és $(k-2)$-indexű.

A konvex S_0 sokszögre és ellentettjére a (2) egyenletből következik a III. tétel.

Ha S_0 egy oldalát az ellentettjével helyettesítjük, akkor a kapott S_1 sokszög páratlanrendű, mivel a sík végtelen távoli egyenese egy pontban metszi. Mivel S_1 és egy teljes egyenes együtt-

véve is harmadrendű és mivel S_1 rendszáma 1-nél nagyobb páratlan szám, azért S pontosan harmadrendű.

Ezzel a II. tétel tekintetbevételével a III. tételnek a maximális indexű sokszögre vonatkozó részét bebizonyítottuk.

Ha S_k jelöli az S_0 sokszögből az $a_{j_1}, a_{j_2}, \ldots, a_{j_k}$ oldalnak az ellentettjével való helyettesítése által keletkező sokszöget és ha $2 \leqq k \leqq N-2$, akkor S_k rendszáma $k+2$.

S_k rendszáma ugyanis legfeljebb $k+2$, mivel egy egyenes az S_0 konvex sokszöget és azt a k egyenest, amely az S_0 sokszög k oldalát tartalmazza, együttvéve is legfeljebb $k+2$ pontban metszi. Másrészt S_k rendszáma legalább $k+2$, mert egy olyan egyenes, amely metszi az S_k sokszögnek az S_0 konvex sokszöggel közös két oldalát, egyúttal metszi az S_0 konvex sokszög $a_{j_1}, a_{j_2}, \ldots, a_{j_k}$ oldalának ellentettjét is és emiatt az S_k sokszöget $k+2$ pontban találja.

Egy olyan egyenes, amelynek nincs közös pontja az S_0 sokszöggel, az S_k sokszöget k pontban metszi. Ezek közül a pontok közül egy-egy esik az $a_{j_1}, a_{j_2}, \ldots, a_{j_k}$ ellentettjére. Egy olyan egyenes ellenben, amely metszi az a_{j_1} és a_{j_2} oldalt, az S_k sokszögnek csak azt a $k-2$ oldalát metszi, amely az S_0 konvex sokszög $a_{j_3}, a_{j_4}, \ldots, a_{j_k}$ oldalának ellentettje. Ebből következik, hogy S_k indexe $k+2$.

Ezzel a III. tételt teljesen bebizonyítottuk.

3. Áthajlós oldalak.

Egy S sokszög két oldalát *egyenlő jellegűnek* nevezzük, ha mindkét oldal konvex, vagy mindkettő *áthajlós*. A sokszög két oldala *ellenkező jellegű*, ha közülök az egyik konvex, a másik áthajlós oldal.

IV. *Ha* $a_1, a_2, \ldots, a_N$ $(a_{m+N} \equiv a_m)$ *az* N*-oldalú* S *sokszög egymásra következő* N *oldala és ha az* a_h *oldalt* a_h' *ellentettjével helyettesítjük, akkor az így kapott* $S^{(h)}$ *sokszög* a_{h-1}, a_h', *illetőleg* a_{h+1} *oldala ellenkező jellegű, mint az* S *sokszög* a_{h-1}, a_h, *illetőleg* a_{h+1} *oldala.*

Ennek a tételnek igazolása végett azt kell kimutatnunk, hogy az $a_{h-2}\, a_{h-1}\, a_h$ és $a_{h-2}\, a_{h-1}\, a_h'$, $a_{h-1}\, a_h\, a_{h+1}$ és $a_{h-1}\, a_h'\, a_{h+1}$, $a_h\, a_{h+1}\, a_{h+2}$ és $a_h'\, a_{h+1}\, a_{h+2}$ törtvonalpár közül akármelyikben az egyik törtvonal másodrendű, a másik pedig harmadrendű.

Ennek bebizonyítására jelöljük A_k-val és A_{k+1}-gyel az a_k oldal két végpontját ($k=h-2,\ h-1,\ h,\ h+1;\ h+2$). Ha P_{h-1}, illetőleg P_h jelöli az a_{h-2}, illetőleg a_{h-1} oldalnak az A_{h-1}, illetőleg A_h végpontjához egy elég közel fekvő pontját, akkor a $P_{h-1}P_h$ egyenesnek az a_h+a_h' egyenessel való metszéspontja vagy az a_h, vagy az a_h' oldalra esik. Az első esetben az $a_{h-2}a_{h-1}a_h$ törtvonal harmadrendű, az $a_{h-2}a_{h-1}a_h'$ törtvonal ellenben másodrendű, a második esetben éppen megfordítva.

Ugyanígy lehet belátni, hogy az $a_ha_{h+1}a_{h+2}$ és az $a_h'a_{h+1}a_{h+2}$ törtvonal közül az egyik másodrendű, a másik harmadrendű.

Ha Q_{h+1}, illetőleg Q_{h+2} jelöli az a_{h+1}, illetőleg a_{h+2} oldalnak az A_{h+1}, illetőleg A_{h+2} ponthoz elég közel eső pontját, akkor annak megfelelően, hogy a $Q_{h+1}Q_{h+2}$ egyenes az a_h+a_h' egyenest az a_h, illetőleg a_h' oldalon metszi, az $a_{h-1}a_ha_{h+1}$ törtvonal harmadrendű és az $a_{h-1}a_h'a_{h+1}$ másodrendű, illetőleg megfordítva.

Ezzel a IV. tételt teljesen bebizonyítottuk. Az adott bizonyítás négyszögekre és háromszögekre is igaz, amikor $a_{h-2}\equiv a_{h+2}$, illetőleg $a_{h-2}\equiv a_{h+1}$ és $a_{h-1}\equiv a_{h+2}$.

V. *Egy S sokszög a_h oldala és S' ellensokszögének ugyanazokkal a végpontokkal bíró a_h' oldala ellenkező jellegű.*

Ennek igazolására azt kell kimutatnunk, hogy az $a_{h-1}a_ha_{h+1}$ és az $a_{h-1}'a_h'a_{h+1}'$ két törtvonal közül az egyik másodrendű, a másik ellenben harmadrendű.

Jelölje A_k és A_{k+1} az a_k oldal végpontjait ($k=h-1,\ h,\ h+1$), P_1, illetőleg P_2 az a_{h-1}, illetőleg a_{h+1}, oldalnak az A_h, illetőleg A_{h+1} ponthoz egy elég közel fekvő pontját és végül P_1', illetőleg P_2' az a_{h-1}', illetőleg a_{h+1}' oldalnak az A_h, illetőleg A_{h+1} ponthoz egy elég közel fekvő pontját.

Ha a_h az S sokszögnek konvex oldala, akkor a P_1P_2 egyenes az $a_{h-1}a_ha_{h+1}$ törtvonalat két pontban metszi, a $P_1'P_2'$ egyenes ellenben egy pontban sem metszi. Ebből következik, hogy mind a P_1P_2, mind a $P_1'P_2'$ egyenes az S' ellensokszög a_h' oldalán metszi az a_h+a_h' egyenest. Az $a_{h-1}'a_h'a_{h+1}'$ törtvonal tehát harmadrendű, mivel a $P_1'P_2'$, egyenes három pontban metszi. Ennek következtében az S' sokszögnek a_h' oldala áthajlós oldal.

Ha pedig a_h az S sokszögnek áthajlós oldala, akkor az $a_{h-1}a_ha_{h+1}$ törtvonalat a P_1P_2 és a $P_1'P_2'$ egyenes az a_h oldalon metszi. Ekkor

az $a'_{h-1}a'_h a_{h+1}$ törtvonalat a $P'_1P'_2$ egyenes két pontban metszi. Emiatt a'_h az S' sokszögnek konvex oldala

A IV. és az V. tételből lehozható a következő tétel:

VI. *Ha* a_{h-1}, a_h *és* a_{h-1} *egy sokszög egymásután következő három oldala, akkor az*

$$a_{h-1}a_h a_{h+1},\quad a_{h-1}a'_h a'_{h+1},\quad a'_{h-1}a_h a'_{h+1} \text{ és } a'_{h-1}a'_h a_{h+1}$$

törtvonal középső oldala egyenlő jellegű és mindegyik ellenkező jellegű, mint a következő négy törtvonal középső oldala:

$$a'_{h-1}a_h a_{h+1},\quad a_{h-1}a'_h a_{h+1},\quad a_{h-1}a_h a'_{h+1} \text{ és } a'_{h-1}a'_h a'_{h+1}.$$

Azt pl., hogy az $a_{h-1}a_h a_{h-1}$ és az $a_{h-1}a'_h a'_{h-1}$ törtvonal középső oldala egyenlő jellegű, következőképp láthatjuk be:

Az $a_{h-1}a_h a_{h+1}$ és az $a'_{h-1}a_h a_{h+1}$ törtvonalban a középső oldal a IV. tétel miatt ellenkező jellegű. Az $a'_{h-1}a_h a_{h+1}$ és az $a_{h-1}a'_h a'_{h+1}$ törtvonalban pedig a középső oldal az V. tétel miatt ellenkező jellegű. Ebből következik, hogy az $a_{h-1}a_h a_{h+1}$ és az $a_{h-1}a'_h a'_{h+1}$ törtvonal középső oldala egyenlő jellegű.

Az V. tételből következik ez a tétel:

VII. *Egy N-oldalú sokszögben és ellensokszögében az áthajlós oldalak együttes száma N.*

4. Konvex sokszöghöz kapcsolt sokszögek áthajlós oldalainak száma.

Mivel konvex sokszögnek nincs áthajlós oldala, azért a VII. tétel miatt kimondható ez a tétel:

VIII. *Konvex sokszög ellensokszögének valamennyi oldala áthajlós.*

A IV. és a VII. tételből következik ez a tétel:

IX. *N-oldalú konvex sokszögből egy oldalának az ellentettjével való helyettesítése által kapott harmadrendű sokszögnek pontosan három áthajlós oldala van. Az ilyen harmadrendű sokszög ellensokszögében az áthajlós oldalak száma N—3.*

Konvex sokszöghöz kapcsolt nem maximális indexű sokszög áthajlós oldalainak száma nemcsak a sokszög rendszámától függ,

hanem attól is, hogy a konvex sokszögön a megtartott és az ellentettjével helyettesített oldalak miképpen következnek egymásután.

Ki fogjuk mutatni a következő két tételt:

X. *Ha az N-oldalú S konvex sokszögnek k egymásután következő* $a_{h+1}, a_{h+2}, \ldots, a_{h+k}$ *oldalát* $(2 \leqq k \leqq N-2)$ $a'_{h+1}, a'_{h+2}, \ldots, a'_{h+k}$ *ellentettjével helyettesítjük, akkor S-ből olyan* $(k+2)$*-rendű sokszöget kapunk, amelynek pontosan k áthajlós oldala van, mégpedig az* a_{h-1}, $a'_{h+2}, a'_{h+3}, \ldots, a'_{h+k-1}$ *és az* a_{h+k+1} *oldal.*

XI. *Az N-oldalú konvex S sokszögből k* $(2 \leqq k \leqq N-2)$ *oldalának az ellentettjével való helyettesítése által kapott* S_k *sokszög áthajlós oldalainak száma* $k+2(c'-c)$, *ahol c' az* S_k *sokszögnek S-sel ellentett k oldala közül az olyan oldalak számát jelenti, amelyeknek az* S_k *sokszögön mindkét szomszédos oldaluk az S sokszögnek is oldala, c pedig az* S_k *sokszögnek S-sel összeeső N—k oldala közül az olyanoknak számát jelenti, amelyekkel szomszédos mindkét oldal a S konvex sokszög oldalának ellentettje.*

A X. tétel a IV. és a VI. tétel alapján könnyen belátható. A XI. tétel belátása végett feltételezzük, hogy

$$a'_p a_{p+1} a_{p+2} \ldots a_q a'_{q+1} a'_{q+2} \ldots a'_r a_{r+1} a_{r+2} \ldots a_s a'_{s+1} a'_{s+2} \ldots a'_t a_{t+1} \ldots \quad (4)$$
$$(p<q<r<t)$$

az S_k sokszögön egymásután következő oldal.

Először azt az esetet vizsgáljuk, amikor $r-q \geqq 2$.

Ekkor a X. tétel miatt a_q és a_{r+1} között $r-q-2$ áthajlós oldala van az S_k sokszögnek. Ez a szám tehát kettővel kevesebb annál a számnál, amennyi vesszős elem van a (4) sorozatban a_q és a_{r+1} között.

Ha az $a_{p+1}a_{p+2}\ldots a_q$ és az $a_{r+1}a_{r+2}\ldots a_s$ oldalsorozat nem tartozik a c-számú kivételes oldal közé, vagyis ha $q-p>1$ és $s-r>1$, akkor az előbbi $r-q-2$ áthajlós oldalhoz a'_{q+1} és a'_r helyett pótlólag két áthajlós oldal járul, az a_q és az a_{r+1} oldal.

Ha $s-t=1$, vagyis ha az $a_{r+1} \equiv a_s$ oldal hozzátartozik a c-számú kivételes oldal közé, akkor az $a'_{q-1}a'_{q+2}\ldots a'_r$ oldalsorozathoz a'_r helyett és az $a'_{s+1}a'_{s+2}\ldots a'_t$ oldalsorozathoz a'_{s+1} helyett nem járul pótlólag áthajlós oldal az S_k sokszöghöz. Az áthajlós oldalaknak a pótló oldalakkal számított összegéből, k-ból tehát most le kell vonni 2-t. Ugyanezt kell tenni a $q-p=1$ esetben is.

Ezzel a XI. tételt a $c'=0$ esetre bebizonyítottuk.

Hátra van még az $r-q=1$ eset. Ekkor az S_k sokszögnek $a'_{q+1}\equiv a'_r$ áthajlós oldala és ez az oldal a c'-számú kivételes oldal közé tartozik. Ekkor áthajlós oldalnak kell számítani az a'_r oldallal szomszédos a_q és a_{r+1} oldalt is.

Ha ugyanis $s-r\geqq 2$, akkor a_{r+1} valóban áthajlós oldal. Ha ellenben $s-r=1$, akkor $a_{r+1}\equiv a_s$ nem áthajlós oldal ugyan, de az áthajlós oldalak összeszámlálásában nem követünk el hibát akkor, amikor az $a_{r+1}\equiv a_s$ oldalt, mint az a'_r és az a'_{s+1} oldallal szomszédos vesszőnélküli oldalt kétszeresen áthajlós oldalnak számítjuk és azután amiatt, hogy a c-számú kivételes oldal közé tartozik, az áthajlós oldalak számából kétszeresen számítva levonjuk.

Ezzel a XI. tételt teljesen bebizonyítottuk.

A XI. tételből adott $k\,(2\leqq k\leqq N-2)$ esetére meghatározhatjuk az S sokszög átlós oldalainak legnagyobb és legkisebb számát.

Így pl. áll a következő tétel:

XII. *Ha* $6\leqq 3k\leqq N$, *akkor az N-oldalú konvex sokszögből k oldalának az ellentettjével való helyettesítésekor kapott* S_k *sokszögnek legfeljebb* $3k$ *átlós oldala van. Ha az S konvex sokszögön a k oldalt úgy vesszük fel, hogy azok közül bármely kettő közé a többi* $N-k$ *oldal közül legalább kettő essék, akkor az* S_k *sokszögnek pontosan* $3k$ *áthajlós oldala van.*

A III., IV. és VII. tétel alapján kimondható a következő tétel:

XIII. *Az N-oldalú konvex sokszöghöz kapcsolt maximális indexű sokszögek áthajlós oldalainak száma* 0, *vagy* 3, *vagy* $N-3$, *vagy* N.

5. Kettőspontok.

Egy sokszög két oldalának metszéspontja a sokszögnek *kettőspontja*. A sokszög k-szoros pontjában k oldala metszi egymást. Mivel az ilyen pontban $\frac{k(k-1)}{2}$ különböző oldalpár metszi egymást, azért a k-szoros pontot $\frac{k(k-1)}{2}$ számú kettőspontnak számítjuk.

XIV. *Egy N oldalú sokszögnek legfeljebb* $\frac{N(N-3)}{2}$ *kettős-*

pontja van. N-oldalú konvex sokszög ellensokszögének éppen $\frac{1}{2}N(N-3)$ *kettőspontja van.*

Egy N-oldalú S sokszögnek egyik oldala ugyanis, mivel sem önmagát, sem a szomszédos két oldalát nem metszi, a sokszögnek legfeljebb $N-3$ oldalát metszheti és így rajta legfeljebb $N-3$ kettőspont fekhet. Ebből következik a XIV. tétel első része.

Ha S konvex sokszög, akkor N alapegyenesének $\frac{N(N-1)}{2}$ metszéspontja közül N esik az S sokszögnek és S' ellensokszögének szögpontjaiba, a többi $\frac{N(N-1)}{2} - N = \frac{N(N-3)}{2}$ metszéspont szükségképpen az S' sokszögnek kettőspontja, mivel a konvex sokszög N alapegyenese közül egyik sem metszi az S sokszöget.

Ezzel a XIV. tételt bebizonyítottuk.

XV. *Ha d illetőleg d' jelöli az N-oldalú S sokszög, illetőleg S' ellensokszöge kettőspontjainak számát és ha m jelöli az S és S' sokszög metszéspontjainak számát, akkor*

$$d + d' + m = \frac{N(N-3)}{2}.$$

A két sokszög N alapegyenesének $\frac{N(N-1)}{2}$ metszéspontja közül ugyanis N esik a szögpontokba, d az S, d' az S' sokszög kettőspontjaiba és m az S sokszögnek az S' sokszöggel való metszéspontjaiba.

A XIV. tételt kiegészíti a következő tétel:

XVI. *Az N-oldalú és maximális, vagyis* $\frac{N(N-3)}{2}$ *számú kettősponttal bíró sokszögek kétfélék: vagy mindegyik oldaluk áthajlós, amikor az ellensokszög másodrendű, vagy pedig mindegyik oldaluk konvex.*

Ha ugyanis az N-oldalú S sokszögnek $\frac{N(N-3)}{2}$ kettőspontja van, akkor az S' ellensokszögnek nincs egy kettőspontja sem, továbbá nincs az S és S' sokszögnek metszéspontja. Ebből következik, hogy az S és S' sokszög $e_1, e_2 \ldots, e_N$ alapegyenese közül

egyiknek sincs az S' sokszögnek az illető alapegyenesre eső oldalán kívül az S' sokszöggel más közös pontja.

Tegyük föl, hogy az S sokszögnek az e_h alapegyenesre eső a_h oldala áthajlós. Ekkor az S' sokszögnek erre az egyenesre eső a'_h oldala konvex. Mivel az e_h egyenesnek az a'_h oldalon kívül nincs más közös pontja az S' sokszöggel, azért e_h-hoz elég közel található olyan e egyenes, amelynek S'-vel nincs közös pontja. Ha ezt az e egyenest a sík végtelen távoli egyenesébe vetítjük, akkor S' végesben fekvő S'_0 sokszögbe megy át.

Az S'_0 sokszögnek nem lehet egy áthajlós oldala sem.

Az ellenkező esetben ugyanis az S'_0 sokszögnek egy f alapegyenesére eső áthajlós oldalával szomszédos két oldala az f egyenesnek ellenkező oldalára esnék. Az S'_0 sokszögnek ezen a három oldalán kívüli darabja az f egyenesnek az egyik oldalán kezdődnék és a másik oldalán végződnék és emiatt metszené az f alapegyenest. Ez azonban lehetetlen, mivel az S' sokszög egy e_k alapegyenesének sincs közös pontja S'-vel a reá eső a'_k oldalon kívül.

Ebből következik, hogy S'_0 valamennyi oldala konvex és hogy S'_0 alapegyeneseinek mind csak egy oldalára esik. Emiatt S'_0 konvex és S' másodrendű (projektív értelemben konvex) sokszög.

Ezzel a XVI. tételnek első részét bebizonyítottuk, mivel az S sokszög valamennyi oldala S' oldalaival ellenkező jellegű, vagyis áthajlós.

Ha az S sokszögnek van konvex oldala, akkor az S' ellensokszögnek ugyanarra az alapegyenesre eső oldala áthajlós. Ekkor azonban S'-nek valamennyi oldala áthajlós. Ha ugyanis volna egy konvex oldala, akkor az előző bizonyítás szerint valamennyi oldala konvex volna és így S-nek egy konvex oldala sem lehetne.

Ezzel a XVI. tételnek második része is be van bizonyítva.

A szabályos csillagötszög, csillaghétszög, csillag $2m+1$-szög példát ad N-oldalú $\frac{N(N-3)}{2}$ kettősponttal bíró olyan sokszögre, a melynek mindegyik oldala konvex.

6. Sokszögek fajszáma. Konvex sokszöghöz kapcsolt sokszögek kettőspontjainak száma és fajszáma.

Ha d jelöli az n-edrendű S sokszög kettőspontjainak számát, akkor

$$p = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - d \tag{5}$$

a sokszög *fajszáma*.

Ebből az értelmezésből következik ez a tétel:

XVII. *Konvex sokszöghöz kapcsolt maximális indexű sokszögeknek vagy zérus, vagy az egység a fajszáma. Egy ilyen sokszög és ellensokszöge fajszámának összege az egységgel egyenlő.*

Ha S N-oldalú konvex sokszög, akkor másodrendű és így fajszáma $p=0$. S-nek S' ellensokszöge N-edrendű (III. tétel). Mivel S'-nek a XIV. tétel értelmében

$$\frac{N(N-3)}{2} = \frac{(N-1)(N-2)}{2} - 1$$

kettőspontja van, azért fajszáma $p'=1$.

Ha az S konvex sokszög egyik oldalát ellentettjével helyettesítjük, akkor a kapott S_1 sokszög harmadrendű és nincs kettőspontja, fajszáma tehát $p_1=1$. Az S_1 sokszögnek S_1' ellensokszöge $(N-1)$-edrendű (III. tétel). S_1' az S konvex sokszögből úgy származik, hogy ennek $N-1$ oldalát ellentettjével helyettesítjük. Az így kapott $N-1$ oldal alapegyeneseinek összesen $\frac{(N-1)(N-2)}{2}$ metszéspontjuk van. Ezek közül $N-2$ összeesik az S_1' sokszögnek $N-2$ szögpontjával (a hiányzó két szögpont az S_1' sokszög S-sel közös oldalának végpontja). Az S_1' sokszög fajszáma tehát

$$p_1' = \frac{(N-2)(n-3)}{2} - \left[\frac{(N-1)(N-2)}{2} - (N-2)\right] = 0.$$

Ezzel a XVII. tételt bebizonyítottuk, mivel mindkét esetben $p+p'=p_1+p_1'=1$.

XVIII. *Ha az N-oldalú S konvex sokszög k-számú* $(2 \leqq k \leqq N-2)$ *oldala a sokszögön q számú egymástól elválasztott vonalat alkot, akkor*

S-ből a k oldalnak az ellentettjével való helyettesítése által származó S_k sokszög kettőspontjainak száma, illetőleg fajszáma

$$d_k = \frac{k(k-3)}{2} + q, \quad \text{illetőleg} \quad p_k = \frac{k(k+1)}{2} - d = 2k - q.$$

Ha $q=1$, vagyis ha az S konvex sokszögön a helyettesített k oldal egymásután következik, akkor ehhez a k oldalhoz tartozó k alapegyenes metszéspontjai közül $k-1$ az S_k sokszög szögpontjaiba, a többi pedig S_k kettőspontjaiba esik. Az S_k sokszög kettőspontjainak száma tehát

$$d_k = \frac{k(k-1)}{2} - (k-1) = \frac{k(k-3)}{2} + 1.$$

Ha ellenben a helyettesített k oldal az S konvex sokszögön q számú, egymással össze nem függő vonalat alkot és ezek a vonalak az S sokszögnek $k_1, k_2, \ldots, k_q$ oldalából állanak, akkor az S_k sokszög kettőspontjainak d_k száma nyilvánképpen a következő egyenletnek tesz eleget:

$$d_k = \frac{k(k-1)}{2} - \sum_{h=1}^{q}(k_h - 1) = \frac{k(k-1)}{2} - k + q = \frac{k(k-3)}{2} + q,$$

mert annak a k_h egyenesnek metszéspontjai közül, amelyek az S konvex sokszög k_h egymásután következő oldalát tartalmazzák, k_h-1 az S_k sokszög szögpontjaiba, a többi pedig S_k kettőspontjaiba esik.

Mivel az S_k sokszög rendszáma $k+2$, azért ezzel a XVIII. tételt teljesen bebizonyítottuk.

A XVIII. tételben megadott d_k és p_k szám arra az esetre is érvényes, amikor $k=1$, mert ekkor $q=1$ és így $d=0$, $p=1$.

Mivel $q \leqq k$ és $1 \leqq q \leqq \frac{N}{2}$, azért az S sokszög fajszámára abban az esetben, amikor $1 \leqq k \leqq N-2$, fennáll a

$$p_k = 2k - q \geqq k$$

egyenlőtlenség. Ebből következik ez a tétel:

XIX. *Az N-oldalú konvex sokszögből k ($1 \leqq k \leqq N-2$) oldalának az ellentettjével való helyettesítése által kapott S_k sokszög fajszáma a*

$$k \leqq p_k \leqq 2k-1 \leqq 2N-5$$

egyenlőtlenségnek tesz eleget.

Az előzők alapján könnyen belátható ez a tétel:

XX. *Az N-oldalú konvex sokszöghöz kapcsolt sokszögek fajszáma* 0 *és* $2N-5$ *közé esik. E két szám közé eső bármely p egész számhoz van a* 2^N *kapcsolt sokszög között p-fajszámú.* $2N-5$, *illetőleg* $2N-6$ *az olyan kapcsolt sokszög fajszáma, amely a konvex sokszögből két egymásra következő, illetőleg elválasztott oldalának megtartása és a többi* $N-2$ *oldalnak ellentettjével való helyettesítése által származik. Konvex sokszöghöz kapcsolt zérus vagy egység fajszámú sokszög mindig maximális indexű.*

Ha ugyanis $2 \leqq k \leqq N-2$, akkor p_k legkisebb értéke 2 és így nem lehet 0 vagy 1. A tétel egyéb része a XVIII. és a XIX. tétel alapján könnyen belátható.

Az S_k $(2 \leqq k \leqq N-2)$ sokszög S' ellensokszögének fajszáma $2(N-k)-q$, mert ha az N-oldalú konvex S sokszögön k oldal q számú egymással össze nem függő vonalat alkot, akkor a többi $N-k$ oldal is ugyanennyi vonalat alkot. Ha tehát p_k jelöli az S_k és p'_k az S'_k sokszög fajszámát, akkor

$$p_k + p'_k = 2(N-q) \quad \text{és} \quad p'_k - p_k = 2(N-2k). \tag{6}$$

Ebből következik ez a tétel:

XXI. *Az N-oldalú S konvex sokszöghöz kapcsolt bármely nem maximális indexű olyan ellensokszögpárnak* $2(N-q)$ *a fajszámösszege, amelynek két sokszöge közül az egyiknek az S sokszöggel összeeső oldalai az S sokszögön q számú összefüggő vonalat alkotnak.*

7. Maximális indexű sokszögekből álló kapcsolt sokszögrendszer.

Könnyen be lehet bizonyítani a következő tételt:

XXII. *A projektív háromszögekhez kapcsolt háromszögek mind maximális indexűek. Nincs olyan háromnál több oldalú sokszög a síkban, amelyhez kapcsolt sokszögek mind maximális indexűek.*

Egy háromszög és a hozzá kapcsolt $2^3-1=7$ más háromszög nyilvánkép mind maximális indexű, mert közülök bármelyiknek legfeljebb 3 a rendszáma. Ezzel a XXII. tételnek első része be van bizonyítva.

A tétel második részének bebizonyítása végett feltételezzük, hogy van olyan háromnál több oldalú S sokszög, amelyhez kapcsolt sokszögek mind maximális indexűek. Föltételezhetjük, hogy az

S sokszögnek szögpontjai mind végesben vannak, mert középpontos vetítéssel S ilyen tulajdonságú sokszögbe vihető át. Emiatt a feltevés miatt az S sokszöghöz kapcsolt sokszögek között van egy végesben fekvő S_0 sokszög.

Mivel S_0 zérusindexű és egyúttal maximális indexű sokszög, azért másodrendű. Mivel végesben fekszik, azért konvex sokszög.

Mivel S nem háromszög, azért van legalább négy oldala. Ha a_1, a_2, a_3, a_4,... az S_0 konvex sokszög oldalainak sorrendje, akkor annak az S_2 sokszögnek rendhiánya, amely S_0-ból úgy származik, hogy az a_3 és a_4 oldalt a_3', illetőleg a_4' ellentettjével helyettesítjük, 4-gyel egyenlő. Ha ugyanis e, illetőleg f a síknak olyan egyenese, amely az S_0 sokszög a_1 és a_2, illetőleg a_3 és a_4 oldalát metszi, akkor az e egyenes az S_2 sokszöget négy pontban (az a_1, a_2, a_3' és a_4' oldalon) metszi, az f egyenes ellenben egy pontban sem metszi.

Ebből az ellentmondásból következik, hogy az S_0 sokszögnek és vele az S sokszögnek sem lehet háromnál több oldala.

8. Négyes rendhiányú kapcsolt sokszögrendszerek.

Egy sokszöghöz kapcsolt sokszögek kapcsolt sokszögrendszert alkotnak. A kapcsolt sokszögrendszer rendhiánya a rendszer sokszögei rendhiányának maximumát jelenti.

A III. tételből következik ez a tétel:

XXIII. *Háromnál többoldalú másodrendű sokszöghöz kapcsolt sokszögrendszernek négyes a rendhiánya.*

Egyszerűen belátható a következő tétel is:

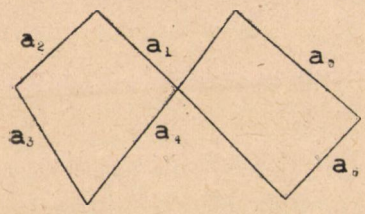
XXIV. *Bármely négyszöghöz és bármely ötszöghöz kapcsolt sokszögrendszernek néggyel egyenlő a rendhiánya.*

A négyszögekre vonatkozó tétel a XXII. tételből amiatt következik, hogy egy négyszög legfeljebb negyedrendű.

Bármely ötszögnek legfeljebb 5 a rendszáma. Ha azonban éppen 5 a rendszáma, akkor vagy 1, vagy 3 az indexe. Bármely ötszögnek tehát legfeljebb 4 a rendhiánya. Mivel a XXII. tétel miatt egy ötszöghöz kapcsolt ötszögeknek rendhiánya nem lehet mind 2-vel egyenlő, azért van közöttük négyes rendhiányú.

Ezzel a XXIV. tételt bebizonyítottuk.

Az előbbi két tételben leírt tulajdonságú kapcsolt sokszögrendszereken kívül van még más olyan kapcsolt sokszögrendszer is, amelynek néggyel egyenlő a rendhiánya. Az alábbi ábra egy olyan S hatszöget szemléltet, amelyhez kapcsolt hatszögek rendhiánya legfeljebb 4.



Ennek igazolására elég csak azt belátni, hogy az S hatszögből két oldalának az ellentettjével való helyettesítése által kapott hatszögek közül egynek sem lehet 6 a rendhiánya.

Az S hatszögből 1, 3 vagy 5 oldalának az ellentettjével való helyettesítése ugyanis páratlanrendű és így legfeljebb ötödrendű és legalább egységindexű hatszöget származtat. Az S hatszögből négy oldalának az ellentettjével való helyettesítése pedig egy olyan hatszöghöz vezet, amelynek ellensokszöge S-ből S két oldalának az ellentettje által való helyettesítésével keletkezik. Az ellensokszögeknek rendhiánya az I. tétel miatt egyenlő.

Könnyen be lehet látni, hogy az S hatszögből az a_1a_2, a_1a_3, a_1a_4, a_1a_5, a_1a_6, a_2a_3, a_2a_4, a_3a_4, a_4a_5, a_4a_6, a_5a_6, illetőleg az a_2a_5, a_2a_6, a_3a_5, a_3a_6 oldalpár közül akármelyiknek az ellentettjével való helyettesítése negyedrendű hatszöget, illetőleg hatodrendű és kettősindexű hatszöget származtat.

Az S hatszöghöz kapcsolt hatszögek között vannak olyanok, amelyeknek nincs kettőspontjuk. Ilyen negyedrendű és zérusindexű hatszöget kapunk pl. akkor, ha az S sokszögnek az a_1a_2 vagy az a_1a_4 oldalpárját helyettesítjük az ellentettjével.

Annak igazolására, hogy négynél nagyobb rendhiányú hatszögek is vannak, a síkon 6 általános helyzetű pontot úgy veszünk fel, hogy közülök 3—3 egy e egyenesnek ellenkező oldalára essék. Ha az e egyenes egyik, illetőleg másik oldalán fekvő pontokat egy végesben fekvő hatszög páratlan, illetőleg páros szögpontjainak tekintjük, akkor a kapott hatszöget az e egyenes 6, a sík végtelen távoli egyenese pedig egy pontban sem metszi. Ez a hatszög tehát hatos rendhiányú.

Ugyanígy lehet belátni a következő tételt:

XXV. *Bármely páros* $N\ (\geqq 4)$ *egész számhoz van a síkban*

N-oldalú és N-rendhiányú sokszög. Bármely páratlan N ($\geqq 3$) egész számhoz van a síkban N-oldalú és $(N-1)$-rendhiányú sokszög.

Ilyen zérusindexű N-oldalú sokszöget kapunk, ha szögpontjait úgy vesszük fel, hogy páratlan szögpontjai egy e egyenesnek az egyik oldalára, páros szögpontjai pedig az e egyenesnek a másik oldalára essenek.

A négyes rendhiányú kapcsolt sokszögrendszerekre a következő tétel is kimondható:

XXVI. *A négyes rendhiányú, de másodrendű sokszöget nem tartalmazó kapcsolt sokszögrendszereknek bármely zérusindexű sokszöge a következő tulajdonságú S_0 sokszög: Ha a síknak egy e_0 egyenese az S_0 sokszögnek a_{h_1}, a_{h_2}, a_{h_3} és a_{h_4} oldalát metszi, akkor a síknak az S_0 sokszöget metsző egyenesei között egy sincs olyan, amelynek az előbbi négy oldal közül legalább eggyel ne volna közös pontja. Ha pedig az e_1 egyenes négy pontban metszi az S_0 sokszöget, akkor a négy metszéspontból az a_{h_1}, a_{h_2}, a_{h_3}, a_{h_4} oldalnégyes legalább kettőt tartalmaz.*

Ha ugyanis az e' egyenes az S_0 sokszög a_{h_1}, a_{h_2}, a_{h_3} és a_{h_4} oldalától különböző a_{h_5} és a_{h_6} oldalát metszi, akkor az e' egyenesnek az S_0 sokszöget négy pontban kell metszenie. Ha ugyanis e' az S_0 sokszöget csak két pontban találná, akkor S_0-ból az a_{h_5} és a_{h_6} oldalnak az ellentettjével való helyettesítésekor keletkező S_2 sokszöget e' 0, e_0 pedig 6 pontban metszené. Az S_2 sokszögnek és így az S_0 sokszöghöz kapcsolt sokszögrendszernek tehát — feltevésünkkel ellentétben — négynél nagyobb volna a rendhiánya.

Ha e' az a_{h_1}, a_{h_2}, a_{h_3} és a_{h_4} oldal közül egyet sem metszene, akkor az S_0 sokszögből az e' egyenest metsző négy oldalnak az ellentettjével való helyettesítésekor keletkező S_4 sokszögnek 8 volna a rendhiánya, mivel ezt a sokszöget e' 0, e_0 pedig 8 pontban találná. Ha pedig e' az a_{h_1}, a_{h_2}, a_{h_3} és a_{h_4} oldal közül csak az a_{h_1} oldalt metszené, akkor az S_0 sokszögből az a_{h_2}, a_{h_3} és a_{h_4} oldalnak az ellentettjével való helyettesítése által kapott S_3 sokszögnek 6 volna a rendhiánya, mivel ezt a sokszöget e' 1, e_0 pedig 7 pontban találná. Mivel ez a két lehetőség ellentmondáshoz vezet, azért ezzel a XXVI. tételt teljesen bebizonyítottuk.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1943. nov. 23-án tartott üléséből.)

KONJUGIERTE POLYGONE IN DER PROJEKTIVEN EBENE.

Von GYULA v. SZŐKEFALVI NAGY.

Nimmt man in der projektiven Ebene N verschiedene Punkte $A_1, A_2, \ldots, A_N$ an, von denen keine drei in eine Gerade fallen und verbindet man das Punktpaar A_kA_{k+1} ($k=1, 2, \ldots, N$; $A_{N+1}=A_1$) durch die eine Strecke der projektiven Geraden A_kA_{k+1}, so erhält man ein projektives Polygon P. Die Verbindungsstrecke A_kA_{k+1} ist eine Seite von P, die andere Strecke A_kA_{k+1} heisst eine Gegenseite von P.

Aus dem Polygon P erhält man seine konjugierten, wenn man einige von seinen Seiten durch die Gegenseiten ersetzt. Zwei konjugierte Polygone, unter denen die Seiten des eines Polygons die Gegenseiten des anderen sind, heissen Gegenpolygone.

Ein N-seitiges Polygon P oder eine gebrochene Linie ist von n-ter Ordnung bzw. vom Index i, wenn n die Maximalanzahl bzw. i die Minimalanzahl der gemeinsamen Elemente von P mit den Geraden der Ebene ist. Ein gemeinsames Element ist entweder ein Punkt oder eine Seite des Polygons.

Die Differenz zwischen der Ordnung und dem Index heisst der Ordnungsdefekt des Polygons. Gegenpolygone haben denselben Ordnungsdefekt. Unter den einem N-seitigen konvexen Polygon zugehörigen konjugierten Polygonen haben $2(N+1)$ den Ordnungsdefekt 2, die übrigen sind vom Ordnungsdefekt 4.

Eine Seite eines Polygons ist eine Konvexseite oder eine Wendeseite, je nachdem sie mit den benachbarten zwei Seiten des Polygons eine gebrochene Linie von zweiter bzw. dritter Ordnung bildet. Zwei Seiten haben dieselbe Art, wenn beide Konvexseiten oder beide Wendeseiten sind. Im anderen Falle haben zwei Seiten entgegengesetzte Arten.

Bezeichnen $a_1, a_2, \ldots, a_N$ $(a_{N+h} \equiv a_h)$ bzw. $a_1', a_2', \ldots, a_N'$ die aufeinanderfolgenden Seiten bzw. Gegenseiten eines N-seitigen Polygons P, so hat die Seite a_{h-1}, a_h bzw. a_{h+1} auf P eine entgegengesetzte Art, wie die entsprechende Seite a_{h-1}, a_h' bzw. a_{h+1} auf dem Polygon mit den Seiten $a_1, a_2, \ldots, a_{h-1}, a_h', a_{h+1}, \ldots, a_N$ und wie die entsprechende Seite a_{h-1}', a_h' bzw. a_{h+1}' auf dem Gegenpolygon von P.

Die Gesamtanzahl der Wendeseiten in zwei N-seitigen Gegenpolygonen ist gleich N.

Die Anzahl der Wendeseiten eines Polygons P', das zu einem konvexen Polygon P konjugiert ist, hängt nicht nur von der Anzahl derjenigen Seiten von P, die Gegenseiten von P' sind, sondern auch von der Aufeinanderfolge der Seiten und Gegenseiten von P' auf dem konvexen Polygon P ab.

Ein N-seitiges Polygon P hat höchstens $\frac{N(N-3)}{2}$ Doppelpunkte. Erreicht die Anzahl der Doppelpunkte dieses Maximum, so hat das Gegenpolygon von P entweder nur Konvexseiten oder nur Wendeseiten.

Das Geschlecht p eines Polygons von n-ter Ordnung wird durch die Gleichung

$$p = \frac{(n-1)(n-2)}{2} - d$$

definiert, wo d die Anzahl der Doppelpunkte bedeutet.

Ersetzt man k Seiten $(2 \leqq k \leqq N-2)$ eines N-seitigen konvexen Polygons P durch die Gegenseiten und bilden diese k Seiten auf P q getrennte gebrochene Linien, so hat das aus P auf diese Weise erhaltene konjugierte Polygon $\frac{k(k-3)}{2} + q$ Doppelpunkte und das Geschlecht $2k-q$.

Haben die zu einem konvexen Polygon zugehörigen konjugierten Gegenpolygone P_1 und P_2 den Ordnungsdefekt 2 und das Geschlecht p_1 bzw. p_2, so besteht die Gleichung $p_1+p_2=1$.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom. 23. November 1943.)

EGY DIOPHANTOSI APPROXIMÁCIÓRÓL AZ ALGEBRAI SZÁMOK KÖRÉBEN.

RÉDEI LASZLÓ-tól, Szeged.

Azt mondjuk, hogy egy $a_l (l = 0, 1, \ldots)$ valós számsorozatnak torlódáshelye c (mod 1), ha alkalmas e_l racionális egész számokkal az $a_l + e_l$ sorozatnak (közönséges) torlódáshelye c. Ekkor természetesen minden $c+e$ (e racionális egész) is torlódáshely (mod 1), amelyeket éppen ezért nem tekintünk különbözőknek. Mindig van legalább egy torlódáshely (mod 1). Ha csak egy torlódáshely van (mod 1), akkor azt mondjuk, hogy az a_l sorozat konvergens (mod 1). Jelekben: $a_l \to c$ (mod 1), ahol c maga az egyetlen torlódáshely (mod 1), amit ilyenkor határértéknek nevezünk (mod 1).

Jelenlevő vizsgálataink KOKSMA[1] következő tételével kapcsolatosak: *Valós* $\alpha(|\alpha| > 1)$ *mellett* α^l *egyenletes eloszlású* (*mod* 1) *csupán olyan* α*-k kivételével, amelyek halmazának* LEBESGUE*-féle mértéke* 0. [Az a_l sorozatról akkor mondjuk, hogy egyenletes eloszlású (mod 1), ha bármely u, $v (0 \leqq u < v < 1)$ számközre $n = 1, 2, \ldots$ mellett

$$\frac{n(u, v)}{n} \to v - u,$$

ahol $n(u, v)$ az olyan a_l-ek számossága, amelyekre $l \leqq n$ és a_l (mod 1) az u, v számközbe esik. Természetesen a (mod 1) egyenletes eloszlásnak a következménye az, hogy a (mod 1) torlódás-

[1] J. F. KOKSMA, Ein mengentheoretischer Satz über die Gleichverteilung modulo Eins, Compositio math., 2 (1935), 250—258. L. még ugyanettől a szerzőtől: Diophantische Approximationen, Ergebnisse der Math., Bd. 4, Heft 4, Berlin 1936, S. 95, Satz 16.

helyek mindenütt sűrűn vannak, s így még inkább számosságuk végtelen.]

A kivételek közé tartoznak a racionális egész a-k, mert akkor $a^l \to 0 \pmod 1$. További kérdés az, hogy ezeknek a triviális eseteknek leszámításával *adott* α esetében mit lehet mondani az α^l-nek (mod 1) torlódáshelyeiről. Ebbe az irányba eső eredmény eddig csupán a következő 1. tétel, amelyet legújabban más helyen[2] már bebizonyítottam, továbbá a 2. tétel első fele, amelyet ugyanott már ugyancsak megjegyeztem. Itt bebizonyítandó új eredmény a 2. tétel második fele.

1. Tétel. *Ha* $\alpha(>1)$ *racionális tört (nem egész!) szám, akkor* α^l*-nek végtelen sok különböző torlódáshelye van (mod* 1*). Ha* c *ilyen, akkor alkalmas* e *racionális egész számmal* $\alpha(c+e)$ *is ilyen.*

2. Tétel. *Ha* $\alpha(\neq 0)$ *olyan legalább másodfokú algebrai egész szám, amelynek tőle különböző minden konjugáltja abszolút értékben* <1*, akkor* (α *valós,* $|\alpha|>1$ *és*) $\alpha^l \to 0$ (*mod* 1), *de bármely más* $\alpha(|\alpha|>1)$ *algebrai (tört vagy egész) számmal* α^l *nem konvergens* (*mod* 1). A «$\to$» jel most már mindvégig így olvasandó: «határértéke $l=0, 1, \ldots$ mellett», mégpedig nemcsak (mod 1) való, hanem közönséges határérték képzése esetében is.

Megjegyzések. Bármely fokszámhoz könnyű megadni végtelen sok olyan α-t, amely a 2. tétel első felének megfelel.[3] A 2. tételből folyik, hogy bármely α valós legalább másodfokú algebrai szám esetében α^l csak úgy lehet konvergens (mod 1), hogy a határérték (mod 1) 0, mégpedig a tételben nevezett α-kon kívül még csupán az $|\alpha|<1$ triviális esetben. A 2. tétel első felének bizonyítása csupán néhány szóból áll, s ezért ezt itt meg fogom ismételni. A [2] dolgozattal való egybevetésből látszik, hogy az 1. tételnek ottani s a 2. tétel jelenlevő bizonyítása közös elemet nem tartalmaz. A két bizonyítás szintéziséből esetleg kiadódhatik a 2. tétel élesítése.

---

[2] L. Rédei, Zu einem Approximationssatz von Koksma, Math. Zeitschr., 48 (1942), 500—502.

[3] L. pl. St. Lipka, Über die Irreduzibilität von Polynomen, Math. Ann., 118 (1941), 235—245.

A 2. tétel bizonyítása. Az α normája egész szám ($\neq 0$), s így tényleg $|\alpha|>1$. Kell, hogy α valós legyen, mert különben lenne neki egy további (algebrai) konjugáltja, t. i. az α-hoz konjugált komplex szám, amelynek abszolút értéke ugyancsak >1, ellentétben a föltevéssel. Minthogy továbbá az összes konjugáltakra kiterjesztett $\sum \alpha^l$ összeg $\equiv 0 \pmod 1$ és az α^l-től különböző tagok egyenként 0-hoz konvergálnak, azért helyes a tétel első fele.

A tétel második felének bizonyításához $a-c$ alatt három előkészületet végzünk.

a. Ha az u_k, x_k számokkal fennáll

$$u_1 x_1^l + \cdots + u_e x_e^l \to 0 \quad (u_k \neq 0,\ |x_k| \geqq 1;\ k=1,\ldots,e;\ e \geqq 1), \tag{1}$$

akkor ($e \geqq 2$ és) $x_1,\ldots,x_e$ nem lehetnek mind különbözők.

Előbb kimutatjuk az állítás helyességét arra az esetre, amelyben minden $|x_k|=1$. Akkor

$$\log x_k = 2\pi\varphi_k i \qquad (k=1,\ldots,e)$$

valós φ_k értékekkel. DIRICHLET-KRONECKER[4] tétele szerint van tetszésszerinti nagy olyan l racionális egész szám, hogy alkalmas $l_1,\ldots,l_e$ ugyancsak racionális egész számokkal

$$\left|\varphi_k - \frac{l_k}{l}\right| < \frac{1}{l^{1+\frac{1}{e}}} \qquad (k=1,\ldots e).$$

Ugyanezekkel az l-ekkel

$$\log x_k^l = 2\pi l\varphi_k i \equiv 2\pi l\left(\varphi_k - \frac{l_k}{l}\right) i \pmod{2\pi i}$$

szerint az x_k^l hatványok az 1-et tetszés szerint megközelítik, s így (1) baloldalának biztosan torlódáshelye $u_1+\cdots+u_e$. A föltevés miatt kell tehát, hogy $u_1+\cdots+u_e=0$ legyen.

(1)-ben l helyett szabad $m+l$-et (m racionális egész) helyettesíteni, amivel előáll

$$u_1 x_1^m x_1^l + \cdots + u_e x_e^m x_e^l \to 0.$$

Az előbbi szerint tehát

$$u_1 x_1^m + \cdots + u_e x_e^m = 0.$$

---

[4] L. pl az [1] alatt második helyen idézett munkában, S. 7, Satz 4.

Minthogy minden $u_k \neq 0$, azért ebből $m = 0, \ldots, e-1$ mellett az folyik, hogy az $u_1, \ldots, u_e$ számok VANDERMONDE-féle determinánsa 0. Ez éppen azt jelenti, hogy ezek a számok nem mind különbözők, s így a tekintett esetben helyes az α.

Az általános esetben legyen x az $|x_k|$ számok közül a legnagyobbik (t. i. e számok felső határa). Akkor $x \geqq 1$, s így (1)-et oszthatjuk x^l-lel:

$$u_1 \left(\frac{x_1}{x}\right)^l + \cdots + u_e \left(\frac{x_e}{x}\right)^l \to 0.$$

Itt vannak olyan tagok (t. i. van legalább egy olyan), amelyekben a hatvány alapjának abszolút értéke 1. A többi tagban ez az abszolút érték <1, s így ezek a tagok törölhetők. Ezután alkalmazható az α-nak már bebizonyított része, amivel ismét azt nyerjük, hogy az $x_1, \ldots, x_e$ számok nem mind különbözők. E szerint helyes az α.

b. Legyen R a racionális számok teste, «$\in$» a tartalmazás jele, továbbá «$k > K$» jelentse azt, hogy k fölveszi az 1, 2,... értékeket véges számú kezdőérték kihagyásával.

Ha az $x_1, \ldots, x_e$ különböző számok hatványösszegeire fennáll

$$x_1^k + \cdots + x_e^k \in R \qquad (k>K), \qquad (2)$$

akkor $x_1, \ldots, x_e$ algebrai számok, s közöttük mindegyiknek minden konjugáltja is megvan.

Alkalmazzuk ugyanis (2)-t k helyett km-re (m pozitív egész). Előáll az, hogy az $x_1^k, \ldots, x_e^k$ számoknak összes hatványösszegei, s így egyben azoknak összes elemi szimmetrikus függvényei, vagyis az

$$(x - x_1^k) \ldots (x - x_e^k) = 0 \qquad (k>K) \qquad (3)$$

egyenlet összes együtthatói R-ben vannak. E szerint minden $x_j^k (k > K)$ s egyben minden x_j algebrai. Az állítás hátralevő részének bizonyításához elegendő lesz ellenmondásra jutnunk abból a föltevésből, hogy pl. az x_1-nek valamelyik x_1' konjugáltja nincs meg az x_j-k között.

Legyen ehhez $x_1' \neq x_j$ $(j = 1, \ldots, e)$. Akkor van akármilyen nagy k racionális egész szám úgy, hogy ugyancsak $x_1'^k \neq x_j^k$

$(j = 1, \ldots, e)$, mert megfelel ennek a követelménynek minden olyan k, amely viszonylagos törzs az $\frac{x_1'}{x_j}$ számok között esetleg előforduló egységgyökök rendszámaihoz, ha pedig ilyen egységgyök nincs, akkor akármilyen k pozitív egész szám megfelel. Másrészt azonban $x_1'^k$ konjugáltja x_1^k-nak, s így $k > K$ mellett $x_1'^k$ előfordul a (3) egyenlet gyökei között. Ezzel az ellenmondással b-t bebizonyítottuk.

c. Ha ω algebrai tört szám és $\omega_1 = \omega, \omega_2, \ldots, \omega_e$ az összes konjugáltjai, akkor nincs olyan $g(\neq 0)$ racionális egész szám, amellyel

$$g(\omega_1^k + \cdots + \omega_e^k) \equiv 0 \pmod 1 \qquad (k>K). \quad (4)$$

Tegyük föl ugyanis, hogy (4) fönnáll. Legyen a a legkisebb olyan pozitív egész szám, amellyel $a\omega = \mu$ (algebrai) egész. Akkor $a > 1$, és μ az a egyetlen racionális törzstényezőjével sem osztható. Legyen még $a\omega_j = \mu_j$ $(j = 1, \ldots, e)$, ahol akkor a μ_j-k a μ összes konjugáltjai és $\mu_1 = \mu$. A (4)-ből folyik, hogy

$$g(\mu_1^k + \cdots + \mu_e^k) \equiv 0 \pmod{a^k} \qquad (k>K). \quad (5)$$

Legyen p az a egyik tetszésszerinti törzstényezője. A föltevés miatt p-nek van a $\mathbf{M} = R(\mu_1, \ldots, \mu_e)$ [Galois-]testben legalább egy olyan $\mathfrak{p}$ törzsideáltényezője, amely legalább egy μ_e-ben alacsonyabb hatványon foglaltatik mint p-ben. Legyen m_j a $\mathfrak{p}$ pontos fokszáma μ_j-ben, amit szokás szerint így jelölünk:

$$\mathfrak{p}^{m_j} \| \mu_j \qquad (j=1, \ldots, e). \quad (6)$$

Minden $m_j \geqq 0$. Legyen m az m_j számok közül a legkisebbik. Akkor tehát $\mathfrak{p}^{m+1} | p$, s így egyben $\mathfrak{p}^{m+1} | a$. Legyen még $\mathfrak{p}^f \| g$. Az (5)-ből következik, hogy

$$\mu_1^k + \cdots + \mu_e^k \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}^{(m+1)k-f}} \qquad (k>K). \quad (7)$$

Legyen π (nem a körmérési szám!) tetszésszerinti olyan szám $\mathbf{M}$-ből, amelyre $\mathfrak{p} \| \pi$, és legyen

$$\mu_j = \pi^{m_j} \bar{\mu}_j \qquad (j=1, \ldots, e). \quad (8)$$

Akkor a $\bar{\mu}_j$-k is $\mathbf{M}$-beli (egész vagy tört) számok, s (6) miatt $\mathfrak{p}$-hez mindannyian törzsek. (7) szerint

$$\pi^{(m_1-m)k}\bar{\mu}_1^k + \cdots + \pi^{(m_e-m)k}\bar{\mu}_e^k \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}^{k-f}} \quad (k>K). \tag{9}$$

Válasszunk egy olyan t pozitív egész számot, amellyel $\mathfrak{p}_i^t$ a $2,\ldots, e$ számok egyikében sem foglaltatik, s jelentse N a $(\mathrm{mod}\ \mathfrak{p}^t)$ törzs maradékosztályok számosságát a **M** testben. FERMAT-tétele szerint fennáll

$$\bar{\mu}_j^N \equiv 1 \pmod{\mathfrak{p}^t} \qquad (j=1,\ldots,e).$$

Ha tehát (9)-ben olyan k-t választottunk, amelyre $N \mid k$ és $k-f \geqq t$, akkor fennáll

$$\pi^{(m_1-m)k} + \cdots + \pi^{(m^e-m)k} \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}_i^t}. \tag{10}$$

Legyen $e_0 (1 \leqq e_0 \leqq e)$ ama m_j-k számossága, amelyek m-mel egyenlők. A megfelelő tagok (10)-ben egyenlők 1-gyel, és minden egyéb tag osztható $\mathfrak{p}^k$-val, még inkább $\mathfrak{p}^t$-vel, s így $e_0 \equiv 0 \pmod{\mathfrak{p}^t}$. Ez azonban ellenmond a t értelmezésének, amiből következik c helyessége.

Eme előkészületek után rátérünk a 2. tétel második felének bizonyítására. Tegyük föl ezért, hogy ellentétben az állítással valamely c számmal

$$\alpha^l \to c \pmod 1. \tag{11}$$

Rögzítsük c-t pl. a $0 \leqq c < 1$ kikötés által.

Legyen α fokszáma $n (\geqq 2)$ és

$$a_0\alpha^n + \cdots + a_n = 0 \tag{12}$$

viszonylagos törzs racionális egész $a_0,\ldots, a_n$ $(a_0 > 0)$ együtthatókkal. Egyúttal legyen

$$f(x) = a_0x^n + \cdots + a_n, \tag{13}$$

amely polinom tehát irreducibilis az R-ben.

(11)-ből következik, hogy bármilyen x_j, y_j racionális egész számokkal

$$x_1\alpha^{l+y_1} + \cdots + x_m\alpha^{l+y_m} \to (x_1 + \cdots + x_m)c.$$

Minthogy pedig (12)-ből

$$a_0\alpha^{l+n} + \cdots + a_n\alpha^l = 0, \tag{14}$$

azért szükségképpen

$$(a_0 + \cdots + a_n)c \equiv 0 \pmod 1. \tag{15}$$

A zárjelkifejezés nem lehet 0, mert akkor (13) szerint $f(1)=0$, ellentétben $f(x)$ irreducibilis voltával. (15) miatt tehát c racionális.

Értelmezzük az e_k, δ_k $(k=0, 1, \ldots)$ számokat

$$\alpha^k = c + e_k + \delta_k \quad \left(e_k \text{ racionális egész, } \tfrac{1}{2} < \delta_k \leqq \tfrac{1}{2}\right) \tag{16}$$

által. E szerint $\delta_k \in R(\alpha)$ és

$$\delta_l \to 0. \tag{17}$$

(16)-ot k helyett az $l+n, l+n-1, \ldots, l$ számokra alkalmazva, (14)-be való helyettesítéssel (15) szerint előáll

$$a_0\delta_{l+n} + \cdots + a_n\delta_l \equiv 0 \pmod 1, \tag{18}$$

s így (17) szerint

$$a_0\delta_{k+n} + \cdots + a_n\delta_k = 0 \qquad (k>K). \tag{19}$$

(E szerint a $\delta_1, \delta_2, \ldots$ sorozat egy bizonyos tagtól kezdve «rekurrens».)

Tekintsük a

$$P(x) = \delta_0 + \delta_1 x + \cdots \tag{20}$$

hatványsort, amelynek összetartási sugara (17) miatt $\geqq 1$. A (19) miatt

$$P(x) = \frac{h(x)}{a_0 + \cdots + a_n x^n}, \tag{21}$$

ahol $h(x)$ valamely polinom. A számláló és nevező közös tényezőinek törlésével előáll

$$P(x) = \frac{h_0(x)}{1 + b_1 x + \cdots + b_r x^r}, \tag{22}$$

ahol $h_0(x)$ is valamely polinom, s $b_1, \ldots, b_r$ (az α által) meghatározott számok. Természetesen $r \geqq 1$, mert különben a $\delta_0, \delta_1, \ldots$ sorozat tagjai egy bizonyostól kezdve mind eltűnnének, ami (16) és $n \geqq 2$ miatt lehetetlen. (20) és (22) szerint

$$\delta_{k+r} + b_1\delta_{k+r-1} + \cdots + b_r\delta_k = 0 \qquad (k>K). \tag{23}$$

Legyenek most már $\alpha_1 = \alpha, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ az α összes konjugáltjai. Akkor (12) és (13) szerint

$$a_0 + \cdots + a_n x^n = x^n f\left(\frac{1}{x}\right) = (1-\alpha_1 x)\ldots(1-\alpha_n x).$$

(22) származásából folyik tehát, hogy

$$1 + b_1 x + \cdots + b_r x^r = (1-\beta_1 x) \ldots (1-\beta_r x), \tag{24}$$

ahol $\beta_1, \ldots, \beta_r$ az $\alpha_1, \ldots, \alpha_n$ sorozatnak része, azaz minden β_j konjugáltja α-nak. Minthogy pedig (22) jobboldala redukált tört, azért $P(x)$ említett konvergenciája és (24) miatt

$$|\beta_j| \leqq 1 \qquad (j=1, \ldots, r). \tag{25}$$

Legyenek még $b'_1, \ldots, b'_{r-1}$ értelmezve

$$1 + b'_1 x + \cdots + b'_{r-1} x^{r-1} = (1-\beta_1 x) \ldots (1-\beta_{r-1} x) \tag{26}$$

által. Akkor (24) miatt

$$b_j = b'_j - \beta_r b'_{j-1} \qquad (j=1, \ldots, r), \tag{27}$$

ahol $b'_0 = 1$, $b'_r = 0$ értendő. Továbbá legyen

$$\Delta_k = \delta_{k+r-1} + b'_1 \delta_{k+r-2} + \cdots + b'_{r-1} \delta_k \quad (k=0, 1, \ldots). \tag{28}$$

Akkor (27)-et (23)-ba behelyettesítve előáll $\Delta_{k+1} = \beta_r \Delta_k$,

$$\Delta_{k+l} = \beta_r^l \Delta_k \qquad (k>K). \tag{29}$$

Az α-nak $\mathsf{A} = R(\alpha_1, \ldots, \alpha_n)$ GALOIS-testében benne vannak az összes α_j, β_j, b_j, b'_j, δ_j, Δ_j számok. Jelentse S az A-nak egyik automorfizmusát, s álljon elő ξ-ből ($\xi \in \mathsf{A}$) az S alkalmazásával: $S\xi = \bar{\xi}$. (16)-ból c és e_k racionális volta miatt folyik

$$\bar{\alpha}^k = c + e_k + \bar{\delta}_k,$$

s így

$$\alpha^k - \bar{\alpha}^k + \bar{\delta}_k - \delta_k = 0.$$

Következőleg (17) miatt

$$\alpha^l - \bar{\alpha}^l + \bar{\delta}_l \to 0,$$

s így egyben

$$\alpha^{k+l} - \bar{\alpha}^{k+l} + \bar{\delta}_{k+l} \to 0, \tag{30}$$

ahol k bármilyen nemnegatív egész szám. Szorozzuk ezt $\bar{b}'_{r-1-k}$-val ($k = 0, \ldots, r-1$), s adjuk össze az így előállt egyenleteket. Akkor (28) szerint következik, hogy

$$\alpha^l (\alpha^{r-1} + \bar{b}'_1 \alpha^{r-2} + \cdots + \bar{b}'_{r-1}) -$$
$$- \bar{\alpha}^l (\bar{\alpha}^{r-1} + \bar{b}'_1 \bar{\alpha}^{r-2} + \cdots + \bar{b}'_{r-1}) + \bar{\Delta}_l \to 0.$$

Írjunk l helyébe $k+l$-t ($k>K$). Akkor alkalmazható (29), s így a két zárójelkifejezés helyett egy pillanatra A-t, illetve B-t írva:

$$\alpha^{k+l} A - \bar{\alpha}^{k+l} B + \bar{\beta}_r^l \bar{\Delta}_k \to 0 \qquad (k>K). \tag{31}$$

Válasszuk most már S-t úgy, hogy $\bar{\beta}_r = \alpha$. Akkor (31)-ben az első és harmadik tag közös tényezője α^l. Másrészt $|\alpha| > 1$, $|\beta_r| \leqq 1$ miatt $\alpha \neq \beta_r$, $\bar{\alpha} \neq \bar{\beta}_r = \alpha$, s így α miatt α^l (összes) együtthatója (31)-ben biztosan eltűnik:

$$\alpha^k(\alpha^{r-1} + \bar{b}_1'\alpha^{r-2} + \cdots + \bar{b}_{r-1}') + \bar{\Delta}_k = 0 \qquad (k>K),$$

ahol egyben A helyett ennek eredeti értékét ismét beírtuk. S^{-1} végrehajtásával $S^{-1}\alpha = \beta_r$ miatt

$$\beta_r^{k+r-1} + b_1'\beta_r^{k+r-2} + \cdots + b_{r-1}'\beta_r^k + \Delta_k = 0 \qquad (k>K).$$

Ebből (28)-at figyelembe véve előáll:

$$\sum_{j=0}^{r-1} b_j'(\beta_r^{k+r-1-j} + \delta_{k+r-1-j}) = 0,$$

azaz $k+r-1$ helyett k-t írva:

$$\sum_{j=0}^{r-1} b_j'(\beta_r^{k-j} + \delta_{k-j}) = 0 \qquad (k>K). \quad (32)$$

Tekintettel (26)-ra

$$\sum_{j=0}^{r-1} b_j'\beta_m^{k-j} = 0 \qquad (m=1,\ldots,r-1).$$

Ezeket (32)-höz hozzáadva

$$\sum_{j=0}^{r-1} b_j'(\beta_1^{k-j} + \cdots + \beta_r^{k-j} + \delta_{k-j}) = 0 \qquad (k>K). \quad (33)$$

Legyen

$$\delta_k^* = \beta_1^k + \cdots + \beta_r^k + \delta_k \qquad (k=0,1,\ldots). \quad (34)$$

Akkor (33) így alakul (k helyett $k+r-1$-et írva):

$$\delta_{k+r-1}^* + b_1'\delta_{k+r-2}^* + \cdots + b_{r-1}'\delta_k^* = 0 \qquad (k>K). \quad (35)$$

(34), (17) és (25) miatt δ_k^* korlátos, s így a

$$P^*(x) = \delta_0^* + \delta_1^* x + \cdots$$

hatványsor $|x| < 1$ mellett összetartó. Ránézve (35) szerint fennáll

$$P^*(x) = \frac{h^*(x)}{1 + b_1'x + \cdots + b_{r-1}'x^{r-1}}, \quad (36)$$

ahol $h^*(x)$ polinom.

Vegyük most már figyelembe, hogy β_r az összes $\beta_1, \ldots, \beta_r$ közül szabadon választható, s ennek megfelelően érvényes r számú (36)-hoz hasonló egyenlet. Azonban (34) szerint δ_j^* az összes β_m-ben szimmetrikus, s így a mondott egyenletekben a baloldal változatlanul $P^*(x)$, míg a jobboldalak nevezői tekintettel (26)-ra úgy állnak elő a (24)-beli szorzatból, hogy ennek rendre egy-egy tényezőjét kihagyjuk. Azonban a β_j-k különbözősége miatt az így előálló r számú polinom viszonylagosan törzs, s így világos, hogy $P^*(x)$ csak polinom lehet. Ez azt jelenti, hogy ($\delta_k^* =$)

$$\delta_k + \beta_1^k + \cdots + \beta_r^k = 0 \qquad (k>K). \quad (37)$$

azaz (16) szerint

$$a^k + \beta_1^k + \cdots + \beta_r^k = c + e_k \qquad (k>K). \quad (38)$$

Ebből b szerint következik, hogy $\alpha, \beta_1, \ldots, \beta_r$ között megvannak az α összes konjugáltjai, s így eme számok éppen az α összes konjugáltjai ($n = r+1$). Továbbá (38) és (15) miatt

$$(a_0 + \cdots + a_n)(\alpha^k + \beta_1^k + \cdots + \beta_r^k) \equiv 0 \pmod 1 \quad (k>K),$$

s így $a_0 + \cdots + a_n \neq 0$ miatt c szerint α (algebrai) egész. Végül (37) és (17) miatt

$$\beta_1^l + \cdots + \beta_r^l \to 0.$$

Itt törölhetők mindazok a tagok, amelyekben $|\beta_j| < 1$. Minthogy pedig $\beta_1, \ldots, \beta_r$ mind különbözők, azért α szerint a mondott törlés után egyetlen tag sem maradhat meg, s így szükségképpen minden $|\beta_j| < 1$. Mindezekkel bebizonyítottuk a 2. tételnek még hátralévő második felét.

Megjegyzés a korrektura alkalmával, Riesz Frigyes szóbeli közlése szerint. Az (1) azt jelenti, hogy az

$$f(z) = \frac{u_1}{1-x_1 z} + \cdots + \frac{u_e}{1-x_e z}$$

hatványsorában az együtthatók zérushoz konvergálnak. Ez akkor pl. az $(1-x_2 z)\ldots(1-x_e z)\, f(z)$ szorzatról is áll, s ebből könnyen kiolvasható az α-nak a fent közöltnél egyszerűbb bizonyítása.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. nov. 23.-án tartott üléséből.)

ÜBER EINE DIOPHANTISCHE APPROXIMATION IM BEREICH DER ALGEBRAISCHEN ZAHLEN.

Von L. RÉDEI in Szeged.

Nach einem Satz von KOKSMA[1] ist $\alpha^l (l = 0, 1, \ldots)$ für ein reelles $\alpha (|\alpha| > 1)$ gleichverteilt (mod 1) mit Ausnahme solcher α, die eine Menge mit dem LEBESGUEschen Masse 0 bilden. Der Satz sagt über das Verhalten von α^l (mod 1) für spezielle α nichts aus. Das erste Resultat in dieser Richtung liegt vom Verfasser[2] vor und lautet folgendermassen: Ist $\alpha (|\alpha| > 1)$ eine gebrochene rationale Zahl, so hat $\alpha^l (l = 0, 1, \ldots)$ unendlichviele Häufungstellen (mod 1). Dabei heisst eine Häufungstelle (mod 1) einer Zahlenfolge $a_l (l = 0, 1, \ldots)$ jede Häufungstelle aller Folgen $a_l + e_l (l = 0, 1, \ldots)$, wobei die e_l ganz rational sind. Häufungsstellen (mod 1) gelten als gleich, wenn sie kongruent (mod 1) sind.

Wenigstens eine Häufungsstelle (mod 1) gibt es immer. Ist c die einzige Häufungsstelle (mod 1), so sagt man, dass die Folge gegen c konvergiert (mod 1).

In vorliegender Arbeit wird der Satz bewiesen: *Ist* $\alpha (\neq 0)$ *eine ganze algebraische Zahl von wenigstens zweitem Grade und sind die von* α *verschiedenen Konjugierten von* α *absolut kleiner als 1, so (ist* α *reell,* $|\alpha| > 1$ *und) konvergiert* $\alpha^l (l = 0, 1 \ldots)$ *gegen* 0 *(mod* 1*), dagegen gibt es kein weiteres (ganzes oder gebrochenes) algebraisches* α *von wenigstens zweitem Grade mit* $|\alpha| > 1$, *wofür* $\alpha^l (l = 0, 1 \ldots)$ *konvergiert (mod* 1*).* Die (fast triviale) erste Hälfte dieses Satzes hat Verfasser schon in der Arbeit[2] bewiesen.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. November 1942.)

A SZABÁLYOS TESTEK, MINT SZÉLSŐÉRTÉKFELADATOK MEGOLDÁSAI.

FEJES LASZLÓ-tól.

A síkban — miként ismeretes — sokszögekre vonatkozó egész sereg szélsőértékfeladatnak közös megoldása a szabályos sokszög. Így például a körbe írható maximális területű n-szög, valamint a maximális kerületű n-szög tudvalevőleg a szabályos n-szög. Ugyancsak szabályos n-szöghöz jutunk, ha a kör köré írt minimális területű (vagy ami egyre megy a minimális kerületű) n-szöget keressük. A számos hasonló feladat közül még csak egyet emelünk ki: meghatározandó az adott kerületű n-szögek közül a maximális területű. Ez a nevezetes feladat a sokszögekre vonatkozó izoperimetrikus probléma, amelynek mint tudjuk ugyancsak szabályos n-szög a megoldása.

E példák után azt várhatnók első pillanatra, hogy az említett problémák térbeli analogonja az öt szabályos testhez vezet. Egy kissé behatóbb vizsgálat azonban arról győz meg bennünket, hogy ez a feltevés teljesen indokolatlan. Igen érdekes STEINITZnek[1] idevágó megjegyzése az izoperimetrikus probléma térbeli megfelelőjével kapcsolatban: Állítsuk az egyenlő felszínű öt szabályos testet a lapszámok növekvő sorrendjébe. Elemi számolás mutatja, hogy ez a sorrend megegyezik a térfogatok növekvő sorrendjével. Ez azt jelenti, hogy az izoperimertrikus feladat térbeli analogonját illetőleg a fenti sorban rendre «jobb» testet nyerünk. Ám de ugyanilyen joggal várhat-

[1] Über isoperimetrische Probleme bei konvexen Polyedern. Crelles Journal Bd. 158. (1927) 129—153.

nók ezt a csúcspontszámok növekvő sorrendjére is. A csúcspontszámok azonban az előbbi sorban rendre: 4, 8, 6, 20, 12. A legfeljebb 8, ill. 20 csúcsponttal bíró soklapok közül tehát semmi esetre sem lehet problémánk megoldása a kocka, ill. a szabályos dodekaéder.

Még érdekesebb azonban, hogy az előbb tekintett probléma még adott lapszám mellett sem vezet általában szabályos testekhez: létezik olyan 8-lap, amelynek térfogata nagyobb, mint a vele egyenlő felszínű szabályos oktaéderé.[2]

Ugyancsak figyelemre méltó a következő probléma: meghatározandó a gömbbe írható legfeljebb n csúcsponttal bíró maximális térfogatú soklap. Egyszerű számolással belátható, hogy az ugyanabba a gömbbe írt öt szabályos test térfogatának növekvő sorrendje megegyezik a csúcspontszámok növekvő sorrendjével. Annál meglepőbb, hogy a kocka és a dodekaéder ennek a problémának megoldásai közt sem szerepel. Kimutatható u. i., hogy a gömbbe (sőt bármely folytonos érintősíkkal bíró konvex felületbe) írható adott n csúcspontszámú soklapok közül a maximális térfogatú soklapnak minden lapja szükségképpen háromszög.[3]

Tudjuk, hogy a legutóbbi problémának $n = 4$-re szabályos tetraéder a megoldása. Feltehető továbbá, hogy $n = 6$-ra és $n = 12$-re szabályos oktaéder, ill. ikozaéder a megoldás. Úgy látszik tehát, hogy bizonyos szélsőértékfeladatokban ki vannak tüntetve a háromszöglapú szabályos testek. Hogy ez valóban így van, arra az alábbiakban egy egyszerű példát fogunk látni.

Bizonyos szélsőértékfeladatokban viszont a háromélű csúcspontokkal bíró szabályos testek vannak kitüntetve. Ez abból is következik, hogy valamely szabályos testtel egyidejűleg tekinthetjük annak duálisát, s így bármely szélsőértékfeladatot, amelynek csak háromszöglappal bíró szabályos test megoldása van, úgy is megfogalmazhatunk, hogy a megoldások között éppen a háromélű csúcspontokkal bíró szabályos testek szerepeljenek.

*

[2] L. Steinitz idézett dolgozatában a 134. lapon az 1. jegyzetet.

[3] Fejes, L.: Über zwei Maximumaufgaben bei Polyedern. Tôhoku Math. Journal Vol. 46. (1939) 79—83.

Az imént jelzett szélsőértékfeladat a következő:

Adva van a G gömbfelületen n-számú $P_1, P_2, \ldots, P_n$ *pont,* $d(P_1, P_2, \ldots, P_n)$ *jelöli az* $\binom{n}{2}$*-számú* P_iP_k *pontpár távolsága közül a legkisebbet. Meghatározandó az a pontelrendeződés, amelyre nézve* $d(P_1, P_2, \ldots, P_n)$ *a lehető legnagyobb.*

Ha $n=4$, $n=6$ *vagy* $n=12$, *akkor a feladat megoldása a G gömbfelület olyan* 4, 6, *illetőleg* 12 *pontja, amelyek egy szabályos tetraédernek, oktaédernek, illetőleg ikozaédernek csúcspontjai.*

A feladat megoldása az $n=8$ *és* $n=20$ *esetben nem vezet szabályos hexaéderhez, illetőleg dodekaéderhez.*

Az $n=4$ és $n=6$ esettel nem kell részletesebben foglalkoznunk. Ha $\overline{P}_1, \overline{P}_2, \overline{P}_3, \overline{P}_4$ négy extremális helyzetű pont, akkor az általuk meghatározott tetraédernek mind a hat éle szükségképpen egyenlő. Ez a feltétel azonban egyértelműen meghatározza a szabályos tetraédert.

Ha $\overline{P}_1, \overline{P}_2, \ldots, \overline{P}_6$ az egységsugarú G gömbnek hat olyan pontja, amelyre $d(\overline{P}_1, \overline{P}_2, \ldots, \overline{P}_6) \geq \sqrt{2}$ és S_i jelenti a $\overline{P}_i$ tetőpontú nyilt félgömböt, $\overline{S}_i$ pedig azt a zárt félgömböt, amely S_i-t G-re egészíti ki, akkor a $\overline{P}_1, \overline{P}_2, \ldots, \overline{P}_6$ pont közül bármelyik öt benne van a hatodik által meghatározott $\overline{S}_i$ félgömbben. Egyszerű okoskodással belátható, hogy ez a feltétel egyértelműen jellemzi a szabályos oktaédert.[4]

Térjünk ezután az $n=12$ esetre![5] Legyen $\overline{P}_1, \overline{P}_2, \ldots \overline{P}_{12}$ az egységsugarú G gömbfelület olyan 12 pontja, amelyre $d(\overline{P}_1, \overline{P}_2, \ldots, \overline{P}_{12}) \leq e$, ahol $e = \sqrt{\frac{10-2\sqrt{5}}{5}}$ a G-be írt sza-

[4] Figyelemre méltó, hogy az egységsugarú G gömbnek már bármely 5 pontjára is $d(P_1, P_2, \ldots, P_5) \leq \sqrt{2}$. A $d(P_1, P_2, \ldots, P_5) = \sqrt{2}$ feltétel azonban nem határozza meg az öt pontot s így a felvetett szélsőértékfeladat megoldása általában nem egyértelmű.

[5] Problémánk az $n \to \infty$ határesetben megegyezik a «legsűrűbb síkbeli körelhelyezkedés» problémájával. (V. ö. Hilbert-Cohn-Vossen: Anschauliche Geometrie. 1932. 5. és 7. §.) Ennek az utóbbinak megoldására «Über einen geometrischen Satz»-című dolgozatomban [Math. Zeitschrift Bd. 46. (1940) 83—85.] egy egyszerű bizonyítást adtam. Az alábbi bizonyítás idézett dolgozatom gondolatmenetén nyugszik.

bályos ikozaéder élhossza. Be kell bizonyítanunk, hogy $\bar{P}_1$, $\bar{P}_2, \ldots, \bar{P}_{12}$ a G gömbbe írt szabályos ikozaédernek csúcspontjai.

Rendeljünk a G gömbfelületen minden egyes $\bar{P}_i$ ponthoz $(i = 1, 2, \ldots, 12)$ egy-egy $\bar{P}_i$ tetőponttal és $r = \frac{\sqrt{3}}{3} e$ sugarú [6] alapkörrel bíró s_i gömbsüveget. Fordítsuk figyelmünket az s_1, $s_2, \ldots, s_{12}$ gömbsüveg egyesített halmazának F felszínére!

Vegyük észre, hogy G felületének egyetlen darabját sem fedheti kettőnél több gömbsüveg. Mert ha például az s_1, s_2 és s_3 gömbsüvegnek volna pozitív felszínnel bíró közös része, akkor a $\bar{P}_1\bar{P}_2\bar{P}_3\triangle$ köré írt kör sugara kisebb lenne mint r, s így a $\bar{P}_1\bar{P}_2\bar{P}_3\triangle$-nek legalább egyik oldala — feltevésünkkel ellentétben — kisebb lenne e-nél.

Ha f_i, illetőleg f_i' az s_i gömbsüveg azon részének felszíne, amelynek nincs, illetőleg van más gömbsüveggel közös felületrésze, akkor nyilvánképp

$$F = \sum_{i=1}^{12} (f_i + \tfrac{1}{2} f_i').$$

Határozzuk meg a $d(\bar{P}_1, \bar{P}_2, \ldots, \bar{P}_{12}) \geq e$ feltétel szem előtt tartásával $f_i + \frac{1}{2} f_i'$ lehető legkisebb értékét, ha $\bar{P}_i$-t rögzítjük és a többi 11 pontot változtatjuk.

Jegyezzük meg, hogy s_i-nek legföljebb öt másik gömbsüveggel lehet közös része. Ha u. i. s_i-nek közös része volna az s_1, $s_2, \ldots$ és s_6 gömbsüveggel, akkor

$$2 \arcsin \frac{e}{2} = 63°26' \leq \overset{\frown}{\bar{P}_i\bar{P}_k} \leq 2 \arcsin r = 74°45' \qquad (k=1, 2, \ldots, 6)$$

volna. A $\bar{P}_1\bar{P}_i\bar{P}_2$, $\bar{P}_2\bar{P}_i\bar{P}_3, \ldots$, $\bar{P}_6\bar{P}_i\bar{P}_1$ gömbháromszögek között nyilvánképp van legalább egy olyan, amelynek $\bar{P}_i$-nél fekvő α-szöge $\alpha \leq 60°$. Ha $\bar{P}_1\bar{P}_i\bar{P}_2$ egy ilyen gömbháromszög, akkor a cosinus-tétel szerint:

$$\cos \overset{\frown}{\bar{P}_1\bar{P}_2} = \cos \overset{\frown}{\bar{P}_i\bar{P}_1} \cdot \cos \overset{\frown}{\bar{P}_i\bar{P}_2} + \sin \overset{\frown}{\bar{P}_i\bar{P}_1} \cdot \sin \overset{\frown}{\bar{P}_i\bar{P}_2} \cdot \cos \alpha.$$

Könnyű belátni, hogy a jobboldali kifejezés a fenti feltételek

---

[6] r megegyezik az egyenlő e oldalú háromszög köré írt kör sugarával.

mellett akkor éri el minimumát, amikor $\widehat{P_iP_1} = \widehat{P_iP_2} = 74°45'$, $\alpha = 60°$. Ennélfogva

$$\cos \widehat{P_1P_2} \geq 1 - \tfrac{1}{2} \sin^2 74°45' \cong 0{\cdot}53,$$

amiből kis számolással nyerjük, hogy $\overline{\overline{P_1P_2}} < c$. Ez viszont ellentétben van feltevésünkkel.

Ezek után azonnal meghatározhatjuk $f_i + \frac{1}{2}f_i'$ minimumát, vagy ami egyre megy f_i' maximumát. Ez utóbbi akkor veszi fel a maximumát, amikor s_i-nek öt másik gömbsüveggel van közös része, amelyeknek $\overline{P}_1$, $\overline{P}_2$, $\overline{P}_3$, $\overline{P}_4$ és $\overline{P}_5$ tetőpontjai $\overline{P}_i$-től egyenlő e távolságra vannak. A $\overline{P}_1$, $\overline{P}_2$, $\overline{P}_3$, $\overline{P}_4$ és $\overline{P}_5$ pont ekkor egyúttal egy e oldalhosszal bíró szabályos ötszög csúcspontja és $f_i + \frac{1}{2}f_i'$ egyenlő az s_i-be írt szabályos gömbi ötszög felszínével. Ez utóbbi azonban egyenlő G felszínének $\frac{1}{12}$ részével. Ennélfogva $f_i + \frac{1}{2}f_i' \geq \frac{4\pi}{12}$ és az $=$-jele csak akkor állhat, ha $\overline{P}_i$ a szomszédos pontokkal a fenti kölcsönös helyzetben van. Ámde mivel másfelől

$$\sum_{i=1}^{12} (f_i + \tfrac{1}{2}f_i') \leq 4\pi,$$

azért egyetlen i-re sem lehet $f_i + \frac{1}{2}f_i' > \frac{4\pi}{12}$, amiből következik, hogy $\overline{P}_1, \overline{P}_2, \ldots, \overline{P}_{12}$ valóban egy G-be írt szabályos ikozaéder csúcspontja.

Hátra van még annak kimutatása, hogy a kocka és a szabályos dodekaéder csúcspontjai által meghatározott pontelrendeződés nem extremális. Vizsgáljuk először a kockát!

Forgassuk el a G-be írt kocka egyik lapját saját síkjában középpontja körül 45°-kal.[7] Az így kapott négyzet szögpontjai

[7] A konvex tartományok lineáris sorára vonatkozó BRUNN–MINKOWSKI-féle tétel (l. pl. BONNESEN–FENCHEL: Theorie der Konvexen Körper, 1934. 88. lap) felhasználásával könnyen belátható, hogy az elforgatással nyert négyzet négy szögpontja és a kocka átellenes lapján fekvő négy csúcspont konvex burokjának térfogata nagyobb mint az eredeti kocka térfogata. Hasonlóképpen nyerhetünk G-be írt 20 csúcsponttal bíró konvex soklapot. is, amelynek térfogata nagyobb mint a G-be írt szabályos dodekaéderé Ezzel a bevezetésben említett tényt konkrét példán igazoltuk.

a kocka szemközt fekvő lapján lévő csúcspontok közül bármelyiktől nagyobb távolságra vannak, mint az eredeti kocka élhossza. Ezért a két lap síkjának közelítésével «jobb» pontelrendeződést nyerhetünk.

Hasonlóképp járhatunk el a dodekaéder esetében is. Ragadjuk ki a dodekaéder két átellenes lapját és forgassuk el mindkettőt saját síkjában középpontja körül 36°-kal. Az elmozgatott 5-5 csúcspontnak a dodekaéder másik 10 csúcspontjától mért legrövidebb távolsága az elforgatás által növekedett. Ezért a pontoknak egy további alkalmas elmozgatásával könnyen nyerhetünk az eredetinél jobb pontelrendeződést.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. nov. 23-én tartott üléséből.)

DIE REGULÄREN POLYEDER, ALS LÖSUNGEN VON EXTREMALAUFGABEN.

von LÁSZLÓ FEJES.

Die räumlichen Analoga gewisser Extremalaufgaben für Polygone, deren Lösungen in der ebene die regulären Vielecke sind, führen im Allgemeinen nicht zu den regulären Polyedern. In gewissen Extremalaufgaben spielen vielmehr unter den regulären Polyedern einerseits die Dreieckspolyeder, anderseits die Dreikantspolyeder eine ausgezeichnete Rolle. Dies wird am folgenden Bespiel klargelegt: Betrachten wir auf einer Kugelfläche K die n Punkte $P_1, P_2, \ldots, P_n$. Der kürzeste Abstand derselben sei $d(P_1, P_2, \ldots, P_n)$. Gesucht wird diejenige Punktkonfiguration für welche $d(P_1, P_2, \ldots, P_n)$ den grösstmöglichen Wert erreicht. Es wird gezeigt, dass für $n = 4$, $n = 6$ und $n = 12$ die kleinste konvexe Hülle der extremalen Punktanordnung das reguläre Tetraeder, Oktaeder bzw. Ikosaeder ist. Dagegen erweist sich der Würfel und das reguläre Dodekaeder nicht als Lösung der gestellten Extremalaufgabe.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. November 1942.)

A LEHŰLÉS FOURIER-SORÁRÓL.

FEJES LÁSZLÓ-tól.

1. §.

FOURIER klasszikus művében, a Théorie analytique de la chaleur-ben, a következő hőtani problémát veti fel: Merítsünk egy a sugarú szilárd homogén gömböt, amelyben a hőmérséklet csak a középponttól mért r távolságtól függ, egy 0° C hőmérsékletű ugyancsak homogén közegbe. Meghatározandó a gömb belsejében a $V(r, t)$ hőmérséklet mint r-nek és a bemerítés pillanatától eltelt t időnek a függvénye, ha a $V(r, 0) = V(r)$ kezdeti hőmérsékleteloszlás adva van.

FOURIER a keresett $V(r, t)$ függvényt a következő végtelen soralakban adja meg:

$$V(r, t) = \frac{1}{r}\{A_1 e^{-k\mu_1^2 t} \sin \mu_1 r + A_2 e^{-k\mu_2^2 t} \sin \mu_2 r + \cdots\}$$

ahol $\mu_1, \mu_2, \ldots$ a $z + h \operatorname{tg} az = 0$ transzcendens egyenlet növekvő sorrendben vett pozitív gyökei, k és h bizonyos pozitív állandók, $A_1, A_2, \ldots$ pedig alkalmasan választott együtthatók.

Ez a megoldás nyilvánképp csak akkor helyes, ha az $A_1, A_2, \ldots$ együtthatósorozat megválasztható úgy, hogy $0 \leq r < a$-ra

$$rV(r) = A_1 \sin \mu_1 r + A_2 \sin \mu_2 r + \cdots$$

legyen, pontosabban, hogy a jobboldali sor összetartson és előállítsa $rV(r)$-et. FOURIER bizonyítás nélkül felteszi, hogy ez mindig lehetséges, sőt még azt is, hogy a felírt sor tagonként integrálható. Ezekből a feltevésekből azután — a sorban szereplő függvénysorozat $(0, a)$-ra vonatkozó ortogonalitásának felhasználásával — meghatározza a sor együtthatóit is:

$$A_\nu = \frac{2\mu_\nu}{2a\mu_\nu - \sin 2a\mu_\nu} \int_0^a tV(t) \sin \mu_\nu t\, dt, \qquad (\nu = 1, 2, \ldots)$$

A fenti sinus-sort a cosinusos tagokkal kibővítve valamely $2a$ hosszúságú (x_0, x_1) számközben LEBESGUE-féle értelemben integrálható $f(x)$ függvényhez a következő általánosabb sort rendeljük:

$$f(x) \sim \sum_{\nu=0}^{\infty} (a_\nu \cos \mu_\nu x + b_\nu \sin \mu_\nu x);$$

$$a_0 = \frac{h}{2(1+ah)} \int_{x_0}^{x_1} f(t)\,dt$$

$$a_\nu = \frac{2\mu_\nu}{2a\mu_\nu - \sin 2a\mu_\nu} \int_{x_0}^{x_1} f(t) \cos \mu_\nu t\,dt,$$

$$b_\nu = \frac{2\mu_\nu}{2a\mu_\nu - \sin 2a\mu_\nu} \int_{x_0}^{x_1} f(t) \sin \mu_\nu t\,dt, \qquad (\nu = 1, 2, \ldots)$$

ahol $0 = \mu_0 < \mu_1 < \mu_2 < \cdots$ rendre a

$$z + h \operatorname{tg} az = 0, \qquad (h > 0,\ a > 0)$$

egyenlet nem negatív gyökei.[1] Az $\sim$-jel — a FOURIER-sorok elméletében használatos jelölésmód értelmében — semmit sem mond a sor összetartását, vagy összegét illetőleg, hanem csak azt jelenti, hogy a sor együtthatói $f(x)$-ből a megadott módon képezendők. Ezt a sort az alábbiakban *lehűlés* FOURIER-*sorának* nevezzük.[2]

---

[1] A $\{\cos \mu_\nu x,\ \sin \mu_\nu x\}$ függvénysorozat nem ortogonális. Az együtthatók fenti megválasztását csak azzal indokolhatjuk, hogy a felírt sort — miként látni fogjuk — általánosabb sorosztályból származtatjuk.

[2] Mivel ν-nek bármely rögzített értékére a $h \to \infty$ határesetben $\mu_\nu \to \frac{\pi}{a}\nu$, azért a lehűlés FOURIER-sora $h \to \infty$-re a közönséges FOURIER-sorba megy át:

$$f(x) \sim \frac{1}{2a} \int_{x_0}^{x_1} f(t)dt + \frac{1}{a} \sum_{\nu=1}^{\infty} \int_{x_0}^{x_1} f(t) \cos \frac{\pi\nu(x-t)}{a}\,dt.$$

Ennek a formális kapcsolatnak ellenére a lehűlés FOURIER-sora és a közönséges FOURIER-sor több tekintetben eltérően viselkedik. Már szorosabb

A lehűlés FOURIER-sora különös esete egy sokkal általánosabb sornak, nevezetesen a CAUCHY-féle exponenciális-sornak.[3] Mint ilyenről tudjuk, hogy az az (x_0, x_1) kifejtés közének bármely belső helyén egyszerre konvergens vagy divergens — röviden ekvikonvergens — a közönséges FOURIER-sorral és, hogy a kifejtés közének bármely belső konvergenciahelyén a két sor összege is egyenlő.[4] Felmerül már most a kérdés, hogy összetartó-e, s ha az, vajjon mi az összege a lehűlés FOURIER-sorának a kifejtés közén kívül?[5]

A 2. §-ban kimutatjuk ezzel a kérdéssel kapcsolatban, hogy sorunk az $x \equiv x_0 \pmod{2a}$ helyek leszámításával[6] nem csak a kifejtés közén belül, hanem azon kívül is ekvikonvergens a FOURIER-sorral. Erre a tételre olyan bizonyítást adunk, amely a sor összegének meghatározását is lehetővé teszi bármely valós konvergenciahelyen.[7] Eredményünket a 3. §-ban sorunk összegezésének egy sajátságos módjára használjuk fel.

---

kapcsolat van a lehűlés FOURIER-sora és a belőle a $h \to 0$ határesetben létrejövő

$$f(x) \sim \frac{1}{a} \sum_{\nu=1}^{\infty}{}' \int_{x_0}^{x_1} f(t) \cos \frac{\pi(\nu - \frac{1}{2})(x-t)}{a}\, dt$$

sor között. Ez várható abból, hogy a $\mu_\nu = \frac{\pi}{a}\left(\nu - \frac{1}{2}\right) + \delta_\nu$ egyenlőséggel értelmezett $\delta_1, \delta_2, \ldots$ számsorozat h-nak bármely pozitív értékére monoton fogyó nullasorozat.

[3] PICARD, É.: Traité d'analyse t. II. (3e éd.) 198—203.

[4] FEJES, L.: Des séries exponentielles de CAUCHY. Comptes Rendus 200. (1935) 1712—14. A CAUCHY-féle exponenciális sor. Mat. és Fiz. Lapok XLV. (1938) 115—132.

[5] Idézem FEJÉR LIPÓT professzor úr megjegyzését, amely szerint ennek a kérdésnek érdekessége nem ú. n. «patologikus» függvényekkel kezdődik, hanem azzal az esettel, amelyben sorunk generátorfüggvénye elemi analitikus függvény. A fenti kérdés egyébiránt kapcsolatba hozza a lehűlés FOURIER-sorát az utóbbi évek irodalmában fontos szerepet játszó majdnem periódikus függvények elméletével.

[6] Az $x \equiv x_0 \pmod{2a}$ helyeken a lehűlés FOURIER-sora lehet összetartó vagy lehet széttartó a nélkül, hogy a közönséges FOURIER-sor is az lenne.

[7] A konvergencia kérdése a kifejtés közén kívül a sor közvetlen vizsgálata alapján könnyebben is elintézhető.

Őszinte hálámat fejezem ki FEJÉR LIPÓT professzor úrnak eredményeim iránt tanúsított érdeklődéséért és a dolgozatomban felhasznált több értékes megjegyzéséért. A «lehűlés FOURIER-sora» elnevezést is FEJÉR professzor úrnak köszönöm. A mellékelt két ábrát MOLNÁR JÓZSEF úr készítette. Fáradságos munkájáért ezen a helyen is köszönetet mondok.

2. §.

Az ekvikonvergenciára vonatkozó fenti állításunknál valamivel többet mond a következő tétel:

A lehűlés FOURIER-*sora az* x, $x \pm 2a$, $x \pm 4a, \ldots$, $x \pm 2ma, \ldots$ *helyeken egyszerre összetartó vagy széttartó* x *bármely valós értékére.*

A bizonyítás előtt értelmezzük a CAUCHY-féle exponenciálissort[8] és emlékeztessünk a kifejtés közében a FOURIER-sorral való ekvikonvergencia bizonyításának főbb lépéseire.

Legyen $\pi(z)$ egy csupán egyszeres gyökökkel bíró transzcendens egész függvény, amely két transzcendens egész összeadandóra bontható: $\pi(z) = \psi(z) + \chi(z)$ úgy, hogy meg lehessen adni két pozitív σ és M_σ számot és az origóval koncentrikus $\varrho_1 < \varrho_2 < \ldots$ sugarú $K_1, K_2, \ldots$ köröknek végtelenben torlódó sorozatát oly módon, hogy n minden értékére

$$\int_{K_n^+} \left\{ \left| \frac{\psi(z)}{\pi(z)} \right| + \left| \frac{\chi(-z)}{\pi(-z)} \right| \right\} |e^{\sigma z}| \, |dz| < M_\sigma$$

legyen. K_n^+ itt K_n-nek az $R[z] \geq 0$ félsíkba eső felét jelenti. Adva lévén egy ilyen $\pi(z)$ függvény, jelöljük $\bar{\sigma}$-sal azoknak a σ-számoknak felső határát, amelyekhez található a fenti egyenlőtlenséget kielégítő M_σ korlát. Tekintsünk most egy tetszésszerinti $\bar{\sigma}$ hosszúságú (x_0, x_1) számközben adott LEBESGUE-féle értelemben integrálható $f(x)$ függvényt és képezzük ennek segítségével a következő sort:

$$\sum_{\pi(\lambda_\nu)=0} c_\nu e^{\lambda_\nu x}; \qquad c_\nu = \frac{\chi(\lambda_\nu)}{\pi'(\lambda_\nu)} \int_{x_0}^{x_1} e^{-\lambda_\nu t} f(t) dt,$$

[8] Az itt adandó szabatosabb értelmezés szükségességére FEJÉR LIPÓT professzor úr figyelmeztetett.

amelyben az összegezés valamilyen sorrendben kiterjesztendő a $\pi(z)=0$ egyenlet valamennyi λ_ν gyökével képzett $c_\nu e^{\lambda_\nu x}$ alakú tagra. Ebből a közelebbről még meg nem határozott sorból a tagoknak bizonyos csoportosításával egy új sort alkotunk, mégpedig úgy, hogy az új sor egy-egy tagjába foglaljuk a réginek mindazokat a tagjait, amelyben $\varrho_{n-1}\leq|\lambda_\nu|<\varrho_n$, $(\varrho_0=0)$. Az így nyert

$$f(x)\sim\sum_{n=1}^{\infty}\sum_{\varrho_{n-1}\leq|\lambda_\nu|<\varrho_n}c_\nu e^{\lambda_\nu x};\qquad c_\nu=\frac{\chi(\lambda_\nu)}{\pi'(\lambda_\nu)}\int_{x_0}^{x_1}e^{-\lambda_\nu t}f(t)dt$$

sort nevezzük $f(x)$ CAUCHY-féle exponenciális sorának.

Ez a CAUCHY-féle exponenciális sor a $\chi(z)=e^{az}$, $\psi(z)=-e^{-az}$ esetben a közönséges FOURIER-sorba, a $\chi(z)=(z+h)e^{az}$, $\psi(z)=(z-h)e^{-az}$ esetben pedig a lehűlés FOURIER-sorába megy át.

A CAUCHY-féle sor n-edik részletösszege a reziduum-tétel felhasználásával a következő integrállal állítható elő:

$$\sum_{|\lambda_\nu|<\varrho_n}c_\nu e^{\lambda_\nu x}=\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n}\frac{\chi(z)}{\pi(z)}\int_{x_0}^{x_1}e^{z(x-t)}f(t)dtdz.$$

Ezt az integrált a $\frac{\chi(z)}{\pi(z)}=1-\frac{\psi(z)}{\pi(z)}$ összefüggés figyelembevételével a következő három összeadandóra bontjuk:

$$\sum_{|\lambda_\nu|<\varrho_n}c_\nu e^{\lambda_\nu x}=-\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^+}\frac{\psi(z)}{\pi(z)}\mathfrak{F}(z;x)dz+$$
$$+\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^+}\mathfrak{F}(z;x)dz-\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^+}\frac{\chi(-z)}{\pi(-z)}\mathfrak{F}(-z;x)dz, \tag{1}$$

ahol rövidség kedvéért az

$$\mathfrak{F}(z;x)=\int_{x_0}^{x_1}e^{z(x-t)}f(t)dt$$

jelölést vezettük be. Az ekvikonvergencia bizonyítása azon az észrevételen nyugszik, hogy az itt szereplő középső integrál $f(x)$ DIRICHLET-integráljával egyenlő:

$$\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^+}\mathfrak{F}(z;x)dz=\frac{1}{\pi}\int_{x_0}^{x_1}\frac{\sin\varrho_n(x-t)}{x-t}f(t)dt,$$

amiről az integrálok sorrendjének felcserélésével azonnal meggyőződhetünk. Az (1) alatti első és utolsó integrálról ugyanekkor kimutatható, hogy azok $x_0<x<x_1$-re zérushoz tartanak.

Legutóbbi állításunk a következő segédtételen alapszik: az

$$\mathfrak{F}(z;x_0)=\int_{x_0}^{x_1}e^{-z(t-x_0)}f(t)dt$$

integrál az $R[z]\geq 0$ félsíkban $\frac{1}{z}$-vel egyenletesen zérushoz tart. Ezt felhasználva könnyen belátható az előbbi állításnál többet mondó

$$\lim_{n\to\infty}\int_{K_n^+}\left|\frac{\psi(z)}{\pi(z)}\mathfrak{F}(z;x)\right||dz|=\lim_{n\to\infty}\int_{K_n^+}\left|\frac{\chi(-z)}{\pi(-z)}\mathfrak{F}(-z;x)\right||dz|=0 \quad (2)$$

egyenlőség is.

Ezen előkészítés után tételünk bizonyítására térünk. A legutóbb mondottakból közvetlenül kitűnik, hogy az (1) alatti első integrál zérushoz tart, valahányszor $x<x_1$. Hasonlóképpen látható, hogy az (1) alatti utolsó integrál zérushoz tart, ha $x>x_0$. A középső integrál pedig a RIEMANN-féle lemma közvetlen folyományaként szintén zérushoz tart, ha $x<x_0$, vagy $x>x_1$. Mindebből kitűnik, hogy sorunk konvergenciáját, illetőleg összegét $x>x_1$-re az (1) alatti első, $x<x_0$-ra pedig az (1) alatti utolsó integrál határozza meg.

A bizonyítás $x>x_1$-re és $x<x_0$-ra teljesen hasonló. Ezért csak az $x>x_1$ esetre szorítkozunk. Írjuk tehát fel az (1) alatti első integrált a $\chi(z)=(z+h)e^{az}$, $\psi(z)=(z-h)e^{-az}$ esetre:

$$J_n(x)=-\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^+}\frac{(z-h)e^{-az}}{(z+h)e^{az}+(z-h)e^{-az}}\mathfrak{F}(z;x)dz.$$

A K_n kör sugara itt például úgy választandó, hogy $\varrho_n=\frac{\pi}{a}n$ legyen. Vizsgáljuk először $J_n(x)$ határértékét az (x_1, x_1+2a) számközben, vagyis $x+2a$ alakú abszcisszákra, ahol $x_0<x<x_1$. Egy kis átalakítással nyerjük, hogy

$$J_n(x+2a) = -\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^+} \frac{\frac{z-h}{z+h}}{1+\frac{z-h}{z+h}e^{-2az}}\mathfrak{F}(z;x)dz =$$

$$= -\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^+}\frac{z-h}{z+h}\mathfrak{F}(z;x)dz + \frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^+}\frac{\left(\frac{z-h}{z+h}\right)^2 e^{-2az}}{1+\frac{z-h}{z+h}e^{-2az}}\mathfrak{F}(z;x)dz$$

A jobboldalon lévő második integrál azonban (2) miatt zérushoz tart. Tehát csak az elsővel kell foglalkoznunk. Ez pedig figyelembe véve, hogy $\frac{z-h}{z+h} = 1 - \frac{2h}{z+h}$ a következőképpen írható:

$$-\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^+}\frac{z-h}{z+h}\mathfrak{F}(z;x)dz = -\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^+}\mathfrak{F}(z;x)dz + \frac{2h}{2\pi i}\int_{K_n^+}\frac{\mathfrak{F}(z;x)}{z+h}dz.$$

A jobboldali első integrál $f(x)$-nek az x helyhez tartozó negatív előjelű DIRICHLET-integráljával egyenlő. A második viszont a következőképpen írható:

$$\frac{2h}{2\pi i}\int_{K_n^+}\frac{\mathfrak{F}(z;x)}{z+h}dz = \frac{2h}{2\pi i}\int_{K_n}\frac{1}{z+h}\int_{x_0}^{x} e^{z(x-t)}f(t)dtdz -$$

$$-\frac{2h}{2\pi i}\int_{K_n^-}\frac{1}{z+h}\int_{x_0}^{x} e^{z(x-t)}f(t)dtdz + \frac{2h}{2\pi i}\int_{K_n^+}\frac{1}{z+h}\int_{x}^{x_1} e^{z(x-t)}f(t)dtdz,$$

ahol K_n^- jelenti K_n-nek az $R[z]\leq 0$ félsíkba eső felét. A jobboldalon lévő második és harmadik integrál az említett segédtétel miatt zérushoz tart. Az első viszont $\varrho_n > h$-ra n-től független és értéke a CAUCHY-féle integrálképlet segítségével könnyen kiszámítható:

$$\frac{2h}{2\pi i}\int_{K_n}\frac{1}{z+h}\int_{x_0}^{x} e^{z(x-t)}f(t)dtdz = 2h\int_{x_0}^{x} e^{-h(x-t)}f(t)dt.$$

Mindezt figyelembe véve a lehűlés FOURIER-féle sorának n-edik részletösszege az $x+2a$ helyen:

$$s_n(x+2a)=-\frac{1}{\pi}\int_{x_0}^{x_1}\frac{\sin\frac{\pi}{a}n(x-t)}{x-t}f(t)dt+2he^{-hx}\int_{x_0}^{x}e^{ht}f(t)dt+\eta_n(x),$$

ahol $\eta_n(x)$ az (x_0, x_1) számköz bármely belső helyén zérushoz tart. Ha tehát a lehűlés FOURIER-sora valamely x helyen összetartó és összege $f(x)$, akkor ez a sor az $x+2a$ helyen is összetartó és összege

$$s(x+2a)=-f(x)+2he^{-hx}\int_{x_0}^{x}e^{ht}f(t)dt, \qquad x_0<x<x_1$$

Közbevetőleg megjegyezzük, hogy bármely folytonos $f(x)$-re

$$\lim_{h\to\infty}he^{-hx}\int_{x_0}^{x}e^{ht}f(t)dt=f(x);^{9} \qquad x_0<x.$$

Kimondhatjuk ennek alapján, hogy valamely (x_0, x_1)-ben folytonos, FOURIER-sorba fejthető $f(x)$ függvény h paramétertől függő lehűlési FOURIER-sorának összege az (x_1, x_1+2a) számköz bármely belső helyén $h\to\infty$-re $f(x)$-hez tart. Ez megfelel annak a ténynek, hogy $h\to\infty$-re a lehűlés FOURIER-sora a közönséges FOURIER-sorba megy át. Mutassunk azonban rá, hogy például már az x_1 helyen nem tart általában a lehűlés FOURIER-sorának összege $h\to\infty$-re a közönséges FOURIER-sor összegéhez. Mert amíg a lehűlés FOURIER-sorának összege $x=x_1$-re h-tól függetlenül $\frac{f(x_1-0)-f(x_0+0)}{2}$, addig a közönséges FOURIER-soré mint ismeretes $\frac{f(x_1-0)+f(x_0+0)}{2}$.

---

[9] Az integrálszámítás középértéktétele szerint

$$he^{-hx}\int_{x_0}^{x}e^{ht}f(t)dt=f(\xi_1)he^{-hx}\int_{x_0}^{x-\delta}e^{ht}dt+f(\xi_2)he^{-hx}\int_{x-\delta}^{x}e^{ht}dt=$$
$$=f(\xi_1)\left[e^{-h\delta}-e^{-h(x-x_0)}\right]+f(\xi_2)\left(1-e^{-h\delta}\right),$$

ahol $0<\delta<x-x_0$, $x_0\leq\xi_1\leq x-\delta$, $x-\delta\leq\xi_2\leq x$. Növeljük h-t $\frac{1}{\delta}$-val együtt minden határon túl oly módon, hogy $h\delta\to\infty$, akkor egyenlőségünk jobboldala $f(\xi_2)$-höz tart, amivel állításunk $\xi_2\to x$ miatt be van bizonyítva.

Tekintsük ezen kitérés után $J_n(x)$ értékét az $x+2ma$ helyen:

$$J_n(x+2ma)=-\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n^-}\frac{\frac{z-h}{z+h}e^{2(m-1)\alpha z}}{1+\frac{z-h}{z+h}e^{-2az}}\mathfrak{F}(z;x)dz.$$

A véges geometriai sor összegképletét felhasználva:

$$\frac{\frac{z-h}{z+h}e^{2(m-1)az}}{1+\frac{z-h}{z+h}e^{-2az}}=\frac{z-h}{z+h}e^{2(m-1)az}-$$
$$-\left(\frac{z-h}{z+h}\right)^2e^{2(m-2)az}+-\cdots+(-1)^{m+1}\left(\frac{z-h}{z+h}\right)^m+$$
$$+(-1)^m\frac{\left(\frac{z-h}{z+h}\right)^{m+1}e^{-2az}}{1+\frac{z-h}{z+h}e^{-2az}}.$$

Képeznünk kell rendre a jobboldalon lévő tagok $-\frac{1}{2\pi i}\mathfrak{F}(z;x)$-szel való szorzatának integrálját a K_n^+ félkörön. Ám de az így nyert utolsó integrál $n\to\infty$-re zérushoz tart. Kimutatjuk továbbá, hogy az $m-1$ első integrál jól meghatározott határértékhez közeledik. Adjuk hozzá u. i. ezekhez az integrálokhoz a K_n^- félkörre kiterjesztett integrált. Ez utóbbiak zérushoz tartanak. Az összeadás által nyert K_n-re kiterjesztett

$$\frac{(-1)^s}{2\pi i}\int_{K_n}\left(\frac{z-h}{z+h}\right)^s e^{2(m-s)az}\mathfrak{F}(z;x)dz, \qquad s=1,2,\ldots,m-1$$

integrálok azonban $\varrho_n>h$-ra n-től függetlenek. Hátra van tehát még

$$\frac{(-1)^m}{2\pi i}\int_{K_n^+}\left(\frac{z-h}{z+h}\right)^m\mathfrak{F}(z;x)dz$$

konvergenciafeltételének vizsgálata. Ebben azonban hasonlóan járhatunk el, mint fentebb az $m=1$ esetben. Fejtsük a $\left(\frac{z-h}{z+h}\right)^m=$ $=\left(1-\frac{2h}{z+h}\right)^m$ azonosság jobb oldalát binomiális sorba, majd

$\frac{(-1)^m}{2\pi i}\mathfrak{F}(z;x)$-szel szorozva integráljunk tagonként. A nyert első integrál ismét az összetartást eldöntő DIRICHLET-integrál $(-1)^m$-szerese, míg a többi integrál határértéke rendre

$$(-1)^{m+s}(2h)^s\binom{m}{s}\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n}\frac{1}{(z+h)^s}\int_{x_0}^{x}e^{z(x-t)}f(t)dtdz\,;\quad \varrho_n>h,\quad s=1,2,\ldots,m.$$

Ezzel tételünk az $x=x_0$ eset leszámításával be van bizonyítva.

Meggondolásaink segítségével könnyen meghatározható sorunk összege is az $x+2ma$ helyen $(x\neq x_0)$. Végezzük el a számolást például az $m=2$ esetre. Ha sorunk valamely x helyen $(x_0<x<x_1)$ összetartó és összege $s(x)=f(x)$, akkor

$$s(x+4a)=f(x)-\frac{1}{2\pi i}\int_{K_n}\frac{z-h}{z+h}e^{2az}\int_{x_0}^{x_1}e^{z(x-t)}f(t)dtdz-$$

$$-\frac{4h}{2\pi i}\int_{K_n}\frac{1}{z+h}\int_{x_0}^{x}e^{z(x-t)}f(t)dtdz+$$

$$+\frac{4h^2}{2\pi i}\int_{K_n}\frac{1}{(z+h)^2}\int_{x_0}^{x}e^{z(x-t)}f(t)dtdz\quad;\qquad \varrho_n>h.$$

Az itt szereplő integrálokat a CAUCHY-féle integrálképlet segítségével kiszámítva:

$$s(x+4a)=f(x)+2he^{-2ha}\int_{x_0}^{x_1}e^{-h(x-t)}f(t)dt-4h\int_{x_0}^{x}e^{-h(x-t)}f(t)dt+$$

$$+4h^2\int_{x_0}^{x}(x-t)e^{-h(x-t)}f(t)dt.$$

Meggyőződhetünk ennek alapján arról, hogy $s(x+4a)$ nem származtatható olyan módon $s(x+2a)$-ból, mint ez $s(x)$-ből. Ebből azt a következtetést vonhatjuk, hogy *a lehűlés* FOURIER-*sora* (x_0, x_1)-*en kívül általában nem azonos összegének lehűlési* FOURIER-*sorával.* Emlékezzünk ezzel kapcsolatban arra az

ismert tételre, amely szerint x egészszámú többszörösei szerint haladó összetartó trigonometrikus sor szükségképpen összegének FOURIER-sora.

Be kell még látnunk tételünk helyességét az $x = x_0$ esetben. Könnyen meggyőződhetünk arról, hogy a lehűlés FOURIER-sorának összetartását, illetőleg összegét $x = x_0$-ra a

$$\frac{2}{\pi}\int_0^{2a} \frac{\sin\frac{\pi}{a}nt}{t}\,\frac{f(x_0+t)-f(x_1-t)}{2}\,dt$$

DIRICHLET-integrál viselkedése, illetőleg határértéke szabja meg. Ám de $J_n(x_0+2ma)$-ra a fentebbi felbontást alkalmazva rögtön kitűnik, hogy ennek összetartását vagy széttartását is az imént felírt DIRICHLET-integrál viselkedése határozza meg, ugyanúgy, mint az $x \neq x_0$ esetben az $\frac{1}{\pi}\int_{x_0}^{x_1} \frac{\sin\frac{\pi}{a}n(x-t)}{x-t} f(t)\,dt$ integrálé. Ezzel tételünk maradék nélkül be van bizonyítva.

*

Lássunk ezután konkrét példát a lehűlés FOURIER-sorára! Legyen $a = \pi$, $h = \frac{1}{\pi}$, $(x_0, x_1) \cong (-\pi, \pi)$ és végül $f(x) \equiv 1$. Egy kis számolással nyerjük a keresett sort:

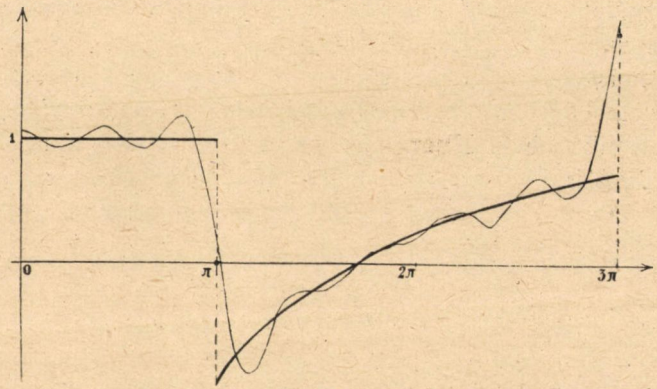
$$1 \sim \frac{1}{2} + 2\sum_{\nu=1}^{\infty} (-1)^{\nu+1} \frac{(1+\pi^2\mu_\nu^2)^{\frac{1}{2}}}{2+\pi^2\mu_\nu^2} \cos\mu_\nu x, \qquad -\pi < x < \pi.$$

Ez a sor x minden valós értékére összetartó és összege

$$s(x) = \begin{cases} 1 & -\pi < x < \pi\text{-re} \\ 0 & x = \pi\text{-re} \\ 1-2e^{-\frac{x-\pi}{\pi}} & \pi < x < 3\pi\text{-re} \\ 2-\frac{3}{2e^2} & x = 3\pi\text{-re} \\ 1+2\left[1-e^{-2}-\frac{2}{\pi}(x-3\pi)\right]e^{-\frac{x-3\pi}{\pi}} & 3\pi < x < 5\pi\text{-re} \\ s(x) & -x \quad \text{-re} \end{cases}$$

Foglaljuk össze a $\pi z + \operatorname{tg} \pi z = 0$ egyenlet pozitív μ_ν gyökeinek és sorunk a_ν együtthatóinak számértékét $\nu \leq 5$-re:

ν	μ_ν	a_ν
0	0	0·5
1	0·5 + 0·146	0·739
2	1·5 + 0·064	−0·384
3	2·5 + 0·039	0·239
4	3·5 + 0·028	−0·179
5	4·5 + 0·020	0·140



1. ábra.

Az 1. ábrán fel van tüntetve $0 \leq x \leq 3\pi$-re $s(x)$-szel egyetemben sorunk 6. részletösszege:

$$s_6(x) = a_0 + a_1 \cos \mu_1 x + \cdots + a_5 \cos \mu_5 x$$

Ehhez a példához még vissza fogunk térni.

3. §.

A 2. §. eredményeinek felhasználásával sorunk összegezésére egyszerű eljárás adható meg. A közönséges FOURIER-sor összegezésének problémája a következő: adva lévén egy függvény

FOURIER-sora (FOURIER-együtthatóinak sorozata), meghatározandó a generátorfüggvény. Erre több eljárás ismeretes. Valamennyinek közös vonása, hogy a FOURIER-sor részletösszegeinek sorozatáról valamilyen más, mindig összetartó függvénysorozatra tér át, amelynek határértéke vagy maga a generátorfüggvény, vagy amelyből a generátorfüggvény könnyűszerrel meghatározható. A POISSON-féle eljárásban például a generátorfüggvényt a

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} r^\nu(a_\nu \cos \nu x + b_\nu \sin \nu x), \qquad 0<r<1$$

abszolút összetartó sorból nyerjük az $r\to 1$ határesetben. LEBESGUE a FOURIER-sorból tagonkénti integrálással nyert sorból határozza meg differenciálással a generátorfüggvényt. Azonban valamennyi eljárás közül legszebb az első n részletösszeg számtani közepének vizsgálatán nyugvó, ma már klasszikusnak mondható FEJÉR-féle eljárás.

A másodfajú FOURIER-sor alább tárgyalandó összegezése azért érdemel figyelmet, mert abban a részletösszegeknek vizsgálata révén jutunk célhoz. Eljárásunk a következő tételen nyugszik.[10]

A lehűlés FOURIER-*sora n-edik részletösszegének az x és $x+2a$ helyen vett számtani közepének határértéke $n\to\infty$-re mindig létezik, méghozzá*

$$\lim_{n\to\infty} \frac{s_n(x)+s_n(x+2a)}{2} = he^{-hx}\int_{x_0}^{x} e^{ht}f(t)\,dt, \qquad (x_0\leq x<x_1).$$

Ebben a tételben, amely közvetlen folyománya $s_n(x+2a)$-ra vonatkozó fentebbi eredményünknek, a lehűlés FOURIER-sorának a közönséges FOURIER-sorral szemben egy különleges sajátsága jut kifejezésre.

---

[10] Ez az eljárás hasonlít ROGOSINSKI következő tételén nyugvó eljárásához: ha $s_n(x)$ jelenti $f(x)$ FOURIER-sorának n-edik részletösszegét, akkor $f(x)$ bármely folytonossági helyén

$$\lim \frac{s_n\left(x+\frac{\pi}{2n}\right)+s_n\left(x-\frac{\pi}{2n}\right)}{2} = f(x).$$

Ez a tétel általánosabb feltételek mellett is érvényes. L. pl. ROGOSINSKI, W. Fouriersche Reihen. (Berlin 1930).

$f(x)$ meghatározása már most a következőképpen történik. Határozzuk meg mindenekelőtt a

$$\lim_{n\to\infty} \frac{s_n(x)+s_n(x+2a)}{2} = F(x), \qquad x_0 \leq x < x_1$$

határértékkel értelmezett $F(x)$ függvényt. Ez a függvény az $F(x) = he^{-hx}\int_{x_0}^{x} e^{ht}f(t)dt$ összefüggés miatt folytonos, majdnem mindenütt differenciálható és egyszerű differenciálással nyerjük, hogy mindazokon az x helyeken, amelyeken $\int_{x_0}^{x} e^{ht}f(t)dt$ x szerinti differenciálhányadosa létezik és $e^{hx}f(x)$-szel egyenlő:

$$f(x) = F(x) + \frac{1}{h}F'(x).$$

Eljárásunk tehát mindenesetre megadja $f(x)$ értékét ennek minden folytonossági helyén. Egyébiránt pedig LEBESGUE egyik nevezetes tétele szerint a kivételes x értékek nullaméretű halmazt alkotnak. Ennél többet azonban más összegezési eljárásról sem állíthatunk.

Annak eldöntésére, hogy milyen erősen konvergál az $\frac{s_n(x)+s_n(x+2a)}{2} = F_n(x)$ függvénysorozat, meg kell határoznunk $F_n(x)-F_{n-1}(x)$ asszimptotikus értékét nagy n-re:

$$\begin{aligned} 2\left[F_n(x)-F_{n-1}(x)\right] &= a_n\left[\cos\mu_n x + \cos\mu_n(x+2a)\right] + \\ &+ b_n\left[\sin\mu_n x + \sin\mu_n(x+2a)\right] = \\ &= a_n\left[(1+\cos 2a\mu_n)\cos\mu_n x - \sin 2a\mu_n . \sin\mu_n x\right] + \\ &+ b_n\left[(1+\cos 2a\mu_n)\sin\mu_n x + \sin 2a\mu_n . \cos\mu_n x\right]. \end{aligned}$$

Ám de $\mu_n = \frac{\pi}{2a}(2n+1) + \delta_n$, $\delta_n \to 0$ miatt

$$\begin{aligned} 1+\cos 2a\mu_n &= 1-\cos 2a\delta_n \sim 2a^2\delta_n^2 \\ \sin 2a\mu_n &= -\sin 2a\delta_n \sim -2a\delta_n, \end{aligned}$$

tehát

$$F_n(x)-F_{n-1}(x) \sim a\delta_n(-b_n\cos\mu_n x + a_n\sin\mu_n x).$$

Gondoljuk már most meg, hogy

$$\mu_n + h\,\mathrm{tg}\,a\mu_n = 0,$$

azaz

$$\mu_n + h \operatorname{tg}\left[(n+\tfrac{1}{2})\pi + a\delta_n\right] = \mu_n - h \operatorname{cotg} a\delta_n = 0$$

miatt

$$\mu_n = h \operatorname{cotg} a\delta_n \sim \frac{h}{a\delta_n}.$$

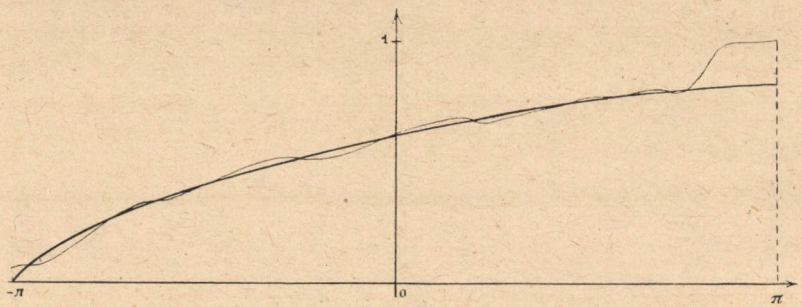
Innen

$$a\delta_n \sim \frac{h}{\mu_n},$$

tehát

$$F_n(x) - F_{n-1}(x) \sim h\left(-\frac{b_n}{\mu_n}\cos\mu_n x + \frac{a_n}{\mu_n}\sin\mu_n x\right).$$

Ez azonban azt jelenti, hogy *az $F_n(x)$ függvénysorozat pontosan olyan erősen konvergál, mint a lehűlés* FOURIER*-sorából tagonkénti integrálással nyert sor.*



2. ábra.

A 2. ábra feltünteti az előző §-ban tárgyalt példára az $F_6(x) = \dfrac{s_6(x) + s_6(x+2a)}{2}$ függvényt $F(x)$-szel együtt. Várakozásunknak megfelelően láthatjuk, hogy $F_n(x)$ (már $n = 6$-ra) sokkal jobban megközelíti $F(x)$-et mint az $s_n(x)$ részletösszegek $s(x)$-et.

Jegyezzük még meg, hogy, ha $f(x)$-nek csak egy meghatározott $x = \xi$ helyen felvett értékét akarjuk meghatározni, akkor eljárásunknak az a hátránya a számtani közepekkel való összegezéssel szemben, hogy $F(x)$ értékét nem csak a ξ helyen kell meghatároznunk, hanem annak egy környezetében is. Eljárásunk hasonlít ebben a tekintetben a fentebb említett LEBESGUE-féléhez. Ha azonban az $f(x)$ függvényt keressük, akkor eljárásunk igen egyszerűen vezet célhoz.

Befejezésül mutassunk rá a következő érdekes problémára: meghatározandó a szükséges és elégséges feltétele annak, hogy valós számoknak két egészen tetszőleges $a_0, a_1, a_2, \ldots$ és $b_1, b_2 \ldots$ sorozatához meg lehessen adni egy $2a$ hosszúságú (x_0, x_1) számközt, amelyben a

$$\sum_{\nu=0}^{\infty}(a_\nu \cos \mu_\nu x + b_\nu \sin \mu_\nu x)$$

sor egy LEBESGUE-féle értelemben integrálható $f(x)$ függvény lehűlési FOURIER-sora. Ha ilyen számköz létezik, akkor azt meg is határozhatjuk, mégpedig a következő módon. Összegezzük a felírt sort x minden értékére a FEJÉR-féle eljárással. Ezáltal egy majdnem mindenütt értelmezett $\sigma(x)$ függvényt nyerünk: a felírt sor CESÀRO-féle összegét. Határozzuk most meg a fentebb adott eljárással értelmezett $F(x)$ függvényt, majd ennek segítségével a $S(x) = F(x) + \frac{1}{h} F'(x)$ függggvényt is $-\infty < x < \infty$-re. A $\sigma(x)$ és $S(x)$ függvény általában nem azonos. Ha azonban a vizsgálandó sor — mint ahogy feltételeztük — lehűlési FOURIER-sor, akkor kell léteznie egy $2a$ hosszúságú (x_0, x_1) számköznek, amelyben majdnem mindenütt $\sigma(x) = S(x)$. Ez a feltétel egyértelműen meghatározza a keresett számközt.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. nov. 23-án tartott üléséből.)

ÜBER DIE FOURIERSCHE REIHE DER ABKÜHLUNG.

von LÁSZLÓ FEJES.

Es seien $0 = \mu_0, \mu_1, \mu_2, \ldots$ in zunehmender Grössenordnung die nicht negativen Wurzeln der transzendenten Gleichung $z + h \operatorname{tg} az = 0$ $(h > 0,\ a > 0)$, (x_0, x_1) ein beliebiges reelles Intervall von der Länge $x_1 - x_0 = 2a$ und $f(x)$ eine in (x_0, x_1) erklärte reelle L-integrierbare Funktion. Wir nennen die in einem Sonderfall schon von FOURIER betrachtete Reihe

$$f(x) \sim \frac{h}{2(1+ah)} \int_{x_0}^{x_1} f(t)dt + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{2\mu_\nu}{2a\mu_\nu - \sin 2a\mu_\nu} \int_{x_0}^{x_1} f(t) \cos \mu_\nu (x-t) dt \qquad (*)$$

FOURIERsche Reihe der Abkühlung von $f(x)$. Sie ist als Sonderfall[3] der allgemeineren CAUCHYschen Exponentialreihe in (x_0, x_1) mit der auf (x_0, x_1) bezogenen gewöhnlichen FOURIERschen Reihe von $f(x)$ aequikonvergent.[4] Wir stellen nun die Frage ob, und unter welchen Bedingungen die Reihe (*) ausserhalb von (x_0, x_1) konvergiert? Wir beweisen, dass aus der Konvergenz bzw. Divergenz der betrachteten Reihe an einer beliebigen Stelle x die Konvergenz bzw. Divergenz an sämtlichen Stellen $x \pm 2ma$ $(m = 1, 2, \ldots)$ folgt. Wir bestimmen gleichzeitig auch die Summe der Reihe (*) für beliebige reelle Konvergenzstellen. Bezeichnen wir die n-te Partialsumme der Reihe (*) mit $s_n(x)$, so ergibt sich insbesondere, dass die Funktionenfolge $\dfrac{s_n(x) + s_n(x+2a}{2}$

$(n=1, 2, \ldots)$ für sämtliche Werte von x konvergiert und für $x_0 \leq x < x_1$ dem Grenzwert $he^{-hx}\int_{x_0}^{x} e^{ht}f(t)\,dt$ zustrebt. Hiraus erhalten wir ein einfaches Summationsverfahren: wir bestimmen zunächst die Grenzfunktion

$$F(x) = \lim \frac{s_n(x) + s_n(x+2a)}{2} \qquad (x_0 \leq x < x_1).$$

Dieselbe ist totalstetig und es gilt fast überall $f(x)=F(x)+\frac{1}{h}F'(x)$. Insbesondere gilt diese Beziehung für sämtliche Stetigkeitsstellen von $f(x)$.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 1942 nov. 23.)

A FEKETE SUGÁRZÁS TÖRVÉNYEI.

I. és II. rész.

CSASZÁR ELEMÉR lev. tagtól.

Ismeretes, hogy bármilyen anyagi minőségű és alakú, de állandó hőmérsékleten tartott fallal határolt üregben fekete sugárzás uralkodik. Ez a sugárzás sokféle rezgésszámú részből áll, tehát összetett sugárzás. PLANCK a kvantumelmélet bevezetésével megállapította, hogy a ν rezgésszámú rész sűrűsége (ϱ_{ν_0}) a következőképpen függ a rezgésszámtól és az abszolút hőmérséklettől (T)-től:

$$\varrho_{\nu_0} = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}. \tag{1}$$

E képletben h jelenti a PLANCK-féle hatásmennyiséget, k pedig a BOLTZMANN-féle állandót. E mennyiségek régebbi értékei a következők:[1]

$$h = 6{\cdot}55.10^{-27}\ \text{erg.sec},$$

$$k = 1{\cdot}373.10^{-16}\ \frac{\text{erg}}{\text{fok}}.$$

Ezek az értékek szoros kapcsolatban vannak az elektron töltésének MILLIKAN-féle értékével:

$$e = 4{\cdot}770{\cdot}10^{-10}\ \text{els.cgs egység}.$$

Az (1) képletben előforduló c jelenti a fény terjedési sebességét:

$$c = (2{\cdot}99774 \pm 0{\cdot}00011).10^{10}\ \text{cm.sec}^{-1}.$$

---

[1] M. PLANCK: Theorie der Wärme, 231, 1930.

Ha az állandóknak imént felsorolt értékét helyettesítjük be a PLANCK-féle formulába, meggyőződhetünk róla, hogy a tapasztalattal jól megegyezik. Ugyanis a belőle kiszámítható STEFAN-BOLTZMANN-*féle állandó* és a WIEN-féle állandó megegyezik a tapasztalati értékekkel, sőt a képlet teljes összhangban van a nagyjelentőségű RUBENS és MICHEL-féle mérésekkel is.

A STEFAN-BOLTZMANN-féle állandót (σ_0-t) kifejezhetjük az előbbi alapállandókkal, ha a fekete sugárzás sűrűségét (ϱ-t) integrációval kiszámítjuk:

$$\varrho = \int_0^\infty \varrho_{\nu_0} d\nu = aT^4. \tag{2}$$

Az a egy állandót jelent, melyből

$$\sigma_0 = \frac{c}{4} a = \frac{2\pi^5 k^4}{15 c^2 h^3}. \tag{2a}$$

A h és k előbbi értékét ebbe behelyettesítve kapjuk, hogy

$$\sigma_0 = 5{\cdot}75.10^{-5} \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2.\,\text{sec}.\,\text{fok}^4}. \tag{2b}$$

Viszont a nagy gonddal végzett MÜLLER-*féle mérések*[2] eredménye szerint

$$\sigma_n = (5{\cdot}774 \pm 0{\cdot}02).10^{-5} \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2.\,\text{sec}.\,\text{fok}^4}. \tag{3}$$

Sok más mérés középértéke szerint pedig

$$\sigma_n' = 5{\cdot}768\,.\,10^{-5}, \tag{3a}$$

melynek pontosságát nem igen lehet megbecsülni. Az egyes adatok a következők:[3]

GERLACH	(1916)	5·800
COBLENTZ	(1917)	5·722
HOFFMANN	(1923)	5·760
KUSSMANN	(1924)	5·795
HOARE	(1928)	5·737
MÜLLER	(1929)	5·770
MENDENHALL	(1929)	5·790
MÜLLER	(1934)	5·774

[2] C. MÜLLER: Zs. f. Phys. 82, 1, 1933.
[3] U. ő.: U. o.

Amint látjuk, az elmélet és a tapasztalat kielégítő módon megegyezik egymással.

A WIEN-féle állandó vizsgálata végett vezessük be a ν rezgésszám helyett a λ hullámhosszúságot és a ϱ_{ν_0} helyett a sugárzás erősségét (E_{λ_0}-t). Ekkor

$$E_{\lambda_0} = \frac{c^2 h}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{ch}{k\lambda T}} - 1} = \frac{c_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1}. \tag{4}$$

Ebből a képletből kiszámítható a WIEN-féle állandó:

$$\lambda_m T = \frac{1}{4{\cdot}9651} \frac{ch}{k} = \frac{c_2}{4{\cdot}9651}. \tag{5}$$

A h és k előbbi értékét behelyettesítve azt találjuk, hogy

$$\lambda_m T = 0{\cdot}288 \text{ cm.fok}. \tag{5a}$$

A mérési eredmények középértéke pedig 0·291 cm.fok,[4] tehát a megegyezés kielégítő.

RUBENS és MICHEL[5] azt vizsgálták, hogy a (4) képletből kifejezhető

$$C_0 = \frac{c_1}{\lambda^5} = E_{\lambda_0} \left(e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 \right) \tag{6}$$

mennyiség változatlan λ esetében (egy izokromata mentén) állandó-e, ha T változik. Felvették, hogy $c_2 = 1{\cdot}4300$ cm.fok, ami az említett h és k értékkel összhangban van. Méréseiket a $\frac{c_2}{\lambda T} = 0{\cdot}1606 \ldots 5{\cdot}636$ tartományban és a $\lambda = 4{\cdot}002$, 4·990, 6·992, 8·944, 12·04, 16·05, 22·3 és 51·8μ izokromaták mentén végezték. Megállapították, hogy a (6) egyenlet baloldala a hibahatárokon belül állandó, tehát a PLANCK-féle formula a sugárzás színképi eloszlását is a tapasztalathoz híven írja le.

Sajnos, az utóbbi évtizedben végzett mérések megzavarták ezt a szép összhangot az elmélet és a tapasztalat között. Ugyanis először az uppsalai egyetem röntgen-laboratóriumában, majd

[4] W. NERNST: Verh. d. D. Phys. Ges. 302, 1919.

[5] H. RUBENS u. G. MICHEL: Sitzb. d. Pr. Ak. d. Wiss. 38, 590, 1921.

később máshol is végzett mérések szerint az elektron töltése valamivel nagyobb az előbb említettnél:[6]

$$e = (4{\cdot}8025 \pm 0{\cdot}007).10^{-10} \text{ els.cgs egység.}$$

Az elektron-töltésmértékszámának megváltozása maga után vonta a h és k állandó értékének megváltozását is. Ugyanis[7]

$$h = (6{\cdot}6133 \pm 0{\cdot}0034).10^{-27} \text{ erg.sec},$$

$$k = (1{\cdot}381 \pm 0{\cdot}0011).10^{-16}.\frac{\text{erg}}{\text{fok}}.$$

Az állandóknak ezt az új értékét behelyettesítve, a PLANCK-féle képlet összhangban marad ugyan a WIEN-féle állandó tapasztalati értékével és a RUBENS-MICHEL-féle mérésekkel, de a belőle kiszámítható STEFAN-BOLTZMANN-féle állandó (σ_0) kicsiny a mérési adatokhoz képest; mégpedig az eltérés a mérési hibát felülmúlja. Ugyanis az új állandókkal

$$\sigma_0 = (5{\cdot}709 \pm 0{\cdot}03).10^{-5} \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2.\text{sec}.\text{fok}^4}. \qquad (6a)$$

Ez a (3) alatti MÜLLER-féle értéknél kisebb, sőt kívül esik a hibahatáron. Ezen felül kisebb más mérések középértékénél (3a) is.[8] Csak az összes régi és új σ mennyiségek középértékével egyezik meg.[8a]

Az újabb mérésekre támaszkodva indokoltnak látszik egy olyan általánosabb képletet keresni, mely összhangban marad a WIEN-féle állandóval és a RUBENS-MICHEL-féle mérésekkel, de a STEFAN-BOLTZMANN-féle állandóra is helyes értéket ad. Az irodalomban már több ilyen irányú lépés történt. Különösen figyelemre méltó STRUM[9] eljárása, aki PLANCK régebbi gondolatainak EINSTEIN-féle fogalmazását követve vezetett le egy ilyen általá-

[6] F. G. DUNNINGTON: Phys. Rev. (2), **55**, 683, 1939.

[7] F. G. DUNNINGTON: l. c., F. HENNING: Hb. d. Phys. II, 496 és F. KIRCHNER: Erg. d. ex. Nat. **18**, 26, 1939.

[8] Ha a h és k új értékében nagyobb kísérleti hibát tételezünk fel, mint a megjelölt, akkor a számított σ_0 hibája esetleg olyan nagy lesz, hogy belejutunk a mérések hibatartományába. Azonban ez a körülmény a h és k értékek nagy pontossága miatt nem látszik valószínűnek.

[8a] H. T. WENSEL: Bur. Stand. J. Res., Wash. **22**, 375, 1939.

[9] L. STRUM: Zs. f. Phys. 51, 287, 1928.

nosított PLANCK-formulát. Ugyanezt más közelítő eljárással a szerző is előállította.[10] Majd a statisztikai mechanikai eljárások általánosításai is a PLANCK-féle képlet általánosításához vezettek.[11] A STRUM-féle képlet igen jó közelítő alakja a statisztikai úton levezetett képletnek, s természetesen fordítva is. A következőkben egy újabb közelítő eljárással oldjuk meg a sugárzási egyensúly feltételi egyenletét és közvetlenül eljutunk a statisztikai formulához, mely a tapasztalattal — mint látni fogjuk — jól megegyezik.

2. Egy üregben lévő fekete sugárzással nagyszámú atom legyen egyensúlyban. Az egyensúly elégséges feltétele:

$$a \cdot e^{-\frac{\varepsilon_m}{kT}} + f_e \varrho_\nu e^{-\frac{\varepsilon_m}{kT}} = f_a \varrho_\nu e^{-\frac{\varepsilon_n}{kT}}, \tag{7}$$

ahol a állandó, f_e (az «indukált» emisszió jellemző függvénye) és f_a a ϱ_ν-től függ; ϱ_ν a ν rezgésszámú sugárzás sűrűsége, ε_m és ε_n jelenti az energia értékét az m-ik és n-ik energia-tartományban.[12]

A (7) egyensúlyi feltételből következik, hogy

$$\varrho_\nu = \frac{\dfrac{a}{f_e}}{\dfrac{f_a}{f_e} e^{\frac{\varepsilon_m - \varepsilon_n}{kT}} - 1}. \tag{8}$$

Az a, továbbá az f_e és f_a függvények a következő korlátozó feltételeknek vannak alávetve.

A WIEN-féle eltolódási törvényt kielégítjük, ha

$$\frac{f_a}{f_e} = 1, \quad \varepsilon_m - \varepsilon_n = h\nu \quad \text{és} \quad \frac{a}{f_e} = \nu^3 f\left(\frac{\nu}{T}\right).$$

A RAYLEIGH-féle sugárzási törvénynek eleget teszünk, ha felvesszük, hogy

$$\lim_{\frac{\nu}{T}=0} \frac{a}{f_e} = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3}.$$

---

[10] E. CSÁSZÁR: Zs. f. Phys. **90**, 667, 1934.

[11] D. S. KOTHARI u. R. MAJUMDAR: Zs. f. Phys. **61**, 538, 1930. — A. GANGULI: U. o. **66**, 137, 1930.

[12] E. CSÁSZÁR: L. c.

A WIEN-féle sugárzási törvénynek ugyancsak eleget teszünk, ha felvesszük, hogy

$$\lim_{\frac{\nu}{T}=\infty} \frac{a}{f_e} = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3}.$$

A $\frac{\nu}{T}$-nek e két értéke között az $\frac{a}{f_e}$ valamilyen függvénye a $\frac{\nu}{T}$ változónak és tényezőként tartalmazza ν^3-t.

Tegyük fel, hogy f_e a ϱ_ν szerint hatványsorba fejthető:

$$f_e = b_0 + b_1\varrho_\nu + b_2\varrho_\nu^2 + \cdots \qquad (9)$$

A legegyszerűbb eset az, hogy az összes b együtthatók zérusok, kivéve b_0-t. Legyen továbbá

$$\frac{a}{b_0} = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3}.$$

Ekkor eleget teszünk az előírt feltételeknek és kapjuk a PLANCK-féle formulát.

De éppen az a baj, hogy ez a képlet az összes sugárzásra kicsiny értéket ad. Tehát nem jogos a b együtthatókat mind zérusnak tekinteni. STRUM szerint zárjuk be a sort a b_1-es taggal:

$$f_e = b_0 + b_1\varrho_\nu.$$

Ekkor a (7) egyenlet ϱ_ν-re nézve másodfokú egyenlet, melyből ϱ_ν *végtelen binomiális sor* alakjában állítható elő. STRUM e sornak csak az első két tagját veszi figyelembe és az állandóknak megfelelő választása után a következő közelítő formulát állítja elő:

$$\varrho_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3}\frac{1}{e^x-1}\left(1+\frac{C_1x^3}{e^x-1}\right), \qquad (9)$$

ahol $x = \frac{h\nu}{kT}$ és C_1 új állandó. Ez a formula nem egyezik meg egészen az általánosított statisztikai mechanikából levezetett képlettel, hanem ennek csak közelítő formulája. Éppen ezért olyan megoldási eljárást fogunk követni, mely közvetlenül a statisztikai eredményhez vezet.

3. Minthogy a PLANCK-féle formulának csekély változtatásá-

ról van szó, f_e kifejezésében ϱ_ν helyett írhatjuk közelítő értékét, ϱ_{ν_0}-t. Ekkor

$$f_e = b_0 + b_1 \varrho_{\nu_0}.$$

Behelyettesítve a (8)-ba,a tagoknak megfelelő csoportosítása után

$$\varrho_\nu = \frac{1}{e^x - 1} \cdot \frac{\frac{a}{b_0}}{1 + \frac{b_1}{b_0} \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^x - 1}}. \tag{10}$$

Az a, a b_0 és b_1 felől feltevéssel döntünk. Az előírt összes követelményeknek eleget teszünk, ha

$$\frac{a}{b_0} = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \quad \text{és} \quad \frac{b_1}{b_0} = -\frac{c^3}{8\pi h\nu^3} n x^m,$$

ahol n és m két állandó; m-re nézve fennáll, hogy $\geqq 2$. Mindenekelőtt látjuk, hogy e feltétel esetén előfordul a ν^3 faktor a (10)-ben és $x = 0$ és $x = \infty$ esetében a (10) jobboldali szorzójának határértéke $\frac{8\pi h\nu^3}{c^3}$. Hogy az m értéke pontosan mekkora, arra nézve a RAYLEIGH-féle törvény nem ad felvilágosítást. Ha azonban m-et a megjelölt kikötéssel önkényesen választjuk, akkor n a STEFAN-BOLTZMANN-féle törvény alapján már kiszámítható. Tehát tulajdoképpen m értéke az új állandó a sugárzási képletben. Közeleső gondolat, hogy $m = 2$; ekkor azonban az általánosított PLANCK-féle képlet nem egyezik meg olyan jól a RUBENS-MICHEL-féle mérésekkel, mint ha $m = 3$; tehát ezt az utóbbi értéket választjuk. Ezzel tulajdonképpen már az n értéke felől is döntöttünk. (L. a (15) és (16) egyenletet.) — A negatív jel azért van, mert a jobboldali szorzónak 1-nél nagyobbnak kell lenni; ugyanis nagyobbítani akarjuk a PLANCK-féle formulát

Behelyettesítve a (10)-be, kapjuk a következő sugárzási formulát:

$$\varrho_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^x - 1} \frac{1}{1 - \frac{nx^3}{e^x - 1}}. \tag{11a}$$

A szorzás elvégzése után:

$$\varrho_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^x - 1 - nx^3}. \tag{11b}$$

Ez a formula teljes összhangban van azzal, melyet az általánosított statisztikai mechanikai tételek alapján vezettek le.[13]

A STRUM-féle formula ennek közelítő képlete. Erről egyszerűen meggyőződhetünk. Minthogy n kicsiny törtszám, a (11a) jobboldali utolsó tényezője *végtelen geometriai* sorba fejthető:

$$\varrho_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3}\,\frac{1}{e^x-1}\left(1+\frac{nx^3}{e^x-1}+\frac{n^2x^6}{(e^x-1)^2}+\cdots\right). \qquad (12)$$

Ha a végtelen sort a második taggal bezárjuk, akkor kapjuk a STRUM-féle képletet (9); a benne előforduló C_1-et itt n-nel jelöltük.[14]

(Megjegyzendő, hogy az előírt követelményeket még egy általánosabb föltevéssel is kielégíthetjük.

Mégpedig:

$$\frac{b_1}{b_0} = -\frac{c^3}{8\pi h\nu^3}\left(e^{-nx}-1\right)^m;$$

az n új állandó szám és $m \geqq 2$. Ez esetben is teljesül az a követelmény, hogy a (10) jobboldali szorzójának határértéke $x=0$ és $x=\infty$ esetében $\frac{8\pi h\nu^3}{c^3}$. Legyen $m=3$. Ekkor a (10)-ből kapjuk a következő formulát:

$$\varrho_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3}\,\frac{1}{e^x-1-(e^{-nx}-1)^3}.$$

Ez a formula kis és nagy x esetében átmegy a (11b)-be; ugyanis nagy x esetében a nevezőben csak e^x marad meg. E formula statisztikai megalapozása valószínűleg elég bonyolult.)

4. Vizsgáljuk meg most, hogy a (11b)-ből a h és k állandóknak új értékével kiszámítható STEFAN-BOLTZMANN-féle állandó

---

[13] A (11b) képlet emlékeztet bennünket NERNST és WULF formulájára: Ver. d. D. Phys. Ges. 294, 1919; ebben $1+nx^3=\Delta$, de a Δ explicit alakja nincs közölve, csak táblázatos előállítást találunk.

[14] A szerző által régebben levezetett formula (Zs. f. Phys. 90, 667, 1934) a következő végtelen sor alakjában írható:

$$\varrho_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3}\,\frac{1}{e^x-1}\left(1+\frac{x}{2!\,e^{nx}}+\frac{x^2}{3!\,e^{nx}}+\frac{x^3}{4!\,e^{nx}}+\cdots\right);$$ az n értéke más.

megegyezik-e a tapasztalati értékkel. E végett számítsuk ki az összetett sugárzás sűrűségét:

$$\varrho = \frac{8\pi h}{c^3}\int_0^\infty \frac{\nu^3}{e^x - 1 - nx^3}\, d\nu. \tag{13}$$

Az integráció elvégzése végett az integrandust végtelen geometriai sorba fejtjük (a ν^3 szorzót egyelőre figyelmen kívül hagyjuk és megjegyezzük, hogy n századrész rendű, l. 10. o.):

$$\frac{1}{e^x - 1 - nx^3} = \frac{e^{-x}}{1-(1+nx^3)e^{-x}}$$

$$= e^{-x} + e^{-2x}(1+nx^3) + e^{-3x}(1+nx^3)^2 + e^{-4x}(1+nx^3)^3 + e^{-5x}(1+nx^3)^4 + \cdots$$

$$\begin{aligned} &= e^{-x} + e^{-2x} &&+ e^{-3x} &&+ e^{-4x} &&+ e^{-5x} &&+ \cdots \\ &\quad + e^{-2x}nx^3 &&+ e^{-3x}2nx^3 &&+ e^{-4x}3nx^3 &&+ e^{-5x}4nx^3 &&+ \cdots \\ &&&+ e^{-3x}n^2x^6 &&+ e^{-4x}3n^2x^6 &&+ e^{-5x}6n^2x^6 &&+ \cdots \\ &&&&&+ e^{-4x}n^3x^9 &&+ e^{-5x}4n^3x^9 &&+ \cdots \\ &&&&&&&+ e^{-5x}n^4x^{12} &&+ \cdots \\ &&&&&&&&&\vdots \end{aligned}$$

Ezt a végtelen sort tagonként integráljuk. Egy-egy tag integrálja (a ν^3-nal való szorzás után) a következő alakú:

$$\int_0^\infty a n^{\frac{k}{3}} x^k e^{-lx} \nu^3 . d\nu.$$

Az

$$x = \frac{h\nu}{kT}$$

helyettesítés után elvégezzük az integrációt. Majd pedig figyelembe véve, hogy

$$3!\left(\frac{1}{1^4} + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{3^4} + \cdots\right) = \frac{\pi^4}{15},$$

írhatjuk, hogy

$$\varrho = \frac{8\pi^5 k^4}{15c^3h^3} T^4 \Big\{ 1 + \frac{15}{\pi^4}\Big[n6!\left(\frac{1}{2^7} + \frac{2}{3^7} + \frac{3}{4^7} + \frac{4}{5^7} + \frac{5}{6^7} + \cdots\right) +$$

$$n^2 9!\left(\frac{1}{3^{10}} + \frac{3}{4^{10}} + \frac{6}{5^{10}} + \frac{10}{6^{10}} + \cdots\right) +$$

$$n^3 12!\left(\frac{1}{4^{13}} + \frac{4}{5^{13}} + \frac{10}{6^{13}} + \cdots\right) +$$

$$n^4 15!\left(\frac{1}{5^{16}} + \frac{5}{6^{16}} + \cdots\right) +$$

$$n^5 18!\left(\frac{1}{6^{19}} + \cdots\right) + \cdots \Big] \Big\}$$

Vezessük be ebbe az egyenletbe a (2*a*) alapján σ_0-t és σ_n-et:

$$\sigma_n = \sigma_0\{1 + 0{\cdot}15398\,[6{\cdot}465n + 7{\cdot}257n^2 + \cdots]\}. \qquad (14)$$

A magasabbrendű tagok nyugodtan elhagyhatók, mert az n értéke csak néhány századrész.

Ebben az egyenletben a σ_0 *számítás útján* meghatározható (6*a*), a σ_n pedig *mérés útján* (3) és (3*a*), tehát n ebből az egyenletből kiszámítható. A σ_n-nek (3) értékét felhasználva:

$$6{\cdot}465n + 7{\cdot}257n^2 + \cdots = 0{\cdot}07347. \qquad (15)$$

Megoldva ezt a másodfokú egyenletet,

$$n = 0{\cdot}011091. \qquad (16)$$

Tehát látjuk, hogy az nx^3 kivonandó tag együtthatója századrészrendű. Vagyis az eredeti PLANCK-féle formula csekély mértékben változott meg, mint az várható volt.

Magától értetődik, hogy az általánosított PLANCK-féle formula ezzel az állandóval eleget tesz a STEFAN-BOLTZMANN-törvénnyel kapcsolatos tapasztalati követelményeknek, elsősorban a MÜLLER-féle méréseknek.

5. Vizsgáljuk meg most, hogy az általánosított PLANCK-féle formulából kiszámított WIEN-féle állandó megegyezik-e a tapasztalattal. E végett a (11*b*)-t a következő alakban írjuk:

$$E_\lambda = \frac{c_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{\frac{c_2}{\lambda T}} - 1 - \frac{c_3}{(\lambda T)^3}}, \qquad (17)$$

ahol

$$c_3 = nc_2^3.$$

Állítsuk elő a következő egyenletet:

$$\frac{dE_\lambda}{d\lambda} = 0.$$

A tagok megfelelő elrendezése és a

$$\frac{c_2}{\lambda_m T} = z$$

helyettesítés után kapjuk a következő egyenletet:

$$e^{-z} = \left(1 - \frac{z}{5}\right) - \frac{2n}{5} z^3 e^{-z}. \qquad (18)$$

Ez az egyenlet a jobboldali z^3-t tartalmazó tagban különbözik az eredeti PLANCK-féle formulából előállítható egyenlettől. Az egyenletet grafikusan oldjuk meg. A bennünket érdeklő gyöke

$$z = \frac{c_2}{\lambda_m T} = 4{\cdot}9453, \tag{19}$$

míg PLANCK-nál

$$z = 4{\cdot}9651.$$

Az új z értékből a h és k új értékével a WIEN-féle állandóra a következő érték számítható ki

$$\lambda_m T = 0{\cdot}2903 \text{ cm.fok.} \tag{20}$$

Ez valamivel nagyobb, mint az eredeti PLANCK-féle formula alapján az új h és k értékkel számított mennyiség. A tapasztalati érték (PASCHEN és COBLENTZ):[15]

$$\lambda_m T = 0{\cdot}2915 \text{ cm.fok.} \tag{21}$$

A megegyezés valamivel jobb, mint az eredeti PLANCK-féle formula esetében.

6. Hátra van most, hogy az általánosított PLANCK-féle formulát összehasonlítsuk a RUBENS és MICHEL-féle mérésekkel.[16] NERNST és WULF[17] az 1919-ben rendelkezésre álló mérési adatok alapján kétségbe vonták a PLANCK-féle formula helyességét, különösen az $x = 1 \ldots 3$ tartományban. Ők egy új formulát javasoltak, mely szerkezetileg hasonlít a (11*b*) formulához,[18] azonban a benne szereplő Δ értékei különösen az említett x tartományban túlságosan nagyok; számításaikban

$$c_2 = 1{\cdot}4300 \text{ cm.fok.}$$

Amint már említettük, RUBENS és MICHEL megállapították, hogy az eredeti PLANCK-féle formulából kifejezhető

$$C_0 = E_{\lambda_0}(e^x - 1)$$

---

[15] W. NERNST u. Th. WULF: L. c. és H. T. Wensel: L. c.

[16] H. RUBENS u. G. MICHEL: L. c.

[17] W. NERNST u. Th. WULF: L. c.

[18] L. a. 8. oldal lábjegyzetét.

mennyiség eléggé állandó a hőmérsékletváltozás közben, ellenben a NERNST és WULF-féle módosítás alapján számított

$$C' = E_\lambda (e^x - 4)$$

mennyiség különösen feltűnő járást mutat 8·944 és 16·05μ-nál.

Igen fontos kérdés, hogy az új általánosított formulának nincs-e ugyanolyan hibája, mint a NERNST és WULF-félének. Az alábbi két táblázat meggyőz bennünket arról, hogy az új formula alapján a $c_2 = 1{\cdot}4356$ cm.fok értékkel számított

$$C = E_\lambda (e^x - 1 - nx^3) \qquad (22)$$

mennyiség legalább is olyan mértékben (vagy még inkább) állandó, mint a PLANCK-formulából ugyanezzel a c_2 értékkel számított C_0 mennyiség.[19]

I. táblázat.

$\lambda = 8{\cdot}944\mu$ $\qquad$ $c_2 = 1{\cdot}4356$ cm.fok

T	$x = \frac{c_2}{\lambda T}$	E_λ	C_0	δC_0	C	δC
377	4·257	10·72	74·61	— 0·2	73·69	— 03
476	3·372	26·62	74·91	+ 28	73·82	+ 05
577	2·781	49·62	75·12	+ 49	73·96	+ 19
635	2·527	65·68	75·70	+107	74·53	+ 76
678	2·367	78·07	75·45	+ 82	74·35	+ 54
740	2·169	96·54	74·81	+ 18	73·72	— 05
844	1·901	130·51	74·39	— 24	73·39	— 38
923	1·739	158·49	74·37	— 26	73·47	— 30
1034	1·552	201·08	74·81	+ 18	73·97	+ 20
1126	1·425	235·51	74·42	— 21	73·64	— 13
1235	1·299	279·56	74·53	— 10	73·85	+ 08
1332	1·205	318·25	74·37	— 26	73·77	00
1437	1·116	359·08	73·79	— 84	73·25	— 52
1533	1·047	402·13	74·34	— 29	73·82	+ 05
1653	0·971	449·41	73·79	— 84	73·34	— 43
	Középértékek:		74·63		73·77	

[19] A szerző által régebben levezetett formula (L. c.) nem símul ennyire a tapasztalathoz.

II. táblázat.

$\lambda = 16{\cdot}05\,\mu$ $\qquad$ $c_2 = 1{\cdot}4356$ cm fok

T	$x = \frac{c_2}{\lambda T}$	E_λ	C_0	δC_0	C	δC
289	3·095	2·44	51·45	+ 32	50·65	+ 2
395	2·265	5·94	51·33	+ 20	50·56	— 7
516	1·733	10·90	50·79	— 34	50·15	— 48
622	1·438	15·93	51·14	+ 1	50·64	+ 1
636	1·407	16·69	51·47	+ 34	50·95	+ 32
732	1·221	21·24	50·76	— 37	50·34	— 29
732	1·221	21·28	50·86	— 27	50·43	— 20
813	1·099	25·29	50·52	— 61	50·15	— 48
835	1·071	26·56	50·99	— 14	50·57	— 6
934	0·9565	31·81	50·97	— 16	50·67	+ 4
1033	0·8659	37·18	51·20	+ 7	50·93	+ 30
1136	0·7873	42·34	50·68	— 45	50·43	— 20
1232	0·7260	48·12	51·30	+ 17	51·10	+ 47
1336	0·6695	53·47	50·96	— 17	50·77	+ 14
1442	0·6203	59·12	50·78	— 35	50·66	+ 3
1542	0·5801	65·09	51·16	+ 3	51·03	+ 40
1656	0·5401	71·04	50·86	— 27	50·72	+ 9
		Középérték:	51·13		50·63	

Az E_λ oszlopban található értékek galvanométer-kitéréseket jelentenek.

Ha e táblázatoknak C_0 és C alatti oszlopát megtekintjük, előbbi állításunkat igazolva látjuk. Megjegyzendő, hogy RUBENS és MICHEL dolgozatából éppen azt a két λ értéket választottuk ki, melyeknek esetében a NERNST és WULF-féle C' a legnagyobb változásokat mutatja, tehát várható volt, hogy esetleg most is járással találkozunk. Azonban ennek éppen az ellenkezője következett be, bizonyságául az új formula helyességének.

7. Most még azt kérdezhetjük, hogy az általánosított PLANCK-formulából a RUBENS és MICHEL-féle mérések alapján kiszámítható c_2 állandó összhangban van-e a h és k új értékével számított c_2-vel (1·4356 cm.fok).

Erre a kérdésre az I. és II. táblázat tulajdonképpen már megadja a választ. Ugyanis nyilvánvaló, hogy egy izokromata mentén két különböző hőmérsékleten fenn kell állani a következő egyenletnek:

$$\frac{E_\lambda\left[e^{\frac{c_2}{\lambda T_2}}-1-n\left(\frac{c_2}{\lambda T_2}\right)^3\right]}{E_\lambda\left[e^{\frac{c_2}{\lambda T_1}}-1-n\left(\frac{c_2}{\lambda T_1}\right)^3\right]}=1. \tag{23}$$

Ha $c_2 = 1{\cdot}4356$ kielégíti ezt az egyenletet bármilyen két hőmérsékleten, akkor azt mondhatjuk, hogy a RUBENS- és MICHEL-féle mérések c_2-re ezt az értéket adják. Már pedig a táblázatok szerint a baloldali hányados tulajdonképpen két C állandó hányadosa; ez a hányados pedig az I. táblázat szerint a legkedvezőtlenebb esetben 1437 és 635 abs. fokon a következő:

$$74{\cdot}53 : 73{\cdot}25 = 1{\cdot}017.$$

A II. táblázat szerint pedig a legkedvezőtlenebb esetben 1232 és 813 abs. fokon a következő:

$$51{\cdot}10 : 50{\cdot}15 = 1{\cdot}018.$$

Tehát mondhatjuk, hogy az általánosított PLANCK-formulából a Rubens- és Michel-féle mérések alapján is következik a c_2-nek más módon számított értéke. Egyébként MICHEL [20] az eredeti PLANCK-formula alapján a mérési anyag új feldolgozásával a következő értékhez jutott:

$$c_2 = (1{\cdot}4295 \pm 0{\cdot}007)\ \text{cm}\cdot\text{fok}.$$

Függelék.

8. Közölt számításainkban a röntgen-színkép határából számított h értéket vettük alapul. Ismeretes, hogy a RYDBERG-féle állandóból számított h érték nagyobb az előbbinél:

$$h = 6{\cdot}627 . 10^{-27}\ \text{erg.sec}.$$

Ezzel számítva a σ_0 értéke még kisebb lesz, mint előbb, mert a σ_0 képletében a h harmadik hatványa a nevezőben fordul elő. Tehát az elmélet és a tapasztalat közötti eltérés még nagyobb lesz.

[20] H. GEIGER u. K. SCHEEL: Hb. d. Phys. XXIII. 303. I. kiad.

Egészen a legutóbbi időkig eldöntetlen volt, hogy tulajdonképpen melyik h érték a helyes. OHLIN[1] 1941-ben uppsalai doktori értekezésében megállapította, hogy a röntgen-színkép rövidhullámú határából is kb. az utóbbi h érték számítható ki. Az eddigi eltérésnek az volt az oka, hogy a használt röntgenlámpákban nem volt elég nagy a légritkítás; ugyanis a nyomásnak nem szabad nagyobbnak lenni néhány 10^{-6} mm-nél. Ilyen körülmények között OHLIN a következő értéket találta

$$h = (6{\cdot}622 \pm 0{\cdot}0038).10^{-27}\,\text{erg.sec.} \tag{24}$$

Ezzel a h értékkel számítva

$$\sigma_0 = (5{\cdot}681 \pm 0{\cdot}03).10^{-5}\,\frac{\text{erg}}{\text{cm}^2\,\text{sec fok}^4}. \tag{25}$$

Látjuk, hogy ez az érték kicsi a tapasztalati adathoz képest (3).

Hogy az általánosított PLANCK-féle formulából levezethető képlet ez új h állandó esetében is megegyezzék a tapasztalattal, az n értékét kell megfelelően választani. A (14) és (15) alapján most n-re nézve fennáll:

$$6{\cdot}465n + 7{\cdot}257n^3 + \cdots = 0{\cdot}09929. \tag{26}$$

Ebből

$$n = 0{\cdot}01509\ (0{\cdot}015089). \tag{27}$$

Ezzel az n értékkel a (19) egyenletből kapjuk, hogy

$$z = \frac{c_2}{\lambda_m T} = 4{\cdot}93825. \tag{28}$$

Minthogy pedig az OHLIN-féle h értékkel számítva

$$c_2 = 1{\cdot}4374\ \text{cm.fok}, \tag{29}$$

a WIEN-féle állandóra a következő értéket kapjuk:

$$\lambda_m T = 0{\cdot}2910_7\ \text{cm.fok}. \tag{30}$$

A c_2 állandónak utóbbi értékét felhasználva is azt találjuk, hogy az általánosított PLANCK-formula összhangban van a RUBENS és MICHEL-féle mérésekkel, mint azt az I_1 és II_2 táblázat igazolja.

[1] P. OHLIN: Phys. Ber. 22, 1789, 1941.

I_1. táblázat.

$\lambda = 8{\cdot}944\,\mu$ $\qquad$ $c_2 = 1{\cdot}4374$ cm.fok

T	$x = \frac{c_2}{\lambda T}$	E_λ	C_0	δC_0	C	δC
377	4·263	10·72	75·05	+ 20	73·80	+ 13
476	3·376	26·62	75·25	+ 40	73·74	+ 7
577	2·785	49·62	75·43	+ 58	73·82	+ 15
635	2·531	65·68	75·96	+ 111	74·35	+ 68
678	2·370	78·07	75·69	+ 84	74·12	+ 45
740	2·172	96·54	75·05	+ 20	73·56	— 11
844	1·904	130·51	74·54	— 30	73·18	— 49
923	1·741	158·49	75·53	— 32	73·27	— 40
1034	1·554	201·08	75·03	+ 18	73·89	+ 22
1126	1·427	235·51	74·60	— 25	73·57	— 10
1235	1·301	279·56	74·75	— 10	73·82	+ 15
1332	1·206	318·25	74·52	— 33	73·68	+ 1
1437	1·118	359·08	73 96	— 89	73·20	— 47
1533	1·048	402·13	74·49	— 36	73·79	+ 12
1653	0·972	449·41	73·87	— 98	73·25	— 42
		Középértékek:	74·85		73·67	

II_2. táblázat.

$\lambda = 16{\cdot}05\,\mu$ $\qquad$ $c_2 = 1{\cdot}4374$ cm.fok

T	$x = \frac{c_2}{\lambda T}$	E_λ	C_0	δC_0	C	δC
289	3·099	2·44	51·67	+ 48	50·58	— 4
395	2·267	5·94	51·40	+ 21	50 36	— 26
516	1·736	10·90	50·92	— 27	50·08	— 54
622	1·440	15·93	51·29	+ 10	50·57	— 5
636	1·408	16·69	51·53	+ 34	50·83	+ 21
732	1·223	21·24	50 96	— 23	50·37	— 25
732	1·223	21·28	51·04	— 15	50·45	— 17
813	1·102	25·29	50·81	— 37	50·30	— 32
835	1·072	26·56	51·06	— 13	50 57	— 5
934	0·9588	31·81	51·18	— 1	50·66	+ 4
1033	0·8669	37·18	51·30	+ 11	50 93	+ 31
1136	0·7883	42·34	50·78	— 41	50·47	— 15
1232	0·7275	48·12	51·48	+ 29	51·23	+ 61
1336	0·6703	53·47	51·05	— 14	50·71	+ 9
1442	0·6210	59·12	50·90	— 29	50·69	+ 27
1542	0·5807	65·09	51·25	+ 72	51·05	+ 43
1656	0·5408	71·04	50·96	— 23	50·79	+ 17
		Középértékek:	51·19		50·62	

Látható e táblázatokban, hogy a C mennyiség eléggé állandó. — Megvizsgáltuk még az új c_2-vel a $\lambda = 22{\cdot}3\mu$-ra vonatkozó RUBENS és MICHEL-féle táblázatot is: a benne közölt méréseket 296 és 1831 absz.fok között végezték; e hőmérsékleteknek megfelelő x értékek: 2·196 és 0·350. Ebben a tartományban a C feltűnően állandó.

9. A sugárzási egyensúly (7) feltételi egyenletéből még más módon is előállíthatjuk a (11b) sugárzási formulát. Ugyanis osztva a (7) egyenlet minden tagját f_a-val, a következő eredményre jutunk:

$$\varrho_\nu = \frac{\frac{a}{f_a}}{e^x - \frac{f_e}{f_a}};$$

ebben $\frac{f_e}{f_a}$ függvénye x-nek, illetőleg $\frac{\nu}{T}$-nek.

Ennek a képletnek kis x esetében át kell mennie a Rayleigh-féle formulába. Ez bekövetkezik, ha

$$\frac{a}{f_a} = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \quad \text{és} \quad \left(e^x - \frac{f_e}{f_a}\right)_{x \sim 0} = x.$$

Erre nézve pedig elégséges az a követelmény, hogy

$$\frac{f_e}{f_a} = 1 + nx^m$$

legyen, továbbá $m \geq 2$; az n kis törtszám. A tapasztalattal összhangban leszünk, ha $m = 3$. Láthatjuk, hogy most

$$\frac{f_e}{f_a} \neq 1.$$

Ennek az utóbbi egyenlőtlenségnek fizikai jelentése az, hogy az indukált emisszió jellemző függvénye (f_e) most különbözik az abszorpció jellemző függvényétől (f_a-tól); ez utóbbi állandónak tekinthető.

10. Nem érdektelen megemlíteni a következő történelmi igazságot. PLANCK 1900. okt. 19-én a Deutsche Physikalische Gesellschaft ülésén közölte először formuláját KURLBAUM előadásához fűzött hozzászólásában. 1900. okt. 24-én LUMMER levél-

ben közölte PLANCKkal, hogy méréseikkel még jobban megegyezik a következő képlet:

$$E_\lambda = \frac{C}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{\frac{c}{\lambda T}} - 1 + e^{-\frac{\lambda T}{c}}}.$$

LUMMER a $C = c_1$ és $c = c_2$ állandónak az akkori WIEN-féle értékét használta fel.[21]

Az a feltűnő, hogy e formula nevezőjében az $(e^x - 1)$ mellett még egy «*hozzáadandó*» tag szerepel, míg az általánosított PLANCK-féle formulában egy «*kivonandó*» tag. Tehát LUMMER az eredeti nevezőt nagyobbította, újabban pedig kisebbedett.

* * *

Megállapíthatjuk, hogy rendelkezésünkre áll egy olyan fekete sugárzási formula (11*b*), mely nemcsak a sugárzási mérésekkel, hanem a legkülönfélébb területeken végzett más mérésekkel is összhangban van. Sajnos, egy új állandó szerepel benne ($m = 3$); az n nem új, mert kifejezhető a STEFAN-BOLTZMANN-féle állandó tapasztalati értékével. Ez a formula tulajdonképpen PLANCK formulája, csak a kor kívánalmainak megfelelően kissé módosítottuk.

---

[21] M. v. LAUE: Die Naturwissenschaften, 29, 137, 1941.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1938. jan. 24-én és 1940. márc. 11-én tartott üléséből.)

DIE GESETZE DER SCHWARZEN STRAHLUNG.

I. u. II. Teil

Von E. CSÁSZÁR, Korr. Mitglied der Akademie

In der PLANCKschen *Strahlungsformel* gibt es eigentlich 3 Konstanten: c (die Lichtgeschwindigkeit), h und k. Dasselbe gilt auch für das WIENsche Verschiebungsgesetz und das STEFAN-BOLTZMANNsche Gesetz, welche aus der PLANCKschen Formel abgeleitet werden können.

Die älteren Werte von h und k sind folgende:

$$h = 6{\cdot}55 \,.\, 10^{-27} \text{ erg.sec},$$
$$k = 1{\cdot}373 \,.\, 10^{-16} \frac{\text{erg}}{\text{grad}}.$$

Wenn diese h- und k-Werte in die Formeln der schwarzen Strahlung eingesetzt werden, wird die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung allgemein zufriedenstellend.

Aber in dem letzten Jahrzehnt wurde festgestellt, dass die richtigen Werte der genannten Konstanten von den früheren abweichen:

$$h = 6{\cdot}622 \,.\, 10^{-27} \text{ erg.sec},$$
$$k = 1{\cdot}382 \,.\, 10^{-16} \frac{\text{erg}}{\text{grad}}.$$

Mit diesen neuen Werten der Konstanten bleibt die Übereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung bestehen, wenn als Messwert für die STEFAN-BOLTZMANNsche Konstante der Mittelwert aller älteren und neueren Messergebnisse angenommen wird. Der theoretische Wert ist:

$$\sigma_0 = (5{\cdot}681 \pm 0{\cdot}03) \,.\, 10^{-5} \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2 \text{ sec grad}^4}.$$

Demgegenüber fand C. MÜLLER durch sehr sorgfältig ausgeführte Messungen

$$\sigma_n = (5{\cdot}774 \pm 0{\cdot}02).10^{-5} \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2 \text{ sec grad}^4}.$$

Die Differenz dieser zwei letzteren Zahlenwerte ist

$$0{\cdot}093 . 10^{-5};$$

sie ist grösser als der maximale Fehler von σ_n.

Wir beschäftigen uns jetzt mit der Frage, wie die PLANCKsche Formel verallgemeinert werden müsste, wenn der MÜLLERsche Wert der Wirklichkeit entspräche. Eine solche verallgemeinerte Formel ist folgende:

$$\varrho_\nu = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1 \quad n\left(\frac{h\nu}{kT}\right)^3}; \qquad (1)$$

ϱ_ν bedeutet die Dichte der homogenen Strahlung von der Frequenz ν, T die absolute Temperatur. Es ist ersichtlich, dass im Nenner von (1) ein neues subtrahierendes Glied mit einer neuen Konstanten (n) auftritt.

Diese Formel ist in eine unendliche geometrische Reihe entwickelbar. Schliessen wir die unendliche Reihe mit dem ersten Glied ab ($n=0$), dann erhalten wir die PLANCKsche Formel; nach Abschliessen der Reihe mit dem zweiten Glied gelangen wir zur Formel von STRUM.

Die Formel (1) erreichen wir folgenderweise: Nehmen wir an, dass ein Atomsystem mit der schwarzen Strahlung im Gleichgewichtszustand steht. Die Bedingungsgleichung des Gleichgewichtes lösen wir durch ein Näherungsverfahren auf. Dieses Näherungsverfahren weicht von dem STRUMschen Verfahren ab. Sein Vorteil besteht darin, dass es umittelbar jene Strahlunsformel ergibt, die durch die Verallgemeinerung der statistischen Methode abgeleitet wurde.

Aus der Formel (1) folgt ein solcher Ausdruck für die STEFAN-BOLTZMANNsche Konstante, welcher — nach Einsetzen der neuen h- und k-Werte — mit der Erfahrung in vollkommenem Einklang

steht, wenn die Konstante n entsprechend gewählt wird. Den MÜLLERschen Wert σ_n erhalten wir, wenn

$$n = 0{\cdot}01509$$

ist. n ist also eine kleine Zahl, wie das zu erwarten war.

[Es ist zu bemerken, dass der Zahlenwert von h nach der Berechnung von F. G. DUNNINGTON etwas kleiner ausfällt als der hier benutzte:

$$h = 6{\cdot}613{\cdot}10^{-27} \text{ erg.sec.}$$

Der entsprechende n-Wert ist 0·01109.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass der von uns benutzte OHLINsche h-Wert der richtige ist, weil dieser — obwohl er im Röntgengebiet gemessen wurde — mit dem aus der RYDBERGschen Formel berechneten h-Wert ($6{\cdot}627\,.\,10^{-27}$) ziemlich genau übereinstimmt.]

Aus der Formel (3) ergibt sich für die Konstante des WIEN*schen Verschiebungsgesetzes*

$$\lambda_m T = 0{\cdot}2911 \text{ cm.grad.}$$

Aus der PLANCKschen Formel erhält man 0·2895. Der Mittelwert der Messdaten stimmt mit diesen Zahlenwerten überein.

Die Formel (1) steht auch im Einklang mit den sehr bedeutenden Messungen von RUBENS und MICHEL. Das ist ein sehr wichtiger Umstand. Bei der Vergleichung der Formel (1) mit den Messergebnissen wurde der folgende neue Wert der Konstanten c_2 angewendet:

$$c_2 = \frac{hc}{k} = (1{\cdot}4374 \pm 0{\cdot}0019) \text{ cm.grad.}$$

Dieser Wert stimmt mit der Erfahrung überein.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 24. Jänn. 1938. u 11. März 1940)

ZSELATINOS FESTÉKFOSZFOROK CSILLAPODÁSA.

BENKŐ ISTVÁN-tól.

I. Bevezetés.

Egyes foszforok foszforeszcencia-emissziójának csillapodását — különösen a kristályfoszforokét — több szempontból és részletesen megvizsgálták.[1] Hasonlóképpen jól fel van dolgozva a festékoldatok fluoreszcencia-emissziójának csillapodása is.[2] Azonban a zselatinos festékfoszforok foszforeszcenciájára vonatkozó ilyen irányú munka alig található.[3] POSPIELOW az eosin csillapodását vizsgálta a nedvesség szempontjából. Eredményei lényegében csak kvalitatívek, mert határozatlan koncentrációjú és vastagságú zselatin lemezeket használt.

Jelen vizsgálataim az Eosin A Salzfrei zselatin foszforra vonatkoznak. Megállapítottam ennek a festéknek a csillapodását a koncentrációtól, a hullámhossztól és a hőmérséklettől függően. Méréseimnél 0·1 mm vastagságú festéklemezeket használtam.[4]

---

[1] BECQUEREL: Ann. de Chimie et de Phys. 62. 1861. — LENARD und W. HAUSER: Heidelb. Ber. 1912. 12. Abh. — LENARD: «Über Lichtsummen bei Phosphoren». Heidelb. Verl. Winter. 1912. — LENARD u. HAUSER: «Abklingen». Heidelb. Verl. Winter, 1912. — W. HAUSER: Dissertat. Heidelb. 1913. — LENARD: «Ausleuchtung und Tilgung». Heidelb. 1918. — PRINGSHEIM: Fluorescenz u. Phosphorescenz. Berlin. Verl. Springer, 1928. Handbuch d. Exp. Phys. XXIII. 1, 2. — RIEHL: «Physik und tech. Anv. d. Lumineszenz. Berlin. Verl. Springer, 1941.

[2] GAVIOLA: ZS. f. Phys. Bd. 35. S. 748. — JABLONSKI: ZS. f. Phys. Bd. 103. 1936.—F. DUSCHINSKY: ZS. f. Phys. LXXXI. 1933. — GAVIOLA: Ann. d. Phys. Bd. 81. — DELORME et PERIN: Le Journ. de Phys. et le Radium 1929 Tom. 10 Série VI.

[3] POSPIELOW: Verhandl. d. Deutsch. Phys. Gesellsch. 1914.

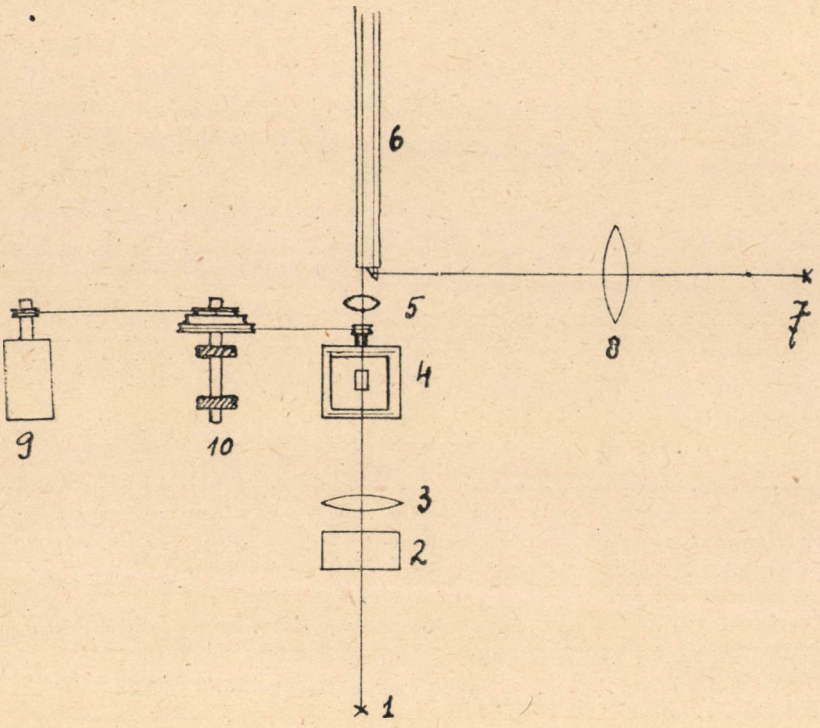
[4] Előállításuk: FRÖHLICH: Math. és Term. Tud. Ért. XLVII·80. 1930.

II. Kisérleti berendezés.

Méréseim alapelve a következő : Intenzív fénnyel gerjesztettem a foszfort, majd a megvilágítás lezárása után 0·005 sec.-tól 0,0468 sec.-ig terjedő időköz különböző időpontjaiban mértem a foszforeszcencia-emisszió intenzitását.

Ennek megfelelően állítottam össze a kísérleti berendezést. (Lásd 1. ábra.)

Megvilágító, gerjesztő fényforrásnak egy 220 V. 5000 W-os Tungsram-gyártmányú projekciós izzót használtam (1), melynek



1. ábra.

1. Gerjesztő fényforrás.
2. Vízhűtő.
3. Lencse.
4. Foszforoszkóp.
5. Lencse.
6. Fotométer.
7. Összehasonlító fényforrás.
8. Lencse.
9. Elektromotor.
10. Áttételező tárcsa.

izzószálát egy 25 cm fokusztávolságú lencsével képeztem le (3) a zselatinlemezre. A káros hőhatás kiküszöbölésére közben még egy cirkuláló vízhűtőt alkalmaztam (2). A foszfort egy BECQUEREL-féle foszforoszkópba[1] helyeztem (4). A foszforoszkóp korongjai négy 22·5°-os körcikk-nyílással voltak ellátva és a két korong egymáshoz képest 45°-kal volt elforgatva. A két korong közé helyeztem a kettős falú hűthető és fűthető fémszekrényt.[2] Ebbe tettem a megfestett szilárd zselatinlemezt. A fémszekrény kettős fala közé lehetett behelyezni az elektromos fűtőtestet, illetőleg a különféle hűtőanyagot. A szekrény belső terébe került a foszfor, melyet egy fémkeretbe szorítottam. Az egész szekrény a foszforoszkóp nyílásainak megfelelően a fénysugár irányában keresztül volt fúrva és természetesen a kettős fal elzárására egy fémcső volt a kettős fal közé a fúratba illeszkedően beforrasztva. A szekrény belső részét, hová a foszfort helyeztem, egy fémfedővel zártam el. Ezen egy fúrat volt, melyen keresztül egy hőmérő nyúlt be, közvetlenül a foszfor közelébe.

A foszforeszcencia-emisszió intenzitását KÖNIG—MARTENS-típusú spektrálfotométerrel[3] mértem (6).

A foszforlemez világító foltját 4·5 cm fokusztávolságú lencsével (5) képeztem le a spektrálfotométer egyik résére, a másik résre egy lencsével (8) és derékszögű prizma segítségével az összehasonlító fényforrást (7) vetítettem. Összehasonlító fényforrásnak a fotométertől egy méter távolságra elhelyezett Tungsram-gyártmányú 12 volt 36 watt «EDISON-fej» típusú izzót alkalmaztam. Az izzó effektusát állandóan bekapcsolt volt- és ampermérővel ellenőriztem.

A foszforoszkóp forgatására 0·5 k W-os elektromótor szolgált (9). Minthogy méréseimnél a foszforoszkóp fordulatszámának ismerete nagyon fontos volt, a motor tengelye állandó összeköttetésben állott egy fordulatszámlálóval. A fordulatszámot a kefék eltolásával lehetett szabályozni. A foszforoszkóp fordulatszámának tágabb

---

[1] F. BECQUEREL: «La Lumiére». I. S. 247. 1867.

[2] MISCHUNG: Lichtabsorption d. Gelatine-Farbstoffphosphoren. Acta Chem. Min. et Phys. Tom. VI. Fasc. 2—3. Szeged, 1938.

[3] Ann. d. Phys. Bd. 12. S. 985.

változtatására a motor és foszforoszkóp között még egy négyfokozatú áttételező tárcsát alkalmaztam (10).

Minthogy a spektrálfotométerben nagyon kis intenzitású fényfoltokat kellett összehasonlítani, a gerjesztő fényforrás erős fénye az észlelést lehetetlenné tette volna. Ezért az egész berendezést a gerjesztő fényforrástól jól záró fekete függönnyel választottam el. A függönyön csak akkora nyílást alkalmaztam, amekkora a foszforoszkópon volt és a függönyt közvetlenül a nyílás elé illesztettem. Hasonlóképpen fekete dobozba zártam az összehasonlító fényforrást is, úgy, hogy abból éppen csak a reflexiós prizmára eső sugár lépett ki.

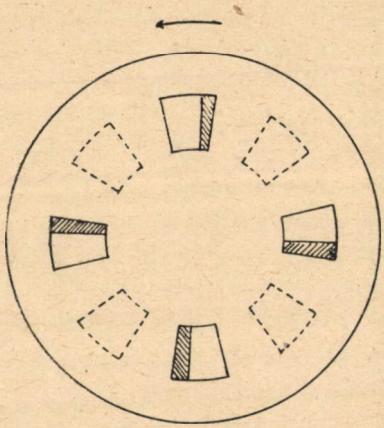
III. Mérési eredmények.

a) *A gerjesztés telítettségének vizsgálata.* Mint már az előzőekben említettem, méréseim alapelve az, hogy a gerjesztő fény elzárása után különböző időpontokban mértem az emittált fény intenzitását. Az első feladat, hogy a berendezés úgy legyen beállítva, hogy az előbb említett határok között, tetszőlegesen lehessen változtatni a gerjesztés megszüntetése és az észlelés pillanata közötti időt. Ezt a foszforoszkóp különböző sebességgel való forgatása által értem el. Természetesen a fordulatszám változtatása által változik a gerjesztési időtartam is, vagyis az az idő, mely alatt a foszforoszkópnak a gerjesztő fényforrás felé eső korongja 22·5°-al, egy nyílás-szélességgel elfordul. Hasonlóképpen változik az észlelési oldalon is az időtartam, ameddig az emittált fény az észlelőhöz jut. Ezen utóbbit tekintve nincs nehézség, ha nem túlságosan kicsi a fordulatszám, a Talbot-törvény érvényben van. Az emisszió egy szektornak az elhaladása alatt is csillapodik, és így a mért intenzitás egy középértéket jelent. Ez különböző sebességgel való forgatásnál hibát eredményezhet. Az általam használt fordulatszámok mellett ez azonban oly kicsi, hogy az intenzitásmérés pontosságának határa alatt marad. Azt azonban külön meg kellett vizsgálnom, hogy miként befolyásolja a gerjesztési idő változtatása az emissziót.

Erre a célra a foszforoszkóp első korongját, amelyik a gerjesztő fényforrás felé esik, kettős fémlemezből készítettem, úgy, hogy az egyik a tengelyen elforgatható volt. Ezt elforgatva, a nyílások

egy részét elfödte. Vázlatos rajza a 2. ábrán látható. A szaggatott vonallal kihúzott szektornyílások az észlelési oldalon lévő korong nyílásait jelzik.

Így tehát, ha a nyíl irányában forgott a foszforoszkóp, konstans fordulatszám esetén, az észlelés a gerjesztés lezárása után több idő elteltével történt (annyival, amennyi idő kell ahhoz, hogy a vonalkázott résznek megfelelő fordulatot megtegye a foszforoszkóp), mint ha ellenkező irányban forgattuk. Viszont fordítva, meg lehet választani a fordulatszámot úgy, hogy a gerjesztés lezárása és az észlelés közötti idő — ellenkező irányban forgatva a foszforoszkópot — ismét ugyanaz legyen. Ebben az esetben a nyíl irányában történő forgatásnál magasabb fordulatszámot kell alkalmazni. Természetesen ezzel együtt csökken a gerjesztési időtartam is.



2 ábra

Így tehát a foszforoszkóp két irányban való forgatása által elérhető, hogy a gerjesztés lezárása után azonos időpontban történjék a mérés, abban az esetben is, ha a gerjesztés különböző ideig tartott. Ha az emisszió függ a gerjesztés időtartamától, az így mért intenzitásoknak különbözőeknek kell lenniök.

Erre vonatkozó méréseimet az 1. táblázatban foglaltam össze.

1. Táblázat.

τ sec.	T sec.	φ	τ sec.	T cec.	φ
0·0234	0·0104	6·7°	0·00937	0·0041	13·1°
	0·0085	6·8°		0·0034	13·3°
0·0117	0·0052	11°	0·00684	0·0030	15·–°
	0·0042	11°		0·0023	15·2°

Ahol τ jelenti a gerjesztés lezárása és az észlelési oldalon levő szektornyílás közepének a foszfor előtt való elhaladása közötti időt.

T jelenti a gerjesztés időtartamát.

φ jelenti a spektrométer analizátorán leolvasott fokszámot, melynek tg. négyzete adja a relatív intenzitást.

Mint a táblázatból látható, azonos τ-hoz tartozó φ értékek jól megegyeznek, bár az egyes T értékek különbözők. A T értékek közötti különbség föltétlen elegendő ahhoz, hogy, ha a gerjesztési időtartam befolyásolná az emissziót, lényeges és biztos különbségnek kellene mutatkozni. Így kellene, hogy nagyobb gerjesztési idő esetén az emisszió (φ értéke) nagyobb legyen. Méréseim ilyen eredményt egyáltalán nem adtak. A φ értékekben mutatkozó kis eltérés egészen lényegtelen. Ez a táblázat az Eosin A Salzfrei festékre, —2·5 koncentrációra vonatkozik. (A jelölések logaritmikus koncentrációkra vonatkoznak. Tehát pl. —2·5 koncentráció $10^{-2\cdot5}$ gr/cm^3 koncentrációt jelent.) A mérés 558 $\mu\mu$-os hullámhosszon történt. Teljesen hasonló eredményt kaptam más koncentrációknál és más hullámhosszon is.

Ez röviden azt jelenti, hogy a festék az adott megvilágítási viszonyok mellett *időben* «teljesen gerjesztett» (vollerregt), vagyis a legnagyobb fordulatszám alkalmazása mellett is van olyan hosszú a megvilágítási idő, hogy ennek az időnek további növelése (a fordulatszám csökkentése) nem befolyásolja az emisszió intenzitását. Az *intenzitás* szempontjából viszont még ilyen erős megvilágító fényforrás alkalmazásával sem értem el a teljesen gerjesztett állapotot. (Vollerregungot). Ugyanis a megvilágító fényforrás intenzitásának változása nagy mértékben befolyásolja az emissziót, Minthogy azonban a gerjesztő fényforrást konstanson tartottam. ez a körülmény nem zavarta méréseimet.

b) *A csillapodás és a koncentráció kapcsolata.* A következő feladatomnak tekintettem annak a vizsgálatát, hogy a csillapodás hogyan függ a koncentrációtól. 558 $\mu\mu$-os hullámhosszon végeztem méréseimet. A vizsgált koncentrációk esetén, kis eltérésektől eltekintve, ezen a hullámhosszon van ennek a festéknek az emissziós maximuma a rövidebb hullámhosszú sávban.[1] Minthogy a

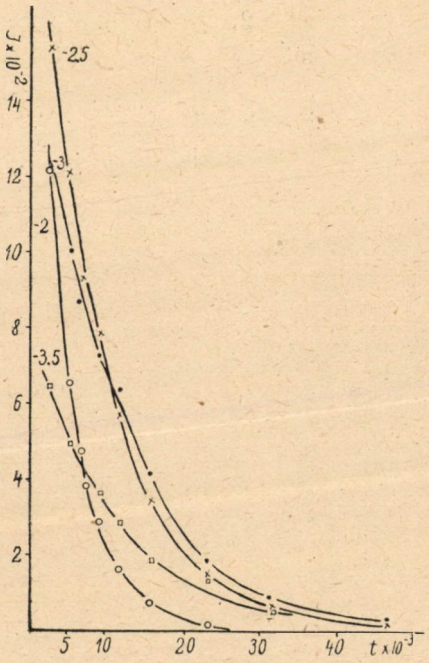
[1] Fröhlich: Acta Chem. Min. et Phys. 1934. Tom. IV. Fasc. 1—2.

használt résállás aránylag széles (1 mm) volt, a hullámhossz értéke középértéket jelent.

Méréseimet mindig a spektrálfotométer analizátorának két teljes körülforgásánál végeztem, tehát az intenzitás kiszámítása nyolc leolvasott szögérték középértékéből történt.

Föltételeztem, hogy a csillapodási görbe az $I=I_0e^{-\alpha t}$ exponenciális függvénnyel adható meg. (Kisebb korrekciótól eltekintve.) Tehát abból a föltevésből indultam ki, hogy a kristályfoszforokra megállapított törvény itt is érvényben van.[1] Ezt a feltevést igazolta, hogy az ezen képlet alapján számított α — K kis szóródástól eltekintve jó megegyezést mutatnak. A csillapodási állandót (Abklingungkonstans) az $\alpha=\frac{2{\cdot}302\,(\log I_2-\log I_1)}{t_1-t_2}$ alapján[2] számítottam. Az α meghatározásánál úgy jártam el, hogy a mérési adatok alapján fölrajzoltam a csillapodási görbét és magáról a görbéről olvastam le az α kiszámításához fölhasznált egyes I értékeket. A t_1-t_2 mindig 5.10^{-3} volt.

A csillapodás lefolyására ilyen spektrális mérésnél, ahol az emisszió intenzitása erősen függ a koncentrációtól és a hullámhossztól, legjobb tájékoztatást a csillapodási állandó nyujt. Ez teszi lehetővé a csillapodás sebességének összehasonlítását függetlenül az intenzitástól. A csillapodási állandó mértéke a csillapodás sebességének.



3. ábra.

A 3. ábrán láthatók a csilla-

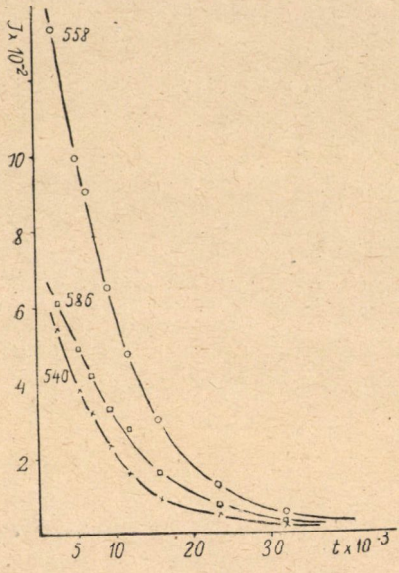
[1] WIEDEMANN: Wiedemann Ann. Bd. 34. Handbuch d. Exp. Phys. XXIII. 1.

[2] WIEDEMANN: Wiedemann Ann. Bd. 34. S. 446.

2. Táblázat.

Koncentráció	— 2	— 2·5	— 3	— 3·5
	186	106	84·6	82
	194	116	94·—	80
	212	123	85·8	81
α	193	111	98·5	84·6
		109	99	84
		102	88	
			86	
α Középérték	196	111	90	82

podási görbék négy különböző koncentráció esetén. Ezek segítségével az említett módon határoztam meg az α értékeket. Az eredményeket a 2. táblázatban foglaltam össze. Mint az ábra és a táblázat mutatja, a koncentráció növekedésével az α értéke nő, tehát a csillapodás sebessége növekszik, függetlenül attól, hogy a koncentráció-változás az emisszió intenzitásának növekedését vagy csökkenését vonja maga után. Ez első pillanatban úgy látszik, mintha ellenkezésben volna a klasszikus gerjesztési elmélettel. Mert hiszen, ha nagyobb a gerjeszthető, emisszióképes centrumok száma, a csillapodási időnek is hosszabbnak kéne lenni. Ez az erdemény azt bizo-



4. ábra

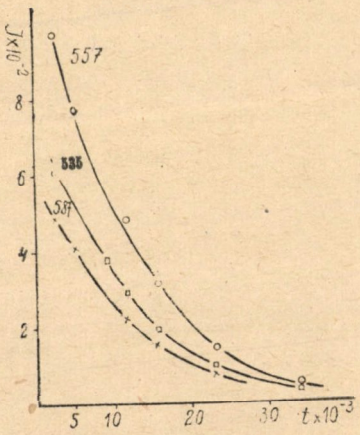
3. Táblázat.

Hullámhossz	540	558	586
	124	104	89
	132	114	97
	126	108	100
α	117	115	95·4
	117	112	98·4
		106	
α Középérték	123	109	96·—

nyítja, hogy a szomszédos molekulák zavaró hatása gyorsítja a csillapodást.

c) *Összefüggés a csillapodás és az emittált hullámhossz között.* Megvizsgáltam a csillapodásnak a hullámhossztól való függését is. A —2·5 koncentrációjú festéklemezre vonatkozó α értékeket a 4. ábra segítségével határoztam meg. Az eredményeket a 3. táblázatban foglaltam össze.

Teljesen hasonló eredményeket mutat az 5. ábra és 4. táblázat is, amely a —3 koncentrációra vonatkozik. Méréseimet mindkét esetben három különböző hullámhosszon végeztem. Sajnos, az emisszió gyöngesége miatt a hullámhosszt nem tudtam elég tág közben változtatni. Így az



5. ábra.

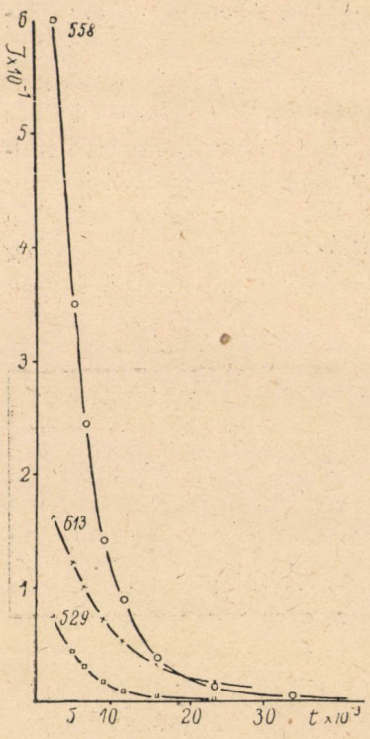
4. Táblázat.

Hullámhossz	535	557	587
α	93·5	86·—	85
	100·—	96·4	83
	93·9	88·3	81·—
	119·—	98·4	95·9
α Középérték	101·—	92·—	86·—

α értékek változása is kicsi, de elég határozott jellegű ahhoz, hogy azt a következtetést vonjuk le, hogy a nagyobb hullámhossz felé α értéke csökken, a csillapodás assúbb. Ez az eredmény megegyezik a kristályfoszforoknál észlelt eredménnyel, mely szerint az egyes egymásba nyúló sávokban a csillapodás lefolyása különböző. Ennek oka, hogy az emittált fény egy része másodlagos foszforeszcenciát képes létrehozni. Továbbá fölléphet a hosszú hullámok kioltó hatása is. (Auslöschung). Ez a kioltó hatás általában két párhuzamosan végbemenő folyamatban jelentkezik. Infravörös besugárzás hatására a foszforban fölhalmozott energia egy része mint fény kisugárzódik, másik része pedig hővé alakul, ezáltal tehát fénysugárzó képessége

csökken.[1] Tehát a gerjesztett hosszú hullámok gyorsítják a kioltó hatás következtében a rövid hullámok csillapodását.

Az előző eredmények ellenőrzésére hasonló méréseket végeztem ugyanezen koncentrációkkal magas hőmérsékleten. (100° C.) A —2·5 koncentrációra vonatkozik a 6. ábra és az 5. táblázat, a —3 koncentrációra pedig a 7. ábra és 6. táblázat.



6. ábra.

Az itteni eredmények teljesen megegyeznek az előzőekkel. Sőt, mivel ezen a hőmérsékleten az emisszó intenzitásának növekedése miatt tágabb hullámhosszhatárok között végezhettem méréseimet az α és λ közötti kapcsolatra vonatkozó törvényszerűség is fokozottabb mértékben érvényes.

5. Táblázat.

Hullámhossz	529	558	613
α	212	193	110
	223	186	114
	208	200	107
		190	114
α Középérték	214	192	111

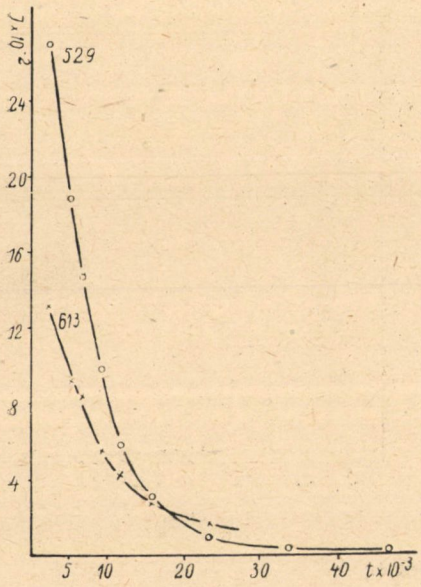
Mindezek a mérések tehát azt az eredményt adják, hogy ennél a festéknél a csillapodás sebessége a nagyobb hullámhossz felé csökken, függetlenül a koncentrációtól és a hőmérséklettől.

d) *A csillapodás és a hőmérséklet.* Következő méréseim a csillapodásnak a hőmérséklettől való függésére vonatkoznak. Itt vala-

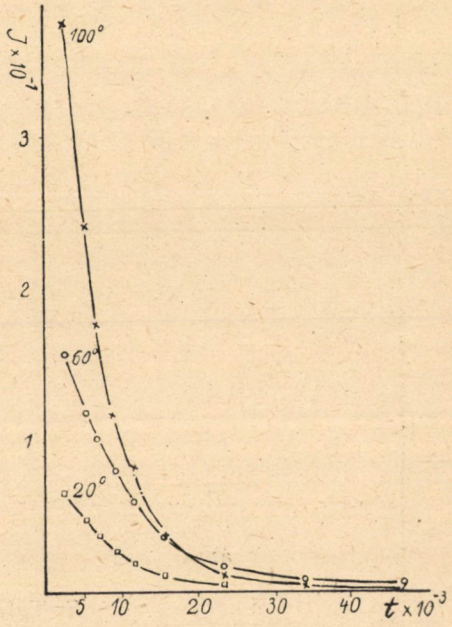
[1] Pringsheim: Fluorescenz u. Phosphorescenz. S. 162. — Riehl: Phys. u. tech. Anv. d. Lumineszenz. S. 77.

mennyi mérést 558 $\mu\mu$ hullámhosszon végeztem, vagyis a maximum közelében.

Meg kell jegyeznem, hogy a festéklemezek foszforeszcencia-emissziója magas hőmérsékleten nagy mértékben csökkent a vizsgálat tartama alatt. Ugyanis a festék kifakul. Az ebből eredő hiba kiküszöbölésére két mérési sorozatot végeztem. Egy sorozatot a



7. ábra.



8. ábra.

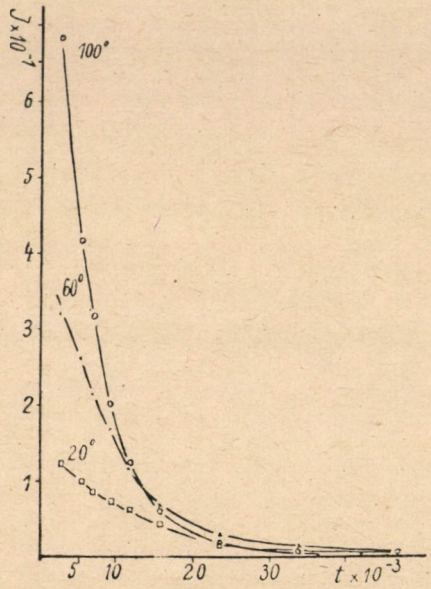
6. Táblázat.

Hullámhossz	529	613
	155	115
	154	113
α	159	100
	147	
	157	
α Középérték	154	109

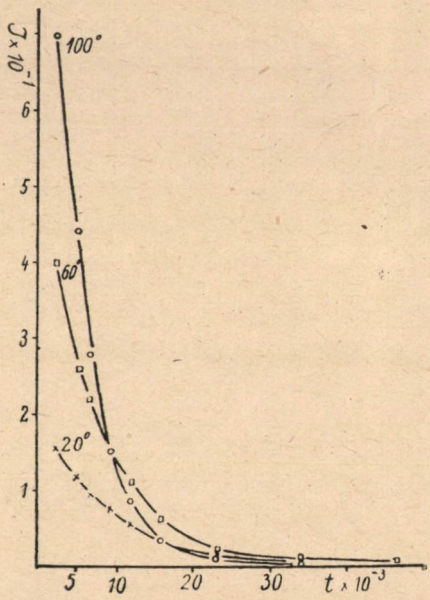
7. Táblázat.

Hőmérséklet	20°	60°	100°
	82	104	163
	93	102	152
α	94	104	155
	84·6	96	151
	90		165
α Középérték	88	101	157

«t» növekedési, és egy sorozatot folytatólag a «t» csökkenési irányában. Az egyes I értékeket középértékeltem és ezeket az értékeket ábrázoltam. Ezáltal a görbét olyan intenzitásra redukáltam, mintha egy sorozat mérési idejéig (cca. 40 sec.) már meg lett volna világítva.



9 ábra.



10. ábra.

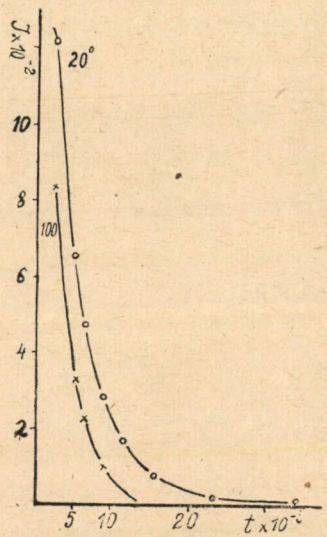
8. Táblázat.

Koncentráció	— 3			— 2·5		
Hőmérséklet	20°	60°	100°	20°	60°	100°
α	84·6	103	176	106	138	205
	94·—	104	183	116	138	240
	85·8	113	169	123	138	197
	98·5	102	175	111	130	226
	99·—	116	166	109	129	
	88·—	110		102		
	86·—					
α Középérték	90	108	174	111	134	217

A 8. ábra a —3·5 koncentráció csillapodási görbéjét adja 20, 60 és 100 C°-on. Itt, mint az ábrából jól látható, az emisszió rendkívül nagy mértékben növekszik a hőmérséklet emelésével. Ez ábra alapján kiszámított α értékeket a 7. táblázat tünteti fel. Mint a táblázatból látható, a hőmérséklet emelésével növekszik a csillapodás sebessége is. α növekszik.

A 9. és 10. ábra és az ezek segítségével összeállított 8. táblázat szintén a csillapodási görbének, illetőleg a csillapodási állandónak a hőmérséklettől való függését mutatja a —3 és —2·5 koncentrációnál. Az eredmények megegyeznek az előzőkkel.

A 11. ábra a —2 koncentráció csillapodását mutatja 20 és 100 C°-on. Az előzőekkel ellentétben ennél a koncentrációnál a hőmérsékleti optimum alacsony hőmérsékleten van. Itt a hőmérséklet emelésével az intenzitás csökken. Ennek magyarázatára még további vizsgálatok szükségesek.



11. ábra.

9. Táblázat.

Hőmérséklet	20°	100°
α	186 194 212 193	404 414
α Középérték	196	409

Ennek ellenére is a táblázatból látható, hogy ez a koncentráció is megtartja azt a tulajdonságát, hogy magas hőmérsékleten a csillapodás gyorsabb, α nagyobb.

Ezen utóbbi mérés-sorozatból az az érdekes eredmény adódik, hogy a hőmérséklet növelésével a csillapodási állandó, a csillapodás sebessége nő, függetlenül attól, hogy az emisszió intenzitása hogyan változik.

Ezek az eredmények bizonyos hasonlóságot mutatnak a kristályfoszforoknál megállapítottakkal. LENARD vizsgálatai alapján

a foszfornak három állapotát különbözteti meg. Alacsony hőmérsékleten kerül a foszfor az «alsó pillanatnyi állapotba» (untere Momentanzustand). Itt foszforeszcencia-emissziót nem találunk, a besugárzott energia a foszforban felhalmozódik. Ezután következik a középső hőmérsékleti intervallum, melyben az anyag foszforeszcenciaképes (Dauerzustand). A foszfor emittál a besugárzás tartama alatt is és utána is. Magas hőmérsékleten beáll a «felső pillanatnyi állapot» (obere Momentanzustand). Itt már az energia felhalmazása nem következik be, ennek megfelelően a kisugárzás olyan gyorsan történik, hogy a foszforeszcencia teljesen hiányzik. Tehát a csillapodás annál gyorsabb, minél magasabb a hőmérséklet. Természetesen ezek a hőmérsékleti intervallumok a különböző anyagok szerint változnak, sőt különbség van ugyanazon anyagnál is egyes sávok szerint.

Mérési eredményeimet összevetve a kristályfoszforokra vonatkozóakkal, látható, hogy méréseim a kristályfoszforoknak megfelelő középső hőmérsékleti intervallumban történtek. A csillapodás a kristályfoszforokhoz hasonlóan megy végbe. A két szélső hőmérsékleti állapotban — ha ezek a festékfoszforoknál is megvannak — csillapodási görbe fölvétele nem lehetséges. Ugyanis mély hőmérsékleten az emisszió végtelen lassú (egyben végtelen gyönge), magas hőmérsékleten végtelen gyors. Itt csak fluoreszcencia-emisszió lép föl. A két szélső állapotot technikai okok miatt nem tudtam elérni.

Ha a 8., 9., 10,. 11. ábrák eredményeit egymás között hasonlítjuk össze, látható, hogy a foszfor magas, de állandó hőmérsékleten is megtartja azt a tulajdonságát, hogy a nagyobb koncentrációhoz tartozó α nagyobb, tehát a csillapodás gyorsabb.

IV. Az eredmények összefoglalása.

A festékfoszforok csillapodása exponenciális egyenlettel adható meg.

A koncentráció növelésével a csillapodás sebessége is nő, függetlenül az intenzitás változásától. Ugyanez érvényes magas, de állandó hőmérsékleten is.

A csillapodás sebessége a nagyobb hullámhossz felé csökken. Szintén érvényes magas, de állandó hőmérsékleten is.

Magas hőmérsékleten a csillapodás gyorsabb, függetlenül a koncentráció és intenzitás változásától.

A festékfoszforok foszforeszcencia-emissziójának csillapodására vonatkozó eredmények nagy megegyezést mutatnak a kristályfoszforokkal.

*

Dolgozatomat a szegedi M. Kir. Horthy Miklós Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Intézetében készítettem. Ez úton is hálás köszönetet mondok Fröhlich Pál e. ny. r. tanár, intézeti igazgató úrnak, aki a szükséges eszközöket rendelkezésemre bocsátotta és értékes tanácsaival állandóan irányította munkámat. Őszinte köszönetet mondok Mischung Ilona tanársegéd úrhölgynek, aki készséges útbaigazításaival munkámat megkönnyítette. Továbbá Bános Gizella tanársegéd úrhölgynek és Dombi József gyakornok úrnak, akik egyes technikai problémák megoldásánál voltak segítségemre.

Végül hálás köszönetet mondok a Rockefeller Alapnak anyagi támogatásáért.

Szeged, M. Kir. Horthy Miklós Tud. Egyetem Kísérleti Fizikai Intézete.

(A magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1942. május 11-én tartott ülésén bemutatta Fröhlich Pál l. t.)

ABKLINGUNG DER GELATINE-FARBSTOFF-PHOSPHORE.

Von ST. BENKŐ.

Die Abklingung der Phosphoreszenz-Emission der Gelatine-Farbstoffphosphoren prüfte ich von der Konzentration, Wellenlänge und Temperatur abhängig. Meine Resultate sind folgende:

Die Abklingung der Farbstoffphosphoren folgt einer Exponentialgleichung.

Mit zunehmender Konzentration nimmt auch die Geschwindigkeit der Abklingung zu, unabhängig von der Änderung der Emissionsintensität. Dasselbe ist auch bei einer hohen, aber konstanten Temperatur gültig.

Mit wachsender Wellenlänge nimmt die Geschwindigkeit der Abklingung ab. Dies ist auch bei einer hohen, aber ständigen Temperatur gültig.

Bei einer hohen Temperatur verläuft die Abklingung schneller, unabhängig von der Änderung der Konzentration und Intensität.

Die Resultate über die Abklingung der Phosphoreszenz-Emission der Farbstoffphosphoren zeigen eine grosse Übereinstimmung mit den Kristallphosphoren.

Szeged, Institut für Experimentalphysik der Nikolaus Horthy Universität, 1942. Februar.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Mai 1942.)

A KÜLÖNBÖZŐ MOLEKULÁRIS VEKTORKAPCSOLÓDÁSOK ELMÉLETE. I.

KOVÁCS ISTVÁN-tól.

Bevezetés. A kétatomos molekulák sávos színképeire vonatkozó kísérleti adatok nagymértékű szaporodása arra mutat, hogy a molekuláris vektorkapcsolódásoknak HUND által jellemzett ideális határesetei[1] a valóságban szereplő molekulánál nem mindig adnak kielégítő közelítést. Ez nyilvánvaló módon következik maguknak ezen határesetek definicióiból, melyek szerint minden határeset azáltal jellemezhető, hogy bizonyos impulzusmomentumok közötti kölcsönhatások értéke mellett másokat teljesen elhanyagolunk úgy, hogy ilyen módon az egyes határesetekben egy impulzusmomentumra csak egy dominál kölcsönhatás van tekintetbevéve. A valóságban, ahol tulajdonképpen minden impulzusmomentum kölcsönhatásban áll az összes többivel, ez csak ritkán adhat jó közelítést. A valóságos molekulát tehát a legtökéletesebben leírná az összes kölcsönhatás egyidejű tekintetbevétele, aminek azonban ilyen általánosságban mathematikai nehézségei vannak.

A fellépő esetek kvantummechanikai tárgyalásában minden kölcsönhatást egy, a kölcsönhatás nagyságát megszabó paraméterrel jellemezhetünk. Ezen paraméterek egymáshoz képesti viszonyai közül mindig mások és mások zérussá tételével eljuthatunk az egyes ideális HUND-féle határesetekhez, közben pedig a megfelelő paraméterviszonyok folytonos változtatásával elérhetünk két-két ideális HUND-féle határeset közé, ami, ha nem is teljesen általános, mindenesetre jobban (néha majdnem teljesen)

[1] F. HUND, Zeitschr. f. Phys. **36**. 657 (1926); **42**. 93 (1927).

megközelíti a valóságos viszonyokat, mint maguk a határesetek. Ennek a szukcesszív keresztülvitelében nem is ütközünk komolyabb mathematikai nehézségekbe még akkor sem, ha kiindulásul nem is magukat az «ideális» HUND-féle határeseteket vesszük, hanem bizonyos kölcsönhatások maradványaival kissé még általánosított, a határesetekhez közelálló eseteket.

A következőkben tehát majd végigjárjuk az összes lehetőségeket, a teljesség kedvéért azokat is, melyek ma még akadémikus jellegűeknek látszanak, de amelyeknek éppen elméleti kidolgozása teszi könnyebben lehetővé felismerésüket. Hogy eljárásunk áttekinthetőbb legyen, az általános tárgyalás előtt egy fiktív esetet, a nyugvó magokkal bíró molekulát, tekintünk. Ekkor ugyanis a magok forgásához tartozó impulzusmomentum hiányában egy jó néhány kölcsönhatás lehetősége elesik, és így a tárgyalás lényegesen egyszerűbbé válik. Jelen munka első része ezzel az esettel foglalkozik. A később megjelenő folytatás pedig az ennél megállapítottakat kiindulási alapul használva, a mozgó magokkal bíró molekulát tárgyalja, mely azután a valóságos viszonyokat lényegesen jobban megközelíti.

Stacionárius molekula. Stacionáriusnak nevezzük a fix magokkal bíró, tehát a nem rezgő és nem forgó molekulát. Feladatunk lesz az itteni különböző molekuláris kapcsolási esetekben és az ezek közötti közbülső esetekben az energiaértékek és sajátfüggvények megállapítása. Az ehhez használt modell két magból és egy a magokat összekötő egyenes körüli axiális szimmetriával bíró elektronfelhőből áll, mely utóbbit zárt héjnak gondoljuk, s feltesszük, hogy e zárt héjon kívül két valenciaelektron tartózkodik. E molekulamodellt két részből gondolhatjuk felépítve: egyrészt egy kellően választott atommodellből, másrészt egy ennek a centrális terére szuperponált megfelelő, rendesen nagy, axiális szimmetriájú korrekciós térből. E korrekciós tér azonban nem állandó irányú és nagyságú úgy, hogy különbözik az atomokra vonatkozó STARK-effektusban szereplő állandóan egyirányban ható tértől. Mégis az axialitás létezése megengedi, hogy első közelítésben kvalitative a stacionárius molekula elektronállapotának elméletét identikusnak vegyük az erős elektromos térben levő atomok elméletével. Így az energia-

értékeket első közelítésben PAULI,[2] illetőleg MULLIKEN[3] nyomán a következő kifejezéssel adhatjuk meg:

$$W = W^0(E) + C[3.1^2 - L(L+1)], \qquad (1)$$

ahol a jobboldal első része jelenti a választott atommodellnek megfelelő energiát, a másik rész pedig a korrekciónak hozzárakott axiális szimmetriájú tér által létesített energiát. Az első rész természetesen függ az egyes elektronokra jellemző individuális kvantumszámoktól és egyedül megadja az energiát, ha a tér axialitása megszűnik, azaz $r=0$ magtávolság esetére. Ez a rész a következőkben ránk nézve nem bír fontossággal és el is tüntethetjük azáltal, hogy ide helyezzük az energiaskála 0 pontját. Meg kell még jegyeznünk, hogy $W^0(E)$-ben nem foglaltatik benne a molekula elektronjai eredő pályaimpulzusmomentuma **L** és az eredő spinmomentum **S** közötti mágneses kölcsönhatás, mely nagy magtávolság esetén első, durva közelítésben elhagyható a tér axialitása folytán adódó energia mellett. (1) jobboldalának második része, mint már említettük, **L** és a tér tengelye közötti kölcsönhatást kifejező tag, aminek nagysága a C paraméter értékétől függ. C egyazon tér esetén csak a magtávolság függvénye és pedig ennek négyzetével arányos. Ez lesz az első paraméterünk, melyet a következőkben mindvégig megtartunk és feltesszük róla, hogy csak pozitív értékeket vehet fel. (1)-ben szereplő Λ jelenti **L**-nek a tér tengelye irányába eső vetületét, ahol a tér tengelye természetesen párhuzamos a magokat összekötő egyenes irányával.

A fentebb leírt modell megfelel a fix magokkal bíró molekulára a HUND-féle *a)* esetnek, bár az irodalomban még az **L** és **S** közötti kölcsönhatásnak megfelelő matrix energetikus részét is ide szokták venni, de nyilvánvaló, mint ezt később látni fogjuk, ez már a HUND-féle *c)* eset felé való átmenet kezdetét jelenti. Ezen utóbbi esetet a későbbiekben «közel *a)* eset» néven fogjuk nevezni. Hasonló módon a későbbiekben is elő fognak fordulni más ilyen, a határesetekhez közelálló esetek, melyeken

[2] W. PAULI. Handbuch der Physik 23. 251.
[3] R. S. MULLIKEN, Rev. of. Mod. Phys. 2. 92 (1930).

mindig azt fogjuk érteni, hogy bizonyos kölcsönhatásmatrixok energetikus részét megtartjuk szemben az ideális határesettel, ahol ezek helyébe zérus teendő.

A következő lépésünk az lesz, hogy a perturbáció-elmélet segélyével tekintetbe vesszük az **L** és **S** közötti mágneses kölcsönhatást, melyet, mint már említettük, nem értettük bele (1)-be. E kölcsönhatás az (1)-beni energiakifejezéseinket átviszi a HUND-féle *c)* esetűekbe, mely esetet azzal definiálhatunk, hogy ott a tér axialitása elhanyagolható az **L** és **S** közötti mágneses kölcsönhatáshoz képest. Ez utóbbi kölcsönhatást $A(\mathbf{LS})$ alakban szokás felvenni[4] feltételezve **L** és **S** között a szokásos «cosinus törvény» érvényességét. E kölcsönhatás nagysága az itt szereplő második fontos paraméter értékétől, A-tól függ, melyről szintén feltesszük, hogy csak pozitív értékeket vehet fel. E kölcsönhatás matrixelemei a következők:[5]

$$H_p(\Lambda, \Sigma; \Lambda, \Sigma) = A\Lambda\Sigma;\ H_p(\Lambda, \Sigma; \Lambda\pm 1, \Sigma\mp 1) = \\ = (AL_y)(\Lambda; \Lambda\pm 1)\,[S(S+1) - \Sigma(\Sigma\mp 1)]^{\frac{1}{2}}, \tag{2}$$

ahol Σ az **S** eredő spinmomentumnak a magokat összekötő egyenesre való vetülete. Az ezeken kívüli többi elem zérussal egyenlő. (2) diagonális elemei jelentik azt a részt, melyet, mint fentebb említettük, az irodalomban az *a)* esetbeli energiákhoz még hozzá szoktak venni és amelyet hozzávéve mi már «közel *a)* eset»-ről beszélünk. A nem diagonalis elemekben szereplő $(AL_y)(\Lambda; \Lambda\pm 1)$ rész általában nem azonos valami A konstans és az $L_y(\Lambda; \Lambda\pm 1)$ impulzusmomentum-matrix egyszerű szorzatával, hanem, minthogy a mágneses kötési energia az atomban

---

[4] Ezen kölcsönhatást szigorúan a $\sum a_i(\mathbf{l}_i\mathbf{s}_i)$ alakban kellene tekintetbe venni, ahol $\mathbf{l}_i$, illetőleg $\mathbf{s}_i$ az egyes elektronok pálya-, illetőleg spinmomentumát jelentik. Ugyanis e kölcsönhatás ilyen alakban szerepel a két elektronnal bíró atomra BREIT által általánosított DIRAC-féle hullámegyenletben. A $\sum a_i(\mathbf{l}_i\mathbf{s}_i)$ kölcsönhatásmatrix azonban bizonyos esetekben az egyszerűbb $A(\mathbf{LS})$ matrixszal helyettesíthető. Az eredeti komplikált alak használata akkor válik szükségessé, ha a különböző multiplicitású termek közötti kölcsönhatásokat is tekintetbe akarjuk venni. (Lásd: A. BUDÓ und I. KOVÁCS, Zeitschr. f. Phys. **109**, 393 (1938); **111**, 633 (1939).)

[5] J. H. VAN VLECK. Phys. Rev. **33**. 482, 492 (1929), M. H. HEBB. Phys. Rev. **49**. 611 (1936).

és így közelítőleg a molekulában is $\frac{1}{r^3}$-al arányos matrix, A tehát matrix lévén, az (AL_y) matrixszorzást jelent. Mindazonáltal a diagonális elemekben a kezdő és végállapotok azonossága miatt ez mégis közönséges állandó lesz, és így az itt szereplő A identifikálható a multiplett távolságban szereplő szokásos arányossági konstanssal.

Minthogy e mágneses kölcsönhatás csak oly állapotok között létesít kapcsolatot, melyekre nézve $\Delta L = \Delta S = 0$, tárgyalásaink folyamán L-re és S-re állandó érték adódik. Minthogy a tapasztalat szerint leggyakrabban Π és Σ termek szoktak előfordulni a molekulákban, a Δ termek befolyását eleve kizárva $L = 1$ vehetünk fel. Így tehát L vetülete a molekulatengely mentén csak két értéket, nevezetesen 1 és 0-t vehetvén fel, e modellnél valóban csak Π és Σ termek jöhetnek létre és így kölcsönhatás is csak ezek között lehet. Másfelől pedig, minthogy $\Delta S = 0$, az következik, hogy csak azonos multiplicitású termek között van kölcsönhatás. Mivel a fentebbiek szerint oly molekulamodellt tekintettünk, ahol a zárt héjon kívül csak két valenciaelektron tartózkodik, S számára csak két érték lehetséges: 0 vagy 1. Az előbbi a szingulett, az utóbbi a triplett termeknek felel meg. Ezek, mivel egymást nem perturbálhatják, egymástól teljesen függetlenül tárgyalhatók. Mi az $S = 1$ esettel, azaz a triplett termekkel fogunk foglalkozni, mivel ezen termek elmélete mindezideig kevésbbé kidolgozottabb a szingulettekénél. Az említetteken kívül még fontos kiválasztási szabály (2)-re a $\Delta\Omega = 0$, ahol $\Omega = \Lambda + \Sigma$. Így tehát külön tárgyalhatjuk az $\Omega = \pm 2, \pm 1, 0$ eseteket.

Legyen először $\Omega = \pm 1$, azaz a ${}^3\Pi_{\pm 1}$ és ${}^3\Sigma_{\pm 1}$ termek közötti kölcsönhatást vizsgáljuk. Ekkor a szekuláris egyenlet a következő alakú lesz:

$$\begin{vmatrix} {}^3\Pi_{+1} & W_1^0 - W & 0 & H_{13}^0 & 0 \\ {}^3\Pi'_{-1} & 0 & W_2^0 - W & 0 & H_{24}^0 \\ {}^3\Sigma_{+1} & H_{31}^0 & 0 & W_3^0 - W & 0 \\ {}^3\Sigma_{-1} & 0 & H_{42}^0 & 0 & W_4^0 - W \end{vmatrix} = 0, \qquad (3)$$

ahol ${}^3\Pi_{+1}$, illetőleg ${}^3\Pi'_{-1}$ jelentik azon állapotokat, melyekre

$\Lambda=+1$, illetőleg -1 és $\Sigma=0$, míg ${}^3\Sigma_{+1}$, illetőleg ${}^3\Sigma_{-1}$ azokat, hol $\Lambda=0$ és $\Sigma=+1$, illetőleg -1. Így tehát (1) és (2) alapján:

$$W_1^0 = W_2^0 = C;\ W_3^0 = W_4^0 = -2C;$$
$$H_{13}^0 = -(-1)^{\Sigma} H_{24}^0;\ H_{24}^0 = \sqrt{2}\,(AL_y)(\Pi;\ \Sigma);\ H_{ik} = H_{ki}^{0\star}. \tag{4}$$

A harmadik összefüggés (4)-ben az L és S matrixokra érvényes fázisrelációkból adódik, ahol a kitevőben szereplő Σ egyenlő 0 vagy 1 a szerint, hogy a szóbanforgó Σ term Σ^+ vagy Σ^-.[6]

A KRONIG-féle szimmetrikus és antiszimmetrikus típusokra való szeparáció a következő S^0 transzformációs matrix bevezetésével hajtható végre:[7]

$$S_{11}^0 = S_{21}^0 = -S_{12}^0 = S_{22}^0 = S_{33}^0 = S_{43}^0 = -S_{34}^0 = S_{44}^0 = \frac{1}{\sqrt{2}}, \tag{5}$$

míg a többi elem zérus. Elvégezve a szokásos $\mathsf{S}^{0-1}\mathsf{H}_p\mathsf{S}^0$ transzformációt (3) a következő alakot veszi fel:

$$\begin{array}{c|cccc|} {}^3\Pi_1 & W_1' - W & 0 & H_{13}' & H_{14}' \\ {}^3\Pi_1 & 0 & W_2' - W & H_{23}' & H_{24}' \\ {}^3\Sigma_1 & H_{31}' & H_{32}' & W_3' - W & 0 \\ {}^3\Sigma_1 & H_{41}' & H_{42}' & 0 & W_4' - W \end{array} = 0, \tag{6}$$

ahol

$$W_1' = W_2' = \frac{1}{2}(W_1^0 + W_2^0) = C = W({}^3\Pi_1),$$
$$W_3' = W_4' = \frac{1}{2}(W_3^0 + W_4^0) = -2C = W({}^3\Sigma_1),$$
$$H_{13}' = H_{14}' = \frac{1}{2}(H_{13}^0 + H_{24}^0) = \frac{1}{\sqrt{2}}[-(-1)^{\Sigma}+1]\,(AL_y)(\Pi;\ \Sigma), \tag{7}$$
$$H_{14}' = H_{23}' = \frac{1}{2}(-H_{13}^0 + H_{24}^0) = \frac{1}{\sqrt{2}}[(-1)^{\Sigma}+1\ \ (AL_y)(\Pi;\ \Sigma).$$

Mint látható (6) mindig felbomlik két másodfokú determinánsra a ${}^3\Sigma$ term szimmetriájától függően megfelelve az egyik az antiszimmetrikus, a másik a szimmetrikus típusnak.

---

[6] J. H. VAN VLECK, Phys. Rev. **33**, 492 (1929).

[7] R. de L. KRONIG, Zeitschr. f. Phys. **46**, 814; **50**, 347 (1928).

A sajátfüggvények a következőképpen alakulnak:[8]

$$\begin{aligned}
\Phi'({}^3\Pi_1)_a &= \frac{1}{\sqrt{2}}[\Phi({}^3\Pi_{+1}) + \Phi({}^3\Pi'_{-1})],\\
\Phi'({}^3\Pi_1)_s &= \frac{1}{\sqrt{2}}[-\Phi({}^3\Pi_{+1}) + \Phi({}^3\Pi'_{-1})],\\
\Phi'({}^3\Sigma_1^{\pm})_{\binom{a}{s}} &= \frac{1}{\sqrt{2}}[\Phi({}^3\Sigma^{\pm}_{+1}) + \Phi({}^3\Sigma^{\pm}_{-1})],\\
\Phi'({}^3\Sigma_1^{\pm})_{\binom{a}{s}} &= \frac{1}{\sqrt{2}}[-\Phi({}^3\Sigma^{\pm}_{+1}) + \Phi({}^3\Sigma^{\pm}_{-1})],
\end{aligned} \tag{8}$$

ahol az alul szereplő a, illetőleg s index jelenti, hogy antiszimmetrikus, illetőleg szimmetrikus típusú-e az illető sajátfüggvény. ${}^3\Sigma$ esetében a sajátfüggvényeknél két-két index áll, melyek közül egyszerre vagy csak a felsők, vagy csak az alsók érvényesek a szerint, hogy a szóbanforgó ${}^3\Sigma$ állapot ${}^3\Sigma^+$ vagy ${}^3\Sigma^-$. Továbbá a vesszőtlen Φ-k a HUND-féle *a)* esetben érvényes sajátfüggvényeket jelentik.

A továbbiakra való tekintettel megadjuk a (6)-t diagonálisra transzformáló matrix elemeit:

$$\begin{aligned}
S({}^3\Pi_1;\,{}^3\Pi_1) = S({}^3\Sigma_1^{+};\,{}^3\Sigma_1^{+}) &= \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{W''({}^3\Sigma_1) - W''({}^3\Pi_1)}{4\Delta_1}} = S_1,\\
-S({}^3\Pi_1;\,{}^3\Sigma_1^{\pm}) = S({}^3\Sigma_1^{\pm};\,{}^3\Pi_1) &= \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{W''({}^3\Sigma_1) - W''({}^3\Pi_1)}{4\Delta_1}} = S_2,
\end{aligned} \tag{9}$$

ahol

$$\begin{aligned}
\Delta_1 &= \sqrt{\left(\frac{W''({}^3\Pi_1) - W''({}^3\Sigma_1)}{2}\right)^2 + |H_1|^2};\\
H_1 &= \frac{1}{\sqrt{2}}(AL_y)(\Pi;\,\Sigma).
\end{aligned} \tag{10}$$

Ez most ebben az alakban egyformán érvényes (6) szimmetrikus és antiszimmetrikus részére is. Az új sajátfüggvények (8), (9), (10) segélyével a következőképpen alakulnak:

---

[8] A vesszőtlen Φ-k részletesebb alakjára nézve lásd: A. BUDÓ und I. KOVÁCS, Zeitschr. f. Phys. **109**, 393 (1938); KOVÁCS I.: Mat. és Fiz. Lapok XLVIII. 338 (1941).

$$\begin{aligned}
\Phi''({}^3\Pi_1)_a &= S_1\Phi'({}^3\Pi_1)_a + S_2\Phi'({}^3\Sigma_1^{\pm})_a;\\
\Phi''({}^3\Pi_1)_s &= S_1\Phi'({}^3\Pi_1)_s - S_2\Phi'({}^3\Sigma_1^{\pm})_s;\\
\Phi''({}^3\Sigma_1^{\pm})_a &= -S_2\Phi'({}^3\Pi_1)_a + S_1\Phi'({}^3\Sigma_1^{\pm})_a\\
\Phi''({}^3\Sigma_1^{\pm})_s &= -S_2\Phi'({}^3\Pi_1)_s + S_1\Phi'({}^3\Sigma_1^{\pm})_s.
\end{aligned} \tag{11}$$

Így a Φ''-k előállítják a ${}^3\Pi_1$ és ${}^3\Sigma_1^{\pm}$ állapotokra a sajátfüggvényeket a HUND-féle *a)* és *c)* eset közötti közbülső esetben. Helyesebb lenne (11)-ben a kétvesszős sajátfüggvényekhez argumentum gyanánt csupán Ω értékét írni, hiszen a Π és Σ állapotok összekeverednek a perturbáció folytán, mi azonban mégis ebben az alakban írjuk, jelezve ezzel azt, hogy a perturbáció megszüntekor ($A=0$) melyik függvény mibe megy át. Az energiaértékeket majd később, a (11) alakú sajátfüggvények felhasználásával, együtt adjuk meg a többivel.

Most áttérünk az $\Omega=0$ eset vizsgálatára, ahol hasonló eljárást követünk az előbbihez. (1), illetőleg (2) alapján megadva az energiákat, illetőleg a matrixelemeket, az (5)-nek megfelelő transzformációt végrehajtva a következő szekuláris egyenlethez jutunk:

$$\begin{vmatrix}
{}^3\Pi_0 & W_5'-W & 0 & H_{57}'\\
{}^3\Pi_0 & 0 & W_6'-W & H_{67}'\\
{}^3\Sigma_0 & H_{75}' & H_{76}' & W_7'-W
\end{vmatrix} = 0, \tag{12}$$

ahol

$$\begin{aligned}
W_5' = W_6' &= \frac{1}{2}[W_5^0+H_{55}^0+W_6^0+H_{66}^0] = C - A = W'({}^3\Pi_0),\\
W_7' &= W_7^0 = -2C = W'({}^3\Sigma_0),
\end{aligned} \tag{13}$$

$$H_{57}' = \frac{1}{\sqrt{2}}[H_{57}^0+H_{67}^0] = [-(-1)^{\Sigma}+1](AL_y)(\Pi;\ \Sigma),$$

$$H_{67}' = \frac{1}{\sqrt{2}}[-H_{57}^0+H_{67}^0] = [(-1)^{\Sigma}+1](AL_y)(\Pi;\ \Sigma),$$

$$H_{ik}' = H_{ki}'^{*}.$$

A ${}^3\Sigma$ term szimmetriájától függően (12) is felbomlik, mégpedig egy másodfokú és egy elsőfokú egyenletre, melyek megfelelnek a KRONIG-féle két típusnak.

A sajátfüggvények lesznek:

$$\begin{aligned}
\Phi'({}^3\Pi_0)_s &= \frac{1}{\sqrt{2}}\,[\Phi({}^3\Pi_0) + \Phi({}^3\Pi_0')],\\
\Phi'({}^3\Pi_0)_a &= \frac{1}{\sqrt{2}}\,[-\Phi({}^3\Pi_0) + \Phi({}^3\Pi_0')],\\
\Phi'({}^3\Sigma_0^{\pm}) &= \Phi({}^3\Sigma_0^{\pm}),
\end{aligned} \tag{14}$$

ahol a jobboldalon az argumentumokban szereplő ${}^3\Pi_0$ a $\Lambda=+1$, $\Sigma=-1$, a ${}^3\Pi_0'$ pedig a $\Lambda=-1$, $\Sigma=+1$ állapotokat jelzi, továbbá a megelőzőekhez hasonlóan a vesszőtlen Φ-k az *a)* esetű sajátfüggvényeket jelentik.

A másodfokú egyenletet, akár a szimmetrikus, akár az antiszimmetrikus résznek felel is meg, diagonálisra transzformálja az:

$$\begin{aligned}
S({}^3\Pi;\,{}^3\Pi_0) = S({}^3\Sigma_0^{\pm};\,{}^3\Sigma_0^{\pm}) &= \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{W'({}^3\Sigma_0) - W'({}^3\Pi_0)}{4\Delta_0}} = S_3,\\
-S({}^3\Pi_0;\,{}^3\Sigma_0^{\pm}) = S({}^3\Sigma_0^{\pm};\,{}^3\Pi_0) &= \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{W'({}^3\Sigma_0) - W'({}^3\Pi_0)}{4\Delta_0}} = S_4
\end{aligned} \tag{15}$$

matrix, ahol

$$\Delta_0 = \sqrt{\left(\frac{W'({}^3\Pi_0) - W'({}^3\Sigma_0)}{2}\right)^2 + |H_0|^2};\quad H_0 = 2\,(\Lambda L_y)(\Pi;\,\Sigma). \tag{16}$$

Az új sajátfüggvények, melyek a ${}^3\Pi_0$ és ${}^3\Sigma_0^{\pm}$ állapotokra érvényesek a HUND-féle *a)* és *c)* eset közötti közbülső esetben, lesznek (14), (15) alapján:

$$\left.\begin{aligned}
\Phi''({}^3\Pi_0)_s &= \Phi'({}^3\Pi_0)_s\\
\Phi''({}^3\Pi_0)_a &= S_3\Phi'({}^3\Pi_0)_a + S_4\Phi'({}^3\Sigma_0^+)\\
\Phi''({}^3\Sigma_0^+)_a &= -S_4\Phi'({}^3\Pi_0)_a + S_3\Phi'({}^3\Sigma_0^+)
\end{aligned}\right\}\ {}^3\Sigma^+ \text{ esetére;}$$

$$\left.\begin{aligned}
\Phi''({}^3\Pi_0)_s &= S_3\Phi'({}^3\Pi_0)_s + S_4\Phi'({}^3\Sigma_0^-)\\
\Phi''({}^3\Pi_0)_a &= \Phi'({}^3\Pi_0)_a\\
\Phi''({}^3\Sigma_0^-)_s &= -S_4\Phi'({}^3\Pi_0)_s + S_3\Phi'({}^3\Sigma_0^-)
\end{aligned}\right\}\ {}^3\Sigma^- \text{ esetére.} \tag{17}$$

Az energiaértékek megállapításánál a (17) alakú sajátfüggvényeket fogjuk használni.

Az $\Omega=+2$ esetet utoljára hagytuk, mivel itt a legegyszerűbbek a viszonyok. (2) erre az esetre csak a diagonálisba szol-

gáltat matrixelemeket. Így tehát a kétvesszős sajátfüggvények a közbülső esetre is igen egyszerűen alakulnak:

$$\begin{aligned}\Phi''(^3\Pi_2)_s &= \Phi'(^3\Pi_2)_s = \frac{1}{\sqrt{2}}[\Phi(^3\Pi_{+2}) + \Phi(^3\Pi'_{-2})];\\ \Phi''(^3\Pi_2)_a &= \Phi'(^3\Pi_2)_a = \frac{1}{\sqrt{2}}[-\Phi(^3\Pi_{+2}) + \Phi(^3\Pi'_{-2})].\end{aligned} \tag{18}$$

Írjuk most fel szimbolikusan a stacionárius molekula hullámegyenletét HUND-féle *a)* esetre:

$$\mathsf{H}\Phi = W\Phi. \tag{19}$$

Ha ezt most előlről megszorozzuk Φ-vel és a koordinátákra integrálunk, akkor megkapjuk azon energiaértékeket, melyek (1)-ben találhatók. A *c)* eset felé vivő $\mathsf{H}_p = A(\mathbf{LS})$ perturbációs operátor tekintetbevétele azonban módosítja eredeti hullámegyenletünket a következőképpen:

$$(\mathsf{H} + \mathsf{H}_p)\Phi'' = W''\Phi'', \tag{20}$$

ahol W''-k a perturbált energiák és Φ''-k a perturbált sajátfüggvények. A Φ'' perturbált sajátfüggvényekről azonban tudjuk, hogy egyrészt kifejezhetők a nem perturbált Φ sajátfüggvények lineárkombinációjaképpen, másrészt velük előlről szorozva (20)-t és integrálva már csak diagonális elemek adódnak Φ''-k orthogonalitása folytán, azaz W''-k valóban a perturbált energiákat adják. De éppen ezen Φ''-k megállapítása képezte eddigi feladatunkat, melyeket rendre megtalálhatunk (18), (11), (17)-ben. Képezve tehát ezekkel a

$$\int \Phi''^{*}(\mathsf{H} + \mathsf{H}_p)\Phi'' d\tau = W'' \tag{21}$$

kifejezést, kapjuk az *a)* és *c)* eset közötti közbülső esetre az energiákat kifejezve az S matrix[8a] elemeivel. Ez lehetővé teszi a határesetek egyszerű előállítását is, ha az S matrixba a határesetekre jellemző paraméterviszonyokat behelyettesítjük. Az energiák lesznek tehát

[8a] Ezen S matrix nem tévesztendő össze az ugyancsak S-sel jelölt spinmatrixszal.

$$\left.\begin{aligned}
W(^3\Pi_2) &= C + A \\
W(^3\Pi_1) &= [S_1^2 - 2S_2^2]\,C + 2S_1S_2\sqrt{2}\,(AL_y)(\Pi;\Sigma) \\
W(^3\Pi_0) &= C - A \\
W(^3\Pi_0) &= [S_3^2 - 2S_4^2]\,C + [2\sqrt{2}S_3S_4 - S_3^2]\sqrt{2}\,(AL_y)(\Pi;\Sigma) \\
W(^3\Sigma_1) &= [S_2^2 - 2S_1^2]\,C - 2S_1S_3\sqrt{2}\,(AL_y)(\Pi;\Sigma) \\
W(^3\Sigma_0) &= [S_4^2 - 2S_3^2]\,C - [2\sqrt{2}S_3S_4 + S_4^2]\sqrt{2}\,(AL_y)(\Pi;\Sigma)
\end{aligned}\right\} \quad (22)$$

$W(^3\Pi_2)$ megállapítása a (18), $W(^3\Pi_1)$, $W(^3\Sigma_1)$ kiszámítása a (11) s végül a két $W(^3\Pi_0)$ és $W(^3\Sigma_0)$ előállítása a (17) egyenletek alapján történt. Természetesen az energiakifejezésekben szereplő S-k azonosak a sajátfüggvényekben találhatókkal. Megjegyezzük, hogy $W(^3\Pi_2)$, $W(^3\Pi_1)$, $W(^3\Sigma_1)$-re akár a szimmetrikus, akár az antiszimmetrikus függvényekkel számolunk, azonos értékeket kapunk, ami azt jelenti, hogy ezen energiaértékek kétszeresen degeneráltak ugyanúgy, mint ahogy kiinduláskor azok voltak. Ez a degeneráció csak a mozgó magokkal bíró molekulánál bomlik fel a rotáció hatására, amit $^3\Pi$-nél Λ-típusú dublettnek szokás nevezni. $W(^3\Pi_0)$-ra, ha a $^3\Sigma$ term $^3\Sigma^+$(17) baloldala használandó és akkor az első $W(^3\Pi_0)$ a szimmetrikus, a második az antiszimmetrikus Φ''-ből adódik, ha pedig a $^3\Sigma$ term $^3\Sigma^-$, (17) jobboldalát használván, a második $W(^3\Pi_0)$ adódik a szimmetrikus és az első az antiszimmetrikus Φ''-ből. A kezdeti degeneráció tehát $^3\Pi_0$-nál felbomlik már a stacionárius molekulában, és ez, mivel nagyságrendben jóval nagyobb, mint a mozgó magokkal bíró molekula esetében az előbbi komponensekre mutatkozó Λ típusú dublett, megmagyarázza a $^3\Pi_0$ állapotnak mozgó magok esetén is mutatkozó rendszerint nagyobb felbomlását.

Formuláinkon lényeges egyszerűsítést érhetünk el, ha bevezetjük az ú. n. «tiszta precesszió hipotézis»-ét.[9] Ez abban áll, hogy az impulzusmomentumokról feltesszük, hogy a molekulatengely körül állandó értékkel bírnak és egyenletesen precesszálnak. A spinmomentum vektoráról ez szokásos dolog és éltünk is vele (2) elemeinek megállapításánál. A pályaimpulzusmomentum vektoránál azonban nem mindig alkalmazható. Ugyanis ez a feltevés L-re, csak akkor szolgáltat jó közelítést az energiákban, ha a valenciaelektronok olyan nagy pályán vannak, hogy

[9] J. H. Van Vleck. Phys. Rev. **33**, 488 (1929).

a magok összetartására kis kötőerőt gyakorolnak. A «tiszta precesszió feltevése» **L**-re is azonban kényelmes dolog és eredményeinket egyszerűbbé teszi, alkalmazása azonban óvatosságot kíván. E feltevéssel (2) nem diagonális elemeiben $(AL_y)(\Lambda;\ \Lambda\pm1)$ így alakul:

$$(AL_y)(\Lambda;\ \Lambda\pm1)=\frac{1}{2}A\,[L(L+1)-\Lambda(\Lambda\pm1)]^{\frac{1}{2}}, \tag{23}$$

ahol most első közelítésben A a diagonálisban szereplő konstans. $L=1$ helyettesítésével ez a mi esetünkben lesz:

$$(AL_y)(\Pi;\ \Sigma)=\frac{1}{\sqrt{2}}A. \tag{24}$$

Betéve (24)-t a (22) energiakifejezésekbe formuláink egyszerűbb alakot öltenek:

$$\begin{aligned}
W(^3\Pi_2) &= C + A\\
W(^3\Pi_1) &= [S_1^2-2S_2^2]\,C + 2S_1S_2\,.\,A\\
W(^3\Pi_0) &= C - A\\
W(^3\Pi_0) &= [S_3^2-2S_4^2]\,C + [2\sqrt{2}S_3S_4-S_3^2]\,A\\
W(^3\Sigma_1) &= [S_2^2-2S_1^2]\,C - 2S_1S_2\,.\,A\\
W(^3\Sigma_0) &= [S_4^2-2S_3^2]\,C - [2\sqrt{2}S_3S_4+S_4^2]\,A.
\end{aligned} \tag{25}$$

A továbbiakban ezen utóbbi kifejezések vizsgálatával fogunk foglalkozni. Egyébként megvilágításul szolgáljon még a 3. ábra.

HUND-*féle a) eset.* (25) alapján most könnyen előállíthatók a határesetnek megfelelő energiák. Mint már említettük, a HUND-féle «közel *a)* eset» akkor áll elő, ha az **L** és **S** közötti kölcsönhatásból származó energia elhanyagolható a tér axialitásából adódó energia mellett, ami nagyobb, de nem túl nagy magtávolság esetén van megvalósítva. Ez azt jelenti, hogy $\frac{A}{C}\to 0$. Ekkor **S** értékei (9) és (15) szerint lesznek:

$$S_1=1,\ S_2=0;\ S_3=1,\ S_4=0. \tag{26}$$

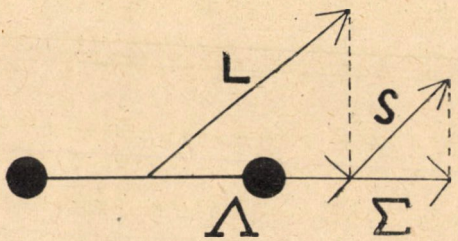
Ezt betéve (25)-be kapjuk, az energiákra;

$$\begin{aligned}
W(^3\Pi_2) &= C + A\\
W(^3\Pi_1) &= C\\
W(^3\Pi_0) &= C - A\\
W(^3\Sigma_1) &= -2C\\
W(^3\Sigma_0) &= -2C.
\end{aligned} \tag{27}$$

Ezen értékek nem mások, mint a kiindulásul szolgáló *a)* esetű energiaértékek hozzávéve még az $A(\mathbf{LS})$ kölcsönhatásmatrix diagonális elemeit. Ezek egységesen visszaadhatók az általános

$$W = C\,[3\Lambda^2 - L(L+1)] + A\Lambda\Sigma \qquad (28)$$

formulával, mely egyben útmutatásul szolgál (22), ill. (25)-nek az *a)* esetbeli energiákkal való korrelációját illetően. Másszóval számot ad arról, hogy az említett paraméterviszonyértéknek (25)-be való behelyettesítése után az egyes energiaértékek melyik *a)* esetű energiába mennek át. Az *a)* esetben ugyanis a



1. ábra. Vektormodell a HUND-féle *a)* esethez. A tér axiális szimmetriája miatt az eredő pálya- és spinimpulzusmomentum a molekula tengelye mentén kvantálódik.

tér tengelyével való erős kölcsönhatás következtében $\mathbf{L}$ és $\mathbf{S}$ külön-külön kvantálódva a molekulatengely mentén a Λ és Σ kvantumszámokat adják, melyeknek különböző értékei lényegesen különböző más és más energiaértékeket eredményeznek. Ezt az esetet láthatjuk az 1. ábrában. Ha most (28)-ba $\Lambda = \pm 1$ és $\Sigma = \pm 1, 0$, illetőleg $\Lambda = 0$ és $\Sigma = \pm 1, 0$ értékeket helyettesítünk, visszakapjuk (27)-t, tudva azt, hogy az első helyettesítés ${}^3\Pi$ állapotokat, a második pedig ${}^3\Sigma$ állapotokat eredményez. Természetesen ez itt most nem mond újat, hisz az *a)* esetű kvantumszámokhoz való hozzárendelést már kiinduláskor tudtuk, azonban a korrelációnak ezt a módját a későbbiek folyamán alkalmazva már nem magától értetődő hozzárendeléseket is megállapíthatunk.

Az «ideális» HUND-féle *a)* esetet (28)-ból úgy nyerjük, hogy a C mellett explicite szereplő A helyébe zérust írunk. Egyéb-

ként mind az «ideális», mind a «közel» HUND-féle *a)* esetre vonatkozólag a viszonyok jól áttekinthetők a 3. ábrában.

HUND-*féle c) eset.* Ha az előbbi eset fordítottja következik be, azaz a tér axialitásából származó energia lesz kicsiny az **L** és **S** közötti mágneses kölcsönhatáshoz képest, akkor érünk el a *c)* esethez, amely rendszerint kis magtávolság esetén van megvalósítva. Ilyenkor **S** értékeibe (9) és (15)-ben $\frac{C}{A} \to 0$ helyettesítendő. Ekkor lesz:

$$S_1 = S_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}; \quad S_3 = \sqrt{\frac{1}{3}}, \quad S_4 = \sqrt{\frac{2}{3}}. \tag{29}$$

Ezen S értékekkel a (25) energiaértékek így alakulnak:

$$\left.\begin{aligned} W(^3\Pi_2) &= A + C; \quad \Omega = 2 \\ W(^3\Pi_1) &= A - \frac{C}{2}; \quad \Omega = 1 \\ W(^3\Pi_0) &= A - C; \quad \Omega = 0 \end{aligned}\right\} J^a = 2$$

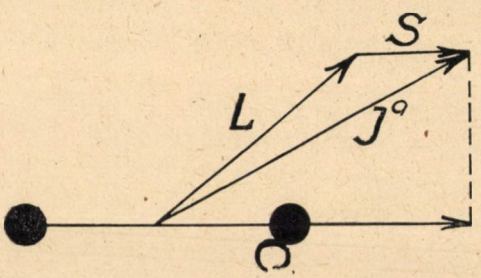
$$\left.\begin{aligned} W(^3\Pi_0) &= A + C; \quad \Omega = 0 \\ W(^3\Sigma_1) &= -A - \frac{C}{2}; \quad \Omega = 1 \end{aligned}\right\} J^a = 1 \tag{30}$$

$$W(^3\Sigma_0) = -2A; \quad \Omega = 0 \Big\} \; J^a = 0,$$

ahol a $W(^3\Pi_2)$, $W(^3\Pi_1)$, $W(^3\Sigma_1)$ állapotok továbbra is degeneráltak maradtak, míg a $W(^3\Pi_0)$ degenerációja felbomlott és az *a)* esetben egybeeső $W(^3\Sigma_1)$ és $W(^3\Sigma_0)$ állapotok is szétváltak.

A «közel» *c)* esetnél a vektorkapcsolódási viszonyok a következőképpen alakulnak: Az **L** és **S** között uralkodó erős mágneses kölcsönhatás megszüntetvén külön az **L**-nek és külön az S-nek a tér tengelyével való kapcsolatát az **L** és **S** együtt alkotnak egy kvantált eredőt, $\mathbf{J}^a$-t. Ez a $\mathbf{J}^a$, ha közel *c)* esetről van szó, még áll bizonyos kapcsolatban a tér tengelyével, ugyanis vetülete a tér tengelye mentén kvantálva van és ezt Ω-val jelöljük. Az egyes termeket most részben a $\mathbf{J}^a$, részben az Ω kvantumszám szerint rendezzük. Ω tehát megmarad, de Λ és Σ értelmüket vesztik úgy, hogy itt már tulajdonképpen nem is beszélhetünk $^3\Pi$ és $^3\Sigma$ termekről, mivel ezen elnevezések a fenti

értelmüket vesztett kvantumszámokkal állnak kapcsolatban. Hogy azonban (30)-ban az új elrendezés feltüntetése mellett mégis ezeket írtuk argumentumnak az energiaértékekhez, ez azért történt, hogy az *a)* esetű energiákkal való korrelációt feltüntessük. Az említetteknek megfelelő vektormodell a 2. ábrán látható.



2. ábra. Vektormodell a HUND-féle «közel» *c)* esethez. Az eredő pálya- és spinimpulzusmomentum egymás közötti erős kölcsönhatása következtében mind a pálya-, mind a spinmomentum elkötődik a molekulatengelytől s egymással alkotva a J^a eredőt és ez kvantálódik a molekulatengely mentén.

A fentiek tekintetbevétele mellett a «közel» *c)* esetű energiák egyszerűen visszaadhatók az $A(\mathbf{LS})$ kölcsönhatás ismert kifejezésével, melyet a cosinus tétel alkalmazásával nyerhetünk, továbbá hozzávesszük még PAULI szerint (1)-nek a mostani kölcsönhatásviszonyok mellett érvényes megváltozott alakját:[10]

$$W = \frac{1}{2} A\,[J^a(J^a+1) - L(L+1) - S(S+1)] + \\ + F(J^a)\,[3\Omega^2 - J^a(J^a+1)]. \tag{31}$$

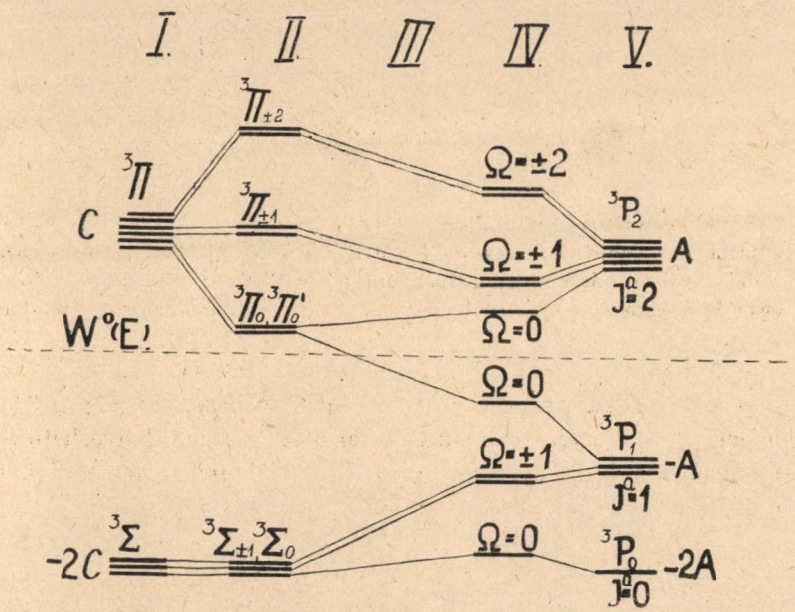
Ezzel egyszerűen eldönthetjük a (30) energiakifejezéseknek J^a és Ω szerinti hozzárendelését. Ide ugyanis $J^a = 2, 1, 0$ és $\Omega = \pm 2, \pm 1, 0$, $L=1$, $S=1$-t helyettesítve (30)-t visszakapjuk. Megjegyezzük még, hogy $F(J^a)$ értéke is változik J^a-val:

$$F(2) = \frac{C}{6};\quad F(1) = -\frac{C}{2};\quad F(0) = 0. \tag{32}$$

Az «ideális» *c)* eset zérus magtávolság esetén van megvalósítva. Ez az eset az egyesített atomnak felel meg, azaz olyan

[10] W. PAULI, Handbuch der Phys. **23**, 252.

atomnak, melynél az atommag tömege és töltése egyenlő a molekula két atommagja tömegének és töltésének az összegével. Itt, mint jól ismeretes, J^a-t «belső atomi» kvantumszámnak szokás nevezni, és minthogy itt már Ω sem létezik, az energiákat J^a, L és S szerint rendezzük. Az elrendezés a következő: $L=1$, $S=1$ esetén a $J^a=2$ értéket a $^3P_2$, $J^a=1$ értéket a $^3P_1$, s végül a $J^a=0$ értéket a $^3P_0$ szimbolumokkal jelezzük. Az ezek-



3. ábra. I. jelenti az «ideális» *a)* esetet, ((1) formula), II. a «közel» *a)* esetet ((27), (28) formula), III. az általános közbülső esetet ((22), (25) formula), IV. a «közel» *c)* esetet ((30), (31) formula), V. az «ideális» *c)* esetet (ez szintén (31)-ből nyerhető, ha a formula második részét elhagyjuk).

nek megfelelő energiaértékeket megkapjuk (31)-ből, ha oda $C=0$-t helyettesítünk. Így tehát a valóságos molekulából kiindulva megadhattuk azt, hogy egyesítve a magokat, az egyes molekulatermek milyen atomtermekbe mennek át.

Mind a «közel, mind az «ideális» *c)* esetek jól tanulmányozhatók a 3. ábrán.

Ezzel megadtuk a stacionárius molekulára elgondolható két

legfontosabb ideális és közbülső vektorkapcsolási esetre vonatkozó energiaértékeket. A dolgozat később megjelenő második része az itt megállapítottakat alapul használva, a valósághoz közelebb álló mozgó magokkal bíró molekulák esetét fogja tárgyalni.

Összefoglalás.

A dolgozat most megjelenő első része a stacionárius molekulával foglalkozik. Kiindulva egy egymásra szuperponált centrális és axiális szimmetriájú tér feltételezéséből a STARK-effektusra vonatkozó eredmények felhasználásával megállapítjuk az energiaértékeket a HUND-féle *a)* esetben. Innen az elektronok eredő pályaimpulzusmomentuma **L** és eredő spinmomentuma **S** közötti mágneses kölcsönhatás tekintetbevételével áttérünk a HUND-féle *a)* és *c)* eset közötti közbülső esetre, melyből egyfelől az **L** és **S** közötti kölcsönhatás elhanyagolásával visszakapjuk az eredeti *a)* esetet, másfelől a tér tengelye és **L** közötti kölcsönhatás elhanyagolásával eljutunk a HUND-féle *c)* esetre. Megállapítottuk az energiákon kívül a sajátfüggvényeket is és ez tette lehetővé, hogy az energiákat az **S** transzformációs matrix segélyével adjuk meg olycélból, hogy a fentebb említett határesetek kényelmesebben elérhetők legyenek és eredményeinket könnyebben alkalmazhassuk majd a később megjelenő második részben a mozgó magokkal bíró molekulára is.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. dec. 21-én tartott ülésén bemutatta Ortvay Rudolf l. t.)

ÜBER DIE THEORIE DER VERSCHIEDENEN MOLEKULAREN VEKTORKOPPELUNGEN. I.

Von I. KOVÁCS in Budapest.

Vorliegende Arbeit befasst sich mit dem stationären Molekül. Von einem zentralen Feld ausgehend, bei Annahme eines axialsymmetrischen elektrischen Feldes und unter Verwendung der STARK-Effekt-ergebnisse werden die Energiewerte im HUNDschen Fall *a)* bestimmt. Unter Berücksichtigung der magnetischen Wechselwirkung zwischen den resultierenden **L** Bahn-, bzw. den resultierenden **S** Spinmomenten der Elektronen kommen wir zu dem Zwischenfall *a—c*, von dem einerseits bei Vernachlässigung der **LS** Wechselwirkung der ursprüngliche Fall *a)* zurückerhalten wird, der anderseits hingegen bei Vernachlässigung der Wechselwirkung zwischen **L** und der Feldachse zum HUNDschen Fall *c)* übergehen kann. Ausserdem werden auch die Eigenfunktionen bestimmt, wodurch die erwähnten Grenzfälle mit Hilfe der Transformationsmatrix **S** angebbar werden. In dieser Weise wird der Übergang vom Zweizentrensystem zu dem Molekülmodell mit bewegten Kernen — dessen Studium dem demnächst erscheinenden zweiten Teil der Arbeit vorbehalten ist — durchgeführt.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Dec. 1942.)

A TERMÉSZETBEN ELŐFORDULÓ PHLORRHYZIN SZINTÉZISE.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

Nemrégen a természetes phlorrhyzinnak egy izomérjéről, a *p-phlorrhyzin*ról [1] számoltam be, melyet sikerült szintézissel felépítenem. Ugyanannak a módszernek alkalmas megváltoztatásával most a *természetes phlorrhyzin* szintézisét is megvalósítottam.

Annak bizonyítását, hogy a természetes phlorrhyzinban a szőllőcukor a phloretin phloroglucinmagjának az *oxo*-csoporthoz orthoállásban elhelyezett hidroxiljában van bekapcsolva FRITZ WESSELY és KARL STURMNACH,[2] másrészt pedig F. R. JOHNSON és A. ROBERTSONnak[3] köszönhetjük.

A természetes phlorrhyzin szintézisénél a 4′ *benzoyl-phloracetophenonból* (I)[4] indultam ki. A vegyület vizes-acetonos oldatban kevés lúg jelenlétében *acetobrómglükózzal* 2 — (*tetraacetyl-glükozido*) — 4 — *benzoylphloracetophenont* (II) szolgáltat. Tömény kálilúg jelenlétében utóbbi *p-oxybenzaldehyd*-del *naringenin* — 2′ — *glükozid-chalkouná* (III) kondenzál. A chalkon alkoholos oldatban palladiumos szén jelenlétében könnyen felvesz 2 atom hidrogént és *phloretin* — 2′ — *glükoziddá* (IV) alakul, amely azonosnak bizonyult a *természetes*, vagyis *ortho-phlorrhyzin*nal,

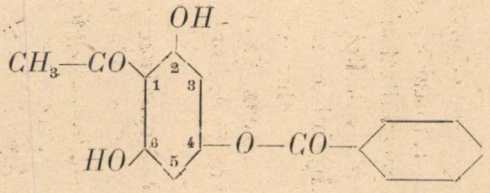
---

[1] ZEMPLÉN GÉZA Math. és Term. Ért. LXI. 42. (1942).

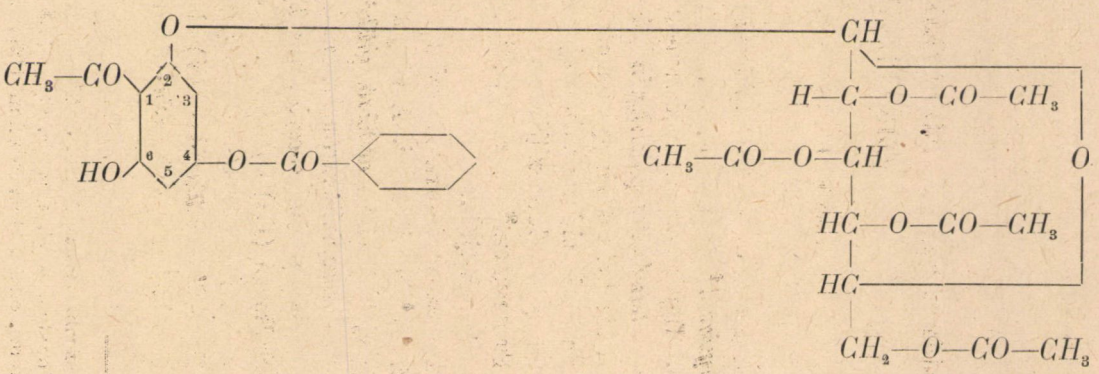
[2] Monatshefte S. Chemie. $^{53}/_{54}$, 554 (1927).

[3] Journ. chem. Soc. London 1930, 21.

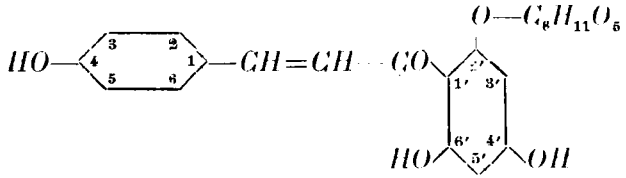
[4] F. W. CANTER, F. H. CURD és A. ROBERTSON Journ. chem. Soc. London 1931. 1245.



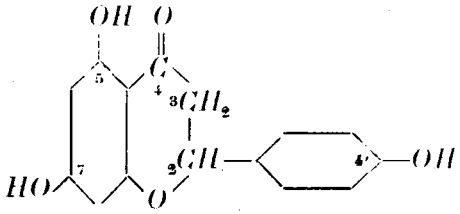
I. 4-Benzoyl-phloracetophenon.



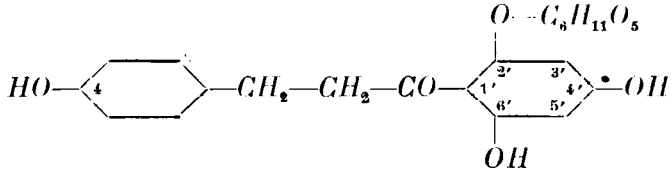
II. 2-[Tetraacetyl-glükozidó]-4-benzoyl-phloracetophenon.



III. Naringenin-2'-glükozid (Chalkon).



III*a*. Naringenin (flavanon).



IV. Phloretin-2'-glükozid; természetes phlorrhyzin.

A kísérletek leírása.

2-(*Tetraacetyl-glükozido*)-4-*benzoyl-phloracetopehnon* (II).

$C_{29}H_{30}O_{14} = 602,\ 53$

1·8 g (1 Mol.) többször átkristályosított tiszta 4-benzoyl-phloracetophenont (F. W. Cauter, F. H. Curd, A. Robertson: Journ. Chem. Soc. London 1931, 1245) jéghűtés közben oldottunk 0·6 g (2 Mol.—20%) *KOH* 9 cm³ vizes oldatában. Ugyancsak jéghűtés közben hozzáadunk az elegyhez 4·1 g (1 Mol.+50%) acetobromglükozot 9 cm³ acetonban oldva. Ezután még hozzáadunk az elegyhez további 9 cm³ acetont. Kapunk egy sárgás átlátszó homogen oldatot, amelyet 24 óra hosszat szobahőfokon hagyunk állni. Másnapra igen szép színtelen tűkristályok válnak ki az oldatból. Az utolsó 5—6 órára rázógépen rázatjuk, majd végül 300 cm³

olyan vízbe öntjük a reakcióelegyet, amely 0·45 cm^3 jégecetet tartalmaz. Fehér ragacsos kiválás jelentkezik, mely másnapra megkeményedik és elporítható. Ekkor leszívatjuk, vízzel alaposan kimossuk és 40 cm^3 forró methylalkoholban oldjuk. 6—8 órai állás után a kivált fehér kristályos anyagot leszívatjuk. O. p. hosszabb lágyulás után: 173° körül. Ennek redukcióképessége: hydrolysis előtt egyáltalán nem redukál. 0·1038 g elszappanosítva és 10 cm^3 4%-os *HCl*-val $1^1/_4$ óra hosszat forralva fogyaszt 7·1 cm^3 n/10 $KMnO_4$-ot=0·0226 g glükóz=21·8%. $C_{29}H_{30}O_{14}$ 602, 53-ra számított érték: 29·9%. Ez a nyerstermék tartalmaz még kevés változatlan benzoylphloracetophenont, amitől a következőképpen tisztítjuk meg:

A fenti nyerstermékét kb. 8 cm^3 kloroformmal melegítjük. Ebben a glükozid oldódik, a benzoylphloracetophenon nem. Melegen megszűrjük és 2—3 cm^3 kloroformmal utánamossuk a szűrőt. Az oldatot 3—4 cm^3-re bepároljuk és 25 cm^3 forró methylalkoholt adunk hozzá. Rögtön megindúl a benzoyl-tetraacetyl-phloracetophenon-glükozid kiválása gyönyörű hosszú, vékony, selymes tűk alakjában. Másnapig hagyjuk szobahőmérsékleten. Leszívatva, methylalkohollal mosva, 60°-on megszárítva: 0·8 g (20%). Methyl- és äthylalkoholban hidegen rosszul, melegen jobban, aceton, kloroform és pyridinben hidegen is jól oldódik.

O. p. 176—177°.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{23°} = \frac{-0{\cdot}48 \times 5}{0{\cdot}0800} = -30{\cdot}0°$$ (pyridinben)

Egy másik kísérletnél ugyancsak 1·8 g benzoylphloracetophenonból pontosan a fent leírt módon tisztítás és átkristályosítás után ugyancsak 0·8 g végterméket kaptunk. Kellőkép meg nem tisztított benzoylphloracetophenonból kiindulva azonban igen rossz a kitermelés.

Naringenin-2-'glükozid (chalkon) (III)

$C_{21}H_{22}O_{10}$ (434, 39).

A) 1·2 g (1 Mol.) 2-(tetraacetyl-glükozido)-4-benzoylphloracetophenont eldolgozunk 1 cm^3 96%-os alkohollal és jéghűtés

közben hozzáadunk 6 cm³ 60%-os *KOH* oldatot, kb. 5 percig kevergetjük, míg az elszappanosodás végbemegy és ugyancsak jéghűtés mellett hozzáadunk 0·30 g (1 Mol.+20%) p-oxybenzaldehydet, majd utána még 2 cm³ fenti töménységű kálilúgot. Az oldat világossárga még ekkor és elég sok oldatban rész van lenne. Rázógépre tesszük és 2 napig rázatjuk. Közben az oldat színe átmegy a jellemző vöröses barnába. Kevés oldatlan rész most is van még. Rázatás után még két napig szobahőfokon hagyjuk állni, majd a negyedik napon jéghűtés mellett, — duplájára hígítva vízzel — 10%-os *HCl*-val kongóra megsavanyítjuk. Jégszekrénybe tesszük, ahol a benzoesav kiválik. Kb. $^1/_2$ óra mulva leszívatjuk a benzoesavat, a vizes anyalúgot pedig 60—80°-os benzinnel kirázzuk, visszatesszük a jégszekrénybe, ahol rögtön megindul a chalkon-glükozid kiválása sárga négyzetes hasábok alakjában. Kb. 5 órai állás után leszívatjuk, kevés vízzel mossuk. Nedvesen 0·6 g, ezt 96%-os alkoholban oldva rögtön hydráljuk (l. később!).

B) 1·0 g 2-(tetracetyl-glükozido)-4-benzoylphloracetophenont és 0·25 g p-oxybenzaldehydet kondenzáltunk a fenti körülmények között. Háromnapi állás után savanyítottunk és ekkor a benzoesavval együtt rögtön megindult a chalkon-glükozid kiválása is. A kiválás befejeződése után leszívatva megszárítottuk a kapott kristályos elegyet és 40—50 cm³ 60—80°-os benzinnel másnapig állni hagytuk, hogy kioldjuk a benzoesavat. Leszívatva benzinnel mostuk és szárítottuk az anyagot, majd 13 cm³ meleg vízből (szűrés!) átkristályosítottuk. Kihűlve igen szép, fénylő, hosszú négyzetes oszlopok alakjában válik ki az anyag. Másnapig szobahőfokon áll. Leszívatva, kb. 40°-on szárítva: 0·4 g. Erős *HCl* hatására ez is, mint a többi chalkon-glükozid élénk meggypirosszínű lesz.

O. p.: 128°-nál olvad heves vízleadás közben. Vízből másodszor átkristályosított anyag o. p.-ja: 130°, szintén heves vízvesztés mellett.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{26°} = \frac{-0{\cdot}34 \times 5}{0{\cdot}0824} = -20{\cdot}6° \text{ (96\%-os alkoholban)}$$

$$[\alpha]_D^{26°} = \frac{-0{\cdot}10 \times 5}{0{\cdot}0612} = -8{\cdot}2° \text{ (pyridinben)}$$

Kristályvíztartalom: vakuumpisztolyban 80°-on szárítva, 3 óra alatt 0·2202 g anyag veszt 0·0172 g-ot: *7·8%*. Két molekula kristályvízre számított érték = $(C_{21}H_{22}O_{10}.2H_2O=470,42)=7{\cdot}65\%$.

Vakumpisztolyban 100°-on további 5 óra alatt nincs több súlyveszteség.

A kristályvízmentes chalkon-glükozid olvadáspontja a nyitott kapillarisban: lágyul 149°-tól, kb. 152°-tól kezdve üveges, 173—174°-on meniscusképződés.

Naringenin (flavanon) (IIIa)

$C_{15}H_{12}O_5$ (272, 25).

0·1954 g kristályvízmentes chalkon-glükozidot 20 cm^3 2%-os *HCl*-val forraltunk visszacsepegő hűtő alatt 3 óra hosszat. Az oldat mély sárga színe fokozatosan világosodik és végül világos citromsárga lesz, jeléül annak, hogy a chalkon—flavanon gyűrűzáródás végbemegy. Ezután 2—3 cm_3 alkoholt adunk az oldathoz és forrón leszűrjük. Rögtön megindul kihűlés közben a szép fejlett tűkristályok kiválása, melyeket másnap leszívatunk és megszárítunk: 0·09 g.

O. p.: 247—248° barnulás közben keverék o. p. a p-phlorrhyzin-szintézisénél kapott 247—248°-on olvadó maringeminnel nem mutat olvadáspontcsökkenést, az o. p. szintén 247—248° (barnulás).

Az anyalúgot feltöltjük 25 cm-re és meghatározzuk a forgatását: $\alpha = +0{\cdot}35°$ 2·2 dm-es csőben. Ebből számítva a hydrolysatum-glükóz tartalma:

$$\text{glükóz} = \frac{+0{,}35 \times 25}{2{,}2 \times 52{,}7} = 0{,}0755 \text{ g}$$

A kiindulási 0·1954 g anyag glükóz-tartalma 0·0810 g glükóz (számított érték).

Phloretin-2'-glükozid. Synthetikus phlorrhyzin. (IV.)

$C_{21}H_{24}O_{10}$ (436, 40), ill. $C_{21}H_{24}O_{10}.2H_2O$(472, 42).

A chalkon-glükozid előállításánál *A)* pont alatt leírt 0·6 g nedves maringenin-glükozidot (chalkon) hydráljuk a következőképpen: 0·2—0·3 g palladium-szén katalizátort 15 cm^3 96%-os alkoholban

telítettünk H_2-nel, majd a 0·6 g chalkon-glükozidot összesen 20 cm³ 96%-os alkohollal hevítettük a hydráló edénybe. Rendkívül gyorsan megy végbe a hidrálás, kb. 4 perc alatt, a sárga oldat teljesen elszíntelenedett, összesen 10 perc alatt 29·5 cm³ hidrogén fogyott el. Ekkor leállítottuk a hidrálást, tisztára szűrtük az alkoholos oldatot, vakuumban bepároltuk és a maradékot 20 cm³ meleg vízben oldottuk. Kémcsőmintát vettünk ki és 10—15 percig kapargattuk, de nem kristályosodott. De beoltva egy szemernyi természetes phlorrhyzinnel, pillanatok alatt beállt a kémcsőminta, majd ezzel beoltva a 20 cm³ oldatot, ott is bekövetkezett a kristályosodás: a phlorrhyzinre jellemző vékony fehér tűkristályok váltak ki. Szobahőfokon hagytuk néhány óra hosszat. Leszívatva előbb alacsony hőfokon, majd 60°-on szárítva: 0·21 g.

O. p.: 108—110°, vízvesztés mellett (kettős o. p. sem itt, sem a természetes phlorrhyzinnél nem figyelhető meg a nyitott kapillárisban). Irodalmi adat 108—109°.

Kristályvíztartalom: 0·2045 g anyag 3 óra hosszat vakuumpisztolyban szárítva, 100°-on veszít a súlyából 0·0154 g-et=7·53%; $C_{21}H_{24}O_{10}.2H_2O=472$, 42-re számított érték=7·63%.

Forgatás: (kristályvíz tartalmú anyagra):

$$[\alpha]_D^{27°}=\frac{-1,05\times 10}{0,2044}=-51,3 \text{ (96\%-os alkoholban)}$$

Átkristályosítás: 0·19 g-ot 16 cm³ vízből átkristályosítunk. Kivált 0·16 g.

Ennek forgatása: (krist. víztartalmú anyag):

$$[\alpha]_D^{25°}=\frac{-1,64\times 5}{0,1587}=-51,7° \text{ 96-\% os (alkoholban)}$$

Irodalmi adat: $[\alpha]_D^{25}=52·40°$ alkoholban.

Ezt az anyagot újra átkristályosítottuk 15 cm³ vízből. Igen szép, centiméteres tűkben válik ki a phlorrhyzin: 0·13 g. *O. p.:* 108—110° (vízleadás!).

A «Széchenyi Tudományos Társaság» anyagiakkal támogatta jelen munkámat. Hálás köszönet érte. Ugyancsak köszönettel tartozom Bognár Rezső vegyészmérnöknek ügyes segítségéért.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1942. jún. 15-én tartott üléséből.)

SYNTHESE DES NATÜRLICHEN PHLORRHYZINS.

von GÉZA ZEMPLÉN o. M.

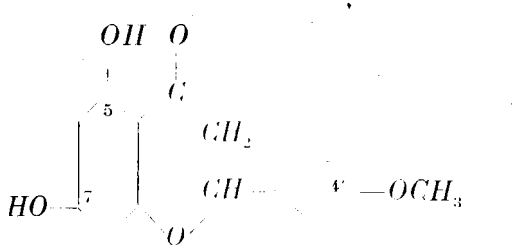
4-*Benzoyl-phloracetophenon* verbindet sich in wässrig-acetonischer Lösung in Gegenwart von wenig Alkali mit *Acetobromglykose* unter Bildung des 2-(Tetraacetyl-glykosido)-4-benzoyl-phloracetophenons. In Gegenwart von starker Kalilauge kann letzteres mit *p-Oxybenzaldehyd* zu *Naringenin-2'-glykosid (Chalkon)* kondensiert werden. Das Chalkon nimmt in Gegenwart von Palladiumkohle in alkoholischer Lösung glatt zwei Atome Wasserstoff auf unter Bildung von *Phloretin-2'-glykosid*, das sich identisch mit dem natürlichen *Phlorrhyzin, o-Phlorrhyzin* erwies.

(Aus der Sitzung vom 15. Juni 1942 der III. Kl. der Ung. Akad. der Wissenschaften.)

A *p*-ISOSAKURANIN ÉS A 4-METHYL-PHLORRHYZIN SZINTÉZISE.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

A Rutaceae családhoz tartozó Japánban honos *Pseudaegle trifoliata Makino* nevű növény virágaiból vonadékanyagot nyert ki SHIZUO HATTORI,[1] amelynek savakkal való hidrolízise a *Sakuranetin*nal izomer aglükont szolgáltatta, melyet előállítója *Kikokunetin*nek nevezett el. Nemsokára kiderült, hogy ezt az aglükont egy évvel előbb szintézissel előállította I. SHINODA és S. SATO[2] *phloroglucinból* és *p-methoxy-fahéjsav*ból. A szintézis menetéből következik, hogy az *izosakuranetin* nevű vegyület *5, 7-dioxi-4'-methoxyflavanon* (I). E szerint a



I. 5, 7-Dioxy-4'-methoxi-flavanon=izosakuranetin.

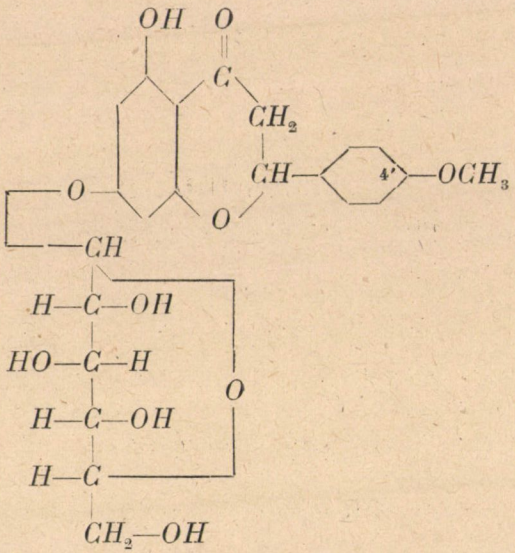
Kikokunetin elnevezés feleslegessé vált.

Az *izosakuranetin*nak lehetséges két izomér glükozidja közül egyelőre azt állítottam szintézissel elő, amely a glükózcsoportot a 7-es hidroxilon viseli, ennélfogva a *p-izosakuranin* név illeti meg (II).

---

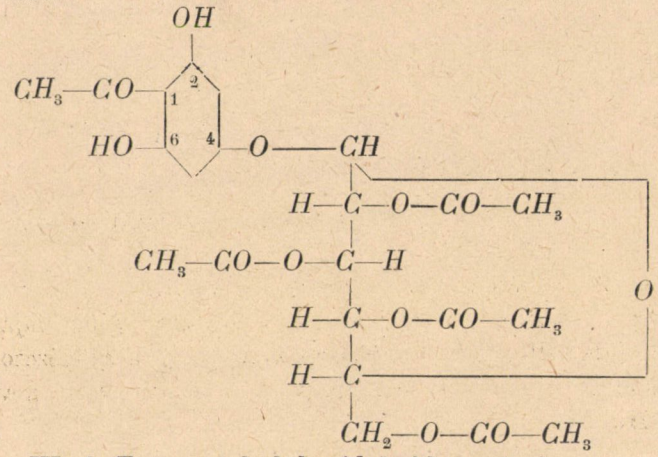
[1] Chem. Zentralbl. *1929 I*, 76;

[2] Chem. Zentralbl. *1928 II*, 1885; *1929 II;* 1216. 1803.



II. 5, 7-Dioxi-4'-methoxi-flavanon-glükozid-(7).=*p*-izosakuranin.

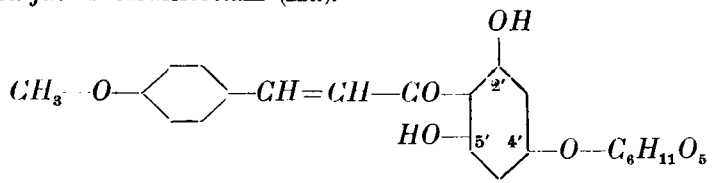
Kiindulás anyagául a *4-[tetraacetyl-glükozido]-phloracetophenon* (III) szolgált, ugyanaz a vegyület, melyet nemrégen a *p-phlorrhyzin*[1] szintézisénél is felhasználtam. Tömény kálilúg jelenlétében



III. 4-[Tetraacetyl-glükozido]-phloracetophenon.

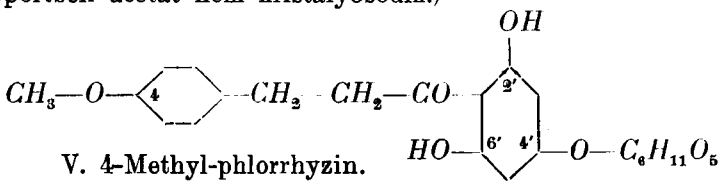
[1] ZEMPLÉN GÉZA Math. és Természettud. Ért.

*anisaldehyd*del kondenzáltam a III.-as vegyületet. A reakciókeverék megsavanyítása a *4-methylnaringenin-4'-glükozid-chalkont szolgáltatta* szép sárga kristályok alakjában (IV). A vegyület híg savakkal 1 mol. *d*-glükóz mellett *izosakuranetint* (I) ad (kristályos diacetátja (I*a*)), natriumacetattal vizes oldatban melegítve pedig *p-izosakuranint* a flavanon formájában (II). *Pentaacetatját* is előállítottam (II*a*).

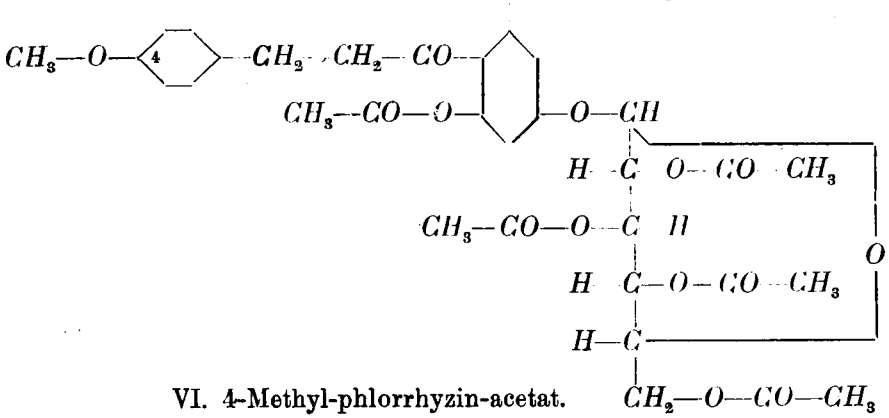


IV. 4-Methyl-naringenin-4'-glükozid-chalkon.

A chalkon (IV.) hidrálása alkoholos oldatban palladiumos szén jelenlétében a szépen kristályosodó *4-methyl-phlorrhizin*hoz (V) vezet, melynek *hexaacetylszármazékát* (VI) kivételesen szintén sikerült kristályosan előállítani (a többi phlorrhyzincsoportbeli acetat nem kristályosodik.)

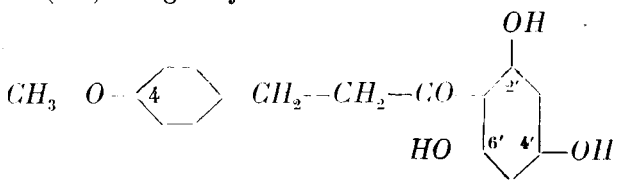


V. 4-Methyl-phlorrhyzin.



VI. 4-Methyl-phlorrhyzin-acetat.

A 4-*methylphlorrhyzin*nek savval végzett hidrolizise d-glükóz mellett mint nehezen oldható, szép, kristályos aglükont a *4 methyl-phloretint* (VII) szolgáltatja.



VII. 4-Methyl-phloretin.

Kutatásaimat ezen a területen folytatom.

A KÍSÉRLETEK LEÍRÁSA.

4-Tetraacetyl-phloracetophenon-glükozid kondenzálása anisaldehyddel.

Izosakuranetin-4'-glükozid (chalkon) (IV)

$C_{22}H_{24}O_{10}$ (448, 41).

A) 3·35 g 4-tetraacetyl-phloracetophenon-glükozidot (1 Mol) 3·3 cm³ 96%-os alkohollal elkeverünk és jéggel hűtjük. Ugyancsak jéghűtés mellett hozzáadunk 17 cm³ 60 %-os *KOH*-t és elszappanosítjuk. Kb. 5 perc mulva 1·10 g (= 0·98 cm³) (1 Mol + 20%) anisaldehydet adunk az elegyhez, tovább hűtjük és még 6·7 cm³ lúgot öntünk hozzá. Ezután szobahőfokon rázatjuk 24 óra hosszat Az oldat színe világos-sárgából sötétvöröses-barnába csap át. Csekély zavarosodás van. 24 óra múlva erős hűtés mellett — vízzel kétszeresére higítva — 10 %-os sósavval megsavanyítjuk. Amint savas a reakció, átcsap a szín sárgába és rögtön erős kristátyosodás indul meg. Egy-két napi állás után leszívatjuk a sárgaszínű tűkristályokat és alacsony hőmérsékleten szárítjuk: 1·85 g. Erős sósavval élénkpiros színreakciót ad, mint a többi chalkon-glükozid. Általában nehezebben oldódik, mint a csoportbeli vegyületek.

Átkristályosítás: 1·80 g-ot 130 cm³ vízben oldunk melegen, megszűrjük. Két nap mulva leszívatva, megszárítva: 1·55 g. Hosszú sárga tűk.

B) 5·0 g 4-tetraacetyl-phloracetophenon-glükozid + 1·64 g anisaldehydből pontosan a fenti megadott előírás szerint dolgozva kaptunk 2·9 g chalkon-glükozidot.

O. p.: a kristálytartalmú anyagból: 76—78°-tól kezdve lágyul, 105° körül heves kristályvízleadás.

Kristálytartalom: 0·3094 g anyag 78°, majd 100°-on vákuumpisztolyban szárítva veszít: 0·0285 g vizet. = 9·2% kristályvíz $2^1/_2$ mol kristályvízre számítva: $C_{22}H_{24}O_{10}.2^1/_2H_2O$ = =493·45; krist. víz = **9·1%**.

O. p.: a szárított anyagból még mindig nem éles: lágyul 125—130°-tól kezdve, azután üveges és 173—175°-on ömlik meg.

Forgatóképesség a kristályvíztartalmú anyagból:

$$[\alpha]_D^{23°} = \frac{-0{\cdot}64 \times 5}{0{\cdot}0976} = -32{\cdot}8°$$ pyridinben.

Methoxyltartalom (kristályvíztartalmú anyagból):

7·680 mg anyag; 3·850 mg AgJ; **6·63%** CH_3O.

Számított érték:

$C_{22}H_{24}O_{10}.2^1/_2H_2$ = 493·45-ra = **6·30%** CH_3O.

A chalkon-glükozid átalakítása flavanon-glükoziddá.

p-Izosakuranin = Izosakuranetin-7-glükozid (II.).

$C_{22}H_{24}O_{10}$ (448·41).

0·39 g chalkon-glükozidot és 1·2 g kristályos *Na*-acetátot 25 cm³ meleg vízben oldunk és $1^3/_4$ óra hosszat melegítjük vízfürdőn. Közben az oldat élénk sötétsárga színe világosodik és hamarosan megindul a csaknem színtelen kristályos kiválás, mely fokozatosan szaporodik. Melegítés után egy napig hagyjuk szobahőfokon állni, ekkor leszívatjuk és átkristályosítjuk. Igen nehezen oldódik már ez a vegyület úgy vízben, mint alkoholban. Átkristályosításnál az oldáshoz 30—35 cm³ alkohol és ugyanannyi víz szükséges. Egynapi állás után leszívatva, megszárítva: 0·25 g világos, egészen halványsárgás, mikroszkóp alatt színtelen hosszú tűk.

O. p.: lágyul: 210·5—211·5°-on, olvad 214°-on. Irodalmi adatok alapján.

Kristályvíztartalom: 0·1056 g anyag 100°-on szárítva 6 óra alatt veszít a súlyából 0·0038 g-ot. = *3·6* % kristályvíz.

1 molekula kristályvízre számítva:

$$C_{22}H_{24}O_{10}.1H_2O = 466{\cdot}43 : 3{\cdot}86\ \%\ H_2O.$$

Forgatóképesség a kristályvíztartalmú anyagból:

$$[\alpha]_D^{24^\circ} = \frac{-1{\cdot}50^\circ \times 5}{0{\cdot}1022} = -73{\cdot}4^\circ \text{ pyridinben.}$$

Methoxyltartalom (kristályvíztartalmú anyagból):

5·385 mg anyag: 2·520 mg AgJ; **6·17** % CH_3O

Számított érték: $C_{12}H_{24}O_{10}.H_2O$ = 466·43-ra = **6·65** % CH_3O.

p-Izosakuranin-pentaacetat = Izosakuranetin-7-glükozid-pentaacetát (II*a*).

$C_{32}H_{34}O_{15}$ = 6·58·59.

0·10 g Izosakuranetin-7-glükozidot pyridin + ecetsav-anhydriddel hidegen megacetylezünk. Egynapi állás után az acetylező elegyet vak.-ban elűzzük, alkohollal lehajtjuk. A maradékot 7 cm³ alkoholban oldjuk, csontszénnel derítjük, szűrjük. Rögtön kristályosodik. Másnap leszívatva újból átkristályosítjuk 7 cm³ alkoholból. Nagy fajsúlyú fehér por válik ki, mikroszkóp alatt igen szép színtelen, átlátszó, zömök négyzetes hasábok: *0·10* g.

O. p.: lágyul 199°-on, olvad 200·5—201°-on.

Forgatóképesség:

$$[\alpha]_D^{23^\circ} = \frac{-0{\cdot}82 \times 5}{0{\cdot}0670} = -61{\cdot}2^\circ \text{ pyridinben.}$$

Izosakuranetin = 5, 7-dioxy-4′-methoxyflavanon (I).

$C_{16}H_{14}O_5$ (286·27).

A flavanont a chalkon-glükozid (IV) hydrolízise útján állítottuk elő, amikor sav hatására leszakad a cukor, ezt forgatással is meghatároztuk és a chalkon-forma flavanonná alakul. 0·305 g chalkon-glükozidot 22 cm³ 2%-os HCl-val $2^1/_2$ óra hosszat forraltunk visszacsepegő hűtő alatt. Az oldat fokozatosan világosodik és rövidesen kevés olajos kiválás mutatkozik. Forralás után

az oldatból a megkeményedő sötétebb-sárga olajos kiválás mellett igen szép fehér kristályok váltak ki. Másnapra az olaj is átkristályosodott, a kivált aglükont leszívattuk, kimostuk és megszárítottuk: 0·122 g nyers izosakuranetin. Az anyalúgot feltöltöttük 25 cm³-re és megállapítottuk a forgatását: $\alpha = +0{\cdot}47°$; $t = 27°$. Glükóztartalom:

$$\frac{0{\cdot}47 \times 25}{2{\cdot}2 \times 52{\cdot}7} = 0{\cdot}101 \text{ g.}$$

Számított glükózmennyiség ($C_{22}H_{24}O_{10}.2^1/_2H_2O = 493{\cdot}45$) 0·305 g-ból = *0·111* g glükóze.

Az izosakuranetin *átkristályosítása:* a fenti nyersterméket oldjuk 5 cm³ acetonban, szűrjük és 5 cm³ meleg vizet adunk az oldathoz. Kapargatásra kristályosodik: csaknem színtelen, gyengén sárgás árnyalatú lemezkék.

O. p.: lágyul: 188—189°-on, olvad 192°-on.

Újra átkristályosítva aceton + vízből.

Mikroszkóp alatt színtelen hasábok: 0·08 g.

O. p.: lágyul 191°-on, olvad 192—193°-on. Irodalmi adatok alapján.

Methoxyltartalom: 5·000 mg : 4·000 mg *AgJ*; 10·57 % CH_3O

Számított érték: $C_{16}H_{14}O_5$-re = 286·27 ..... 10·84 % CH_3O.

Izosakuranetin-diacetát (I*a*).

$$C_{20}H_{18}O_7 = 370{\cdot}44.$$

0·1 g izosakuranetint acetyleztünk pyridin + ecetsavanhydriddel hidegen a szokásos módon. A kapott nyersterméket alkoholból kétszer átkristályosítottuk: 0·08 g.

Fehér tűkristályok.

O. p.: 118°.

Methoxyltartalom:

4·840 mg anyag: 3·050 mg *AgJ*; = 8·33 % CH_3O.

Számított érték: $C_{20}H_{18}O_7$ = 370·34-re = 8·38 % CH_3O.

Irodalmi adatok alapján olv. pontja: 114—115°.

4-methyl-p-phlorrhyzin (V).

$C_{22}H_{26}O_{10}$ (450·43).

1·0 g chalkon-glükozidot hydráltunk. 20 cm³ 96 %-os alkoholban telítettük a katalyzátort (*Pd*-csontszén) és 25 cm³ 96 %-os alkoholban oldva juttattuk be az anyagot, tehát összesen 45 cm³ alkoholban végeztük az 1·0 g anyag hydrálását. Az oldat fokozatosan színtelenedik és 1 óra alatt 48 cm³ H_2-t fogyasztott. Az alkoholos oldatot leszűrve vakuumban bepároljuk és a maradékot 23 cm³ vízben oldjuk melegen. Lehűléskor rögtön igen szép, színtelen, fehér, vékony, hosszú selymes tűkben kristályosodva beáll az egész oldat. Másnap leszívatva, alacsony hőmérsékleten szárítva: 0·65 g.

Ebből 0·60 g-ot újra átkristályositunk ugyancsak 23 cm³ vízből. Szobahőfokon hosszú, vékony, fehér, selymes tűk alakjában beáll az oldat; másnap leszívatva 40° körül szárítva: 0·50 g.

O. p.: 65°-on lágyul, 69—70°-on saját kristályvizében megalvad, de nem tisztul föl teljesen; 110° körül elveszti kristályvizét.

Kristályvíztartalom: 0·2684 g anyag előbb 61°, majd 78°-on vákuumpisztolyban szárítva 0·0205 g-ot veszít súlyából = 7·6 %; 2 molekula kristályvízre számított érték: $C_{22}H_{26}O_{10}.2H_2O$ = = 486·46 : 7·4 % H_2O.

O. p.: a szárított anyagból még mindig nem éles: lágyul 110° körül, meniscus 143—144°-on.

Forgatás: szárított anyagból:

$$[\alpha]_D^{23°} = \frac{1·12 \times 5}{0·1034} = -54·1°$$ pyridinben.

Methoxyltartalom: szárított anyagból:

7·070 mg anyag: 3·650 mg AgJ = 6·82 % CH_3O.

Számított érték: $C_{22}H_{26}O_{10}$ = 450·43-ra = 6·89 % CH_3O.

4-methyl-p-phlorrhyzin-hexaacetát (VI).

$C_{34}H_{38}O_{16}$ (702·65).

0·10 g 4-methyl-p-phlorrhyzint pyridin + ecetsav-anhydriddel

hidegen megacetylezzük a szokásos módon. Az acetylező elegyet vakuumban elűzzük, alkohollal lehajtjuk és a maradékot 10 cm^3 forró alkoholban oldjuk. Két nap mulva amorf kiválás van, amely kapargatásra lassan átkristályosodik. Négynapi állás után leszívatva: 0·11 g.

O. p.: lágyul 139°-on, olvad: 141°-on.

0·11 g fenti anyagot átkristályosítjuk, 8 cm^3 alkoholban oldjuk melegen. Kihűlve kocsonyásan beáll az oldat. Kapargatásra átkristályosodik: fehér por, mikroszkóp alatt zömök, fénylő prizmák. Másnap leszívatva, megszárítva: 0·10 g. Olvadáspontja nem emelkedett: lágyul 138—139°-on, olvad 140—140·5°-on.

Forgatóképesség:

$$\alpha_D^{24^\circ} = \frac{-0{\cdot}38 \times 5}{0{\cdot}0506} = -37{\cdot}5^\circ \text{ pyridinben.}$$

4-methyl-phloretin (VII).

$C_{16}H_{16}O_5$ (288·29).

0·191 g szárított *4-methyl-p-phlorrhyzint* 20 cm^3 1½%-os *HCl*-val forralunk 3 óra hosszat. Egynapi állás után az oldatból igen szép, színtelen hosszú tűk válnak ki, leszívatva, megszárítva: 0·083 g. Ezt átkristályosítjuk 10 cm 50%-os methylalkoholból. Másnapra színtelen, vékony, de 1—2 cm hosszú tűk válnak ki. 60°-on szárítjuk: 0·06 g.

O. p.: lágyul 193—194°-tól, olvad 196°-on.

Methoxyltartalom:

2·850 mg anyag: 2·350 mg AgJ = **10·89 %** CH_3O.

Számított érték: $C_{16}H_{16}O_5$ = 288·29-re = **10·76 %** CH_3O.

A hydrolysis anyalúgját feltöltjük 25 cm^3-re és 2·2 dm-es csőben vizsgáljuk a forgatóképességet $\alpha = +0{\cdot}36$, $t = 23$. Ennek alapján a glükóztartalom:

$$\frac{0{\cdot}36 \times 25}{2{\cdot}2 \times 52{\cdot}7} = 0{\cdot}0776 \text{ g glükóz.}$$

Számított glükóztartalom: (450·43) *0·0764* g glükóz keletkezik a kiindulási 0·191 g szárított glükozidból.

A kísérletek végrehajtásánál ügyesen segédkezett dr. BOGNÁR REZSŐ vegyészmérnök, miért is neki meleg köszönetet mondok. Nemkülönben igaz hálával tartozom a «*Széchenyi Tudományos Társaság*» vezetőségének anyagi támogatásáért.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1942. okt. 26-án tartott üléséből.)

SYNTHESE DES *p*-ISOSAKURANINS UND DES 4-METHOXYPHLORRHYZINS.

Von GÉZA ZEMPLÉN o. M.

Aus den Blüten der zur Familie der Rutaceae gehörenden *Pseudaegle trifoliata Makino* konnte ein Extrakt erhalten werden, der bei der Säure-hydrolyse ein dem *Sakuranetin* isomeres Aglykon: das *Isosacuranetin* ergab. Japanische Forscher stellten durch Synthese fest das der Verbindung die Konstitution des *5, 7-Dioxy-4'-methoxyflavanons* zukommt. Von den möglichen 2 Isomeren stellte Verfasser enistweilen ein Glykosid dar, das den Glykoserest am Hydroxyl 7 trägt und dem der Name *p-Isosakuranin* gebührt. Als Ausgangsmaterial diente *4-[Tetraacetylglykosido]-phloracetophenon,* dieselbe Verbindung, die unlängst zur Synthese des *p-Phlorrhyzins* gedient hat. Sie wurde in Gegenwart von konz. Kalilange mit *Anisaldehyd* kondensiert. Beim Ansäuern des Reaktionsgemisches wurde das *4-Methylnaringenin-glykosid-(4') als Chalkonform* in schönen, gelben Kryställchen erhalten. Die Verbindung gibt bei der Säurehydrolyse neben d-Glucose *Isosakuranetin* und beim Erwärmen mit Natriumacetatlösung glatt *p-Isosakuranin* als *Flavanonform.* Die Hydrierung des Chalkons in alkoholischer Lösung in Gegenwart von Palladiumkohle führt zu dem schön krystallisierten *4-Methyl-p-phlorrhyzin,* dessen Hexaacetat ebenfalls krystallisiert erhalten wurde. Die Säurehydrolyse des *4-Methyl-p-phlorrhyzins* ergibt das schön krystallisierte *4-Methylphloretin.*

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 26. Okt. 1942.)

AZ ASEBOTIN SZINTÉZISE.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

Az *Andromeda japanica Thunb.* (Ericaceae) leveleiből EYKMAN[1] kristályos glükozidot állított elő, melyet *Asebotin*nak nevezett el és amely savval való hidrolízis következtében glükóz mellett, mint aglükont: *Asebogenin*t szolgáltatott. Később ugyanezt a glükozidot állítólag a *Kalmia latifolia L.* (Ericaceae) leveleiből is elkülönítették.[2]

M. BRIDEL és A. KRAMER,[3] akik a Kalmia latifolia glükozidját újabb vizsgálatnak vetették alá, megállapították, hogy az *asebotin* a *phlorrhyzin*nel azonos és azt indítványozták, hogy az asebotin név az irodalomból töröltessék.

SHINZO MURAKAMI és SENSUKE TAKEUCHI[4] újabban reájöttek, hogy a *plorrhyzin*nal való azonosság csak a Kalmia latifolia glükozidjára vonatkozik, ellenben az eredeti EYKMAN-féle *asebotin*, vagyis az Andromeda latifolia glükozidja, bár rokona a *phlorrhyzin*nak, de nem azonos vele. Utóbbi savval való hidrolízis alkalmából *Asebogenint* ad, amely phloretin-monomethyläther-(4') (I.) és baryt-vízzel való bontásra *phloretin-savat* és a *monomethyl-phloroglucinnak* egy glükozidját szolgáltatja.

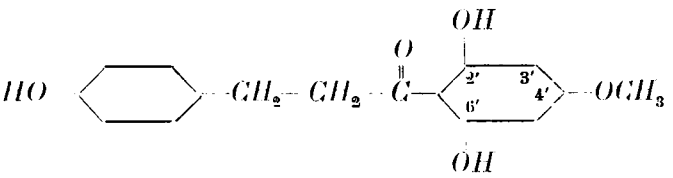
---

[1] Phytochemische Notizen über einige japanische Pflanzen. Abhandl des Tokio Daigesku Nr. 10. (1883); Rec. d. Trav. chim. d. Pay Bas *2*, 201; Berichte d. Deutsch. chem. Ges. *16*, 2769 (1883).

[2] BOURQUELOT és FICHTENHOLZ Comptes rendus d. l'Acad. d. sciences Paris *153*, 1500 (1911); Journ. Pharm. Chim. *5*, 49, 296 (1912).

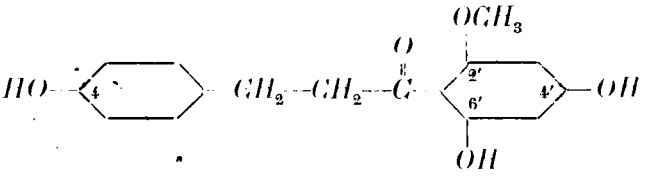
[3] Chem. Zentralblatt *1932. I*, 396; *1933. II*, 3289.

[4] Chem. Zentralb att *1937. I*, 1457.



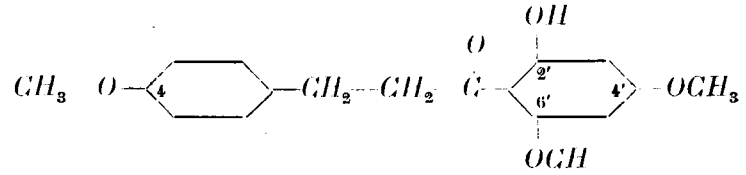
I. Phloretin-monomethyläther-(4').

Az asebotinnak végérvényes szerkezetét KUNISABURO TAMURA[5] bizonyította be. Ő a HOESCH-féle szintézissel monomethyl-phlorglucinból és phloretinsavnitrilből az *asebogenin*nek egy izomérjét, az *izoasebogenint* állította elő, melynek szerkezete a *phloretin-monomethyl-äther*-(2') (II.) képlettel ábrázolható.



II. Phloretin-monomethyläther-(2').

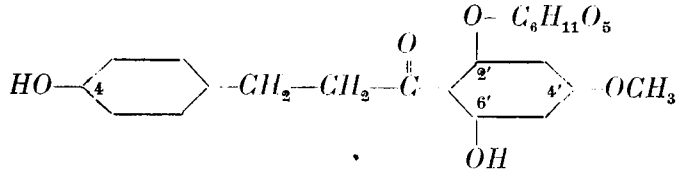
A cukor kapcsolódási helyét az asebotin methylezésével döntötte el. A keletkező amorf methylterméknek savval való bontása trimethyl-vegyületet eredményezett, amely azonosnak bizonyult azzal a vegyülettel, amelyet JONSON és ROBERTSON[6] a *phlorrhyzin* methylezése és utólagos savas hidrolízise útján nyertek és szintézissel is előállítottak. Ez a vegyület a *phloretin-trimethyläther-(4, 4', 6')* (III.). E bizonyítékok alapján az *asebotin*nak a következő képlettel (IV.) ábrázolható *phlorrhyzin-monomethyläther*-(4') szerkezet felel meg.



III. Phloretin-trimethyläther-(4, 4', 6').

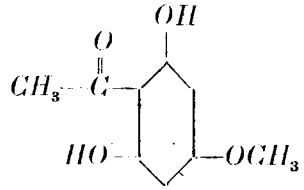
[5] Chem. Zentralblatt *1937. I,* 2609.

[6] Journ. chem soc. London *1930,* 21.

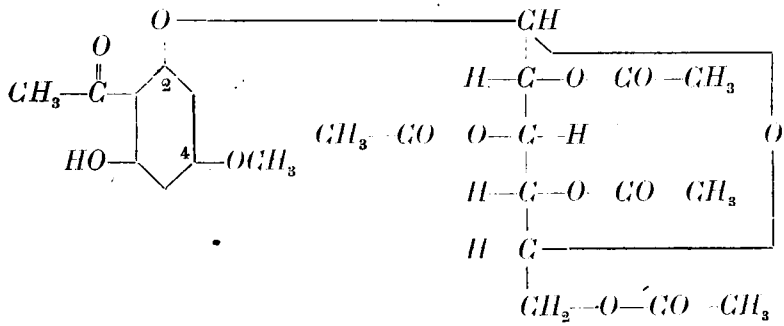


IV. Phlorrhyzin-monomethyläther-(4')=Asebotin.

Az *asebotin* szintézisének végrehajtása céljából a *methyl-phloracetophenon-(4)* (V.)-ból[7] indultam ki. Vizes-acetonos közegben e vegyületet kevés nátronlúg jelenlétében *acetobrom-glükózzal* kapcsoltam és eljutottam a *2-[tetraacetyl-glükozido]-methyl-phloracetophenon-(4)* (VI.)-hoz.



V. Methyl-phloracetophenon-(4).

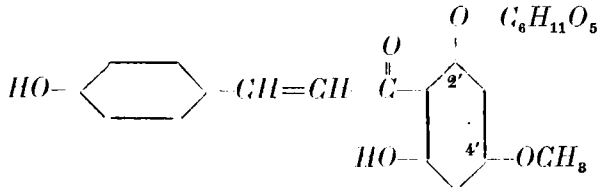


VI. 2-[Tetraacetyl-glükozido]-methyl-phloracetophenon-(4).

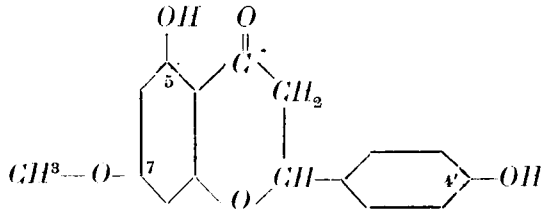
Utóbbi vegyületet konzentrált kálilúg jelenlétében *p-oxy-benzaldehyddel* kondenzáltam a *4'-methyl-naringenin-glükozid-(2')* chalkon-formájává (VII.). A vegyület az oldat megsavanyításakor sárga kocsonya alakjában válik le és több hét mulva alakul

[7] A. Sonn és W. Bülow Bez. d. Deutsche chem. Ges. *58*, 1691 (1925).

csak át kristálytömeggé. Mineműségét azonban igazolja savakkal való hidrolizise, mely glükoz mellett *sakuranetin*t, vagyis *7-methyl-naringenin*t szolgáltat flavanon formájában (VIII.). Utóbbi vegyületet a szintétikus *naringenin*ből 1 mol. diazomethannal való methylezés útján már előállították.[8]



VII. 4'-methyl-naringenin-glükozid-(2'). Chalkon-forma.



VIII. Sakuranetin = 7-methyl-naringenin. (Flavanon-forma).

A chalkon kocsonya hidrálása palladiumos szén jelenlétében alkoholos oldatban minden nehézség nélkül elvezetett a szintétikus *asebotin*hoz, mely az irodalomban leírt összes tulajdonságot mutatja.

A kutatásokat folytatni óhajtom.

A KÍSÉRLETEK LEÍRÁSA.

2-[Tetraacetyl-glükozido]-methyl-phloracetophenon-(4).

(VI.)

$C_{23}H_{28}O_{13}$ (512, 45).

2 g methylphoracetophenon-(4)-t és 5·5 g acetobrómglükózt 24 ccm acetonban oldunk, jéghűtés és rázogatás közben hozzáadunk apró részletekben 6·2 ccm nátronlúgot (9 g $NaOH$ 100 ccm

[8] I. Shinoda és S. Sato Chem. Zentralblatt *1929. I*, 244.

vízben oldva). A reakciókeveréket 8 óra hosszat gépen rázzuk, majd 12 óra hosszat szobahőmérsékleten tartjuk. Most az acetont csökkentett nyomás mellett 24°-nál ledesztilláljuk, miközben a vizes oldatból színtelen tömeg válik ki. A vizes oldatot a kiválásról leöntjük, a maradékot 5-6-szor egyenként 20-20 ccm vízzel leöblítjük és a maradékot feloldjuk 40 ccm meleg methanolban. Az oldatból lehűléskor színtelen, hosszú tűk válnak ki, melyeket másodszor 60 ccm methanolból kristályosítunk át. Nyerünk 1·3 g anyagot, melynek olvadáspontja 187·5°. Második kapcsolás 3·5 g methylphloracetophenonnal és 9·65 g acetobromglükózzal 2·3 g vegyületet szolgáltatott.

$$[\alpha]_D^{25} = \frac{-0{\cdot}72.5}{0{\cdot}0778} = -46{\cdot}3°$$ piridinben.

Methoxyl meghatározás: 6·33 mg; 2·83 mg *AgI*; 9·70 mg; 4·27 mg *AgI*.

$C_{23}H_{28}O_{13}$ (512·45)-ra számított 1 CH_3O: 6·05 %,
talált CH_3O: 6·15 %; 5·98 %.

Hidrolízis: 0·1102 g anyagot néhány ccm alkohol jelenlétében nátronlúggal elszappanosítunk, majd 2·5 %-os sósavval 2 óra hosszat forraljuk visszacsepegtető hűtőn. A kivált aglükon 139—140°-on olvad, tehát a kiindulás anyaga: methyl-phloracetophenon-(4), mellyel olvadáspontcsökkenést nem mutat. Az anyalúg forgatóképessége: $[\alpha]_D^{25°} = -50{\cdot}2°$, tehát a glükóznak megfelelő,

4'-Methyl-naringenin-glükozid-(2'). Chalkon-forma.

(VII.)

$C_{22}H_{24}O_{10}$ (448·40).

1·3 g p-methyl-phloracetophenon-glükozid-tetraacetátot 1·5 ccm alkohollal elkeverve, erős hűtés mellett 7 ccm 60 %-os hideg *KOH*-t adtam hozzá keverés közben, mire az acetát elszappanosodott. Ekkor 0·4 g p-oxy-benzoldehidet [1 mol+30 %] adtam hozzá és még 6 ccm 60 %-os *KOH*-t. Ezután 24 órát rázattam; az anyag sárgás színnel teljesen oldatba ment. Két nap mulva vízzel kétszeres térfogatra hígítottam és erős hűtés

közben hideg, 10 %-os sósavval lakmuszra gyengén megsavanyítottam, [kongóra neutralis!]. Azonnal sárga kocsonya vált ki, amely jégszekrényben több napi állás után sem kristályosodott. Ekkor lecentrifugáltam és négyszer mostam vízzel a centrifugában.

Szintétikus asebotin; p-methyl-phloretin-glükozid.

(IV.)

$C_{22}H_{26}O_{10}$ Mols. 450·42.

A kapott kocsonyát 25 ccm 96 %-os alkoholban feloldottam és kb. 0·1—0·2 g hydrogénnel telített palladium-csontszén katalizátorral hydráltam. 15′ alatt 48 ccm hydrogén fogyott el és a kezdetben sárga oldat elszíntelenedett. Szűrés után az oldatot vacuumban bepároltam és 20 ccm forróvízből átkristályosítottam. 0·3 g fehér kristályt kaptam, amelynek olvadáspontja a zsugorodás után 148°. A 60°-on szárított anyag vakuumpisztolyban 80°-on még 1·78 % nedvességet veszített, ami kb. 1/2 mol. kristályvíznek felel meg (számított víztartalom 1/2 mol. kristályvíz esetében 1·96 %).

Forgatás 55 % alkoholban:

$$[\alpha]_D^{25} = \frac{-1{\cdot}02.15}{0{\cdot}2938} = -52{\cdot}08°$$

Forgatás abs. alkoholban:

$$[\alpha]_D^{25} = \frac{-0{\cdot}94.10}{0{\cdot}2034} = -46{\cdot}2°$$

A természetben előforduló asebotin az irodalmi adatok alapján 148°-on olvad, 55 %-os alkoholban $[\alpha]_D^{17} = -51{\cdot}92°$-t, abs. alkoholban $[\alpha]_D = -46{\cdot}7°$-t forgat

Asebogenin; phloretin-monomethyläther-(4′).

(I.)

$C_{16}H_{14}O_5$ (288·13).

0·1514 g szintétikus asebotint 10 ccm 2·5 %-os sósavval 2 óra hosszat melegítunk vízfürdőn, amikor gyorsan megindul

a kristályos aglükon kiválása. Leszűrjük és 1 ccm meleg alkohol +4 ccm meleg vízből átoldjuk. Kapillárisban melegítve a kristályok 158°-nál megolvadnak, majd üvegessé válnak, végül 167·5°-nál újból megolvadnak. Az irodalmi adatok alapján az asebogenin 1/2 mol. kristályvizet tartalmaz és 168°-nál olvad. A szintétikus asebotinból nyert asebogenin vákuumpisztolyban 100°-nál 2·83 % vizet veszít. $^1/_2$ mol. kristályvízre számított súlyveszteség: 3·03 %.

Methoxyl meghatározás: 3·18 mg: 2·42 mg *AgI*; 3·15 mg; 2·50 mg *AgI.*

$C_{16}H_{14}O_5$ (288·13): 1 CH_3O rg számítva: 10·76 %.
talált CH_3O: 10·55 %; 10·99 %.

A szintétikus asebotinból nyert asebogenin ecetsavanhydriddel pyridin jelenlétében *triacetyl-vegyületet* ad, mely 78—79°-on olvad, miután 76°-nál zsugorodás következett be. Az irodalmi adatok alapján a *triacetyl-asebogenin* 76°-nál olvad.

A kísérletek végrehajtásánál ügyesen segédkezett MESTER LÁSZLÓ vegyészmérnök úr, miért is neki köszönetet mondok.

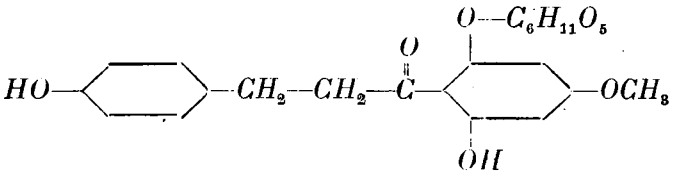
Hálával tartozom a «*Széchenyi Tudományos Társaság*»-nak, amiért a munkámhoz anyagiakkal hozzájárult.

(A M. Tud. Akad. III. osztályának 1942. okt. 26-án tartott üléséből).

SYNTHESE DES ASEBOTINS.

von GÉZA ZEMPLÉN o. M.

Aus den Blättern der *Andromeda japanica Thunb.* (Ericaceae) isolierte EYKMAN ein Glykosid, das er *Asebotin* nannte und welches bei der Säurehydrolyse neben *d-Glucose* als Aglykose *Asebogenin* ergab. Japanische Forscher klärten später die Konstitution des Asebotin auf, und fanden, dass Asebogenin Phloretin-monomethyläther-(4') ist. Für das Asebotin wurde dann die Konstitution eines *Phlorrhyzin-monomethyläthers-(4')* festgelegt.



Asebotin.

Bei der Synthese des Glykosids ging ich vom *Methyl-phloracetophenon-(4')* aus. Die Verbindung wurde in wässeriger-acetonischer Lösung in Gegenwart von geringen Mengen Alkali mit Acetobromglykose zu *2-[Tetraacetyl-glykosido]-methyl-phloracetophenon-(4)* gekuppelt. Letzteres wurde in Gegenwart von starker Kalilauge mit *p-Oxybenzaldehyd* zu *4'-Methyl-naringenin-glykosid-(2')* (Chalkonform) kondensiert. Die Verbindung fällt beim Ansäuern der alkalischen Lösung als gelbe Gallerte aus, die erst nach mehreren Wochen teilweise kristallisiert. Die Gallerte kann aber ohne Bedenken weiter verarbeitet werden. Die Hydrierung derselben in alkalischer Lösung in Gegenwart von Palladiumkohle führte zum synthetischen Asebotin, das sämtliche in der Literatur beschriebene Eigenschaften aufweist.

(Aus der Sitzung der III. Kl. der Ung. Akad. der Wissensch. vom 26. X. 1942).

A GLÜKOHESPERETINNEK, A HESPERETIN-7-GLÜKOZIDNAK SZINTÉZISE.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

A több mint 100 év óta (1828)[1] ismert *hesperidin* mellett, mely rendkívül elterjedt a növényvilágban, újabb időben F. KOLLE és KRIS. E. GLOPPE[2] az éretlen keserű narancsból (Fructus Aurantii immaturi amarae), mely bőségesen tartalmaz hesperidint, új glükozidot különítettek el, melynek a *neohesperidin* nevet adták. Az új glükozid aglükonja ugyanaz, mint a régen ismert hesperidiné, vagyis *hesperetin* és a cukorrészt is ugyanazon a helyen viseli, mint a hesperidin, vagyis a 7-es helyen. Mindkét glükozid cukorrésze egy disaccharid, mégpedig egy *l-rhamnozido-d-glükóz*. A hesperidin disaccharidja azonos a *rutinózzal*, a *neohesperidiné* közelebbi szerkezetében még ismeretlen.[3] A hesperidin nagyon nehezen oldható, éppen ezért csak olyan erélyes savas hidrolizissel bontható szét benne a glükozidkötés, amely már a disaccharidot is egyszerű cukrokra választja szét. Ellenben a sokkal könnyebben oldható neohesperidint már 0·2 %-os kénsavval melegítve le lehet szakítani egy rhamnóz csoportot a disaccharidjából, a nélkül, hogy a glükózrész az aglükonjától, a hesperetinről lekapcsolódnék. Így lehet előállítani a neohesperidinből egy másodrendű glükozidot, melyet felfedezőik *Glükohesperetin*nek neveztek el, s amely tulajdonképpen *hesperetin-7-glükozid* (IV).

Azok a módszerek, amelyeknek segítségével a *p-phlorrhyzin*nak majd a természetes *o-phlorrhyzin*nak birtokába jutottam,[4] kellő változtatással a *glükohesperetin* felépítésére is alkalmat nyujtott.

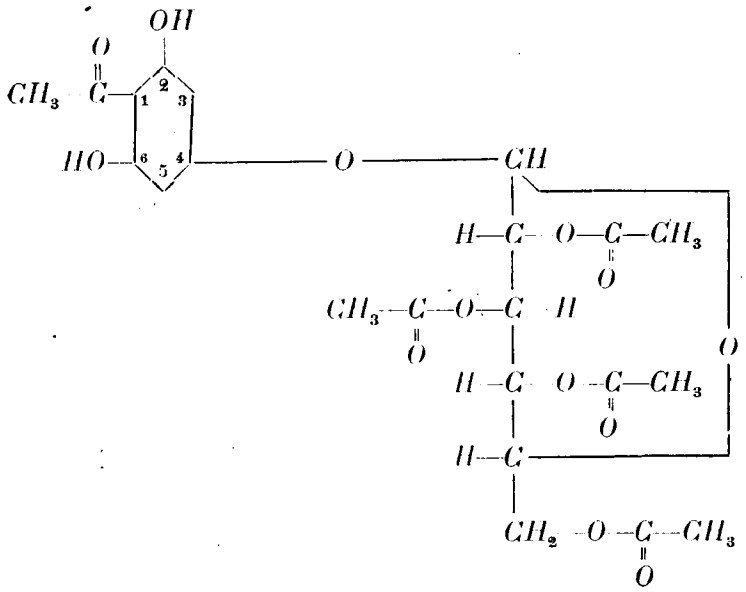
Kiindulásul megint a *tetraacetyl-glükozido-4-phloracetophenon* (I.) szolgált. A vegyület lúgos közegben *izovanillin*nal (II.) kondenzálva eljutottam a *hesperetin-4'-glükozid-chalkon*hoz (III.).

[1] LEBRETON Journ. de Pharm. *14*, 377 (1828); BRANDES Arch. d. Apothekervereins *27*, 113 (1828).

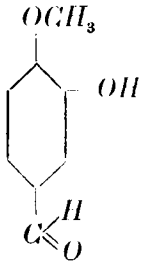
[2] Pharm. Zentralhalle 77. 421 (1936).

[3] G. ZEMPLÉN u. A. K. TETHAMANTI Berichte der Deutsch. Chem. Gesellschaft *71*, 2511 (1938).

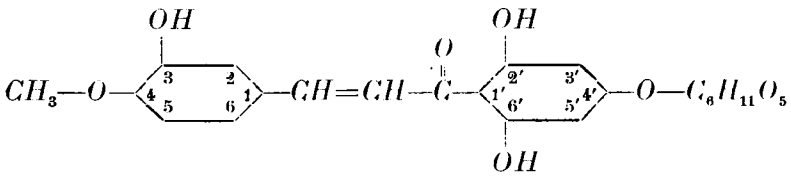
[4] ZEMPLEN GÉZA Math. és Termtud. Értesítő.



I. Tetraacetyl-glükozido-4-phloracetophenon.



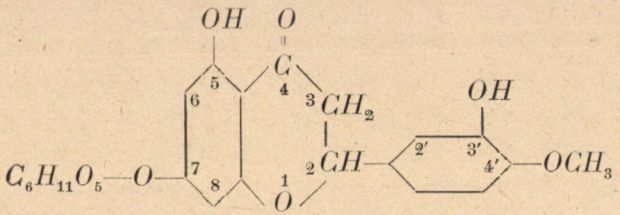
II. Isovanillin.



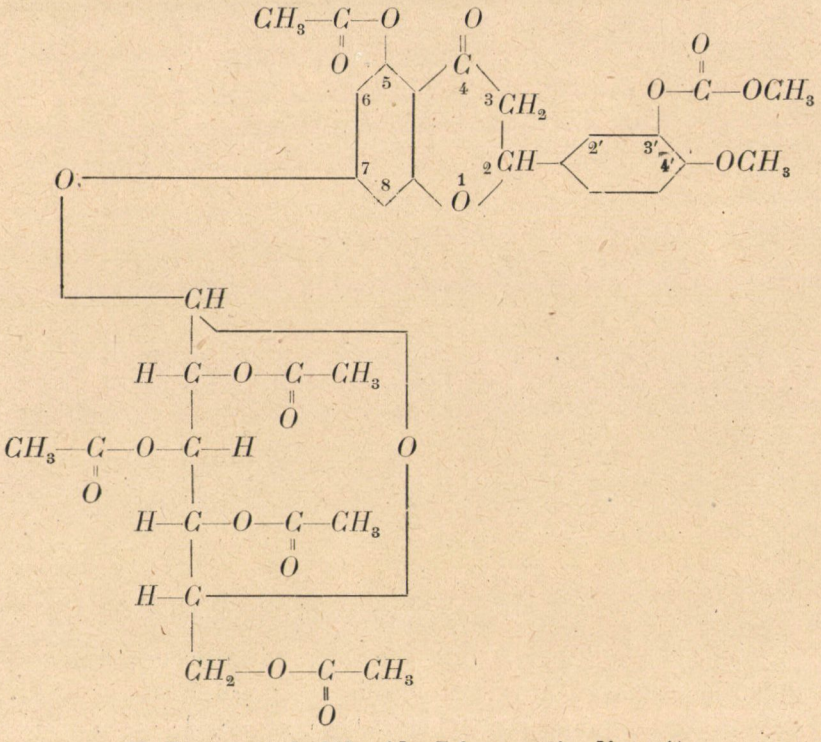
III. Hesperetin-4'-glükozid-chalkon.

Utóbbi vegyület 0·2 %-os kénsavval forralva hesperetin-7-glükoziddá (flavanonná) IV. alakul át gyűrűzáródás közben. Ugyanakkor azonban csekély mértékben ugyan, de hidrolízis is beáll, minek következtében az elkülöníthető készítmények mind

szabad hesperetint is tartalmaznak, melyet kristályosítással eltüntetni nem sikerült. Hogy azonban valóban a *glükohesperetin*nel, vagyis a *hesperetin-7-glükozid*dal állunk szembe, bizonyítja a vegyület acetylezése, mely ugyanakkor a *tetraacetyl-glükozido-7-hesperetin-diacetat*hoz (V.) vezet, mint amelyet a *neohesperidin* részleges hidrolízisénél előállított tiszta glükohesperetin acetylezése szolgáltat.

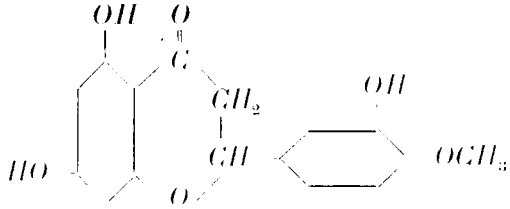


IV. Hesperetin-7-glükozid, glükohesperetin (flavanon).



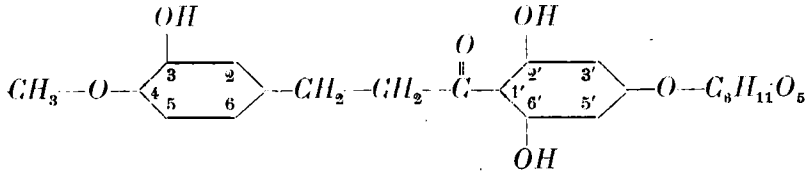
V. Tetraacetyl-glükozido-7-hesperetin-diacetát.

A hesperetin-4'-glükozid-chalkon (III.) savval végrehajtott hidrolízise a *hesperetin* (flavanon)-hoz (VI.) vezet. Ezt az aglükont szintézissel már felépítették japán kutatók[5] phloroglucinból és carboaethoxy-hesperetinsavchloridból, úgy látom azonban, hogy jelen út előállítására célravezetőbb, ha nem a hesperidin hidrolízisét akarjuk választani.

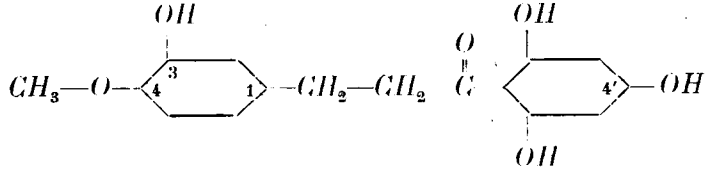


VI. Hesperetin. (Flavanon).

A hesperetin-4'-glükozid-chalkon hidrálása palladiumszén jelenlétében elvezet egy a *phlorrhydzin* rokonságába tartozó kristályos, szép új glükozidhoz: a *4-Methyl-3-oxy-phloretin-4'-glükozid*hoz. (VII.) Utóbbi savas kidrolízissel a 4-Methyl-3-oxy-phloretint (VIII.) szolgáltatja mint aglükont.



VII. 4-Methoxy-3-oxy-phloretin-4'-glükozid.



VIII. 4-Methoxy-3-oxy-phloretin.

[5] I. Shínoda u. M. Kawagoye Z. *1929, I.* 244.

A KÍSÉRLETEK LEÍRÁSA.

Tetraacetyl-phloracetophenon-glükozid és isovanillin kondenzálása.

Hesperitin-4'-glükozid (chalkon).

(II.)

$C_{22}H_{24}O_{11}$ (464·41).

a) 1·0 g tetraacetylphloracetophenon-glükozidot (lásd p-phlorrhyzinnál!) 1 cm³ 96 %-os alkohollal jól elkeverünk és jéghűtés közben 5 cm³ 60 %-os *KOH*-t adunk hozzá, közben folytonosan keverjük, míg az elszappanosodás végbemegy. Ezután 3·1 g tiszta átkristályosított isovallint adunk az elegyhez és utána még 2 cm³ 60 %-os *KOH*-t. Az elegy fokozatosan sárgul, az oldódás nem teljes. Éjjelen át rázógépen rázatjuk szobahőfokon. 24 óra múlva még mindig van kevés csapadék. Ekkor az oldat színe vörös-barna. Kétszeresére hígítjuk vízzel és jéghűtés mellett 10 %-os sósavval lakmuszra megsavanyítjuk. Amint átcsap, rögtön megindul a sárga, finom tűkristályos anyag kiválása. Egy napi állás után leszívatjuk és még nedvesen átkristályosítjuk 25 cm³ vízből. Szép kanári-sárga, hosszú, vékony tűk. Másnap leszívatva, 30—40°-on szárítva: 0·45 g. Konz. sósav hatására élénk piros színű lesz az anyag.

b) 1·6 g tetraacetylphloracethophenon-glükozidot pontosan a fenti körülmények között kondenzáltunk 0·50 g isovanillinnel 1·6 cm³ alkohollal, 8 + 3·2 cm³ 60 %-os *KOH* jelenlétében. Átkristályosítva 40 cm³ vízből kaptunk 0·7 chalkon glükozidot.

O. p.: lágyúl 100° körül, 105°-tól üveges, 110—115° körül erős vizleadás, megolvad.

Kristályvíztartalom: 80°-on szárítva vak. pisztolyban 8 óra hosszat:

0·3608 g anyag veszít 0·0350 g-ot = *9·7 %*.

3 Mol. H_2O-ra ($C_{22}H_{24}H_{11}.3H_2O = 518·46$) = *10·4 %*.

A 80°-on szárított anyag olvadáspontja sem éles: kb. 160°-tól kezdve lágyul, 165°-tól kezdve üveges és fokozatosan ömlik csak meg 200—240° körül.

Forgatás: (a kristályvíztartalmú anyagból)

$$[\alpha]_D^{16°} = \frac{-0{\cdot}60 \times 5}{0{\cdot}0918} = -32{\cdot}6°$$ (pyridinben).

Methoxyl-tartalom: (a kristályvíztartalmú anyagból)

5·565 mg anyag; 2·340 mg *AgI*: 5·56 % CH_3O.

$C_{22}H_{24}O_{11}.3H_2O$ = 518·46-ra számított érték: 5·99 % CH_3O.

A chalkon-glükozidot pyridin+ecetsavanhydriddel megacetylezve nem sikerült kristályos állapotú acetátot kapni.

Glükohesperetin. Hesperetin-7-glükozid (flavanon).

(IV.)

$C_{22}H_{24}O_{11}$ (464·41).

Neohesperidinből 0·2 %-os kénsavas forraláskor kapunk hesperetin-7-glükozidot. Megpróbáltuk mi is a fenti chalkon-glükozidot 0·2 %-os kénsavas forralással átalakítani úgy, hogy a gyűrűzárás flavanonná végbemenjen a nélkül, hogy a cukor leszakadjon, azaz megkapjuk a hesperitin-7-glükozidot. A reakció legnagyobbrészt így is megy végbe, azonban kismértékben már a hydrolysis is bekövetkezik, ami az alábbi eredményekből látható: aglykon szennyezi a nyert terméket (magasabb CH_3O-tartalom, alacsonyabb forgatás, alacsonyabb o. p.), amitől szétkristályosítani nem sikerült. Acetylezéskor azonban megtisztítható az acetyltermék és ez tökéletesen megegyezik a neohesperidinből kapott hesperitin-glükozid-acetátjával.

A neohesperidinből nyert hesperetin-glükozid adatai: Egy molekula kristályvízzel kristályosodik.

O. p.: 206° (de már kb. 190°-tól kezdve lágyul!)

Forgatása:

$$[\alpha]_D^{19°} = \frac{-1{\cdot}37 \times 5}{0{\cdot}1272} = -53{\cdot}9°$$ (pyridinben)

$$[\alpha]_D^{26°} = \frac{-0{\cdot}50 \times 10}{0{\cdot}0964} = -51{\cdot}9°$$ (pyridinben)

A chalkon-glükozid általakítása 0·2 %-os kénsavval: 0·33 g chalkon-glükozidot 14 cm^3 0·2 %-os kénsavval forraltunk 3 óra hosszat. A sárga szín fokozatosan világosodik; csapadékkiválás

nincs. Lehűlve egynapi állás után amorf kiválás, amely további állás közben megkeményedik. Leszívatva 50 %-os alkoholból kristályosítjuk kétszer egymásután: gyengén sárgás finom tűkristályok: 0·15 g 125°-on szárítva o. p.: 150°-tól lágyul, olvad 190—200° között. Még kétszer egymásután átkristályosítjuk 50 %-os alkoholból, 120°-on szárítjuk: 0·1 g. Az o. p. nem igen változik: 160°-tól lágyul 190—200° között olvad. A neohesperidinből készült hesperetin-glükoziddal a keverék o. p. nem rosszabb, sőt javul.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{20°} = \frac{-0{\cdot}51 \times 5}{0{\cdot}0630} = -40{\cdot}5° \text{ (pyridinben).}$$

Methoxyl-tartalom: 5·610 mg; 3·550 mg $AgI = 8{\cdot}36$ %
$C_{22}H_{24}O_{11}.H_2O = 482{\cdot}43$-ra számítva $= 6{\cdot}43$ %.

Körülbelül ugyanilyen tulajdonságú termékeket kaptunk 0·2 %-os kénsavval 2 órai, illetve 0·25 %-os kénsavval 1 és $^3/_4$ órai forvalás után.

Tetraacetyl-glükozido-7-hesperetin-diacetát.

(V.)

$C_{34}H_{36}O_{17}$ (716·63).

a) Neohesperidinből készült hesperetin-glükozidból:

0·127 g hesperetin-glükozidot 5 cm³ pyridin + 5 cm³ ecetsavanhydriddel szobahőfokon hagyunk állni egy éjjelen át. Másnap az acetylező elegyet vak.-ban elűzzük és alkohollal egyszer lehajtjuk. A maradékot 10 cm³ forró alkoholból kristályosítjuk át. Kihűléskor szép színtelen tűkristályok válnak ki: 0·15 g.

O. p.: 151—152°.

Forgatás:

$$[\alpha]_D^{26°} = \frac{-0{\cdot}35 \times 5}{0{\cdot}0738} = -23{\cdot}7° \text{ (pyridinben)}$$

b) 0·2 %-os kénsavval készített termék a chalkon-glükozidból: 0·06 g-ot acetylezünk úgy, mint fent *a)*-nál.

6 cm³ alkoholban oldunk, derítünk. Igen szépen válik ki:

0·05 g színtelen tűkristályok. Mégegyszer átkristályosítjuk 5 cm^3 alkoholból. Adatai:

O. p.: 151—152°.

Keverék o. p. a fenti *a)* acetáttal: 151—152°, depresszió nincs.

Methoxyl-tartalom: 6·020 mg; 2·020 mg AgI=4·43 % CH_3O.

$C_{34}H_{36}O_{17}$=716·63-ra számított érték=4·33 % CH_3O.

Hesperetin (flavanon).

(VI.)

$C_{16}H_{14}O_6$ (302·27).

0·2520 g kristálytartalmú chalkon-glükozidot $1^h40'$-ig 10 cm^3 0·5 %-os H_2SO_4-val, majd további 1 óra hosszat 2·5 %-os H_2SO_4-val forraltunk visszacsepegő hűtő alatt. Már a forralás közben, főleg a 2·5 %-os kénsavas forralás alatt megindul a kristályos aglykon-kiválása. Forralás után szobahőfokon áll egy napig, a kristályokat leszívatjuk, kimossuk megszárítjuk: 0·114 g (a számított 0·147 g helyett). A hydrolysatumot feltöltjük 15 cm^3-re. Forgatása 2 dm-es csőben $\alpha = +0{\cdot}71$, e szerint a cukortartalma glükózra számítva: glükóz $= \frac{0{\cdot}71 \times 15}{2 \times 52{\cdot}7} = 0{\cdot}101$ g glükóz. Számított érték: 0·088 g. Tehát a hidrolízis végbement. A redukálóképesség itt is magasabb értékeket ad, mivel — éppúgy, mint a p-ploridzinnál — maga a ki nem vált aglykon is redukál: a hydrolisátum (15 cm^3) 5 cm^3-ére fogy 12·6 cm^3 n/10 $KMnO_4$= =0·0414 g glükóz, az egészben: 0·124 g glükóz.

A fenti 0·114 g nyers aglükont alkoholban oldjuk, szűrjük és vizet adunk hozzá. Másnapra szobahőfokon igen szép, gyengén sárgás tűkristályok: 0·09 g.

O. p.: 226—227° (vörösödik).

Keverék o. p.: 225°-on olvadó, neohesperidinből előállított hesperetinnel: 226—227°, depresszió nincs!

4-methyl-3-oxy-phloretin-4'-glükozid.

(VII.)

$C_{22}H_{26}O_{11}$ (466·43).

1·6 g tetraacetylphloracetophenon-glükozidot és 0·50 g isovanillint kondenzáltunk a fentebb leírt módon és a nyert chalkonglükozidot átkristályosítás nélkül, 96 %-os alkoholban oldva hydráltuk a következőképpen: 0·1—0·2 g palladiumos szenes katalyzátort 20 cm³ 96 %-os alkohollal telítünk hidrogénnel, majd a chalkon-glükozidot összesen 30 cm³ 96 %-os alkoholban oldva bejuttattuk a hydráló edénybe. Körölbelül ³/₄ óra alatt 37 cm³ hidrogén fogyott el. Ezután a hydrálást befejezzük, az oldatot mely teljesen elszíntelenedett, leszűrjük és vakuumban bepároljuk. A maradékot 15 cm³ meleg vízzel kioldjuk, Lehűléskor fínom színtelen tűk formájában megindul a hydrált termék kiválása. Egy napi állás után leszívatjuk és 13 cm³ vízből újra átkristályosítjuk. Másnap leszívatva előbb alacsony hőmérsékleten, majd 60°-on megszárítjuk: 0·2 g igen gyengén sárgás anyag.

O. p.: lágyul 82°-tól, olvad 88—92°-on (nem éles).

Forgatás:

$[\alpha]_D^{20°} = \frac{-0{\cdot}78 \times 5}{0{\cdot}0654} = -59{\cdot}7°$ (pyridinben, kristályvíztartalmú anyagból).

Kristályvíztartalom: 80°-on szárítva vak.-pisztolyban 2 óra hosszat.

0·03323 g anyag veszít a súlyából 0·00243 g-ot = 7·3 %.

2 Mol. kristályvíztartalomra számított érték ($C_{22}H_{26}O_{11} . 2H_2O = 502{\cdot}46$): 7·2 %.

(Tovább szárítva 100°-on 3·5²-t nincs lényeges változás: 7·7 %).

A 80°-on szárított anyag o. p.-ja:

135° körül üveges, 155—157° körül meinscus.

Methoxyl-tartalom: kristályvíztartalmú anyagból;

a) 6·570 mg; 2·685 mg *AgI*: 5·40 % CH_3O.

b) 5·265 mg; 2·180 mg *AgI*: 5·47 % CH_3O.

$C_{12}H_{26}O_{11}.2H_2O$-ra számított érték: 6·18 % $CH_3O = 502·46$.

Az anyagot pyridin+ecetsavanhydriddel hidegen megacetyleztük. Nem sikerült kristályos acetátot kapni.

4-methyl-3-oxy-phloretin.

(VII.)

$C_{16}H_{16}O_6$ (304·29).

0·06 g-ból előállított amorf acetylterméket alkoholos oldatban 3 %-os lúgggal elszappanosítottunk, majd megsavanyítva az alkoholt lehajtottuk és a maradékhoz 3 %-os *HCl*-val 2 óra hosszat forraltuk. Ekkor olaj válik ki. Másnapra a vizes oldatban igen szép tűkristályok keletkeznek. Leszívatjuk, acetonban oldjuk, derítjük, szűrjük és meleg vizet adunk hozzá. Pár napi állás után igen szép, jól fejlett ½ cm-es tűk válnak ki, alig gyengén sárgás színnel.

O. p.: 194—196°

Methoxyl-tartalom: 2·740 mg; 2·250 mg *AgI* = 10·85% CH_3O.

$C_{16}H_{16}O_6$ = 304·29-re számított érték = 10·20%.

Jelen kísérletek végrehajtásánál nagy segítségemre volt Bognár Rezső vegyészmérnök.

A «Széchenyi Tudományos Társaság» munkámat anyagiakkal támogatta. Hálás köszönet érte.

(A M. Tud. Akad. III. osztályának 1942. okt. 26-án tartott üléséből).

SYNTHESE DES GLYKOHESPERETINS, DES HESPERETIN-7-GLYKOSIDS.

von GÉZA ZEMPLÉN o. k.

Das vor einigen Jahren entdekte Glykosid: Neohesperidin, enthält wie das sehon längst bekannte Hesperidin als Aglykon Hesperetin, und als Zuckerkomponente eine *Rhamnosido-glykose*, die aber keine Rutinose ist, wie bei dem wahren Hesperidin. Neohesperidin gibt bei der Saurehydrolyse mit sehr verdünnten Säuren unter Abspaltung der Rhamnose ein sekundäres Glykosid, das die Entdecker *Glykohesperetin* nannten, und das nach unseren jetztigen Kenntnissen *Hesperetin-7-glykosid* ist. Die Synthese dieser Verbindung gelang wie folgt. *Tetraacetyl-glykosido-4-phloracetophenon* wurde in Gegenwart von starker Kalilauge zu *Hesperetin-4'-glykosid-chalkon* kondensiert. Letzteres geht beim Kochen mit 0·2 %-iger Schwefelsäure in *Hesperetin-7-glykosid* (Flavanon) über. Die Präparate sind aber mit durch eine geringe Hydrolyse des Glykosids entstandenen Aglykon: Hesperetin verunreinigt, das durch Kristallisation nicht zu entfernen ist. Die Identifizierung der Präparate erfolgte daher durch Überführung in das. *Tetraacetyl-glykosido-7-hesperetin-diacetat*. Die Säurehydrolyse des Hesperetin-4'-glykosid-chalkons ergibt das *Hesperetin* als Flavanonform.

Die Hydrierung des Hesperetin-4-glykosid-chalkons in Gegenwart von Palladiumkohle ergibt ein schön krystallisiertes Glykosid der Phlorrhyzin-gruppe: *4-Methyl-3-oxy-phloretin-4'-plykosid*. Die Säurehydrolyse des letzteren führt zu *4-Methyl-3-oxy-phloretin*.

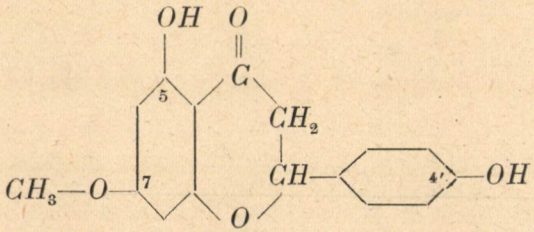
Aus der Sitzung vom 26. okt. 1942. der III. Klasse der Ung. Akademie des Wissenschaften).

A SAKURANIN GLÜKOZID SZINTÉZISE.

ZEMPLÉN GÉZA r. tagtól.

A japán cseresznye *(Prunus yedoensis Matsamura,* melynek japán neve *sakura)* kérgéből Y. Asahina[1] új glükozidot állított elő, melynek a *Sakuranin* nevet adta, s melyet később nagyobb mennyiségben különítettek el a *Prunus serrulata Lindl* (var. albida Makino, subvar. speciosa Makino) kérgéből.

Ez a glükozid báriumhidroxiddal hidrogénáramban mint bomlásterméket *p-oxibenzaldehid*et adott és egy másodlagos glükozidot, amely savval való főzéskor *d-glükózt* és *phloracetophenon-monomekylaether-4*-et szolgáltatott. A *Sakuranetin*ra, a Sakuranin aglükonjára nézve ezen bontások alapján az I. képletnek megfelelő *7-Methyl-naringenin (flavanon)* szerkezet vezethető le.



I. 7-Methyl-naringenin = sakuranetin.

Ezt az aglükont a *naringenin*nek (I. képlet CH_3 helyett H) diazomethannal való mekylezése útján szintétikusan is előállították.[3]

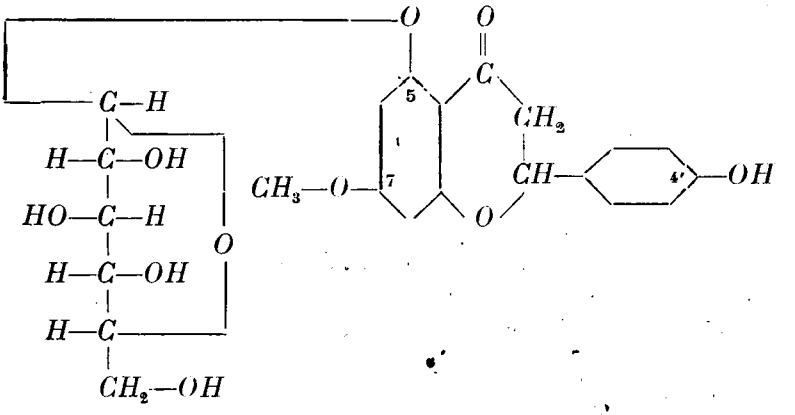
---

[1] Archiv d. Pharm. 246, 259 (1908).

[2] Y. Asahina, J. Shnioda és M. Inabuse Chem. Zentralbl. *1928 I,* 1672.

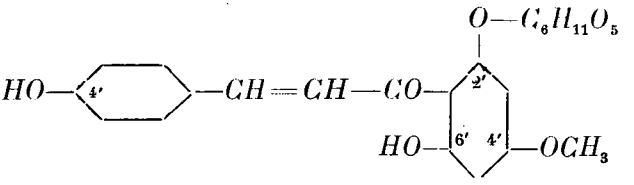
[3] J. Shinoda és S. Sato. Chem. Zentralbl. *1929 I,* 244.

A *sakuranin*ra nézve a fent vázolt bizonyítékok alapján a következő szerkezet felel meg: *5, 4'-dioxi-7-methoxy-flavanon-5-glükozid* (II.).



II. 5, 4'-dioxi-7-methoxy-flavanon-5-glükozid = sakuranin.

A sakuranin szintézisénél ugyanabból a *4-methyl-naringenin-glükozid-(2') chalkon*ból (III.) indultam ki, melyet az *asebotin* szintézisénél leírtam [2] és



amely vegyület 2-[tetraacetyl-glykozido]-methyl-phloracetophenon-(4)-ből és p-oxibenzaldehydből állítható elő alkalikus kondenzáció útján.

A lúgos oldatnak megsavanyítása alkalmával sárga kocsonya alakjában válik ki a chalkon (III.), amely hetek mulva kristályosodik részben. A kocsonyát lecentrifugálva és vízzel a centrifugán alaposan kimosva minden további nélkül felhasználhatjuk a sakuranin előállítására. A chalkonnak közvetlen hidrolizise híg sósavval a *sakuranetin*t eredményezi mint aglükont. Ha a kocsonyát nátriumacetat jelenlétében vízben oldjuk és nehány

[2] ZEMPLÉN GÉZA, Math. és Természettud. Ért.

napig 38°-os thermosztátban tartjuk, vagy még jobban, ha egy óra hosszat vízfürdőn melegítjük, az oldat vörössárga színe lassan halványodik és nemsokára megindul a *sakuraninn*ak színtelen prizmákban való kiválása. A megtisztított glükozid a *sakuranin*, az irodalmi adatok leírása alapján valamennyi tulajdonságában megegyezik a természetes vegyülettel.

E kutatóterületen való munkálataimat folytatom.

A KÍSÉRLETEK LEÍRÁSA.

Szintétikus sakuranin (II.)

$C_{22}H_{24}O_{10}$ [448·40].

2·5 g p-methylphloracetophenon-glükozid-tetraacetátot és 0·75 g p-oxybenzaldehidet 19 ccm 60 %-os kálilúggal kondenzálva, három nap mulva lesemlegesítettem. A kivált kocsonya nem akart kristályosodni. 3 g natriumacetátot adva hozzá, a kocsonya kicsapódik, majd 3 napig 38°-os thermosztátban tartva, az oldat kivilágosodik és az anyag fehér tűkristályokká alakul át. Az átalakulást vízfürdőn való melegítéssel tettük teljessé. Az elkülönített kristálytömeget 120 ccm forró vízből átkristályosítottam. Súlya 1·3 g. Kapillárisban 87°-on kezd lágyulni, majd erős vízleadás után 100° felett üveges lesz; 212°-on ismét olvadni kezd és 214°-on teljesen megolvad.

Vakuumpisztolyban előbb 60°-on, majd 80°-on szárítva, 13·68 % vizet adott le, ami 4 Mol kristályvíznek felel meg (számított víztartalom 13·85 %).

$$[\alpha]_D^{28} = \frac{-1{\cdot}99.10}{0{\cdot}1616} = -\,123{\cdot}2°$$ vízmentes anyagra acetonban

$$[\alpha]_D^{28} = \frac{-1{\cdot}99.10}{0{\cdot}1876} = -\,106{\cdot}1°$$ kristályvíztartalmú anyagra acetonban.

Az irodalom adatai szerint a sakuranin 4 Mol kristályvízzel kristályosodik és 213°-on olvad. Forgatása acetonban $[\alpha]_D^{23} = -\,106{\cdot}6°$

Sakuranetin (I.)

$C_{16}H_{12}O_5$ (286·11).

0·3978 g szintétikus sakuranint 20 ccm 2·5 %-os *HCl*-al ½ óra hosszat hidrolizálva, az oldatból részben olajosan, részben fehér tűkristályokban válik ki az aglükon, mely másnapra teljesen megszilárdul. A szüredék forgatás alapján 0·1328 g glükózt tartalmaz. Számított glükóztartalom 0·1376 g. Az aglükont 3 ccm alkohol + 9 ccm vízből átkristályosítva, 0·2 g kristályt kaptam, mely 70° felett erős vízleadás közben zsugorodik, majd 100° körül üvegessé válik és 145—146°-on olvad.

Vakuumpisztolyban előbb 60°-on, majd 80°-on szárítva, 5·93 % vizet veszített, ami 1 mol. kristályvíznek felel meg (számítva 5·92 %).

2 g p-methyl-phloracetophenon-glükozid-tetraacetátot 0·6 g p-oxybenzaldehiddel a fent leírt módon kondenzáltam. A kivált kocsonyának kb. a felét 2 óra hosszat hidrolizáltam 2·5 %-os sósavval. Az aglükon részben olajosan, részben kristályosan vált ki. Másnapra az egész megszilárdult és 3 ccm alkohol + 10 ccm vízből átkristályosítottam. Fehér tűk, amelyek kapillárisban 70° körül kezdenek vizet leadni, majd 102—103°-on megolvadnak. Ezután az anyag üvegszerűvé válik és 144—145°-on ismét megolvad. Az anyag hosszabb ideig 70°-ra hevítve megömlik.

A vegyületet előbb 50°-on szárítottam, majd vakuumpisztolyban 60°-on 7 órát szárítva. az anyag még *8·38* % nedvességet adott le. Nedvességtartalom 2 mol. kristályvízre számítva 11·18 %, 1 mol. kristályvízre: 5·92 %.

Az irodalom adatai szerint a sakuranetin híg alkoholból 2 mol. kristályvízzel kristályosodik és vízleadás közben 70°-on olvad. Vízmentesen 150°-on olvad.

Mikromethoxyl-meghatározás:

1. *bemérés:* 5·52 mg. Kapott *AgJ* 4·36 mg = 10·72 % CH_3O
2. *bemérés:* 4·22 mg. Kapott *AgJ* 3·27 mg = 10·61 % CH_3O

Számított CH_3O tartalom: *10·84* %.

Piridin és ecetsavanhydrid keverékével hidegen megacetylezve, az acetátot alkoholból átkristályosítottam. Olvadáspontja 98—99°, 97°-on lágyul. A *sakuranetin-diacetát* irodalmi olvadáspontja 97°.

Jelen kísérletek végrehajtásánál ügyesen segédkezett MESTER LÁSZLÓ vegyészmérnök; kinek fáradozásáért köszönetet mondok. Hálás köszönettel tartozom továbbá a «*Széchenyi Tudományos Társaság*»-nak anyagi támogatásáért.

(A M. Tud. Akadémia III. osztályának 1942 okt. 26-án tartott üléséből.)

SYNTHESE DES GLYKOSIDS SAKURANIN.

Von GÉZA ZEMPLÉN, o. M.

Aus der Rinde der japanischen Kirsche *Prunus jedoensis Matsamura* isolierte Y. ASAHINA ein neues Glykosid, dem er den Namen *Sakuranin* gab, und das später in grösserer Menge aus *Prunus serrulata Lindl.* dargestellt werden konnte. Für dem Aglykon des Sakuranins, dem Sakuranetin folgt die Konstitution des *7-Methyl-naringenins* (Flavanonform) und konnte durch Methylierung des Naringenins synthetisch von den japanischen Forschern gewonnen werden. Für *Sakuranin* selbst folgt die Konstitution des *5, 4'-Dioxy-7-Methoxy-flavanon-5-glykosids,* Bei der Synthese wurde von demselben *4-Methyl-naringenin-glykosid-(2')-Chalkon* ausgegangen, das bei der Synthese des *Asebotins* schon früher beschrieben war. Die gelbe Gallerte des *Chalkons* kann durch Erwärmen in wässeriger Lösung mit Natriumacetat in *Sakuranin* überführt werden. Das gereinigte Glykosid zeigt sämtliche in der Literatur angegebenen Eigenschaften und gibt bei der Säurehydrolyse neben d-Glucose *Sakuranetin.*

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 26. Oktober 1942.)

A KÉMIAI SÚLYANALITIKAI ELJÁRÁSOK ÉRTÉKELÉSE.

SCHULEK ELEMÉR l. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

A közelmultban megjelent egyik dolgozatunkban (1) kimutattuk, hogy a súlyanalitikában gyakran használatos eljárások során leválasztott csapadékok, mint a $BaSO_4$, $AgCl$, $MgH_4NPO_4.6H_2O$, ZnH_4NPO_4, $CaC_2O_4.H_2O$, Bi_2S_3, HgS nem higroszkóposak. A csapadékok esetleg adsorptiv módon megkötött nedvessége nagyságrendileg oly kicsiny, hogy az makro- vagy félmikro-súlyanalitikai eljárással meg nem határozható. Ez irányú vizsgálatainkból kiderült, hogy az említett csapadékok 96%-os alkohollal történő öblítés után élénk levegőáramban már szobahőmérsékleten megszáríthatók. A csapadékok súlya nem változott akkor sem, ha azokat 100—130°-on tovább szárítottuk.[1]

Ezzel dolgozatunk kitűzött célját elértük. Bebizonyítottuk, hogy D. Balarev állítása, (2) mely szerint a Winkler-féle súlyanalitikai eljárások során leválasztott csapadékok higroszkóposak volnának, téves.

E kérdés eldöntése nézetünk szerint alapvetően fontos, mert ezzel kimutattuk, hogy a súlyanalitikában általánosan használt szárítóedények igen sok esetben feleslegesekké váltak. E dolgozatunkban az eszközök, a higroszkópos és nem higroszkópos anyagok lemérésének helyes módjáról is szóltunk. Hiszen a szűrés és a szűrők anyaga, a csapadékok kimosása, szárítása szorosan összefügg azzal, hogy a szűrők anyaga, illetve a csapadék higroszkópos-e, vagy sem.

---

[1] A $MgH_4N.PO_4.6H_2O$ kivételével.

Szándékosan kerültük annak a kérdésnek taglalását, vajjon a legnagyobbrészt WINKLERtől származó eljárások (3) során nyert értékek mennyire pontosak és reprodukálhatók. Véleményünk szerint WINKLER e kérdéseket «preciziós eljárásának» kidolgozása során — mikor is a csapadékokat 100—130° on való kiszárítás után mérte — alapvetően tisztázta.[1]

A WINKLER által kidolgozott eljárások szerint leválasztott csapadékok kristályosak, illetve durván szemcsések, miáltal könnyen szűrhetők. WINKLER kísérleteiben megállapította a leválasztás legkedvezőbb feltételeit, miáltal a lehetőség szerint kizárta azokat a hibákat, melyek az együttleválás, komplexképződés, adszorpciós jelenségek következtében felléphetnek. Ilyen kísérletek végzésétől, mint WINKLER egykori munkatársa annál is inkább eltekintettem, mert néhány súlyanalitikai eljárásának kidolgozásában tevékeny részt vettem.

A WINKLER-féle javítószámokról hivatkozott dolgozatunkban (1) már megemlékeztünk. Ennek kapcsán BALAREW felfogását szintén helyesbítenünk kellett. BALAREW szerint ugyanis az a körülmény, hogy a WINKLER-féle javítószámok értéke a mért csapadék súlyával sokszor nem arányos, azt bizonyítja, hogy a csapadékok adsorptiv módon kötött vizet tartalmaznak, melynek szárításkor csupán egy része távozik el. E jelenségre a továbbiakban még visszatérünk.

Hivatkozott dolgozatunkban először a szárítás kérdését óhajtottuk tisztázni.

Ezt azért emeltük ki, mert W. MAJER (4) «a WINKLER-féle eljárások gyakorlati jelentőségéről» írva megjegyezte, hogy dolgozatunkban eljárásunk, illetve a WINKLER-féle eljárások pontosságáról nem emlékeztünk meg.

Tudjuk, hogy az általunk közölt eljárás a WINKLER-félétől bizonyos fokig eltér, de annál előnyösebb, mert a szűrő anyaga a nem higroszkópos szemcsés üveg. Ennek az eljárásnak bevezetésével a félmikro-gyorsmódszerek és a preciziós eljárások egyen-

[1] WINKLER e munkái [v. ö. Angewandte Chemie: 33, 1920 teljes értékű bizonyítékoknak tekinthetők, miután kimutattuk, hogy a csapadékok súlya aránylag tág hőmérsékleti határok között nem változik, vagyis a szárítás hőmérsékletétől független.

értékűekké váltak. Eljárásunk legfontosabb része, mely a használhatóság igazán döntő tényezője, a leválasztás módja pontosan a WINKLER-féle eljárással azonos.[1]

Mielőtt az intézetünkben két év óta bevált s általánosan használt eljárást összefoglalóan ismertetném, a $BaSO_4$-tal, $CaC_2O_4.H_2O$-tal és $AgCl$-dal végzett kísérleteket s az ezek kapcsán kialakított felfogást kívánom ismertetni.

A súlyanalitikai munka tulajdonképpen quantitatív mikropreparativ munkának fogható fel. Míg a preparativ munkával nyert anyagot (a kitermelés csak egészen kivételes esetben 100%-os) átkristályosítással, desztillációval stb. tisztíthatjuk, az analitikustól azt kívánjuk, hogy a meghatározáshoz szükséges csapadékot a legkülönbözőbb idegen anyagok mellől analitikai tisztaságban, 100%-os kitermeléssel válassza le.

Aránylag ritkán alkotja feladatunkat, hogy analitikai tisztaságú anyagokból — amikor is az idegen ionok okozta zavaró körülményekkel nem, vagy alig kell számolnunk — válasszuk le a kérdéses csapadékot. Éppen ezért a gyakorlati célok figyelembevételével oly módon kell kidolgozni a súlyanalitikai eljárásokat, hogy azok ne csak egy esetre szóljanak, hanem lehetőleg sok esetben legyenek használhatók; az értékek megbízhatóak legyenek.

A lecsapás részletei az eljárás kidolgozása kapcsán a legpontosabban megállapítandók, mert a csapadék minősége, struktúrája, oldékonysága, peptizációra való hajlamossága (pl. a $BaSO_4$ esetében) nagymértékben függ a koncentrációviszonyoktól, a kém-

[1] E helyen említjük meg, hogy I. DICK a klasszikus eljárások szerint leválasztott csapadékokat porcellán szűrőtégelyekbe gyüjti s azokat kimosás után először alkohollal, majd aethylaetherrel öblíti s vakuumban szárítja meg. Eredményei igen jók [Zeitschrift für analytische Chemie: *77*, 352 (1929), *82*, 401 (1930), *93*, 429 (1933)]. MOSER és ZOMBORY szerint [Z. f. analyt. Chemie *77*, 352 (1929)], az eljárás nem megbízható.

A. A. WASSILJEW és A. A. SINKOWSKAJA ezzel szemben az eljárást gyakorlati célokra megfelelőnek tartják [Z. f. analyt. Ch. *89*, 262 (1932)]. Vizsgálatainkban gyakrabban tapasztaltuk, hogy aetheres öblítés után a csapadékra harmatcseppecskék rakódnak le, ha az aether szivatás folytán gyorsabban párolog. Vakuumban történő huzamosabb szárításnál a folyadékcseppecskék eltűnnek.

szerek sorrendjétől, a lecsapás időbeli lefolyásától stb. Fizikai-kémiai ismereteink még nem elegendők arra, hogy előre megszabhassuk a leváló csapadékok tulajdonságát, ámbár tudjuk, hogy pl. a $BaSO_4$-ból kolloid oldat csak megszabott elektrokinetikai potenciál mellett keletkezik (5). A leválasztás feltételeit $BaSO_4$-on, $CaC_2O_4.H_2O$-on és $AgCl$-on tanulmányoztuk. A kiindulási pont mindhárom esetben a WINKLER által kidolgozott eljárás(3) volt.

Kísérletek $BaSO_4$-tal. Kaliumsulfatnak, illetve kénsavnak gondosan lemért részleteit 100 kcm oldatból 200 kcm-es főzőpohárban ismert töménységű bariumchloridoldattal választottuk le. A bariumchlorid-oldatot az első ábrán látható kis készülékből cseppenként adagoltuk a forrásban levő kaliumsulfát-, illetve kénsavoldatba. A kísérleteinkben használt kaliumsulfátot átkristályosítással tisztítottuk, a fínom porrá őrölt anyagot pedig 150°-on szárítottuk. A vizsgált kénsav desztillációval tisztított kénsavból készített pontosan 0·02 n oldat(6) volt.

Az 0·02 n kénsav pontosan mért, kb. 10 kcm-es részleteit 100 kcm-re higítottuk. Ez oldatból, mely tehát csupán hydrogen- és sulfationokat tartalmazott, 5%-os bariumchlorid-, illetve bariumacetatoldat cseppenkénti hozzáadásával választottuk le a $BaSO_4$-ot. A lecsapó folyadékot feleslegben alkalmaztuk (10 kcm) s leválasztás közben élénken forraltuk az oldatot, melybe a forrás-elmaradás megelőzésére eleve kis nikkellemezdarabkát (kb. 4 mm^2) tettünk. 24 óra multán a csapadékot G. 3. jelzésű jénai üvegszűrőre gyüjtöttük, majd 25 kcm hideg s ugyanannyi forró vízzel kimostuk. A 96%-os alkohollal leöblített csapadékot erős levegőáram átszívatásával megszárítottuk (7). A levegőnek telített chlorcalcium-oldaton való előzetes átáramoltatását jelen alkalommal már teljesen mellőztük, miután nagyszámú kísérleteink tanúsága szerint ez feleslegesnek bizonyult.

További kísérleteinkben ecetsavat, sósavat, ammoniumacetatot és ecetsavat, kaliumchloratot, végül salétromsavat is tettünk kénsavoldatunkhoz s ezek jelenlétében választottuk le a bariumsulfátot. Vizsgálatainkat az első számú táblázatban állítottuk össze. A tisztán kénsavat tartalmazó oldatból leválasztott és szobahőmérsékleten megszárított $BaSO_4$ mennyisége $\pm 0{\cdot}00 - 0{\cdot}04\%$-kal, illetve $+0{\cdot}21\%$-kal tért csupán el a számított értéktől, akár

I. Kísérletek $BaSO_4$-tal.
(Sulfat-leválasztások 0·02 nH_2SO_4-ból.)

Sorszám	Lemért H_2SO_4 $BaSO_4$-ban kifejezve (mg)	Az oldat tartalmazott	Alkalmazott leválasztó folyadék	Levált $BaSO_4$ (mg)	Δ mg	Δ %	Megjegyzés
1	233·7	1·5 g ammon. acet. 10 kcm $n.CH_3.COOH$	fölös (10 kcm)* Bar. acet. oldat	232·1	—1·6	—0·68	Leválasztás kb. 100 kcm forró oldatból. Winkler szerint.
2	«	10 kcm $n.CH_3.COOH$	«	233·4	—0·3	—0·13	
3	«	1 g $KClO_3$	«	232·6	—1·1	—0·47	
4	«	3 kcm $n.HNO_3$	«	234·6	+0·9	+·039	
5	«	10 kcm $n.HNO_3$	«	238·3	+4·6	+1·97	
6	«	3 kcm $n.HCl$	«	232·5	—1·2	—0·51	
7	«	10 kcm $n.HCl$	«	232·1	—1·6	—0·68	
8	«	—	«	233·1	—0·6	—0·26	
9	«	—	fölös (10 kcm) 5%-os $BaCl_2.2H_2O$ old.	233·6 233·7	—0·1 ±0	—0·04 ±0	
10	934·4	—	fölös (30 kcm) 5%-os $BaCl_2.2H_2O$ old.	936·4	+2·0	+0·21	

*5 g bariumhydroxydot kevés vízben fölös jégecetben oldottunk, s ez oldatot az ecetsav feleslegének elűzésére vízfürdőn a lehetőségig beszárítottuk. A maradékot kevés vízben oldottuk, s ismét beszárítottuk. Ezt az eljárást még kétszer megismételtük. A maradékot végül vízben 100 kcm-re oldottuk.

$BaCl_2$-dal, akár $Ba(OOC.CH_3)_2$-tal történt a leválasztás. A csapadék súlya mindössze 0·3 mg-mal (0·13%) volt csak kevesebb az esetben is, ha a kénsavoldathoz előzetesen 10 cm³ n ecetsavat tettünk. Egy meghatározásról lévén szó, az eltérés figyelmen kívül hagyandó. A bariumsulfat mennyisége azonban jelentékenyen csökkent azokban az esetekben, melyekben 1·5 g ammoniumacetat és 10 kcm n ecetsav vagy 1 g kaliumchlorat, ismét más esetben 3 kcm, illetve 10 kcm n sósav jelenlétében választottuk le a csapadékot. Az értékcsökkenés sorjában 0·68, 0·47, 0·51, 0·68%, középértékben tehát 0·57% volt. Ez az érték nagyon jól egyezik

a WINKLER által a $BaSO_4$ csapadékok korrekciójára javasolt faktorból (1·006) számított értékkel. Az irodalmi adatok szerint nitratok jelenlétében a $BaSO_4$ értékek általában magasabbak. 3 kcm 10%-os salétromsav esetén a kísérletileg talált $BaSO_4$-érték 0·39%-kal, 10 kcm 10%-os salétromsav jelenlétében pedig 1·97%-kal volt magasabb a számítottnál. E szerint a sulfatmeghatározások elvégzése előtt a netán jelenlévő salétromsav eltávolítandó. Azoknak az ionoknak eltávolítása is kívánatos volna, melyek a $BaSO_4$-értékeket átlagban mintegy 0·6%-kal csökkentik. Ez az esetek zömében kivihetetlen.

Kiegészítésképpen e helyen említjük meg azt is, hogy a $Mg^{\cdot\cdot}$, $Cd^{\cdot\cdot}$, $Mn^{\cdot\cdot}$, $Fe^{\cdot\cdot}$, $Zn^{\cdot\cdot}$ stb. kationoknak — WINKLER vizsgálatai(8) szerint — aránylag nagy mennyiségei is ugyanolyan mértékben csökkentik le a $BaSO_4$ súlyát, mint kísérleteinkben a $H^{\cdot}$, $K^{\cdot}$ és $H_4N^{\cdot}$ kationok. WINKLER említett kísérleteit 1 g ammoniumchloridot és 1 kcm n sósavat is tartalmazó oldatokban végezte.

A fentebb leírt kísérletekben leválasztott $BaSO_4$ durva szemcséjű, jól szűrhető, mosható és szárítható volt.

Hogy a $BaCl_2$-oldatnak cseppenként való hozzáadásával történő $BaSO_4$-leválasztásnak mehanizmusába némi betekintést nyerjünk, a következő kísérleteket végeztük.

Kb. 500 mg $BaSO_4$-nak megfelelő pontosan mért K_2SO_4-részleteket kb. 1 g ammoniumchloriddal együtt 100 kcm vízben oldottunk. Az oldatot 1 kcm n sósavval elegyítettük, majd kis nikkellemezkét (4 mm^2) téve a folyadékba, azt élénk forrásban tartottuk. Az így előkészített oldatból a sulfationt frakcionáltan, részletekben választottuk le a következőképpen. Az I. sz. ábrán feltüntetett csepegtetőkészülékbe kb. 50 mg $BaSO_4$-nak megfelelő, pontosan ismert erősségű $BaCl_2$-oldatot pipettáztunk s azt cseppenként a forrásban levő K_2SO_4-oldatba csurgattuk, majd a csepegtetőkészüléket vízzel gondosan utánaöblítettük. A képződött csapadékot (első csapadékrészlet) 24 óra multán jénai üvegszűrőre (G. 3.) gyüjtöttük, 25 kcm hideg és ugyanannyi forró vízzel kimostuk, majd alkoholos kezelés után élénk levegőáramot szívatva át rajta, szobahőmérsékleten megszárítottuk és mértük. A sulfattartalmú anyalúgot a mosófolyadékkal egyesítettük és vízfürdőn 100 kcm-re bepároltuk. Az oldatba nikkellemezkét tettünk és élénk forralás

EGYETEMI KÖNYVTÁR FOLYÓIRATOK SZEGED

közben a föntebb leírt módon pontosan ugyanannyi $BaCl_2$-oldattal elegyítettük. Az ily módon előállított csapadékot ugyancsak 24 óra elteltével szűrőre gyüjtöttük, mostuk, szárítottuk és mértük (második csapadékrészlet). A harmadik lecsapást a szüredék fenti módon való előkészítése után pontosan a kétszeres mennyiségű $BaCl_2$-oldattal végeztük (harmadik csapadékrészlet). A szüredékből, annak 100 kcm-re való bepárologtatása után most már a visszamaradt sulfationok egész mennyiségét választottuk le forrón, fölöslegben alkalmazott $BaCl_2$-oldatnak cseppenként való adagolásával.

A következő kísérletben ugyancsak frakcionáltan ugyanannyi K_2SO_4-ot és $BaCl_2$-ot használva, szintén részletekben választottuk le a sulfationt $BaSO_4$ alakjában azzal a változtatással, hogy az egyes csapadékrészleteket 24 órás időközökben választottuk le, anélkül azonban, hogy a csapadékrészleteket leszűrtük volna. Így az egész csapadékot a negyedik napon szűrtük le, mostuk, szárítottuk és mértük.

Végül ellenőrzésképp ugyanazt a K_2SO_4 mennyiséget alkalmazva, a sulfationokat pontosan WINKLER előírása szerint is, tehát folytatólagosan leválasztottuk s a $BaSO_4$-ot leszűrtük, kimostuk, szárítottuk és mértük. A föntiekben leírt kísérletsorozatok eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Az eredmény egészen meglepő. Az egyes csapadékrészletek súlya, tehát a $BaSO_4$-részletek mennyisége nagyobb a számítottnál. Kivételt az utolsó $BaSO_4$-részlet képez, melynek súlya tehát alacsonyabb a számítottnál. E részlet leválasztásánál nem a K_2SO_4, hanem a $BaCl_2$ volt feleslegben. E kísérletekben a $BaSO_4$-csapadékrészletek számított súlya sorban 49·7, 49·7, 95·5 és 3064, összesen 501·3 mg. Ezzel szemben ténylegesen 50·9, 50·9, 97·2 és 298·6, összesen 497·6 mg, illetve 50·6, 50·6, 97·0 és 299·0, összesen 497·2 mg bariumsulfatot mértünk. Ha a mért $BaSO_4$-ok összegét vesszük s ezt a számított értékhez hasonlítjuk, úgy 0·74%, illetve 0·82% hiányt állapíthatunk meg. A második kísérletsorozatban, hol az egyes csapadékrészleteket nem külön-külön, de együttesen mértük, a talált $BaSO_4$ mennyiségek 498·7, illetve 499·1 mg-ot tettek ki 501·3 mg helyett. Az e kísérletsorozatban észlelt hiány tehát 0·52, illetve 0·44%. Az összes különbségek középértéke 0·63%,

II. Kísérletek $BaSO_4$-tal. (Frakcionált leválasztások.)

Sorszám	Lemért K_2SO_4 $BaSO_4$-ban kifejezve (mg)	Az oldat tartalmazott	Alkalmazott 5%-os $BaCl_2 2H_2O$ oldat $BaSO_4$-ben kifejezve	A leválasztás módja	Levált $BaSO_4$ (mg)	Δ mg	Δ %	Megjegyzés.
1	501·3	1 g. NH_4Cl + 1 kcm. $nHCl$	49·7 49·7 95·5 fölöslegben	Részletekben. A csapadékrészletek külön-külön szűrve.	1 / 2 a 50·9 / 50·6 50·9 / 50·6 97·2 / 97·0 b 298·6 / 299·0 497·6 / 497·2	1 / 2 +1·2 / +0·9 +1·2 / +0·9 +1·7 / +1·5 — / — −3·7 / −4·1	1 / 2 +2·41 / +1·81 +2·41 / +1·81 +1·78 / +1·57 — / — −0·74 / −0·82	Leválasztás kb. 100 kcm forró oldatból, Winkler szerint.
2	«	«	«	Részletekben. A csapadékrészletek egyszerre szűrve	1 / 2 — / — — / — — / — 498·7 / 499·1	1 / 2 — / — — / — — / — −2·6 / −2·2	1 / 2 — / — — / — — / — −0·52 / −0·44	
3	«	«	fölöslegben	Winkler szerint	496·1 496·4 496·1 496·6	−5·2 −4·9 −5·2 −4·7	−1·04 −0·98 −1·04 −0·94	
4	489·6	«	«	«	484·7 485·1	−4·9 −4·5	−1·00 −0·92	
5	272·5 701·9 503·8	«	«	«	270·1 397·8 498·9	−2·4 −4·1 −5·7	−0·88 −1·02 −1·13	

III. Kísérletek $BaSO_4$-tal. (Frakcionált «fordított» leválasztások.)

Sorszám	Lemért K_2SO_4 $BaSO_4$-ban kifejezve (mg)	Az oldat tartalmazott	Alkalmazott 5%-os $BaCl_2 2H_2O$ oldat $BaSO_4$-ban kifejezve (mg)	A leválasztás módja	Levált $BaSO_4$ (mg)	Δ mg	Δ %	Megjegyzés.
					1 2	1 2	1 2	
1	49·9 75·2 125·1 251·1 501·3	1 g $NH_4.Cl$+ 1 kcm $nHCl$	fölöslegben	Részletekben. A csapadékrészletek külön kölön szűrve.	48·7 48·7 74·3 74·6 124·4 124·3 250·8 250·9 498·2 498·1	−1·2 −1·2 −0·9 −0·6 −0·7 −0·8 −0·3 −0·1 −3·1 −2·8	−2·41 −2·41 −1·80 −0·80 −0·56 0·64 −0·12 −0·08 −0·62 0·56	Leválasztás kb. 100 kcm forró oldatból.
2	«	«	«	Részletekben. A csapadékrészletek egyszerre szűrve.	— — — — — — 503·1 502·8	— — — +1·8 +1·5	— — — +0·36 +0·30	
3	501·03	«	«	Winkler szerint.	501·4 501·5	+0·1 +0·2	+0·02 +0·04	

tehát ismét összhangban van a WINKLER által megadott 1·006 értékű javító szorzószámmal. Valamivel nagyobb hiányt állapíthattunk meg a pontosan a WINKLER féle előírás szerint leválasztott csapadékok talált és számított súlya között. A hiány ez esetben középértékben 1·00% volt. Ez mindenesetre 0·4%-kal nagyobb, mint a WINKLER-féle 0·60%.

Jelen esetben is hangsúlyozni kívánjuk, hogy a kísérleteinkben leválasztott csapadékok szemcséi nagyok. Az ilyen tulajdonsággal bíró csapadékot a gyakorlati súlyanalyzisben nagyra értékeljük.

További kísérleteink során «fordított» leválasztásokat is végeztünk. Ismert mennyiségű és erősségű K_2SO_4-oldatot cseppenként olyan, forrásban tartott kb. 0·5%-os $BaCl_2$-oldatba juttattunk, melybe eleve 1 g ammoniumchloridot és 1 kcm n sósavat tettünk. E célra ismét az 1. ábrán látható csepegtetőkészüléket használtuk, melyet azután utánaöblítettünk. A «fordított» leválasztást frakcionáltan, azaz részletekben is elvégeztük. Egy kísérletsorozatban külön-külön mértük az egyes csapadékrészleteket, de végeztünk olyan kísérleteket is, melyekben a csapadékrészletek egyszerre gyüjtettek a szűrőre. Az ellenőrző «folytatólagos lecsapással» végzett kísérleteket itt sem hagytuk el. A «fordított» kísérleteinkben leválasztott bariumsulfat fínom poralakú volt, nehezen ülepedett és csak papírszűrőn volt szűrhető.[1] (Schleicher u. Schüll. Schwarzband No. 589.) Ennek megfelelően a csapadékokat szárítószekrényben 2 órán át 130°-on szárítottuk. A csapadékot ez alkalommal üvegdugós mérőedénykében mértük WINKLER időmódszere szerint. A mérési időt mindenesetre 1 órában állapítottuk meg. Az eredmények a 3. táblázatban találhatók.

Jelen alkalommal a mért $BaSO_4$-csapadékrészletek súlya alacsonyabb volt a számítottnál. A csapadékrészletek összes súlyában

[1] A szűrőpapírt nedvesen illesztettük a tölcsérbe, majd 2 órán át 130°-on kiszárítottuk. A szűrőpapírt most pincetta segítségével üvegdugós mérőedénykébe tettük s annak a mérőedénykével együtt való súlyát 1 óra multán állapítottuk meg. A szűrőpapírt most ismét a tölcsérbe helyeztük. A szűrés és a csapadék kimosása után a csapadékos szűrőt a tölcsérrel együtt ismét 130°-on szárítottuk 2 órán át. Szárítás után a csapadékos szűrőt a mérőedénykében 1 óra múltán mértük.

is 0·62, illetve 0·56%-nyi hiány mutatkozott. Abban a kísérletsorozatban azonban, hol a csapadékrészleteket egyszerre szűrtük, mostuk, szárítottuk és mértük, az eredmények 0·36 és 0·30%-kal voltak magasabbak a számított értéknél. Az egyfolytában, tehát folytatólagosan végzett lecsapással nyert értékek szinte elméletiek voltak. A különbség mindössze +0·02, illetve +0·04%-ot tett ki.

Olyan kísérleteket is végeztünk, melyekben a sulfatoldat és bariumchloridoldat egyenértékű mennyiségét két külön csepegtetőkészülékből egyszerre csepegtettük a forrásban tartott sósavas ammoniumchloridoldatba. 100 kcm 1%-os ammoniumchloridoldathoz 1 kcm n sósavat tettünk s a folyadékot 200 kcm-es főzőpohárban élénken forraltuk (nikkellemezke!). E folyadékba csepegtettük két külön készülékből az egyenértékű sulfat-, illetve bariumchloridoldatot. Miután a sulfatoldatot utánaöblítettük, a bariumchloridoldatból utólag felesleget is juttattunk a csapadékos folyadékba. Az ilyen módon leválasztott durvaszemcséjű $BaSO_4$ jenai üvegszűrőn (G. 3.) nehézség nélkül volt szűrhető. Az értékek a WINKLER-féle javító szorzószámmal összhangban 0·65%-kal voltak alacsonyabbak a számított értéknél. (4. táblázat.)

IV. Kísérletek $BaSO_4$-tal.
(Leválasztások extrem tömény és extrem híg oldatból.)

Sorszám	Alkalmazott $BaCl_2.2H_2O$ $BaSO_4$-ben kifejezve (mg)	Alkalmazott H_2SO_4, ill, K_2SO_4 $BaSO_4$-ben kifejezve (mg)	A leválasztás módja	Levált $BaSO_4$ (mg)	Δ mg	Δ %	Megjegyzés
1	481·4	fölös konc. H_2SO_4	A $BaCl_2.2H_2O$ konc. H_2SO_4-val erős füstölésig hevítve, azután 100 kcm vízzel hígítva	489·2 489·0	+7·8 +7·6	+1·62 +1·58	
2	489·6 azután fölös	489·6 K_2SO_4	Az equivalens $BaCl_2.2H_2O$ és K_2SO_4 oldatok egyszerre csepegtetve az 1 g NH_4Cl és 1 kcm $nHCl$-t tartalmazó, kb. 100 kcm forró oldathoz	486·3 486·5	3·3 —3·1	—0·67 —0·63	

A 4. táblázatba illesztettük be egyik kísérletünk eredményét, melyben ismert mennyiségű bariumchloridot kevés tömény kénsavval lefüstöltünk. A kénsavas oldatot vízzel felhígítottuk s a kivált fínom poralakú csapadékot másnap papírszűrőre gyüjtöttük, kimostuk, 130°-on kiszárítottuk és mértük. Az eredmény 1·60%-kal volt magasabb a számítottnál.

A különböző eljárások szerint leválasztott és részben szobahőmérsékleten, részben 130°-on szárított $BaSO_4$-csapadékot további vizsgálatnak vetettük alá.

A csapadékok pontosan lemért részletét 200 kcm-es főzőpohárban 100 kcm olyan $BaSO_4$-ról leszűrt folyadékkal, anyalúggal öntöttük le, melyet pontosan WINKLER előírása szerint választottunk le K_2SO_4-ból.[1] A csapadékos folyadékot óraüveggel lefödve vízfürdőben 12 óra hosszat 100°-on tartottuk. Az elpárolgó vizet időnként pótoltuk. Egy-két csapadékot hasonló módon, de tiszta vízzel is kezeltünk. A folyadék lehűlése után 24 óra mulva a csapadékot jénai üvegszűrőre, szükség esetén papírszűrőre gyüjtöttük, kimostuk, kiszárítottuk és mértük.

Az 5. táblázat adataiból kitűnik, hogy a tiszta kénsavból, tehát a csak hydrogen- és sulfationokat tartalmazó oldatból leválasztott $BaSO_4$ az anyalúggal kezelve semmit sem változott, vízzel kezelve súlyvesztesége kb. a $BaSO_4$ oldékonyságának felelt meg. Egyébként annak a $BaSO_4$-nak súlyvesztesége volt a legkisebb: 0·63%, — tiszta vízben csupán 0·22% — melyet szigorúan a WINKLER-féle előírás szerint választottunk le. A legnagyobb volt az eltérés (—1·67%) a frakcionáltan leválasztott $BaSO_4$ esetében. Ez a $BaSO_4$ a három első csapadékrészletből való volt, melyeknek leválasztásakor a sulfationok voltak feleslegben.

A 6. táblázatban a különböző $BaSO_4$-ok izzítási veszteségeit állítottuk össze.

A szobahőmérsékleten, illetve 130°-on szárított csapadékok pontosan mért részletét kis platinacsónakban a WINKLER által szerkesztett égetőcsőben(10) hevítettük, miközben igen lassan

[1] Az anyalúg ezek szerint 1 g ammoniumchloridot, 0·5 g kristályos bariumchloridot tartalmazott, sósavra nézve 0·01 *n*, $BaSO_4$-ra nézve pedig telített volt.

V. Kísérletek $BaSO_4$-tal.
(A csapadék kezelése anyalúgjával, ill. vízzel.)

Sorszám	A vizsgált $BaSO_4$ *	A vizsgált $BaSO_4$ súlya (mg)				Δ			Megjegyzés
		anyalúggal történt kezelés		vízzel történt kezelés					
		előtt	után	előtt	után	mg	%	%-ké	
1	II -1*a*	84·3 82·9	82·5 81·9	—	—	—1·8 -1·0	—2·13 —1·21	—1·67	* A vizsgált $BaSO_4$ leválasztási módja a római számmal jelzett táblázat megfelelő arab sorszám alatt található.
2	II -2	99·9 103·3	98·7 101·8	—	—	—1·2 —1·5	—1·20 —1·44	—1·32	
3	III -2	117·0 111·0	114·8 110·6	—	—	—2·2 -0·4	—1·89 —0·36	—1·13	
4	II -3	206·5 199·7	205·0 198·6	—		—1·5 —1·1	0·72 —0·54	-0·63	
5	I -10	100·3 202·4	100·3 202·4	—	—	±0 ±0	±0 ±0	±0	
6	«	—	—	104·5 200·1	104·3 199·7	—0·2 —0·4	-0·19 —0·20	—0·20	
7	II -3	—	—	302·2 318·4	301·8 317·4	-0·4 —1·0	-0·13 0·31	0·22	

levegőt vezettünk át a készüléken. Az eltávozó gázokat és gőzöket vízben fogtuk fel arra alkalmas készülékben. Az égetőcsőből kivett platinacsónakot tartalmával együtt súlyállandóságig hevítettük. A gázokat és gőzöket elnyelt folyadékban kénsavat mindig, sósavat majd minden esetben sikerült kimutatnunk. Megemlítjük, hogy a $BaSO_4$-csapadékban a sósavat elsőnek G. A. Hulett és L. H. Duschak(11) mutatta ki. A kénsavat a $BaSO_4$ izzításakor keletkező gőzökben Winkler mutatta ki elsőnek. A legnagyobb izzítási veszteséget — 2·92%-ot — annak a $BaSO_4$-nak izzítása után mérhettük, melyet úgy választottunk le, hogy ismert mennyiségű $BaCl_2$-ot tömény kénsavval erős füstölésig hevítettünk. A tömény kénsavas oldatot vízzel higítva a $BaSO_4$ fínom poralakban vált ki. A $BaSO_4$-ot papírszűrőre gyüjtöttük, kimostuk, megszárítottuk és mértük. A legkevesebbet az a $BaSO_4$ veszítette izzításkor súlyából,

VI. Kísérletek $BaSO_4$-tal. (Izzítási veszteségek.)

Sorszám	A vizsgált $BaSO_4$ *	A vizsgált $BaSO_4$ súlya (mg) izzítás előtt	A vizsgált $BaSO_4$ súlya (mg) izzítás után	Δ mg	Δ %	A csapadék izzításánál eltávozott Cl'	A csapadék izzításánál eltávozott SO_4''	Megjegyzés
1	I—1	232·1	230·4	—1·7	—0·73	—	+	* A vizsgált $BaSO_4$ leválasztási és kezelési módja a római számmal jelzett táblázat megfelelő arab sorszáma alatt található.
2	I—2	233·4	232·6	—0·8	—0·34	—	+	
3	I—3	232·6	230·6	—2·0	—0·86	+	+	
4	I—5	238·3	236·0	—2·3	—0·96	—	+	
5	I—7	232·1	231·7	—0·4	—0·17	+	+	
6	I—8	233·1	232·1	—1·0	—0·43	—	+	
7	I—9	267·2	266·4	—0·8	—0·30	+	+	
8	I—10	106·1 200·1	105·7 199·5	—0·4 —0·6	—0·38 —0·30			
9	II—1	175·1	172·8	—2·3	—1·31	+	+	
10	II—2	485·3	480·8	—4·5	—0·93	+	+	
11	II—3	494·4	489·9	—4·5	—0·91	+	+	
12	III—1	492·3	483·4	—8·9	—1·81	+	+	
13	III—2	217·6	214·7	—2·9	—1·34	+	+	
14	III—3	484·8	478·6	—6·2	—1·28	+	+	
15	IV—1	496·5	482·0	—14·5	—2·92	+	+	
16	IV—2	309·0	307·4	—1·6	—0·52	+	+	
17	V—5	89·1 190·5	88·7 189·8	—0·4 —0·7	—0·45 —0·36			
18	V—6	82·5 186·0	82·1 185·2	—0·4 —0·7	—0·48 —0·43			
19	V—7	285·1 304·8	283·3 302·8	—1·8 —2·0	—0·63 —0·65			

melyet ammoniumchlorid és sósav nélkül (0·30%, illetve 0·43%), illetve 10 kcm n ecetsav (0·34%), továbbá 10 kcm n sósav (0·17%) mellett választottunk le $BaCl_2$, illetve $Ba(OOCCH_3)_2$ segítségével. A $BaCl_2$ és kénsavoldat egyszerre való csepegtetésekor leváló $BaSO_4$ izzítási vesztesége 0·52%. Figyelemreméltó, hogy a szigorúan a WINKLER-féle eljárással leválasztott és a «frakcionáltan», tehát részletekben lecsapott, de egyszerre szűrt csapadékoknak izzítási vesztesége: 0·91% és 0·93% praktikusan ugyanaz. A részletekben lecsapott és részletekben szűrt $BaSO_4$ első három frakciója izzításkor súlyából 1·31%-ot vesztett. A «fordított», de folytatólagos lecsapással előállított $BaSO_4$ izzítási vesztesége 1·28%, a fordítottan és részletekben leválasztott, de nem külön szűrt csapadéké 1·34%, végül a három külön részletben mért $BaSO_4$ vesztesége 1·81% volt.

W. BÖTTGER magánlevélben azt a kérdést vetette fel, vajjon befolyásolja-e a sulfationok magas koncentrációja és nagy mennyisége a WINKLER-féle $BaSO_4$-os meghatározást s vajjon nagyobb mennyiségű $BaSO_4$ levegő átszívatásával kiszárítható-e különösebb nehézség nélkül. Megállapítást nyert, hogy a 100 kcm-oldatból WINKLER szerint leválasztott, mintegy 2 g súlyú $BaSO_4$ oly fínom eloszlású por, hogy jenai üvegszűrőn nem volt szűrhető. Ha azonban ugyanezt a mennyiségű $BaSO_4$-ot 400 kcm olyan oldatból választottuk le, mely a WINKLER által előírt 1%-nyi ammoniumchloridot tartalmazta és sósavra nézve 0·01 n volt, a $BaSO_4$ nehézség nélkül volt szűrhető, mosható és szobahőmérsékleten szárítható. A talált (2·0010 g) és számított (2·0133 g) $BaSO_4$-súlyok közötti eltérés 0·6%-nak bizonyult. Ez a körülmény a WINKLER-féle javító tényező: 1·006 használhatósága mellett szól.

Az előzőkben ismertetett kísérletek eredményét a következőkben foglalhatjuk össze.

Ha sulfationokat bariumionokkal, illetve bariumionokat sulfationokkal választunk le, a keletkező csapadék nem pontosan a képlet szerinti $BaSO_4$. Ezt bizonyítják az izzítási veszteségek. Minden izzítási kísérletben sikerült a kénsavgőzök fejlődését kimutatni. Ezt bizonyítják WINKLER kísérletei (10) is, melyekben erre vonatkozólag számszerű értékek is szerepelnek, bár e kísérletek nem egészen quantitativ jellegűek. A csapadék a stöchiometriai $BaSO_4$-képletet akkor közelíti meg legjobban, ha a leválasztáskor

a folyadékban csupán $H^{\cdot}$-kationok és SO_4''-anionok vannak jelen. Hasonlóképpen a $SO_4''+Ba^{\cdot\cdot}=BaSO_4$-reakció csak akkor folyik le közelítően egyértelműen, ha tiszta híg kénsavból, tehát kizárólag hydrogen- és sulfationokat tartalmazó oldatból választjuk le a csapadékot. Az ilyen módon leválasztott $BaSO_4$ izzítási vesztesége csak 0·30%. Ha a leválasztáskor több hydrogenion, illetve más kation és anion van jelen, úgy már észrevehető mértékben más mellékreakciók is lefolyhatnak. Ezt azok a számítottnál alacsonyabb kísérleti értékek igazolják, melyek még jobban lecsökkennek a szárított csapadékok kiizzításánál. (Izzítási veszteség: 0·73—1·51%.) Valószínűleg a képződött kettőssók és komplexsók okozzák, hogy a sulfationok leválasztásakor keletkező bariumsulfat mennyisége kisebb a számítottnál. Minthogy a csapadék súlya az anyalúggal való huzamos 100°-on való digeráláskor csökken, feltehető, hogy a kettős, illetve a komplexsók között vízben oldhatók is vannak. Úgy látszik, hogy a «bariumsulfatcsapadék» képződésében a hydrogensulfatkomponensnek különlegesen fontos szerepe van.

A kísérleteink során észlelt rendellenességek szinte kivétel nélkül a csapadék mennyiségének, súlyának csökkenését okozzák. Kivétel csupán a nitrationoknak a csapadék súlyát növelő hatása.

Ha a $BaSO_4$-csapadékot szobahőmérsékleten vagy 130°-on szárítottuk, a talált és számított értékek közti eltérés átlagban —1% alatt volt.[1] Ha tehát a talált értékeket a WINKLER-féle javítótényezővel: 1·006-tal megszorozzuk, sulfatmeghatározásaink hibája legfeljebb ±0·5%. Természetesen meghatározásainkban, helyesebben a leválasztásnál WINKLER eljárásához szigorúan alkalmazkodnunk kell. Kísérleteink mindenesetre a WINKLER-féle eljárás mellett szólnak.

A WINKLER-féle eljárás előnye éppen abban áll, hogy az 1% ammoniumchlorid és 1—5 kcm n sósav a csapadék szűrhetőségét biztosítja, amellett, hogy a meghatározás hibája a legkülönközőbb ionok mellett is legfeljebb ±0·5%.

[1] Azok a kísérletek, melyekben az értékek mintegy 1%-kal alacsonyabbak, nincsenek ellentétben WINKLER javítószámával. A WINKLER-féle kísérletek között is vannak olyanok, melyekben a hiány a 0·8%-ot meghaladja.

Kísérletek $CaC_2O_4.H_2O$-tal. Kísérleteinkhez analitikai tisztaságú kristályos calciumchloridból készült oldatot használtunk. Oldatunk töménységét a chlorkomponensnek *AgCl* alakjában való gravimetriás mérésével határoztuk meg. A lecsapásra szolgáló ammoniumoxalatoldatot permanganatometriásan állítottuk be. A gondosan megvizsgált és pontosan ismert oldatokból különböző eljárások szerint $CaC_2O_4.H_2O$-ot választottunk le. E csapadékok súlyát azok számított értékével hasonlítottuk össze.

Ha pontosan WINKLER eljárása szerint (a vizsgálandó oldat térfogata kb. 100 kcm, az oldatban 3 g $H_4N.Cl$ és 10 kcm n ecetsav is volt. A csapadékot cseppenként adagolt 2·5%-os $(H_4N)_2C_2O_4.H_2O$-oldattal választottuk le a forrásban tartott oldatból. A lecsapószert feleslegben alkalmaztuk) jártunk el, a talált értékek általában 0·28–0·30%-kal voltak kisebbek a számítottaknál. Ezekben a kísérletekben, csakúgy, mint a továbbiakban, az 1. ábrán látható csepegtetőkészüléket használtuk. A forráselmaradás jelenségének megelőzésére pedig kis nikkellemezt (kb. 4 mm^2) dobtunk a folyadékba.

A «frakcionált» lecsapások eredményei igen érdekesek. E kísérleteinkben a pontosan ismert erősségű és gondosan lemért $CaCl_2$-oldathoz 10 kcm n ecetsavat és 3 g ammoniumchloridot tettünk s a folyadékot vízzel kb. 100 kcm-re egészítettük ki. A forrásban tartott oldathoz csepegtettük a lecsapószer pontosan lemért részletét, melyet azután utána is öblítettünk. Az egyes csapadékrészleteket 24 óra multán jenai üvegszűrőre (G. 3.) gyüjtöttük, mostuk, 96%-os alkohollal kezeltük, levegőáramban megszárítottuk és mértük. Megjegyezzük, hogy a szüredéket és a mosófolyadékot (kb. 50 kcm) külön fogtuk fel s vízfürdőn a mosóvizet teljesen, az anyalúgot pedig annyira bepároltuk, hogy az az összeöntés után 100 kcm-nél többet nem tett ki. A következő csapadékrészletet e folyadékból választottuk le. Az első három csapadékrészlet súlya sorban 50·4, 77·6, 128·3, összesen 256·3 mg, illetve 50·3, 77·3, 128·1, összesen 255·7 mg volt a számított 51·6, 77·8, 129·5, összesen 258·9 mg helyett. A hiány tehát 1%, illetve 1·24% volt. Az utolsó csapadékrészletek súlya: 252·5, illetve 252·8 mg, azonban már magasabb a számított 247·8 mg értéknél. Ha már most a csapadékrészletek súlyának összegét hasonlítjuk össze a számított értékkel, úgy

VII. Kísérletek $CaC_2O_4.H_2O$-tal. (Frakcionált leválasztások.)

Sorszám	Lemért $CaCl_2.6H_2O$ $CaC_2O_4.H_2O$-ban kifejezve (mg)	Az oldat tartalmazott	Alkalmazott 2·5%-os $(NH_4)_2.C_2O_4.H_2O$ old. $CaC_2O_4.H_2O$-ban kifejezve (mg)	A leválasztás módja	Levált $CaC_2O_4.H_2O$ (mg)		Δ mg		Δ %		Megjegyzés.
					1	2	1	2	1	2	
1	506·7	3g $NH_4.Cl$+ 10 kcm $nCH_3.COOH$	51·6 77·8 129·5 fölöslegben	Részletekben. A csapadékrészletek külön-külön mérve.	50·4	50·3	−1·2	−1·3	−2·33	−2·54	Leválasztás kb. 100 kcm forró oldatból Winkler szerint.
					a 77·6	77·3	−0·2	−0·5	−0·26	−0·64	
					128·3	128·1	−1·2	−1·4	−0·93	−1·08	
					b 252·5	252·8	—	—	—	—	
					508·8	508·5	+2·1	+1·8	+0·42	+0·36	
2	«	«	«	Részletekben. A csadadékrészletek egyszerre mérve.	1	2	1	2	1	2	
					—	—	—	—	—	—	
					—	—	—	—	—	—	
					—	—	—	—	—	—	
					505·3	504·9	−1·4	−1·8	−0·28	0·35	
3	«	«	fölöslegben	Winkler szerint	505·3		−1·4		−0·28		
					505·2		−1·5		−0·30		
					505·3		−1·4		−0·28		
					505·2		−1·5		−0·30		

VIII. Kísérletek $CaC_2O_4.H_2O$-tal. (Frakcionált «fordított» leválasztások.)

Sorszám	Lemért $CaCl_2.6H_2O$ $CaC_2O_4.H_2O$-ban kifejezve (mg)	Az oldat tartalmazott	Alkalmazott 2·5%-os $(NH_4)_2.C_2O_4.H_2O$ old. $CaC_2O_4.H_2O$-ban kifejezve (mg)	A leválasztás módja	Levált $CaC_2O_4.H_2O$ (mg)		Δ mg		Δ %		Megjegyzés
					1	2	1	2	1	2	
1	50·4 76·0 126·5 253·8 506·7	3g $NH_4.Cl$+ 10 kcm $n.CH_3COOH$	fölöslegben	Részletekben. A csapadékrészletek külön-külön mérve.	48·7 74·4 124·0 254·4 501·5	49·4 73·5 125·4 253·1 501·4	−1·7 −1·6 −2·5 +0·6 −5·2	−1·0 −2·5 −1·1 −0·7 −5·3	−3·37 2·10 −1·98 +0·24 −1·03	−1·98 −3·29 −0·87 0·28 −1·05	Leválasztás kb. 100 kcm forró oldatból
2	«	«	«	Részletekben. A csapadékrészletek egyszerre mérve.	1 — — — 509·1	2 — — — 508·4	1 — — — +2·4	2 — — — +1·7	1 — — — +0·47	2 — — — +0·34	
3	506·7	«	«	Winkler szerint.	503·5 501·7		−3·2 −5·0		−0·63 −0·99		

0·42%, illetve 0·36% többletet találunk. További kísérleteinkben, melyekben a $CaC_2O_4.H_2O$-ot részletekben választottuk ugyan le, de az egyes csapadékrészleteket, nem külön-külön, hanem négy nap múltán egyszerre gyüjtöttük szűrőre és mértük, 0·28, illetve 0·35% hiányt találtunk. Kísérleteink eredményét a 7. táblázatban állítottuk össze.

A «fordított» leválasztás a 8. táblázatban összefoglalt következő eredményre vezetett. A «folytonos», nem megszakított leválasztással kapott $CaC_2O_4.H_2O$-értékek —0·63, illetve —0·99%-kal tértek el a számítottól. A «frakcionált» leválasztással lecsapott részletcsapadékok súlya általában alacsonyabb volt, úgy hogy a csapadékok súlyának összege is 1·03, illetve 1·05%-kal volt kisebb a számítottnál. Abban az esetben azonban, midőn a részletcsapadékokat nem külön-külön, de egyszerre szűrtük és mértük, a $CaC_2O_4.H_2O$ súlya 0·47, illetve 0·34%-kal volt magasabb a számítottnál.

A fordított kísérletekben a feleslegben alkalmazott $(H_4N)_2C_2O_4.H_2O$-ot 100 kcm, 3 g $H_4N.Cl$-ot és 10 kcm n ecetsavat tartalmazó folyadékban oldottuk. A kis nikkellemezke segítségével élénk forrásban tartott reakcióselegyhez cseppenként adagoltuk a meghatározandó $CaCl_2$-oldat pontosan lemért, ismert részletét.[1] Az ily módon leválasztott fínom poralakú csapadékok csak keményített papíron voltak szűrhetők. A csapadékokat a $BaSO_4$-hoz hasonló módon, de 100°-on szárítottuk 2 órán át.

Olyan kísérleteket is végeztünk, melyekben két csepegtetőkészülékből egyszerre csepegtettük az equivalens mennyiségű calciumchlorid- és ammoniumoxalat-oldatokat a mintegy 100 kcm — 3 g $H_4N.Cl$-ot és 10 kcm n ecetsavat tartalmazó — élénk forrásban tartott oldathoz. A $CaCl_2$-oldat utánaöblítését követőleg az ammoniumoxalat-oldatot kis feleslegben alkalmaztuk. A számított és talált értékek között ez alkalommal —0·49, illetve —0·43% eltérést állapítottunk meg. Megjegyezzük, hogy a csapadék — bár fínom szemcsékből állott — még jól szűrhető volt (9. táblázat).

A különböző eljárással leválasztott csapadékokat ez alkalom-

[1] A szűredék és mosóvíz bepárologtatása stb. ugyanúgy történt, mint a 7. táblázat kísérleteinél.

IX. Kísérletek $CaC_2O_4 . H_2O$-tal.
(Leválasztás extrem híg oldatból.)

Sorszám	Alkalmazott $(NH_4)_2C_2O_4 : H_2O$ $CaC_2O_4H_2O$-ben kifejezve (mg)	Lemért $CaCl_2 . 6\ H_2O$ $CaC_2O_4 . H_2O$-ben kifejezve (mg)	A leválasztás módja	Levált $CaC_2O_4H_2O$ (mg)	Δ mg	Δ %	Megjegyzés
1	506·7 azután fölöslegben.	506·7	Az equivalens $(NH_4)_2 . C_2O_4H_2O$ és $CaCl_2 . 6\ H_2O$ oldatok egyszerre csepegtetve a 3 g. NH_4Cl-t és 10 kcm n. $CH_3 . COOH$-t tart. kb. 100 kcm forró oldathoz.	504·2 504·5	—2·5 —2·2	—0·49 —0·43	

mal is tovább vizsgáltuk. A csapadékok gondosan lemért részletét 100 kcm «anyalúggal» 12 órán át 100°-on digeráltuk, időnként pótolva az elpárolgó vizet. (Az anyalúgot oly módon állítottuk elő, hogy $CaCl_2$-oldatból $(H_4N)_2C_2O_4$-oldattal WINKLER szerint leválasztottuk a $Ca^{\cdot\cdot}$-ot. Az anyalúg tehát 100 kcm-ként 10 kcm n ecetsavat, 3 g $H_4N.Cl$-ot tartalmazott s $CaC_2O_4 . H_2O$-ra nézve telítettnek volt tekinthető.)

A digerálás után 24 órával a csapadékot G. 3. jelzésű jenai üvegszűrőre, szükség esetén papírszűrőre gyüjtöttük, megszárítottuk és mértük. Minden csapadék súlya — kivétel nélkül — csökkent. Vizsgálataink eredménye a 10. táblázatban található.

A csapadékok összetételét végül permanganatometriásan ellenőriztük. A csapadékok általában — a kísérleti hibák határain belül — megfeleltek a $CaC_2O_4 . H_2O$ képletnek. Egyes kísérletekben oly kis mennyiségű csapadék került titrálásra, hogy az eltérésből a képlettől való eltérésre biztosan már nem következtethettünk. (11. táblázat, 1., 2. sz. kísérlet.)

Nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy egyik, pontosan WINKLER eljárása szerint végzett kísérletsorozatunkban a $CaC_2O_4 . H_2O$-csapadék súlya 497·5, 496·9 és 497·5 mg volt a számított 494·8 mg helyett. Ez az eltérés 0·5% többletet jelent. Mindenesetre érdekes, hogy WINKLER első calciumdolgozatában(12) a kb.

X. Kísérletek $CaC_2O_4.H_2O$-tal.
(A csapadék kezelése anyalúgjával.)

Sorszám	A vizsgált $CaC_2O_4.H_2O$ *	A vizsgált $CaC_2O_4.H_2O$ súlya (mg) az anyalúggal történt kezelés előtt	A vizsgált $CaC_2O_4.H_2O$ súlya (mg) az anyalúggal történt kezelés után	Δ mg	Δ %	Megjegyzés
1	VII—1*a*	86·3 86·4	85·4 86·4	— 0·9 ± 0	— 1·04 ± 0	* A vizsgált $CaC_2O_4.H_2O$ leválasztási módja a római számmal jelzett táblázat megfelelő arab száma alatt található.
2	VII—2	157·0 148·3	156·7 147·3	— 0·3 — 1·0	— 0·19 — 0·67	
3	VIII—2	148·3 156·4	146·9 155·5	— 1·4 — 0·9	— 0·94 — 0·58	
4	VII 3	153·0 153·6	152·3 152·5	— 0·7 — 1·1	— 0·46 — 0·72	

400 mg-nyi $CaC_2O_4.H_2O$-csapadék súlyából javításként 2 mg-ot vont le, ami éppen 0·5% hibát feltételez. WINKLER későbbi dolgozatában a javítószámot mással helyettesíti. E szerint, ha 400 mg súlyú csapadékunkat 100°-on szárítjuk, úgy 0·1 mg-t, ha szobahőmérsékleten szárítjuk 1·2 mg kellene annak súlyából igazításként levonnunk.

A $CaC_2O_4.H_2O$-tal végzett kísérleteink eredményét a következőkben foglalhatjuk össze.

A különböző módon leválasztott csapadékok elég jó közelítéssel megfelelnek $CaC_2O_4.H_2O$ képletnek. A «frakcionált» lecsapással előállított csapadékok súlyában észlelt különbségeket a vízben oldható komplex calciumsók létezésének lehetőségével magyarázzuk. A komplexek mennyisége a kémszerek koncentrációviszonyaitól függ. Ez a jelenség adja magyarázatát annak, miért nem arányosak a WINKLER-féle javítószámok a csapadék súlyával.

Az a tapasztalat, hogy a csapadékok anyalúgukkal 100°-on digerálva súlyukból veszítenek, jelen esetben csakúgy, mint a $BaSO_4$ esetében arra mutat, hogy a csapadék anyalúgjával nincs egyensúlyban, illetve, hogy az egyensúly a hőmérséklettel változik.

XI. Kísérletek $CaC_2O_4 . H_2O$-tal. (A csapadék titrálása.)

Sorszám	A vizsgált $CaC_2O_4H_2O$ *	A meghatározáshoz alkalmazott $CaC_2O_4H_2O$ (mg)	Fogyott 0·1 n. $KMnO_4$ kem.	A fogyott 0·1 n $KMnO_4$-tal aequivalens $CaC_2O_4H_2O$ (mg)	Δ mg	Δ %	Δ %-ké	Megjegyzés
1	VII—1*a*	49·3	6·71	49·0	−0·3	−0·61	−0·61	* A vizsgált $CaC_2O_4H_2O$ leválasztási módja a római számmal jelzett táblázat megfelelő arab sorszáma alatt található
2	VII 16	50·1	6·83	49·9	−0·2	−0·40	−0·40	
		51·9	7·08	51·7	−0·2	−0·39		
3	VII—2	133·1	18·24	133·2	+0·1	+0·07	+0·08	
		127·8	17·51	127·9	+0·1	+0·08		
4	VII—3	135·0	18·43	134·6	+0·4	+0·29	−0·06	
		124·4	17·03	124·4	±0	±0		
		120·7	16·50	120·5	−0·2	−0·16		
		130·1	17·83	130·3	+0·2	+0·15		
		123·1	16·85	123·1	±0	±0		
5	VIII—1	125·3	17·16	125·4	+0·1	+0·08	+0·08	
		130·1	17·81	130·2	+0·1	+0·07		
6	VIII—2	122·8	16·76	122·4	−0·4	−0·33	−0·32	
		132·8	18·12	132·4	−0·4	−0·30		
7	VIII—3	136·6	18·68	136·5	−0·1	−0·07	+0·04	
		132·6	18·18	132·8	+0·2	+0·15		
8	IX—1	132·1	18·06	131·9	−0·2	−0·15	+0·08	
		130·3	17·85	130·4	+0·1	+0·08		
		126·0	17·30	126·4	+0·4	+0·32		

Az egyensúly lassú beállásának oka a csapadék lassú rekristallizációja.

A calciummeghatározás pontossága, mint láttuk, ±0·5%. Ennek megfelelően a talált értékek korrigálása felesleges és bizonytalan.

Vizsgálatok AgCl-dal. Az e vizsgálatokhoz használt ezüstnitratoldatot 110°-on kiszárított, átkristályosított analitikai célokra szolgáló ezüstnitratból közvetlen leméréssel készítettük. Chloridoldatunk desztillált sósavból készített pontosan 0·1 n oldat volt.

(Az oldatok készítését illetően egyébként SCHULEK és SZEGHŐ közelmultban megjelent dolgozatára utalunk (6).

Első kísérleteinkben az *AgCl*-ot WINKLER eljárása szerint választottuk le. A pontosan 0·1 n sósavból kb. 700 mg *AgCl*-nak megfelelő részleteket mértünk le 200 kcm-es főzőpohárba. Az 5 kcm n salétromsavval elegyített oldatokat kb. 100 kcm-re higítottuk. Az így előkészített sósavoldathoz vékony sugárban kb. 25 kcm 5%-os ezüstnitratoldatot csurgattunk. A csapadékos folyadékot sötét helyre tettük, majd egy óra multán felforraltuk és ismét sötétbe tettük. 24 óra multán G. 3. jelzésű jénai üvegszűrőre gyüjtöttük az *AgCl*-ból álló csapadékot s előbb 50 kcm, két csepp 50%-os HNO_3-val, majd ugyanannyi, öt csepp jégecettel megsavanyított vízzel mostuk ki azt. A jól leszívatott csapadékot alkohollal való háromszori öblítés után élénk levegőáram átszívatásával szárítottuk, majd mértük. A csapadékok súlya a számított értékkel azonos volt. (12. táblázat.) Végeztünk kísérleteket «frakcionált» leválasztással is. A pontosan ismert — kb. 700 mg *AgCl*-nak megfelelő — mennyiségű sósavat 5 kcm n salétromsavval elegyítettük s kb. 100 kcm-re felhígítottuk. A sósavoldathoz csendes forralás közben az 1. ábrán feltüntetett csepegtetőkészülékből pontosan ismert mennyiségű $AgNO_3$-oldatot csepegtettünk, majd utánaöblítettük a készüléket. A sötétben tartott csapadékot a következő napon jénai üvegszűrőre gyüjtöttük, kimostuk, megszárítottuk és mértük. (Első csapadékrészlet.) A szüredéket és a mosóvizet célszerűen jelen esetben külön pohárban fogtuk fel. A 4—5 kcm-re bepárolt mosófolyadékot a szüredékkel egyesítettük. A második lecsapást ugyanúgy végeztük, mint az elsőt. A leírt módon még két, összesen tehát négy leválasztást végeztünk. Az utolsó leválasztást fölös $AgNO_3$-oldattal végeztük. Miként a 12. táblázatból látható, a csapadékrészletek súlya csupán egy-két tizedmilligrammal tért el a számított értékektől. Az egyes csapadékrészletek súlyának összege 716·8, illetve 717·2 mg, középértékben 717 mg a számított 717·1 mg helyett. Az értékek azonosaknak tekinthetők, hiszen az eltérés 0·002%. A sósav «frakcionált» leválasztását oly módon is megismételtük, hogy az egyes csapadékrészleteket nem külön-külön, hanem a negyedik leválasztás után együttesen gyüjtöttük szűrőre, mostuk, szárítottuk és mértük. Az ily módon levált

XII. Kísérletek $AgCl$-dal. (Frakcionált leválasztások.)

Sorszám	Lemért HCl $AgCl$-ban kifejezve (mg)	Az oldat tartalmazott	Alkalmazott 5%-os $AgNO_3$ old. $AgCl$-ban kifejezve (mg)	A leválasztás módja	Levált $AgCl$ (mg)		Δ mg		Δ %		Megjegyzés
					1	2	1	2	1	2	
1	717·0	5 kcm $n.HNO_3$	71·4 143·4 143·4 fölöslegben	Részletekben. A csapadékrészletek külön-külön szűrve.	a 71·5	71·4	+0·1	±0	+0·14	±0	Leválasztás kb. 100 kcm forró oldatból Winkler szerint.
					a 143·3	143·5	−0·1	+0·1	−0·07	−0·07	
					a 143·3	143·3	−0·1	−0·1	−0·07	−0·07	
					b 358·7	358·9	—	—	—	—	
					716·8	717·1	−0·2	+0·1	−0·03	+0·01	
2	«	«	«	Részletekben. A csapadékrészletek egyszerre szűrve.	1	2	1	2	1	2	
					—	—	—	—	—	—	
					—	—	—		—	—	
					—	—	—	—	—	—	
					716·7	716·8	−0·3	−0·2	0·04	−0·03	
3	«	«	fölöslegben	Winkler szerint.	717·1 716·8		+0·1 −0·2		+0·01 −0·03		

AgCl mennyisége 716·7, illetve 716·8 mg volt a számított 717·1 mg helyett. Az eltérés —0·048%. Ily kis eltérések joggal elhanyagolhatók. Ezeket az eredményeket is a 12. táblázatban állítottuk össze.

A 13. táblázat az *AgCl*-dal való «fordított» leválasztásokkal végzett kísérleteink eredményeit tartalmazza. E kísérleteinkben tehát ismert mennyiségű ezüstnitratoldatokból választottuk le az *AgCl*-ot. A leválasztás egyébként az előző kísérletekben követett eljárással a legapróbb részletekig megegyezett. A «közvetlen» leválasztás eredménye 715·6, illetve 715·7 mg, k. é.-ben 715·65 mg, a «frakcionáltan» leválasztott csapadékrészletek összege 715·5, illetve 715·1 mg, k. é.-ben 715·3 mg, végül a «frakcionáltan» leválasztott, de együtt mért *AgCl* mennyisége 715·4, illetve 715·9 mg, k. é.-ben 715·65 mg volt a számított 715·7 mg helyett. Az eltérés (—0·01—0·055%) jelen esetben is elhanyagolhatóan kicsiny.

Azokban a kísérleteinkben (14. táblázat), melyekben az *AgCl*-ot úgy választottuk le, hogy a forrásban levő 50 kcm-nyi kb. 0·65%-os salétromsavba egyidejűleg csepegtettük az equivalens mennyiségű pontosan lemért 0·1 n sósavat és ezüstnitrat-oldatot s a sósav utánaöblítése után a reakciós keverékhez utólag mérsékelt feleslegben még ezüstnitratot csepegtettünk, teoretikus értékekhez jutottunk. Ezüstchloriddal végzett összes kísérleteinkben a csapadék anyalúgjával egyensúlyban volt. Az *AgCl*-csapadékok lényegesen nem változtak akkor sem, mikor azokat 12 órán át olyan anyalúggal digeráltuk, melyet oly módon nyertünk, hogy *NaCl*-oldatból pontosan WINKLER eljárása szerint *AgCl*-ot választottunk le.[1] A legnagyobb eltérés (nyolc kísérlet közül egyben) 0·5 mg, ami 0·24%-nak felel meg. (15. táblázat.) Mindezek a kísérletek amellett a feltevés mellett szólnak, hogy a szobahőmérsékleten szárított *AgCl* csapadékok az anyalúggal 100°-on is egyensúlyban vannak s a képletnek megfelelnek. Emellett szólnak szárítási kísérleteink, melyek szerint a szobahőmérsékleten szárított *AgCl* csapadékok súlya gyakorlatilag akkor sem változott, ha azokat megolvasztottuk (az *AgCl* olvadáspontja 449°). E kísérleteink eredményét a 16. táblázatban közöljük. Megjegyezzük, hogy a kísérleteinkben

[1] 100 kcm anyalúg ezek szerint nátriumnitrátot, ezüstnitrátot és 5 kcm *n* salétromsavat tartalmazott. *AgCl*-ra nézve pedig telített volt.

XIII. Kísérletek *AgCl*-dal. (Frakcionált «fordított» leválasztások.)

Sorszám	Lemért *HCl* *AgCl*-ban kifejezve (mg)	Az oldat tartalmazott	Alkalmazott 5%-os $AgNO_3$ old. *AgCl*-ban kifejezve (mg)	A leválasztás módja	Levált *AgCl* (mg)		Δ mg		Δ %		Megjegyzés
					1	*2*	*1*	*2*	*1*	*2*	
1	71·5 143·5 143·5 fölöslegben	5 kcm $n.HNO_3$	715·7	Részletekben. A csapadék-részletek külön-külön mérve.	71·3 143·8 143·6 356·8	71·3 143·6 143·8 356·5	−0·2 +0·3 +0·1 —	−0·2 +0·1 +0·3 —	−0·28 +0·21 +0·07 —	−0·28 +0·07 +0·21 —	Leválasztás kb. 100 kcm forró oldatból.
					715·5	715·2	−0·2	−0·5	−0·03	−0·07	
2	«	«	«	Részletekben. A csapadék-részletek egyszerre mérve.	*1* — — — 715·5	*2* — — — 715·9	*1* — — — −0·2	*2* — — — +0·2	*1* — — — −0·03	*2* — — — +0·03	
3	fölöslegben	«	«	Winkler szerint.	715·6 715·7		−0·1 ±0		−0·01 ±0		

XIV. Kísérletek *AgCl*-dal.
(Leválasztás extrem híg oldatból.)

Sorszám	Alkalmazott $AgNO_3$ *AgCl*-ban kifejezve (mg)	Lemért *HCl* *AgCl*-ban kifejezve (mg)	A leválasztás módja	Levált *AgCl* (mg)	Δ mg	Δ %	Megjegyzés
1	717·0 azután fölöslegben	717·0	Az equivalens *HCl* és $AgNO_3$ oldatok egyszerre csepegtetve az 5 kcm $n.HNO_3$-at tartalmazó kb. 100 kcm forró oldathoz.	717·1 717·1	+ 0·1 + 0·1	+ 0·01 + 0·01	

XV. Kísérletek *AgCl*-dal.
(A csapadék kezelése anyalúgjával.)

Sorszám	A vizsgált *AgCl* ★	A vizsgált *AgCl* súlya (mg) az anyalúggal történt kezelés előtt	után	Δ mg	Δ %	Megjegyzés
1	XII—1*a*	204·4 208·6	204·3 208·6	— 0·1 ± 0	— 0·05 ± 0	★ A vizsgált *AgCl* leválasztási módja a római számmal jelzett táblázat megfelelő arab sorszáma alatt található.
2	XII 2	219·9 210·6	219·8 210·4	— 0·1 — 0·2	— 0·05 — 0·09	
3	XIII—2	212·0 212·4	212·4 212·9	+ 0·4 + 0·5	+ 0·19 + 0·24	
4	XII 3	219·0 210·0	219·0 210·1	± 0 + 0·1	± 0 + 0·05	

leválasztott és szobahőmérsékleten szárított *AgCl* elektrogravimetriásan meghatározott ezüsttartalma a képletből számított értékkel jól egyezett. Az eltérés —0·1% volt.

Kísérleteink újabb bizonyítékot szolgáltatnak arra, hogy a chlorid-, illetve az ezüstion *AgCl* alakjában javítószámok alkalmazása nélkül is nagy pontossággal mérhető. A WINKLER-féle javító-

XVI. Kísérletek *AgCl*-dal.
(A csapadék szárítása olv. pontján.)

Sorszám	A vizsgált *AgCl* ★	A vizsgált *AgCl* súlya (mg) szárítás előtt	A vizsgált *AgCl* súlya (mg) szárítás után	Δ mg	Δ %	Megjegyzés
1	XV—1	295·2	294·8	— 0·4	— 0·14	★ A vizsgált *AgCl* leválasztási és kezelési módja, a római számmal jelzett táblázat megfelelő arab sorszáma alatt található.
2	XV—2	321·3	321·0	— 0·3	— 0·09	
3	XV—3	305·6	305·3	— 0·3	— 0·10	
4	XV—4	303·1	303·1	± 0	± 0	

számok (0·1 mg—0·3 mg) ugyanis nem haladják meg a 0·3—0·5 g csapadékmennyiségek esetén az elkerülhetetlen kísérleti hibák értékét.

A kisérleti eredmények áttekintése.

A súlyanalitikai meghatározások kapcsán leválasztott csapadékok összetételéről, szennyezettségéről az idők folyamán számos dolgozat jelent meg. E dolgozatokról még összefoglaló áttekintést is alig adhatunk. Böttger (13) «a tapasztalat és az elmélet szerepe az analitikában» című előadásában szószerint a következőket mondja: «Csupán a $BaSO_4$-problémáról könnyűszerrel megjelentethető volna egy 10 ív terjedelmű könyv, ha a kérdést érintő legfontosabb dolgozatokat kívánnánk kritikailag összefoglalni.»

A csapadékok leválasztásánál fellépő rendellenességek és szennyeződések részben komplexkémiai és indukciós folyamatokra, részben adszorpciós jelenségekre vezethetők vissza.

A jelenségek első csoportjába sorozhatjuk a keverékkristályok képződését, a másodikba pedig az okkluziós jelenségeket is. A valóságban igen nehéz feladat volna az egyes jelenségek szigorú elválasztása, mert a kémiai és komplexkémiai folyamatok, melyek a jelenlevő ionok pillanatnyi koncentrációs, disszociációs és aktivitási viszonyaitól függenek, az adszorpciós jelenségekkel időbelileg

gyakran összeesnek. A keveréksulfidokat elsőnek R. GRUNDMANN(14) írja le. A. SKRABAL(15) az indukált reakciók teoriájával foglalkozik részletesen 1908-ban megjelent előadássorozatában. W. BÖTTGER és DRUSCHKE (16) dolgozata az indukált leválasztásokat és a sulfidok keverékkristályait tárgyalja. A bariumsulfat-leválasztásoknál fellépő rendellenességekről G. A. HULETT és L. H. DUSCHAK, (11) G. Mc. P. SMITH, (17) L. W. WINKLER, (10) Z. KARAOGLANOW, (18) I. M. KOLTHOFF és E. H. VOGELENZANG, (19) FR. L. HAHN, (20) D. BALAREW (21) és mások munkáiból értesülünk.

A nem oldódó csapadékok leválásával kapcsolatban a komplexek és keverékkristályok képződéséről G. F. HÜTTIG és E. MENZEL (22) végeztek beható tanulmányokat. E vizsgálatok során a kristályok H. G. GRIMMTŐL (23) származó rácstípus-elméletét is kritikai megjegyzésekkel kísérik. Ugyane szerzők kísérletileg kimutatják, hogy a natriumbromid jelenlétében leválasztott ólomsulfid mindössze 0·008—0·012% natriumot, a natriumchloridoldatból lecsapott ezüstchlorid csupán 0·03% natriumchloridot tartalmaz a szokásos kimosás után.

A frakcionált lecsapásról különös tekintettel az idegenanyag zárványokra, O. RUFF és E. ASCHER (24) végeztek beható vizsgálatokat. Megállapították, hogy a frakcionált lecsapással, illetve a kristályok növekedésével kapcsolatos idegenanyag-zárványok nagy mértékben függenek az affinitási viszonyoktól. Ha az affinitás a kristályképző molekulák között nagy, úgy az egyensúly beálltakor tiszta kristályok vagy magasabbrendű vegyületek (komplex-, illetve kettőssók) keletkeznek. Aránylag kis affinitáskülönbségeknél (azonos térbeli viszonyok, közös ionok, majdnem egyenlő oldékonysági szorzatok stb.) elválasztása igen lassan történő lecsapással még elérhető. Lassú dolgozás esetén a kristályrácsba jutott, oda beékelődött idegen alkatrészek ionkicserélődés és diffuzió útján eltűnhetnek. Ha az egyensúly nem tökéletes, a kristályrácsban zavarok léphetnek fel. Ez a körülmény telítetlen jellegű atómcsoportok, esetleg üregek keletkezéséhez vezethet, ami az anyalúg kapilláris felszívását okozhatja. Ezzel az idegen molekulákkal való szennyeződés lehetősége is adva van.

A különböző csapadékok szennyeződésére vonatkozóan különösen Z. KARAOGLANOW, D. BALAREW és I. M. KOLTHOFF végez-

tek beható tanulmányokat. Z. KARAOGLANOW (26) vizsgálatainak eredményét «a csapadékok szennyeződésének okairól» című dolgozatában foglalta össze. Ugyanott kimerítő irodalmi adatokat is találunk. KARAOGLANOW vizsgálatai alapján a leválasztásokat négy csoportba osztja. Az I. csoportba azok a folyamatok tartoznak, melyeket szekundér kémiai folyamatok nem kísérnek. A II. csoportba tartozó folyamatokat szekundér csapadékleválás kíséri. A szennyeződés folyamata a főcsapadék leválásával egyidejű. A III. csoportban a főfolyamatot utólagos szekundér leválás kíséri. A IV. csoportba tartozó reakciók fizikai folyamatokkal kapcsolatosak.

D. BALAREW beható vizsgálatainak alapján a szilárd rendszerek szennyeződésének (27) magyarázatára általános teóriát állít fel. Elmélete szerint a kristályok ú. n. orientált és nem orientált elemi kristályokból épülnek fel. E szerint vannak aránylag nagy felülettel bíró ú. n. makrokristályok is. Ha kis elemi kristályok mozaikszerűen tevődnek össze, kisebb-nagyobb üregekkel bíró képződmények keletkezhetnek. D. BALAREW az üregek adszorpcióját belső adszorpciónak nevezi. Szerinte a csapadék stöchiometriai képlettől való eltérésének oka az OSTWALD—BUZÁGH-féle (28) feltevés értelmében a csapadék erősen diszperz strukturája is lehet. Az adszorpció egyébként teljesen a PANETH—FAJANS-féle szabálynak megfelelően folyik le.

D. BALAREW (29) különösen nagy fontosságot tulajdonít annak a nedvességnek, melyet a szárított csapadék adszorpcióval bivariánsan köt meg.[1]

A súlyanalitikában szereplő csapadékok szempontjából I. M. KOLTHOFF (30) és munkatársai az «együttleválást», az «utóleválást». az «öregedést» és az adszorpciós jelenségeket különös gonddal vizsgálták meg és e jelenségek szabályait is megállapították.[2] Különös érdekkel bír az a vizsgálódásaik alapján levont következtetés, mely szerint «tiszta csapadékokhoz általában akkor jutunk, ha azok a legkedvezőtlenebb analitikai körülmények között válnak

[1] Vizsgálataink szerint BALAREW e faktor jelentőségét erősen túlbecsüli. (Zeitschrift f. analyt. Ch. **120**, 410 (1940).

[2] Ezek nem mindenben egyeznek BALAREW nézeteivel.

le: hideg, tömény oldatokból». A szennyezett, igen fínom eloszlású csapadék kifejezetten «öregedési folyamaton» megy át, ha a lecsapás után a reakciós keveréket felhigítjuk, esetleg — ha lehet — bizonyos kémszerekkel keverjük és hosszabb időn (12 órán) át digeráljuk. Ez alatt az idő alatt a csapadék kifejezetten átkristályosodik. Az így keletkezett kristályok aránylag tiszták. Az átkristályosodást zavaró anyagoknak nem szabad jelen lenniök. Az utóleválás, továbbá a csapadék és anyalúgja között netán fellépő reakció a csapadék öregedéssel kapcsolatos tisztulását kedvezőtlenül befolyásolják.

N. Njegovan és V. Marjanovic (31) «Leválasztások extrem koncentrációknál» című dolgozatukban már 1928-ban hasonló eljárást alkalmaztak a kénsavnak $BaSO_4$ alakjában való meghatározására. Dolgozatuk alapgondolatát P. P. von Weimarnnak (32) a tömény oldatokból leváló kristályok öntisztulására felállított tétele szolgáltatta.

Fr. L. Hahn és R. Otto (33) a csapadékokat extrem híg oldatokból választják le. Ennek az eljárásnak alapgondolatát az a tapasztalati tény képezi, hogy a csapadékok annál tisztábbak, minél nagyobb szemcséjüek.

Kísérleteink alapján Karaoglanow felfogását tartjuk helyesnek. Nézetünk szerint az adszorpcióokozta hibák sokszorta kisebbek a kémiai folyamatok okozta hibáknál. Tisztán fizikai folyamatokkal nehezen volnának magyarázhatók a frakcionált $BaSO_4$- és $CaC_2O_4.H_2O$-lecsapásoknál fellépő rendellenességek. Éppúgy nehézségek merülnének fel annak magyarázatánál is, mi okozza a csapadékok 100°-on való utólagos digerálásánál észlelt súlyveszteségeket.

Praktikus szempontból a csapadékokat, illetve a csapadékos reakciókat három típusba sorozzuk. Az első típusba tartoznak azok a csapadékok, melyek stöchiometrikusak s így képletüknek megfelelnek. Ezek a csapadékok szobahőmérsékleten és 100°-on egyaránt egyensúlyban vannak anyalúgukkal. E típus képviselője az $AgCl$.

A második csoportba azokat a csapadékokat soroljuk, melyek a képletnek megfelelnek ugyan, de az anyalúggal 100°-on hosszabb ideig digerálva súlyukból veszítenek. E csapadékok súlya esetleg meg is növekedik. Ilyen csapadék a $CaC_2O_4.H_2O$.

A harmadik csoportba sorolt csapadékok képletüktől többékevésbbé eltérnek s anyalúgukkal utólag kémiai reakcióba is léphetnek, különösen, ha magasabb hőmérsékleten digeráljuk őket. Ilyen csapadék a WINKLER szerint leválasztott $BaSO_4$ is.

Vizsgálataink azt bizonyítják, hogy az idegen ionok jelenlétében leválasztott $BaSO_4$ nem homogen. A leváló $BaSO_4$ összetétele a jelenlévő ionok aktuális koncentrációjától és a leválasztás sebességétől függ. A kezdetben leváló $BaSO_4$ valószínűleg $BaCl.HSO_4$-ot is tartalmaz, mert a csapadék súlya nagyobb a számítottnál. A reakció előrehaladtával a leváló $BaSO_4$ súlya fokozatosan csökken ugyan, de még mindig nagyobb a számítottnál. A $BaSO_4$ utolsó részletének súlya végül már kisebb, mint a számított érték. Érdekes, hogy a csökkenés fokozatos és értéke akkor a legnagyobb mikor a lecsapó folyadék, tehát a $BaCl_2$ jut feleslegbe. Ilyen csökkent értékekhez jutottunk az elmondottakkal összhangban a fordított frakcionált leválasztásnál is, hol a kísérleti berendezés folytán a $BaCl_2$ állandó feleslegben van. Kísérleteink azt bizonyítják, hogy bár a leváló $BaSO_4$ nem homogén, összetétele idegen ionok jelenlétében is egy határértékhez közeledik, mely a WINKLER-féle 1·006-tal szorozva az elméleti értékhez jár közel. Nagyszámú vizsgálatunkból kitűnik, hogy a hatóértéktől való legnagyobb eltérés mintegy fél százalékot tesz ki, de ennek az eltérésnek a gyakorisága is kicsiny. Ezt mi főként a vizsgált oldatban a leválasztást megelőzően feloldott ammoniumchlorid «kiegyenlítő» hatásának tulajdonítjuk, azért alkalmazását különösen ajánljuk.

A $BaSO_4$ inhomogén volta és az a tapasztalatunk, hogy az ilyen $BaSO_4$-csapadék az anyalúggal 100°-on digerálva csökken, a tiszta, tehát képletének megfelelő $BaSO_4$ ellenben változatlan marad, arra a feltevésre indítanak, hogy a súlyanalízisben az adszorpciós jelenségek — miként azt KARAOGLANOW is állítja — alárendeltebb jelentőségűek, bár e jelenségek fontosságát az analitika szempontjából kétségtelennek tartjuk. E felfogásunk a csapadékok öregedésének, rekrisztallizációjának magyarázatát is inkább a kémiai értelmezés irányába tolja el.

Felfogásunk szerint az adszorpciós jelenségek csak előmozdítják, indukálják és meghatározott irányba terelik a kémiai folyama-

tokat. A tisztán adszorpciós eredetű szennyeződések megfelelő oldószerrel a csapadékokból kimoshatók.

Ezek után vegyük közelebbről szemügyre a praktikus súlyanalitikában javaslatba hozott három leválasztási elvet: a KOLTHOFF, illetve NJEGOVAN által javasolt extrem tömény oldatból, a FR. L. HAHN által javaslatba hozott extrem híg oldatból történő leválasztást, végül az ezeket megelőzően publikált WINKLER-féle elvet, mely az extrem híg oldatból történő leválasztáshoz áll legközelebb, de annál egyszerűbb.

Minthogy legfőbb törekvésünk a képződött csapadék tisztasága és könnyű szűrhetősége, nyilván azt a leválasztási módot választjuk, melyben nagyszemcséjű, nagy kristályokból álló csapadékhoz jutunk. Az adszorpció törvényei szerint ezek a csapadékok a legtisztábbak. A WINKLER által kidolgozott eljárások felelnek meg legjobban ennek a követelménynek. Kísérleteink szerint a WINKLER-féle eljárásokban leválasztott csapadékok súlyra, összetételre nézve azonosak az extrem híg oldatokból leváló csapadékokkal. Ezeknek az előnyöknek alapján ezt az eljárást javasoljuk.

Az extrém tömény oldatokból való leválasztást ritkábbán. csak különleges esetekben alkalmazzuk. Nagy hátránya, hogy az így nyert csapadékok igen fínom eloszlásúak, nehezen szűrhetők és erősen szennyezettek. A komplexek képződése nem kizárt. A csapadékok tisztítása, helyesebben felhigítás után az öregedés és rekrisztallizáció folytán bekövetkező tisztulása az idő függvénye is lévén, bizonytalan. Általános használatát nem ajánljuk.

A súlyanalitikai eljárásokkal elérhető pontosság minden tekintetben kielégítő az első típusba vágy csoportba sorozott csapadékok, illetve reakciók esetében. Ha az e típusú reakciók, illetve csapadékok esetleges korrekcióí nagyobbak, mint az egyes meghatározások egymás közötti legnagyobb eltérése, úgy érdemes a javítószámokkal kísérleteink eredményét javítani, máskülönben nem. A II. és III. csoportba tartozó meghatározások bizonytalanabb eredményeket adnak. Ezeket korrekciósszámokkal csak akkor javítjuk, ha azok értéke a meghatározások bizonytalanságánál magasabb.

Vizsgálataink szerint tehát az ezüstchlorid súlyát javítanunk felesleges, mert a WINKLER-féle javítószám nem éri el a meghatározás tisztán fizikai műveletei (a csapadék szűrőre vitele, szárítása,

mérése stb.) reprodukálhatóságának értékét, mely gyakorlott kezekben ±0·2—±0·4 mg.

A $CaC_2O_4.H_2O$-csapadék reprodukálhatósága a meghatározás fizikai műveleteinek esetleges hibáit (ez ismét ugyanakkora, mint az *AgCl* esetében) figyelmen kívül hagyva ±0·5%. Ez az érték 400 mg-os csapadék esetén 2 mg, amely hússzorosa a WINKLER-féle —0·1 mg-os javítószámnak. Ezeket a csapadékokat nem javítjuk, annak tudatában, hogy meghatározásunk pontossága ±0·5%.

A III. típusba tartozó $BaSO_4$, a *Ba* komplexképző tulajdonsága miatt a legbizonytalanabb. A meghatározás a WINKLER-féle előiratok gondos betartása mellett is átlagban —0·6%-kal alacsonyabb értékhez vezet. Ezt érdemes korrigálnunk. A javítótényező 1·006. A kémiai folyamatok bizonytalansága miatt az ily módon javított érték azonban csak 0·0 illetve —0·5%-nyira pontos.

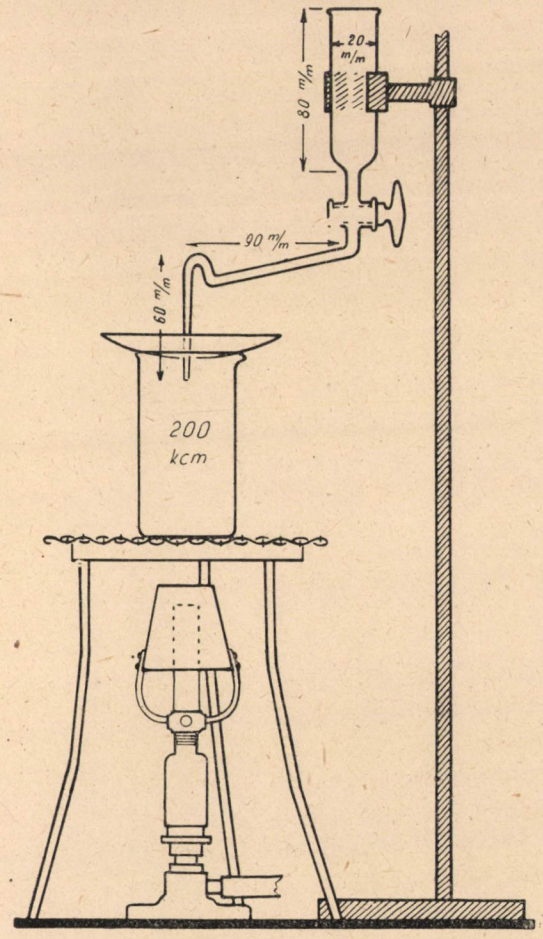
A súlyanalitikában elkövethető hibák ismeretében látjuk, hogy az egyes meghatározások menetét a legapróbb részletekig kell megadni és követni. A koncentrációviszonyok gondos betartása, a leválasztás hőmérséklete, időtartama, az utómelegítés időtartama, a leválasztás és szűrés között eltelt idő betartása fontos momentumok. A helyes eredmény érdekében ezek lehető betartására kell törekednünk. A csapadék mosása, szárítása, mérése — mint láttuk — általában könnyen reprodukálható feladat.

Befejezésképp hangsúlyozni kívánjuk, hogy az általunk javaslatba hozott három típus nem azt jelenti, hogy a csapadékok szigorúan és minden körülmények között mindig ugyanabba a típusba vagy csoportba tartoznak. Ez a kísérőanyagoktól, azok koncentráció-viszonyaitól függ. Az ezek okozta bizonytalanságot azonban éppen a koncentráció-viszonyok megszabásával, gyakran bizonyos «kiegyenlítő» anyagoknak — ilyen a WINKLER által előszeretettel alkalmazott ammoniumchlorid — aránylag nagy koncentrációban való alkalmazásával lecsökkenthetjük.

Függelék.

Az alábbiakban azokat az irányelveket és technikai eljárásokat kívánjuk röviden összefoglalni, melyeknek betartása és követése a súlyanalitikai dolgozás során kívánatos. E kis összefoglalás

csupán a csapadékoknak szobahőmérsékleten való szárítását és mérésre való előkészítését tárgyalja.



1. ábra.

Leválasztás.

1. A csapadékok leválasztására megadott eljárásokat a legapróbb részletekig kell betartanunk. Fordítva, az új eljárások leírásában minden jelentékeny részletre ki kell terjeszkedni. A WINKLER által kidolgozott és leírt eljárások e tekintetben mintául szolgálhatnak.

2. Néhány fontos ion meghatározásának pontos leírását korábbi dolgozatunkban (1) közöltük.

3. A forrás elősegítésére gyengén savanyú oldatokban kis, kb. 4 mm² nagyságú színnikkellemezkét használunk. Nem használunk ilyen lemezkét ott, ahol a lemezke az oldatban lévő anyagokkal reakcióba lép.

4. Ügyeljünk, hogy a nikkellemezke a csapadékkal együtt mosáskor a szűrőre ne kerüljön. Kis gyakorlattal ezt könnyen elérjük.

5. A lecsapásra a kémszer cseppenként való adagolására legcélszerűbben az I. ábrán feltüntetett készüléket használjuk.

Az üvegszűrő megválasztása.

1. Gyakorlatunkban legjobban megfelelt a G. 3. jelzésű jénai üvegszűrő. E szűrő nemcsak a $BaSO_4$ és $CaC_2O_4.H_2O$, de még a nehézfémszulfidok szűrésére is alkalmasnak bizonyult, ha a lecsapást a dolgozatunkban (1) leírt módon végezzük.

2. Az üvegszűrőtölcsérek ürtartalma, az üvegszűrő szűrőfelülete, a szűrendő folyadék és a csapadék mennyisége helyes arányban álljon egymással. A szűrőtölcsérek alakja a célnak megfelelő legyen.

3. Az említett feltételeknek mindenben megfelel a korábbi dolgozatunkban (1) leírt alakú és nagyságú szűrőtölcsér, melyet a Schott jénai gyár «Kelchtrichter nach WINKLER—SCHULEK Fi 549, Form 199, G. 3.» jelzéssel hoz forgalomba.

E tölcsérek ürtartalma 8—10 kcm. A szűrőfelület átmérője 10—12 mm. A tölcsérek 20—100—400 kcm folyadékmennyiségek és 10—500—1000 mg-nyi csapadékok szűrésére alkalmasak.

4. Az organikus szerekkel leválasztott voluminozus csapadékok szűrése másként bírálandó el.

5. A csapadékot akkor tudjuk jól, gyorsan és kevés mosófolyadékkal kimosni, ha a szűrőt helyesen választottuk meg.

A szűrő előkészítése.

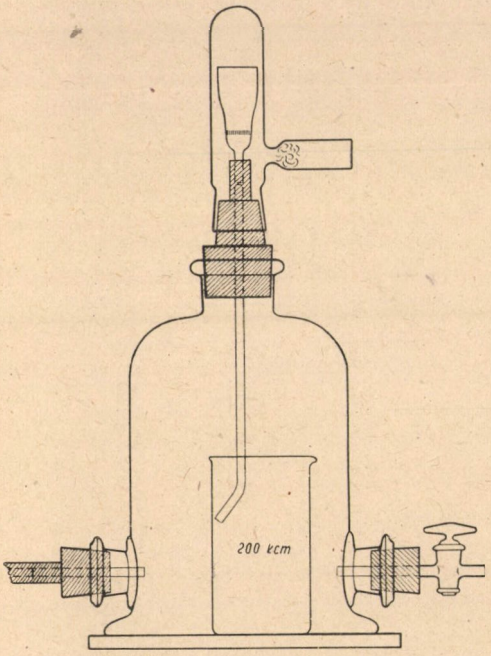
1. A szűrőket a korábbi dolgozatunkban (1) összefoglalóan leírt módon megfelelő oldószerekkel tisztítjuk és forró vízzel mossuk.

2. Az említett leírástól eltérően az ezüstchloridcsapadék eltávolítása után a szűrőt 10%-os ammoniaoldatban áztatjuk, azután vízzel, majd HNO_3-val, végül ismét vízzel kimossuk. Célszerűen a következőkép is végezhetjük az $AgCl$-os szűrők kitisztítását. A vízzel kiöblített szűrőre 1 kcm 10%-os lúgot, 3—4 kcm 10%-os ammoniaoldatot s 5—6 csepp 35%-os formalinoldatot teszünk. A folyadékot megkeverjük, s néhány perc múltán vízzel kiöblítjük. A kiváló fémezüsttől fekete szűrőt a 3. pontban leírt módon kénsavval és H_2O_2-val tisztítjuk. Szükség esetén a formalinos kezelést megismételjük. A tisztítás gyors és biztos.

3. A szűrők alapos tisztítására a következő eljárást ajánljuk. A már kitisztított szűrőre kb. 3 kcm tömény kénsavat és ugyan-

annyi 30%-os H_2O_2-t öntünk s kis üvegbottal a folyadékokat összekeverjük. (A tömény H_2SO_4 és 30%-os H_2O_2 veszély nélkül elegyíthető!) Hosszabb-rövidebb állás után a kénsavhydroperoxyd-keveréket leszívjuk s a tölcsért desztillált vízzel sulfátmentesre mossuk.

4. A tiszta és ruhával letörölt tölcséreket vakuumkaucsukcső-darabka közvetítésével [lásd korábbi dolgozatunkat (1)] szívópalackra vagy még célszerűbben a *2. ábrán* látható módon egy jól csiszolt alappal[1] bíró üvegburából összeállított készülékre helyezzük, jól leszívatjuk. Most kb. 3 kcm alkohollal a szűrőt, annak belső falát is jól leöblítjük s az alkoholt leszívatjuk. Ezt háromszor megismételjük. A tölcsérkét kis üvegkupakjával leborítjuk s 15 percig élénk áramban levegőt szívunk át a tölcsérkén. (A levegőáram erőssége kb. 40 liter óránként.) A korábbi dolgozatunkban előírt, telitett $CaCl_2$-os gázmosópalack használata felesleges; a levegőáramot csupán vattán szűrjük, a laboratórium levegőjét tisztának feltételezve.



2. ábra.

5. A megszárított szűrőt mérőedénykébe helyezzük s 5—10 perc múlva mérjük.

---

[1] Ha a bura alapja jól van csíszolva, annak csapzsírral való kenése felesleges, de nem is kívánatos.

A csapadék szűrése és kimosása.

1. A szűrőtölcsért szívópalackra vagy a 2. ábrán látható készülékre helyezzük. Ez utóbbi használatát különösen akkor ajánljuk, ha a szűredéket még utóbb fel kell dolgoznunk.

2. A csapadék felett álló folyadék tisztáját a szűrőre öntjük s enyhe szívással leszűrjük.

3. A szívópalackot kiöntjük, ha az üvegharangot használtuk, a harang alatt lévő edényt cseréljük. Ezt különösen kezdőknek azért ajánljuk, hogy — ha netán csapadék utóbb átmenne — ne kelljen a nagy folyadékmennyiséget újból szűrnünk.) Most az egész csapadékos folyadékot a szűrőre öntjük s a csapadékot a mosófolyadék 5 kcm-es részleteivel, szükség esetén kis tollseprő segítségével a szűrőre visszük, majd a megszabott mennyiségű mosófolyadékkal alaposan kimossuk.

4. A jól leszívatott csapadékra kis üvegbotocska segítségével 5 kcm 96%-os (*KOH*-ról ledesztillált) alkoholt csurgatunk oly módon, hogy a szűrő oldalát is végigmossuk az alkohollal, majd a botocskával alaposan felkeverjük a csapadékot. Az alkoholt most leszívatjuk. Ezt az eljárást még kétszer megismételjük s utoljára az üvegbotocskát is leöblítjük. A tölcsérkére reátesszük a kis üvegkupakot s a csapadékon 15 percig élénk áramban szívatunk keresztül levegőt (kb. 40 liter óránként).

5. A légszivattyút lezárjuk és az üvegburán lévő üvegcsapon át óvatosan levegőt engedünk a bura alá. Ha szívópalackot használunk, hasonló lehetőségről *T*-cső közbeiktatásával kell gondoskodnunk. A kaucsukcső hirtelen lerántásától óvakodjunk, mert a hirtelen fellépő nyomás következtében a szűrőn lévő csapadék kiszóródhat.

6. Az aethylaetherrel való öblítést ne alkalmazzuk. Tapasztalataink szerint annak gyors elpárolgása folytán — különösen nyáron — harmatcseppek rakódhatnak le a szűrőre és a csapadékra.

7. A csapadék súlyállandóságáról — különösen, ha szűrőnk kissé eltömődött — újabb szívatással és méréssel ismételten győződjünk meg.

8. Ha csapadékunk a szűrőt eltömi s így a levegőáramban való szárítás nehézkes vagy egyáltalán nem lehetséges, áttérhetünk a

magasabb hőmérsékleten való szárításra, ahol ez megengedett (pl. a $BaSO_4$, vagy a $CaC_2O_4.H_2O$ esetében). Az eredményre, miként azt korábbi dolgozatunkban kimutattuk, ez nincs befolyással. A csapadék szárítása és mérése között azonban legalább $1—1^1/_2$ óra teljen el, hogy az edényke és a szűrő normál állapotba juthasson.

A mérés.

1. A tárgyaknak, csapadékoknak súlya csak akkor reprodukálható, ha azok ú. n. normál állapotban vannak. Edénykéinket, csapadékainkat eljárásunk szerint szobahőmérsékleten szárítva, azok normálállapotában változás nem állott be, azok tehát 5—10 perc mulva a szárítás befejezése után mérhetők.

Az üvegedények, különösen felmelegítés után, lassan térnek vissza normálállapotukba. Miután a csapadékokat üvegszűrőre gyüjtjük, ha azokat magasabb hőmérsékleten szárítottuk, hosszabb ideig — tapasztalataink szerint legalább 1 óráig — kell várnunk, míg az üvegedények «normál»-állapotukba visszatértek. Ha nem akarunk ily soká várni, úgy a WINKLER-féle «időeljárást» alkalmazhatjuk. Ez abban áll, hogy a tölcséreket «üresen» és «tele» azonos eljárásnak (mosás, szárítás, várakozási idő a kiszárítás után) vetjük alá, vagyis «üresen» is, «tele» is azonos ideig szárítjuk s a szárítás befejeztétől számított azonos idő letelte után (WINKLER félórát ír elő) állapítjuk meg azok súlyát.

2. Teljesen felesleges nem higroszkópos csapadékokat izzítás vagy szárítás után kihűlésig exsiccatorban tartani. Éppen így nem szabad a mérlegszekrénykében szárítóanyagokat tartani.

3. Higroszkópos anyagok lemérését oly módon végezzük, miként azt korábbi dolgozatunkban (1) a $NaHCO_3$ analizise kapcsán leírtuk.

Az analitikai eredmények kiszámítása.

A számítást a stöchiometriai faktorok alapulvételével végezzük. A WINKLER-féle javítószámokat általában nem használjuk. Kivételt csupán a $BaSO_4$ alkot.

A szűrőtölcsérkék javítása.

A szűrőtölcsérkék idővel eltömődnek. Az ilyen szűrőtölcsérkéket úgy javíthatjuk meg, hogy kevés 20%-os fluorhydrogensavat szívatunk át rajta. A szűrőt azonnal 5%-os natronlúggal, majd ezt követőleg sósavval kezeljük. A most leírt eljárást szükség szerint megismételjük.

Irodalom.

1. Zschr. f. anal. Ch. **120**, 410 (1941).
2. Zschr. f. anal. Ch. **115**, 104, 109 (1938).
3. Ausgewählte Untersuchungsverfahren für das chemische Laboratorium. Die chemische Analyse XXIX. Verlag von Ferdinand Enke. Stuttgart, 1931.
4. Zschr. f. anal. Ch. **122**, 257 (1942).
5. Gyémánt A.: Zschr. f. physik. Ch. **103**, 260 (1923).
6. Schulek E. és Szeghő F.: Über volumetrische Lösungen usw. Zschr. f. anal. Ch. **123**, 260 (1942).
7. Zschr. f. anal. Ch. **120**, 410 (1941).
8. Angew. Ch. **33**, 160 (1920).
9. Zschr. f. anal. Ch. **120**, 410 (1941).
10. Angew. Ch. **33**, 59 (1920).
11. Zschr. f. anorg. Ch. **40**, 196 (1904).
12. Angew. Ch. **31**, 187 (1918).
13. Acta Chemica Fennica Nr. 1—2, 1930.
14. Journ. f. prakt. Ch. **73**, 241 (1858).
15. Skrabal, A.: Die induzierten Reaktionen, ihre Geschichte und Theorie. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge **13**, 321 (1908).
16. Chem. Ztg. **45**, 712 (1921).
17. Journ. Amer. Chem. Soc. **39**, 1152 (1917).
18. Zschr. f. anal. Ch. **56**, 225, 417, 487, 561 (1917).
19. Zschr. f. anal. Ch. **58**, 49 (1919).
20. Zschr. f. anorg. Ch. **126**, 257 (1923).
21. Zschr. f. anal. Ch. **72**, 303 (1927).
22. Zschr. f. anal. Ch. **68**, 343 (1926).
23. Zschr. f. Elektrochemie. **29**, 519 (1923). **30**, 467 (1930). V. ö. Zschr. f. physik. Ch. 98, 364 (1921).
24. Zschr. f. anorg. Ch. **185**, 369, 387 (1930).
25. Zschr. f. anal. Ch. **96**, 81 (1934).
26. Zschr. f. anal. Ch. **106**, 129, 262, 362, 399 (1936). (Összefoglaló dolgozat.)

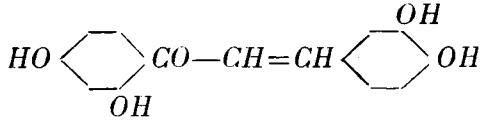
27. Zschr. f. anal. Ch. **96**, 81 (1934). (Irodalmi adatokkal.)
28. Kolloidzeitschrift **47**, 314 (1929).
29. Zschr. f. anal. Ch. **115**, 104 (1938—39).
30. Zschr. f. anal. Ch. **104**, 321 (1936). (Válasz BALAREWnek, irodalmi adatokkal.)
31. Zschr. f. anal. Ch. **73**, 271 (1928). **108**, 33 (1936). **117**, 109 (1939).
32. Die Allgemeinheit des Kolloidzustandes (1925).
33. Zschr. f. anorg. Ch. **126**, 257 (1923). Zschr. f. anal. Ch. **63**, 392 (1923).

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. ápr. 20-án tartott üléséből.)

A GLUKOBUTEIN SZINTÉZISE.[1]

MAUTHNER NÁNDOR lev. tagtól.

Több évvel ezelőtt PERKIN és HUMMEL[2] egy Indiában honos növényből a Butea frondosából elkülönítették ennek sárga festőanyagát, melyet ezen előfordulása alapján buteinnek neveztek. Ezután PRICE[3] kimutatta, hogy ugyanezen festőanyag egy nálunk is honos növényben, a Dahlia variabilisben a georginában is előfordul. PRICE szintúgy a buteinnek protocatechualdehidből és resacetophenonból való szintézise útján kimutatta, hogy a butein szerkezetére nézve egy tetroxychalkon, a következő szerkezettel:



GEISSMAN[4] azt találta, hogy a butein eredetileg a növényekben glukosidja alakjában fordul elő. A természetes glukosidek szintézisével foglalkozó munkáim folytatásaképpen megkíséreltem a glukobutein szintézisét. A chalkonok glukosidjait eddig úgy állították elő szintézis útján,[5] hogy vagy egy oxialdehid vagy egy oxiketon glukosidjából indultak ki és ezt erős natronlúg hatására

---

[1] A Pázmány Péter Tud. Egyetem általános kémiai intézetében készült dolgozat.

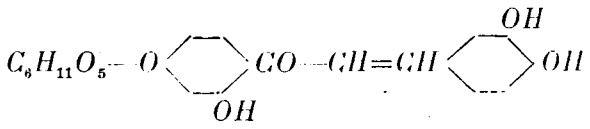
[2] J. Chem. Soc. 85, 1459 (1904).

[3] J. Chem. Soc. 1018 (1939).

[4] J. Am. Chem. Soc. 63, 656 (1941).

[5] BARGELLINI és DE FAZI Garz chim. ital. 44. II. 520 (1914).

kondenzálták egy oxiketonnal vagy egy oxialdehiddel a chalkonglukosiddá. Én egy más utat választottam, amennyiben a kész aglykonból indultam ki és ezt kondenzáltam acetobromglukozzal. Ez az út járhatónak bizonyult a legutóbb közzétett resacetophenonglukozid szintézisénél[1] nyert tapasztalataim szerint. Ennek megfelelőleg buteint chinolines oldatban kondenzáltam acetobromglukozzal ezüstoxid jelenlétében tetraacetylglukobuteinné. E vegyületet hideg baritvízzel elszappanosítva a glukobutein képződött:



A glukose valószínűleg a ketogyökhöz paraállásban levő hidroxilgyökhöz kapcsolódott analógia alapján a resacetophenonnak acetobromglukossal való reakciója alapján.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

Tetraacetylglukobutein.

A buteint lényegében GEISSMAN[1] adatai szerint állítottam elő és az alábbi készüléket használtam, mely sokkal egyszerűbb, mint az e célra ajánlottak. Egy félliteres porüvegben, amelynek parafadugójába egy bevezetőcsövet, egy csepegtetőtölcsért és egy GÖCKEL-féle higanyszelepet alkalmaztam, beleöntöttem 5 protocatechnaldehid és 5·5 g resacetophenon 10 cm³ alkoholos oldatát. Ehhez jeges vízzel való hűtés közben hozzácsepegtetünk 50 g káliumhidroxidnek 35 cm³ vízben való oldatát. Az egész kísérletet nitrogénáramban végezzük és a reakcióelegyet öt napon át közönséges hőmérsékleten nitrogéntúlnyomás alatt állni hagyjuk. E kísérletekhez szükséges resacetophenont a HOESCH-féle szintézis útján állítottam elő, amely eljárás sokkal jobb termelést és tisztább terméket eredményez, mint a NEUCKI- és SIEBER-féle reakció.

[1] J. prakt. Ch. 160, 33 (1942).

A reakcióelegyet híg sósavval megsavanyítjuk és éjjelen át állni hagyjuk. Azután a chalkont leszűrjük, vízzel jól kimossuk és híg alkoholból kristályosítjuk át. Olv. p. 213—214 C°. Termelés 2·8 g.

2 g chalkont és 3 g acetobromglukoset feloldunk 10 cm³ vízmentes chinolinben, 1·7 g ezüstoxidet adunk hozzá és időnkénti vízzel való hűtés közben egy üvegpálcikával 20 percig keverjük. Ezután a reakcióelegyet 1 órára exsiccatorba helyezzük. A reakcióelegyet 60 cm³ jégecettel leöntjük, jól összekeverjük és két ráncos szűrőn kétszer 750 cm³ vízbe szűrjük, végül mindegyik szűrőt 20 cm³ jégecettel kimossuk. A szűrlét éjjelen át állni hagyjuk, ráncos szűrőn át megszűrjük és vízzel jól kimossuk. Szűrőpapíron szárítjuk ki és alkoholból kristályosítjuk át, miközben csontszénnel színtelenítjük. A terméket még kétszer alkoholból kristályosítjuk át. Termelés 0·6 g.

4·210 mg anyag adott: 8·895 mg. CO_2 és 1·875 mg H_2O.

$C_{29}H_{30}O_{14}$ képlet alapján a számított értékek: C=57·80%, H=4·98%.

Kísérletileg talált értékek: C=57·60%, H=4·94%.

A tetraacetylglukobutein barnavörös tűkben kristályosodik, amelyek 193—194 C°-on olvadnak. A termék nehezen oldódik, hideg alkoholban ellenben könnyen melegben.

Glucobutein.

2 g fínomra porított tetraacetylbuteint 12 g bariumhidroxidból és 200 cm³ vízből készített oldattal közönséges hőmérsékleten 16 óra hosszat a rázógépen jól összerázzuk. A fölös bariumhidroxidet szénsavval kicsapjuk, a bariumcarbonatot leszűrjük és vízzel jól kimossuk. Az oldat még szénsavval ki nem csapodó bariumot tartalmaz, amelynek eltávolítására az equivalens mennyiségű ammonsulfátoldattal elegyítjük. A bariumsulfátot leszűrjük, vízzel jól kimossuk és az oldatot vacuumban 40 C°-on kis térfogatra bepárologtatjuk. Az oldatot vacuumexsiccatorban kénsav felett szárazra bepárologtatjuk. A visszamaradó terméket porítjuk és ecetsavaethylesterrel háromszor kivonjuk. A bepárolt oldatból a glukosid világos sárga tűkben kikristályosodik. A vegyület további

tisztítása céljából még egyszer ecetsavaethylesterből átkristályosítjuk. A glukobutein sárga tűkben válik ki, amelyek 185—186 C°-on olvadnak.

3·670 mg anyag adott: 7·830 mg CO_2 és 1·710 mg H_2O.

$C_{21}H_{22}O_{10}$ képlet alapján a számított értékek: C=58·06%, H=5·06%.

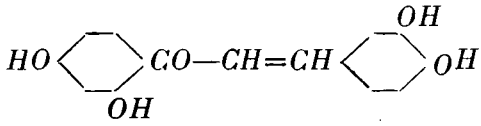
Kísérletileg talált értékek: C=58·17%, H=5·17%.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. nov. 23-án tartott üléséből.)

DIE SYNTHESE DES GLUCOBUTEINS.

Von F. MAUTHNER korresp. Mitglied.

Vor mehreren Jahren hatten PERKIN und HUMMEL [1] aus einer in Indien heimischen Pflanze aus der Butea frondose, dessen gelben Farbstoff isoliert und es nach diesem Vorkommen Butein genannt. Nachher fand PRICE [2] denselben Farbstoff in einer auch bei uns heimischen Pflanze in der Georgine (Dahlia variabilis). PRICE zeigte auch durch die Synthese aus Protocatechualdehyd und Resacetophenon, dass das Butein ein Tetraoxychalkon von folgender Konstitution ist:



GEISSMAN [3] fand, dass das Butein in der Pflanze in Form eines Glucosids vorkommt. In Fortsetzung meiner synthetischen Untersuchungen über natürliche Glucoside versuchte ich auch die Synthese dieses Glucosids. Die Synthese der Glucoside der Chalkone [4] wurde bisher ausschliesslich derart ausgeführt, dass man von einem Glucosid eines Oxyaldehyds oder Oxyketons ausging und dieses mit einem Oxyketon oder einem Oxyaldehyd bei Gegenwart starker Natronlauge zum Chalkonglucosid kondensierte. Ich schlug einen anderen Weg ein, indem ich vom fertigen Aglykon ausging und dieses mit Acetobromglucose kondensierte. Dieser Weg zeigte sich

---

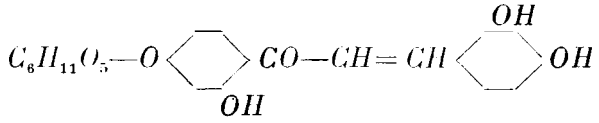
[1] J. Chem. Soc. 85, 1459 (1904).

[2] J. Chem. Soc. 1018 (1939).

[3] J. Am. Chem. Soc. 63, 656 (1941).

[4] BARGELLINI und DE FAZI Gazz. chim. ital. 44. II. 520 (1914).

gangbar durch meine früheren Versuche über die Synthese[1] des Glucoresacetophenons. Dementsprechend wurde Butein in Chinolinlösung mit Acetobromglucose durch Silberoxyd zum Tetraacetylglucobutein kondensiert. Dieses lieferte bei der Verseifung durch kalte Barytlauge das Glucobutein:



Die Haftstelle des Glucoserestes ist wahrscheinlich bei der paraständigen Hydroxylgruppe zur Ketogruppe wegen der Analogie der Glucosidilierung des Resacetophenons.

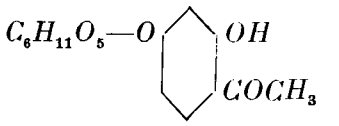
[1] J. prakt. Chemie, 160, 33 (1942).

Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. November 1942.)

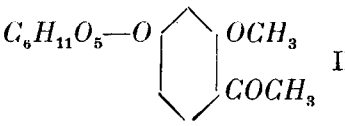
A GLUKORESACETOPHENON SZERKEZETE ÉS ÚJ SZINTHETIKUS GLUKOSIDEK.[1]

MAUTHNER NÁNDOR lev. tagtól.

Rövid ideje, hogy közzétettem a glukoresacetophenon szintézisét,[2] resacetophenonból meg acetobromglukoseból és a keletkező tetraacetylszármazék ezt követő elszappanosítása útján a szabad glukosiddá. A szerkezeti képlet felállítása analógiakövetkeztetésen alapult, amennyiben feltettem, hogy a resacetophenon kondenzációja egész úgy megy, mint a resacetophenon metilezése dimethylsulfáttal. Most sikerült a glukosid metilezése útján diazomethannal a végleges szerkezeti képletet felállítani. A glukoresacetophenon metilezése útján fölös diazomethannal és az ezt követő hidrolízis útján aglykon gyanánt isopaeonal keletkezett, miáltal a glukoresacetophenon szerkezeti képletét (I) véglegesen megállapítottam:



I.



II.

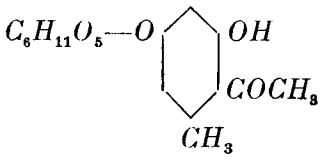
A metilezésnél előálló glukoisopaeonalt közvetlen is elő lehetett állítani isopaeonolból, amely vegyületet már régebben előállítottam[3] acetylmonomethylorcinból, az acylgyök vándorlásának módszerével. E célból isopaeonolt chinolines közegben acetobromglukoseval kondenzáltam ezüstoxid segélyével tetraacetyl gluko-

[1] A Pázmány Péter Tud. Egyetem általános kémiai intézetében készült dolgozat.

[2] J. prakt. Chemie 160, 33 (1942).

[3] J. prakt. Chemie 136, 208 (1933).

isopaeonollá. Az acetylszármazék elszappanosítása útján híg baritvízzel közönséges hőmérsékleten a glukoisopaeonol (II) képződött. E vegyület a már előzőleg előállított isomérjétől a glukopaeonoltól, amely a természetben is előfordul, a sokkal kevésbbé oldhatósága által különbözik. Végül még az oreacetophenon glukosidját is előállítottam, mert az orcin és aetherei igen elterjedtek a természetben. Oreacetophenont chinolines közegben ezüstoxid segélyével kondenzáltam acetobromglukoseval, miáltal a tetraacetylglukooreacetophenont nyertem. Az acetylszármazéknak híg baritvízzel való elszappanosítása útján glucoorcacetophenon (III) képződött:



III.

KÍSÉRLETI RÉSZ.

A glukoresacetophenon metilezése.

1 g glukoresacetophenont 70 cm³ tömény methylalkoholban oldunk és jéggel való hűtés közben 10 g nitrosomethylcarbamidból előállított aetheres diazomethanoldattal elegyítjük. A reakcióelegyet két napig közönséges hőmérsékleten állni hagyjuk, miközben az oldat diazomethanmentessé válik. Az aethert ledesztilláljuk, a methylalkoholt pedig 10 cm³-nyire bepároljuk. Ezután 2 g natrium hidroxidet adunk az oldathoz és egy fél óra hosszat forraljuk. Az oldatot híg sósavval megsavanyítjuk és többször aetherrel kivonjuk. Az aether lepárlása után visszamaradó terméket ligroinból átkristályosítjuk, miáltal 138 C°-on olvadó isopaeonolt nyerünk, melyet egy előzőleg előállított preparátummal[1] azonosítottam.

Tetraacetylglukoisopaeonol.

Az alábbi kísérletekhez szükséges isopaeonolt monomethylresorcinból állítottam elő a HOESCH-féle szintézis[2] útján és az

[1] Loc. cit.

[2] Ber. 48, 1122 (1914).

egyidejűleg keletkező paeonoltól vízgőzdesztilláció útján különítettem el. 10 g monomethylresorcinból 2·3 g isopaeonolt nyertem. 3 g isopaeonolt és 7·4 g acetobromglukoset 10 cm³ vízmentes chinolinban oldunk, 2·6 g ezüstoxidet adunk hozzá és 20 percig egy üvegpálcikával keverjük. Időnként vízzel való hűtés útján a hőmérséklet emelkedését megakadályozzuk. Ezután a reakcióelegyet egy órára exsiccatorba helyezzük. A reakcióelegyet 60 cm³ jégecettel leöntjük, jól összekeverjük és két ráncos szűrőn kétszer 750 cm³ vízbe szűrjük. Mindegyik szűrőt 20 cm³ jégecettel kimossuk és éjjelen át állni hagyjuk. A kiváló terméket ezután ráncos szűrőn megszűrjük, vízzel jól kimossuk és másnapig szűrőpapíron szárítjuk. A vegyületet további tisztítása céljából alkoholból átkristályosítjuk. Termelés 5·8 g.

3·182 mg anyag adott: 6·474 mg CO_2-t, 1·580 mg H_2O-t.

$C_{23}H_{28}O_{12}$ képlet alapján a számított értékek: C=55·64%, H=5·64%.

Kísérletileg talált értékek: C=55·47%, H=5·51%.

A tetraacetylglukoisopaeonol színtelen tűkben válik ki, amelyek 129—130 C°-on olvadnak.

Glucoisopaeonol.

3 g finomra porított tetraacetylglukosidet, 12 g bariumhidroxidból és 200 cm³ vízből készített oldattal 16 óra hosszat a rázógépen közönséges hőmérsékleten erősen összerázzuk. Ezután a fölös bariumot szénsavval kicsapjuk, a bariumcarbonatot leszűrjük és vízzel jól kimossuk. A szűrlet vacuumban 40 C°-on kis térfogatra bepároljuk és az oldatot vacuumexsiccatorban kénsav felett szárazra bepároljuk. A visszamaradó terméket porítjuk és háromszor ecetsavaethylesterrel kivonjuk. Az oldat bepárlásakor a glukosid kikristályosodik, melyet további tisztítása céljából még egyszer ecetsavaethylesterből átkristályosítunk.

3·002 mg anyag adott: 5·862 mg CO_2-t és 1·102 mg H_2O-t.

A $C_{14}H_{20}O_8$ képlet alapján a számított értékek: C=53·16%, H=4·05%.

Kísérletileg talált értékek: C=53·29%, H=4·07.

A glukoisopaeonol színtelen tűkben válik ki, amelyek 171—

172 C°-on olvadnak. A glukosid könnyen oldódik vízben és alkoholban. Hidegen ecetsavaethylesterben nehezen oldódik, ellenben könnyen melegben.

Tetraacetylglukoorcacetophenon.

Az alábbi vegyület előállításához szükséges orcacetophenont orcinból állítottam elő a HOESCH-féle szintézis útján. 5 g vízmentes orcinból 2·4 g orcacetophenont nyertem. 2 g orcacetophenont és 4·1 g acetobromglukoset feloldunk 10 cm³ vízmentes chinolinban, 1·7 g ezüstoxidet adunk hozzá és üvegpálcikával 10 percig jól összekeverjük. A reakcióelegyet időnként hideg vízzel hűtjük. A reakcióelegyet egy órára exsiccatorba tesszük. Ezután leöntjük 60 cm³ jégecettel, jól összekeverjük és két ráncos szűrőn kétszer 750 cm³ vízbe szűrjük. Mindegyik szűrőt 20 cm³ jégecettel kimossuk és másnapig állni hagyjuk. Másnap a kiválott csapadékot ráncos szűrőn leszűrjük és vízzel jól kimossuk. A terméket szűrőpapíron szárítjuk másnapig és alkoholból átkristályosítjuk. A vegyületet további tisztítása céljából alkoholból átkristályosítjuk.

3·192 mg anyag adott: 6·540 mg CO_2 és 1·618 mg H_2O.

A $C_{23}H_{28}O_{12}$ képlet alapján a számított értékek: C=55·64%, H=5·64%.

Kísérletileg talált értékek: C=55·85%, H=5·65%.

A tetraacetylglukoorcacetophenon színtelen tűkben válik ki, amelyek 127—128 C°-on olvadnak.

Glukoorcacetophenon.

3 g finomra porított tetraacetylglukoorcacetophenont, 12 g bariumhidroxidból és 200 cm³ vízből készített oldattal 16 óra hosszat a rázógépen közönséges hőmérsékleten erősen összerázzuk. A fölös bariumot szénsavval kicsapjuk, a bariumcarbonatot leszűrjük és vízzel jól kimossuk. Az átszűrt folyadékot vacuumban 40 C°-on bepárologtatjuk kis térfogatra és az oldatot vacuumexsiccatorban kénsav felett tökéletesen beszárítjuk. A porított terméket ecetsavaethylesterrel háromszor kivonjuk és az oldatot bepároljuk. Az oldat kihűlésekor a glukosid kikristályosodik.

Termelés 1·2 g. A glukosid további tisztítása céljából még egyszer ecetsavaethylesterből átkristályosítjuk.

4·790 mg anyag adott: 9·620 mg CO_2-t és 2·675 mg H_2O.

A $C_{15}H_{20}O_8$ képlet alapján a számított értékek: C=54·87%, H=6·09%.

Kísérletileg talált értékek: C=54·73%, H=6·24%.

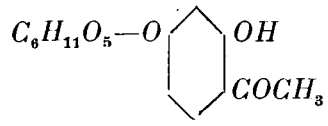
A glukoorcacetophenon színtelen tűkben válik ki, amelyek 189—190 C°-on olvadnak. A glukosid könnyen oldódik vízben. A vegyület nehezen oldódik hideg ecetsavaethylesterben, ellenben könnyen melegben. A glukosid vizes oldatát vaschlorid vérvörös színűre festi.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. nov. 23-án tartott üléséből.)

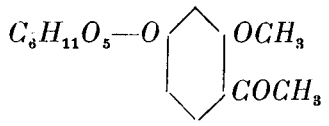
ÜBER DIE KONSTUTITION DES GLUCORESACETOPHENONS UND NEUE SYNTHETISCHE GLUCOSIDE.

Von F. MAUTHNER korresp. Mitglied.

Vor kurzem teilte ich die Synthese des Glucoresacetophenons [1] mit durch Kondensation von Acetobromglucose mit Resacetophenon und nachfolgender Verseifung des Tetraacetylglucosids zum freien Glucosid. Die Aufstellung der Konstitutionsformel gründete sich auf einen Analogieschluss, dass nämlich die Glucosidilierung des Resacetophenonsg anz gleich erfolgt wie die Methylierung desselben. Jetzt gelang es durch Methylierung dieses Glucosids die endgültige Konstitutionsformel aufzustellen. Bei der Methylierung des Glucoresacetophenons mittelst überschüssiges Diazomethan und nachfolgender Hydrolyse wurde als Aglykon Isopaeonol erhalten, hiernach ist nachfolgende Konstitutionsformel (I) des Glucoresacetophenons sichergestellt:



I.

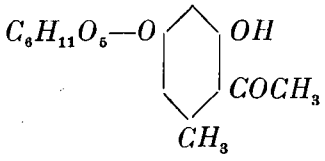


II.

Das bei der Methylierung entstehende Glucoisopaeonol konnte auch direkt aus dem Isopaeonol gewonnen werden, welche Verbindung ich früher schon[2] durch Acylwanderung aus Acetylmonomethylresorcin erhalten habe. Das Isopaeonol wurde mit Acetobromglucose in Chinolinlösung durch Silberoxyd zum Tetraacetylglucoisopaeonol kondensiert. Durch Verseifung des Acetylderivates mit verdünnter Barytlauge bei gewöhnlicher Temperatur

[1] J. prakt. Chemie 160, 33 (1942).
[2] J. prakt. Chemie 136, 208 (1933).

wurde das Glucoisopaeonol (II) erhalten. Es unterscheidet sich durch viel geringe Löslichkeit von dem früher schon synthetisiertem Glucopaeonol.[1] welches auch in der Natur vorkommt. Schliesslich habe ich auch das Glucosid des Orcacetophenons synthetisiert, da das Orcin und Aether desselben in der Natur sehr verbreitet sind. Das Orcacetophenon wurde in Chinolin gelöst und mit Acetobromglucose bei Gegenwart von Silberoxyd kondensiert, wodurch das Tetraacetylglucoorcacetophenon erhalten wurde. Aus dem Acetylderivat wurde durch Verseifung mit kalter Barytlauge das Glucoorcacetophenon (III) erhalten:



III.

[1] Loc. cit.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 23. November 1942.)

TALAJVÍZKUTATÁS AZ ALFÖLDÖN.

ROHRINGER SÁNDOR r. t.-tól.

(Székfoglaló értekezés.)

Az 1941. év tavaszán egy jajkiáltás hangzott el az Alföldön, főleg a Duna—Tisza közén és Szeged környékén, ahol a víz régen nem látott terjedelemben borított el sok tízezer holdat és tanyák százait döntötte romba. Ez a kár meghaladta az 1879. évi nevezetes szegedi árvízkárokat, mert a most víz alá került területek a haladó kultúra révén értékesebbek a hatvan év előttieknél és az ország háborús helyzetében a kár kétszerese volt érezhető.

Az akkori, hatvan év előtti bajokat főleg a Tisza áradása okozta. Most a Tisza nem volt veszedelmes, a Duna a kedvezőtlen körülmények közt elindult jégzajlás és a medernek jelentékeny szakaszokon elfajult volta miatt kitört ugyan medréből, de a bajok zömét most nem a folyók árvize, hanem valami egészen más ok idézte elő: a vízzel teli talaj lázadt fel, ontotta magából a vizet s az, amit közönségesen talajvíznek és vadvíznek neveznek, felgyülemlett a talajban, feltört a felszínre és elárasztotta a földeket és lakóhelyeket.

A sokszor megirígyelt tejjel és mézzel folyó Alföldnek egyik súlyos baja ez, mely előáll, ha a nagy és hosszantartó esők a talajt vízzel telítik, mely aztán kicsordul a felszínen.

A vadvíz keletkezésének másik előfeltétele a kivételes nagy csapadékon kívül a talajnak nagyon csekély esése, ez az Alföldön sok helyen csak néhány cm kilométerenkint. Nincs ilyen baj pl. a dunántúli részeken, ahol a talajnak már határozott lejtése van s ezért a belészivárgott víz nem stagnál, hanem mozog, ami egyúttal a szikesedéssel szemben is jóhatású. Németországban vadvizekkel nem igen bajlódnak, mert ott a talaj lejtése jóval nagyobb még a

nagy folyók völgyében is mint minálunk, amivel szemben a kárpáti medence legmélyebb részein ez a földalatti folyás — igaz, hogy nagy időközökben — valóságos katasztrófává növi ki magát, s éppen azért szükséges és érdemes a közelebbi tanulmányozásra és megfigyelésre.

A talajvizekkel összefüggőleg legyen szabad kitérni a tulajdonképeni belvizekre is. A téli hóból és esőből keletkező árvizeket a folyók hivatnák levezetni, s hogy ez kár nélkül történjék, a folyókat árvédelmi töltésekkel szegélyezik, viszont a töltések mögött lehulló és a lefolyásukban a töltések által akadályozott csapadékvíz külön csatornahálózattal lesz a folyóba vezetve, illetőleg szivattyúk segélyével a töltéseken át a folyó medrébe átemelve.

Az összegyűlő vizeknek az a része, amely valamely területre csapadék alakjában hullott, a tulajdonképpeni *belvíz*, ellenben az a víz, mely máshonnan, külső területről folyt a kérdéses területre, a *külvíz*, mely megkülönböztetések a levezetés különböző módjai miatt indokoltak. A belvizek mellett legtöbbször nem törődtek a csapadék ama részével, amely a talajba jutott, azt telítette és annak hézagain keresztül szivárog lefelé a mélybe, illetve addig, míg valamely akadály, pl. egy vízhatlan agyagréteg meg nem állítja útjában és csapadékdús időkben a talajban raktározódik, feljut a felszínre és feltör mint medernélküli vadvíz.

Ez eddig nem volt eléggé figyelembevéve, még ott sem, ahol a vizek rendezését többé-kevésbbé elvégezték. Az ú. n. belvízrendezések csatornái csupán a felszíni vizek levezetésére irányultak, nem győzték a vadvizek rohamát felvenni, s a mezőgazdasági és a lakóházakban okozott kár óriásivá nőtt és most a problémát, a belvizek intenzívebb rendezését, parancsolólag napirendre hozta. Az 1941—42. évi tavaszi árvizek feltárták az Alföld összes vízibajait, ami szinte gondviselésszerű, mert megmutatta, mi a hiány, mit kell még pótolni, hogy az ország termelése fennakadást ne szenvedjen és milyen feladatokat kell megoldani.

Ezek a feladatok: egészen új belvízrendezések, mint pl. a Szegedtől északra és nyugatra eső területeken, ahol a legjobb földeken ma is 3 m magasan áll a víz, továbbá a meglévő belvízrendezések továbbfejlesztése és teljessé tétele, végül pedig a vadvizek lefolyásának figyelembevétele. A belvízlevezetés teljessé

tételéhez tartozik, hogy *a vízlevezetés nem az 50 év előtti, hanem a mai gazdálkodás igényeihez alkalmazkodva rövid idő alatt történjék.* A feladat nagy és hosszabb, alapos előtanulmányokat igényel. A tiszai ármentesítések után roppant területek, mintegy 4.000,000 hold lett szabaddá, melyeket a töltések mögött összegyűlő belvizektől kellett védeni. A védelem alapos előtanulmányozására nem volt elég idő. De akkor nem is volt feltétlen szükséges, mert a gazdálkodás igényei a maiaknál szerényebbek voltak.

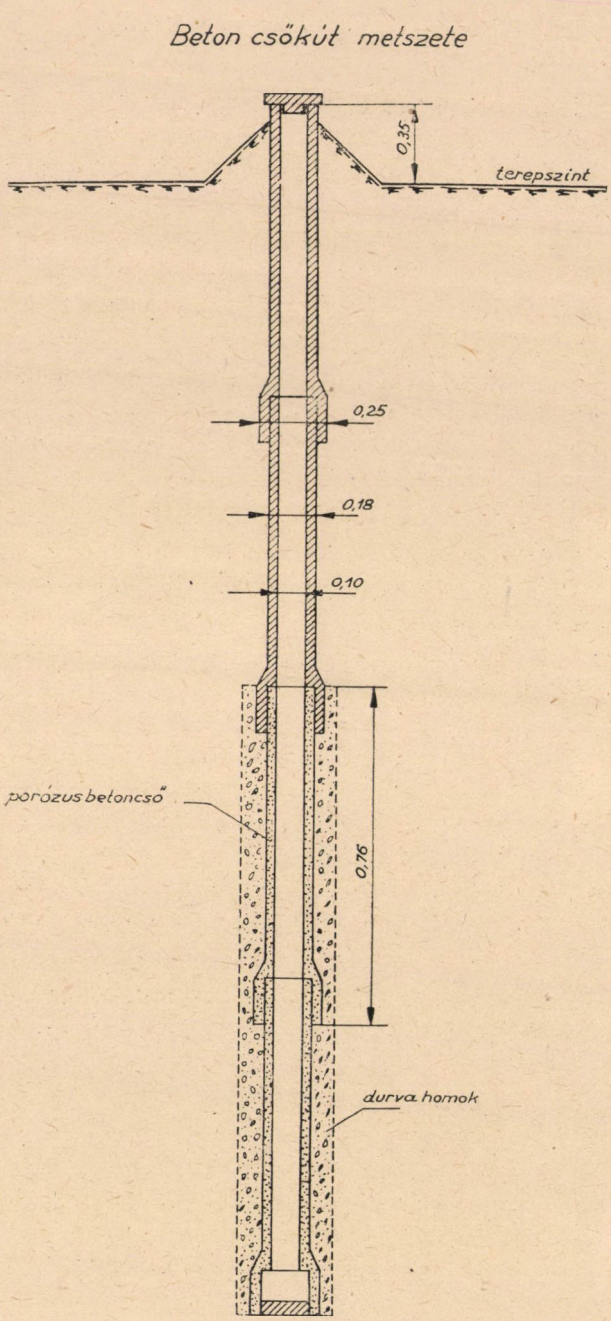
Nem lehet feladatom itt vízszabályozási gyakorlati kérdéseket tárgyalni, azonban az ma már kétségtelen, hogy ha jó megoldást akarunk, a gyakorlati tényeket alapos elméleti kutatásoknak kell megelőzniök és éppen erre figyelmeztetnek nyomatékosan az 1941. évi és a folyó évi vadvízkárok is. A talajba jutott csapadékvíznek elhelyezése, mozgása, mennyisége, magassága, a vizet magába foglaló réteg vastagsága s más ezekhez kapcsolódó kérdések megvilágítása már nem szigorúan vett gyakorlati technikai feladat, hanem elméleti kutatás s amint láttuk, a szemünk előtt elrejtett víznek települési, higiéniai, termelési vonatkozásainál fogva elsőrendű elméleti kutatómunka, amely célból éppen úgy *egy egész országra kiterjedő hálózatot kellene kifejleszteni*, mint ahogyan a csapadék és párolgásmérés országos hálózatra törekszik, mert a jövő belterjesebb gazdálkodása nem nélkülözheti a talajban levő víz rendezését sem.

Németországban több ezer állomáson figyelik a talajvíz ingadozását és lefolyását, Magyarországon kezdeményezésemre létesült ilyen szolgálat, sajnos, az adatok feldolgozására nincs elegendő munkaerő. Csak néhány példát akarok felhozni az ügy mellett. Hivatalos egészségügyi kutatások állapították meg pl. a Hajdúvárosok talajvizének magas állását, aminek következménye a rachitis és különböző más betegségek. A nélkül, hogy külön higiéniai tanulmányokat kellene végezni, az eddigi talajvíztanulmányok alapján is mondható, hogy pl. a pestvármegyei Dunavölgyön számos községet vagy községrészt ki kellene telepíteni a talajnedvesség magas állása miatt, ma már ez természetesen nehezen menne, azonban a bajon való segítés alapos talajvíztanulmányt tenne szükségessé.

A csapadék alakjában lehullott víztömeg egy része a felületen

elfolyik, másik része elpárolog, harmadika elszivárog, ezek összege teszi ki a lehullott csapadékot. Az elpárolgó vizet módunkban van megmérni, úgyszintén a felületen lefolyó vizet is és ezekből következtethetünk az elszivárgott víz mennyiségére, mely szaporítja a csatornákba folyó felületi belvizet és illuzórikussá teheti számításainkat.

A talajban nagy területeken elhelyezkedett víz felkutatása *csak rendszeres kúthálózat* segélyével lehetséges, amelyekkel minél több ponton férünk hozzá a talajban lévő vízhez. A kutak *csőkutak*, (l. 1. rajz) 0·75 m hosszú darabokban lesznek összeállítva. A csőkutakat fúrás segélyével süllyesztik le. A fúrókészülék az egymás fölé helyezett csődarabokból kiemeli a földet. A csövek lesüllyesztése mehet a vízzárórétegig, a mi esetünkben mezőgazdasági célokat tartva szem előtt, csupán a talajvízbe igyekeztünk lesüllyeszteni, rendszerint 4 méter mélyre, hogy a talajvíz süllyedése esetén a cső még mindig vízbe érjen. A csőkút teteje 30 cm magasan van a talaj fölött és fedővel lezárható. Az alsó csövek vízátengedők, porózusak, a felső csövek tömörek, a víz nem szivárog át rajtuk. Ha a kutak tetejét valamely szilárd pontból kiindulva bemérjük, megkapjuk az összes kúttetőknek a kiindulási alappontra vonatkoztatott magasságát s ezzel a kútban lévő vízszín abszolút magasságát is. Ily módon nagyszámú csőkút segélyével nagy területek talajvizének szintjét feltárhatjuk, amint az történt a Duna—Tisza közén, ezt a 2*a*. és 2*b*. sz. térkép mutatja. Az egyenlő magas vízű kutakat összekötő vonalak a talajvízréteg rajzát, szivárgási irányát, esését egy álló pontra vonatkoztatva tüntetik fel. A talajvíz elhelyezkedésének megfigyelését hazánkban először 68 különböző helyen a m. kir. erdészet végezte még az 1928. évet megelőző időben. Ennek a megfigyelésnek célja adatszolgáltatás volt az Alföld fásítása számára, sajnos, többek közt abban a hiányban szenvedett, hogy az egyes kútvízszínek magassága nem volt egy közös alappontra vonatkoztatva s így összefüggő nagy területre következtetni nem lehetett. Az általam végzett megfigyelések már az 1930. évben indultak meg. Előzőleg a természettudományi kutatások programmjában az Alföld talajvízszintjének a megfigyelését javasoltam s e célra a természettudományi kutatási alapból és később a *Széchenyi*


Beton csőkút metszete
0,35
terepszint
0,25
0,18
0,10
porózus betoncső
0,76
durva homok

1. ábra

Tudományos Társaság részéről anyagi támogatást sikerült elérni. Miután igen nagy területről volt szó, melyhez szükséges építés és megfigyelés tetemes elfoglaltságot jelentett, a földmívelésügyi minisztérium vízügyi műszaki osztályának akkori megértő vezetőjével, néhai SAJÓ ELEMÉR miniszteri tanácsossal abban állapodtam meg, hogy a Tisza jobbparti területén a tanulmányt a természettudományos kutatás keretében végzem el, a Tisza balpartján lévő területeken ugyanazt a Vízrajzi Intézet végzi, már az anyagiak korlátolt volta miatt is ezt a megosztást kellett bevezetni. Hálával kell itt megemlékeznem néhai gróf KLEBELSBERG KUNÓ vallás- és közoktatásügyi miniszter úrról, aki nem szakember létére szakemberekkel szemben is rögtön felismerte ennek a kutatásnak fontosságát és aki a természettudományos kutatás céljaira rendelkezésre állott összegből azonnal készségesen nyujtott támogatást, nemkülönben köszönettel tartozom a Széchenyi Tudományos Társaságnak és a *Pestvármegyei Dunavölgy Lecsapoló és Öntöző Társulatnak*, a *szegedi Ármentesítő Társulat igazgató főmérnökének*, PAP ISTVÁN úrnak a kutatáshoz való készséges anyagi és erkölcsi támogatásukért.

A kúthálózat rendszere, melyen a megfigyelés folyik, 12,000 km^2 kiterjedésű terület, Tokajtól Szegedig terjed, keletről és nyugatról a Tisza és Duna által van határolva. A kutak négyzetes háló szerint vannak elhelyezve. A csőkutak összes száma ezen a területen 149. Átlagos; sűrűségük egy kút 84 km^2 vízgyüjtő területhez tartozik, átlagos távoluk egymástól 8·5 km. Csupán mezőgazdasági célokat tartván szem előtt, a kutak 4 m mélységig fúrással készültek, alul három porózus, felettük három tömörcső, melyek belső átmérője 10 cm. A csövek anyaga cement- és finomkavics keverék, melyből a homok hiányzik, az így támadt hézagok teszik a csövet porózussá, a vizet átengedővé. A vízállás-megfigyelők tanyai lakosok, kisgazdák, tanítók, akik elismerésre méltó buzgósággal részben ingyen vállalták a jegyzést, kezdetben hetenkint kétszer, az utóbbi években hetenkint egyszer végzik megfigyeléseiket centiméteres beosztású léceknek a kútba való leeresztésével. A vízszín a lécen a csőkút felső peremétől lesz mérve, mely perem be lévén szintezve, a bemért vízszín adriai alapszintre vonatkozik. Ily módon a legkülönbözőbb következtetések vonhatók le. Pl. az 1934. év nagyon

alacsony vízállásához elkészült a Duna—Tisza közének olyan *talajvízrétegrajza (3. rajz), mely feltünteti a talajvíz állását a talaj bármely pontja alatt 1·00, 1·5, 2·00 mélységben és így áttekinthető képet kapunk arról, hogy hol túlmagas a talajvíz, hol szükséges annak lecsapolása, hol áll oly mélyen, hogy inkább öntözésre volna szükség.*

A kutakból vett vízmintákról megállapíttatott a talajvíznek jelentékeny *Na* sótartalma is, mely pl. a Kunszentmiklóson lévő 25. számú kútban az összes oldott anorganikus anyag 91%-át tette ki, ami világosan mutat a Kunszentmiklós körüli terület szikes voltára. Lefelé haladva, a főcsatorna mentén a sótartalom fogy, mert oldalbefolyások sok felületi vizet, iszapot stb. hoznak és felhigítják a csatorna vizét. Sajnos, költség hiányában részletesebb tanulmányok a sótartalomra nézve eddig nem voltak végezhetők, azonban megállapítható, hogy a kutak vizének sótartalma nagyobb mint a levezető csatornáké, amiből az is következik, hogy a mélyebb szintekben több só van, mint a felszínen. Ha ez így van, akkor nem célszerű, ha a talajvíz gyakran ingadozik és magasra emelkedik, mert káros sókat hoz fel a mélységből, de ezekből az is világos, hogy *a csatornák mélyre ásandók, hogy bennük a vízszín mélyen álljon*, mert csak így remélhető, hogy a talajvíz a csatorna felé szivárogva kilúgozhatja a sókat. A kutakban lemért vízszínmagasságokból megállapítható a talajvíz szivárgási iránya és sebessége. A 3. sz. rajzon összekötő vonallal vannak feltüntetve az egyenlő magasságú vízszínek. A talajvíz színének domborzati térképe általában egyezik a felszín domborzati térképével. A Duna—Tisza közén lévő felszíni homokdombvonaltól nyugatra a Duna, keletre a Tisza felé van a talajvíznek esése, éspedig a Duna felé Monor—Kecskemét—Soltvadkert vonaltól kezdve igen jelentékeny 1·5—1‰ esés, mely a síkságra érve lecsökken 0·3—0·05‰-re. A soroksági Dunaág is befolyásolja a talajvízszínt, mert a Dunaág normális vízszintje 96·60—96·70 A. f., ebből kiinduló szivárgás mutatkozik kelet felé. A keleti irányból a síkságra szivárgó vizek a csekély esés folytán megtorlódva magas szintet érnek el és még a legalacsonyabb vízállások idején is a talajszín alatt legfeljebb 1·00—1·5 m mélységben helyezkednek el. Természetesen csapadékos idők után ez a mélység még kisebb lesz, ami a növényi életre kedvezőtlen, a nélkül, hogy a víz a talaj felszínén összegyűlne és

Rohringer Sándor:
Talajvízkutatás az Alföldön.

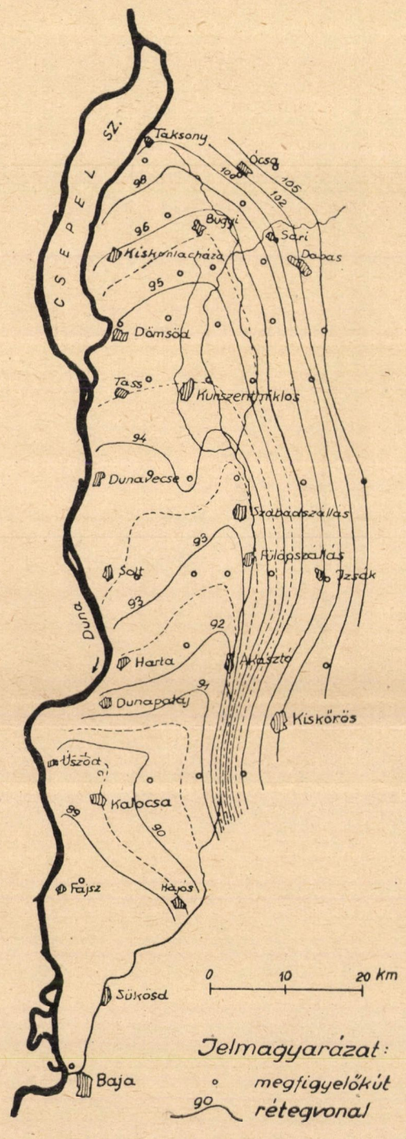
Mat. és Term.-tud. Értesítő
LXI. évf. 1942.

Átnézetes helyszinrajz.

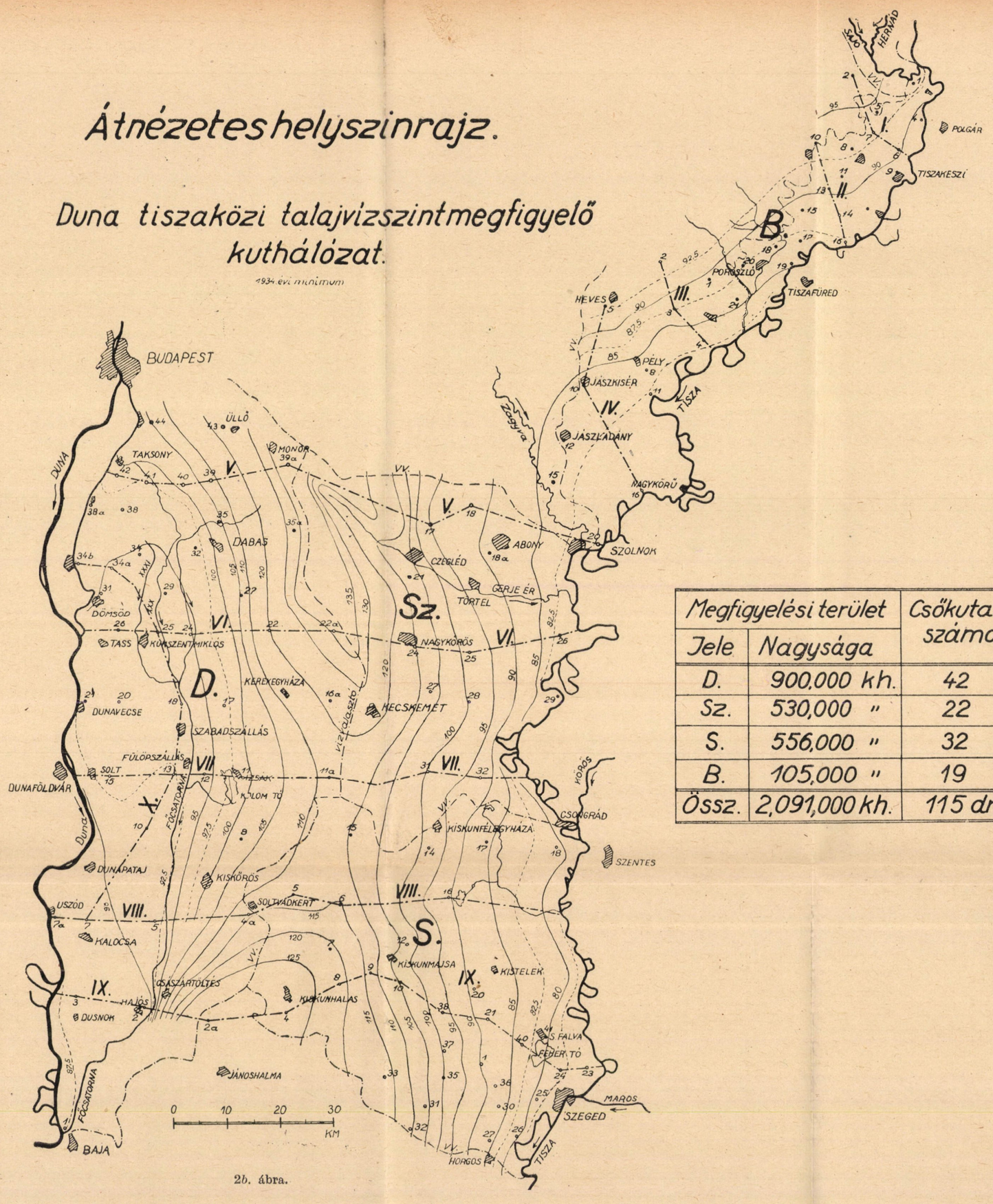
Duna tiszaközi talajvizszintmegfigyelő kuthálózat.

1934. évi minimum

Talajviz rétegvonalas térképe a Pestvármegyei Dunavölgy Lecsapoló és Öntöző Társulat területén 1932 okt.-ben.

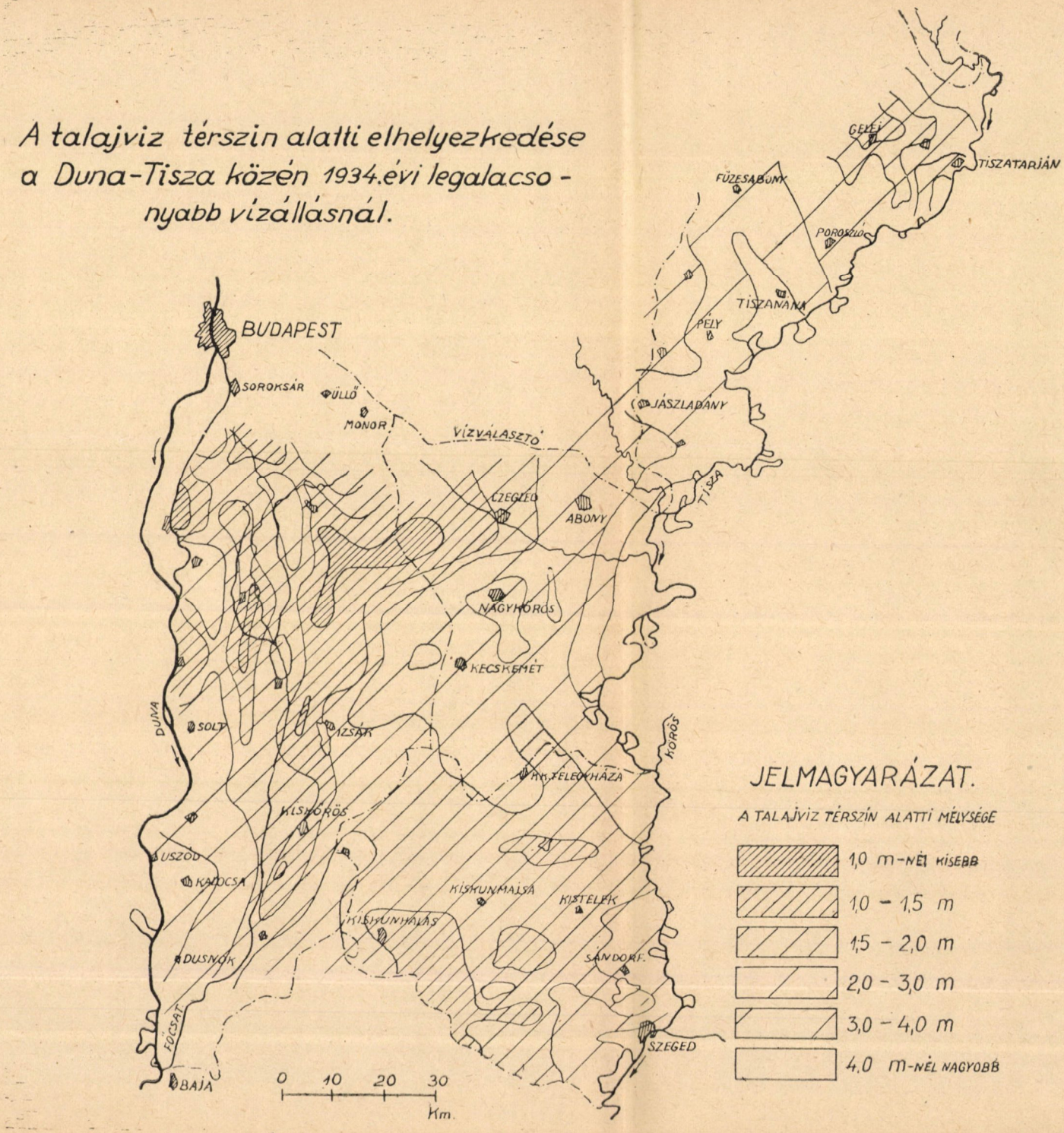


2a. ábra.



2b. ábra.

Megfigyelési terület		Csőkutak száma
Jele	Nagysága	
D.	900,000 kh.	42
Sz.	530,000 "	22
S.	556,000 "	32
B.	105,000 "	19
Össz.	2,091,000 kh.	115 drb.


A talajviz térszin alatti elhelyezkedése a Duna-Tisza közén 1934.évi legalacsonyabb vízállásnál.
BUDAPEST
SOROKSÁR
ÜLLŐ
MONOR
VÍZVÁLASZTÓ
CZEGLÉD
ABONY
NAGYKŐRÖS
KECSKEMÉT
SOLT
IZSÁK
KK. TELEGYHÁZA
KISKŐRÖS
USZÓD
KALOCSA
KISKUNMAJSA
KISTELEK
KISKUNHALÁS
DUSNOK
SÁNDORF.
SZEGED
BAJA
FŐCSAT.
DUNA
KÖRÖS
TISZA
JÁSZLADÁNY
PÉLY
TISZANANA
POROSZLÓ
FÜZESABONY
GELEJ
TISZATARJÁN
0 10 20 30
Km.
JELMAGYARÁZAT.
A TALAJVÍZ TÉRSZÍN ALATTI MÉLYSÉGE
1,0 m-NÉL KISEBB
1,0 - 1,5 m
1,5 - 2,0 m
2,0 - 3,0 m
3,0 - 4,0 m
4,0 m-NÉL NAGYOBB

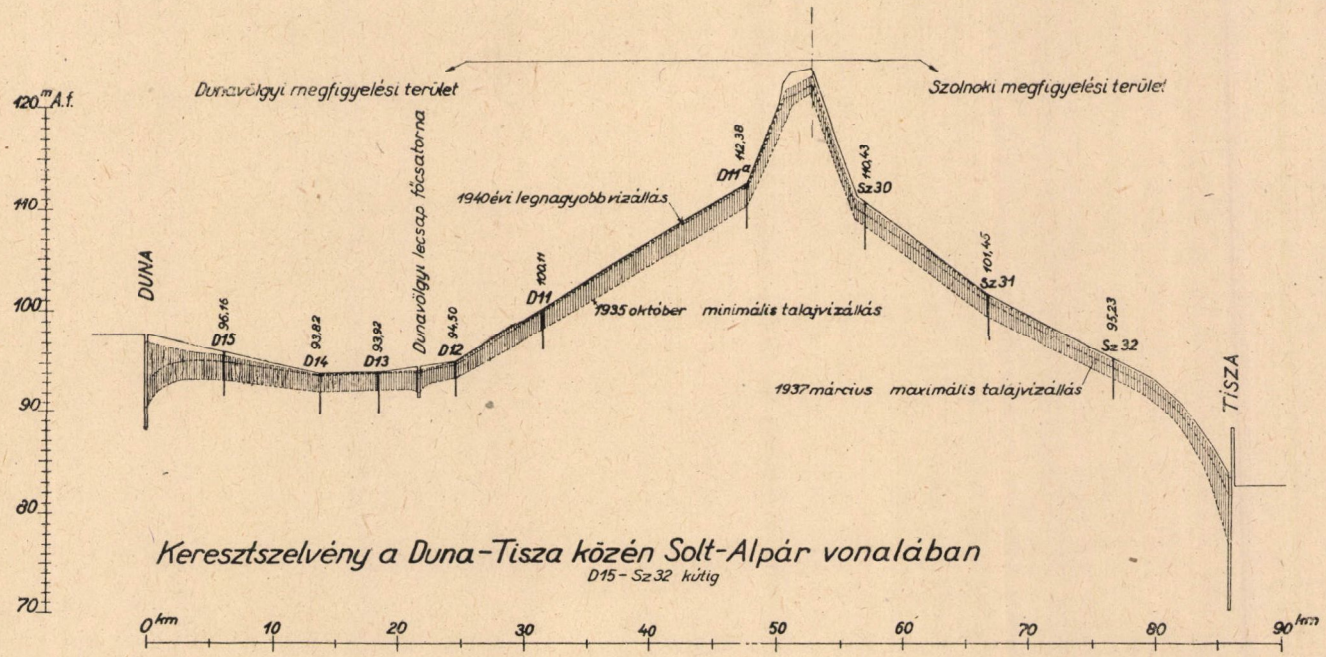
3. ábra.

elárasztaná a földeket, máris lehetetlenné teszi a mívelést, mert a növénygyökérzet vízbe kerül. A talaj esésének hirtelen lecsökkenése folytán a talajvízben is torlódás következik be, a víz színe emelkedik és ilyen talajtörési pontokon tör ki a vadvíz elsősorban.

Dömsödtől lefelé már két irányban van a talajvíznek vonulása. Az egyik közvetlenül a Duna felé tart 5—6 km széles sávban, különösen a Duna alacsony vízállásánál mutatkozik itt erős leszívás, alacsony Duna-vízállás leszívó, magas vízállások visszatorlasztó hatással vannak. A talajvíz folyamának másik ága Kunszentmiklóstól egyenesen déli irányba tart és Kalocsa magasságában fordul el fokozatosan a Duna felé. Ennél a szivárgó talajvíz az általános esést követi és a Duna vízállásának függvénye. Az a terület, melyről szóltunk, mocsaras volt ősidők óta, de a mocsarakat nem csupán a lefolyásnélküli felszín okozta, hanem a keleti irányból a domboldalakról leszivárgó talajvíz is (4. sz. rajz), melynek nagy esése a síkságon lecsökkenvén, ott a talajnak vízzel való telítődését okozta. Világos, hogy ennek a területnek elszikesedése is évszázadokon át bekövetkezett. A talaj állandoan telítve volt máshonnan ideszivárgó vízzel, a felszínre hullott csapadék pedig esés hiányában nem volt képes lehúzódni. Hozzájárultak a terület elposványosodásához a Duna árvizei is, melyek a Soroksártól Bajáig terjedő területet időnként — legutóbb 1876-ban — elárasztották.

A Dunának későbbi szabályozása folytán a kiöntések megszűntek, de a századokon át árvízjárta területeket a Duna homokja és a keleti dombokról a víz által lesodort föld feltöltötték. A völgy eredeti esése lecsökkent, lefolyásnélküli területek — a későbbi mocsarak — keletkeztek. Ennek a területnek vízmentesítése az esés hiánya miatt igen jelentékeny nehézségekkel járt és nagyméretű csatornát kíván. Az esés mindössze 5 cm kilométerenként. A feltöltődést bizonyítják azok a leletek, melyeket itt a talaj színe alatt 4—5 m-re építés közben találtak. Egészen más képet mutat a Tisza felé eső terület, melyen a talajvíz esése már jóval nagyobb, 1·00—1·5‰.

A tiszai oldalon tehát kedvezőbb a helyzet, mint a dunai oldalon, a talajvíz esése a Tisza felé aránylag nagy és egyenletesen csökken, nagyobb megtorlódások nincsenek, mégis a vidék a vad-


Dunavölgyi megfigyelési terület
Szolnoki megfigyelési terület
120 m A.f.
110
100
90
80
70
DUNA
Dunavölgyi lecsap főcsatorna
TISZA
D15
96.16
D14
93.82
D13
93.92
D12
94.30
D11
100.11
D11a
102.38
Sz30
101.43
Sz31
101.45
Sz32
95.23
1940évi legnagyobb vízállás
1935 október minimális talajvízállás
1937 március maximális talajvízállás
Keresztszelvény a Duna-Tisza közén Solt-Alpár vonalában
D15 - Sz 32 kútig
0 km
10
20
30
40
50
60
70
80
90 km

4. ábra.

vizektől sokat szenvedett, aminek egyik oka a most kivételesen nagy csapadék, mely a talajt túltelítette és az, hogy sok évtizeden át alig történt valami a vizek levezetése érdekében, mindez a mulasztás most bosszulja meg magát, legkevésbbé történtek hidrológiai előtanulmányok és talajvízszínkutatások, melyek a bajok elleni védekezést jobban feltárták volna.

A Tisza felé eső részen Borsod vármegyében kedvezőek a talajviszonyok, mivel azok esése jelentékeny, 0·5—0·3‰ közt van. Egyéb helyeken, mint Jászladány, Besenyszög, Nagykörü és Pély azt észlelhetjük, hogy a talajvizet egy agyaglemez tartja lezárva, a talajvíz itt 10 m mélységben nyomás alatt van és csak a Tisza mellett emelkedik fel 3—5 méterre a terep szintje alatt. Abony, Cegléd, Kecskemét vidéke a Tiszáig a legalacsonyabb talajvízszint mutatja (3—4 m), s mégis termékeny a talaj.

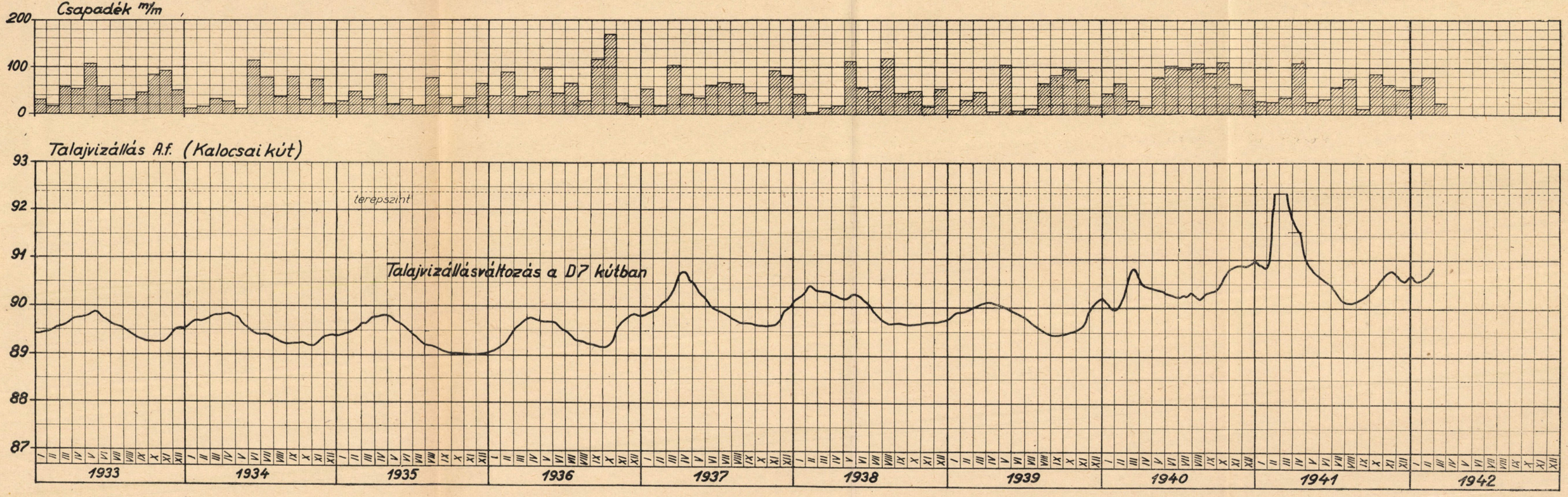
A beszerzett adatok szerint a talajvíz szintjében minden év folyamán jelentékeny változás áll be. A nyári erős záporok a talajvíz magasságára alig vannak befolyással, *csak az őszi hosszantartó esők és a tavaszi hóolvadások azok, melyek a vízszintet lényegesen emelik.* A maximumok március, legkésőbb április hóban állnak elő. Az 5. számú rajz a D. 7. sz. kútban Kalocsa tájékán volt vízállásváltozásokat mutatja, mutatja a tavaszi és őszi magas és alacsony vízállásokat és a csapadéknak fokozatos intenzitását. Néhány jellemző adat a következő: a vízállás a terep alatt átlagban az

1933—1936. években	2·65 m	
1937—1939. közt átlag	2·30 m	
1940—1942-ben már csak	1·30 m	volt,

tehát éveken át folytonos az emelkedés, ami egyúttal jelezte, hogy egy veszedelmes maximum következik. A legmélyebb vízállás volt 1935. októberében 3·35 m a talaj alatt, a legmagasabb 1941-ben 0·90, *vagyis az ingadozás 2·45 m.* A talaj csekély esése meggátolta a talajvizek elszívárgását a Duna felé, ebből az is következik, hogy *a szokásos és csupán a felületi vizekkel számoló lecsapolás nem érheti el a célját, ha csekély esésű területeken a talajvíz elvezetésére nem gondolnak, mert a talajt a leszivárgó talajvíz állandóan teliti,* esetleg a talajból felemelkedő vadvíz árasztja el a területet. A beszerzett adatokból az is kimutatható, hogy ha a kora tavaszi és előző évi

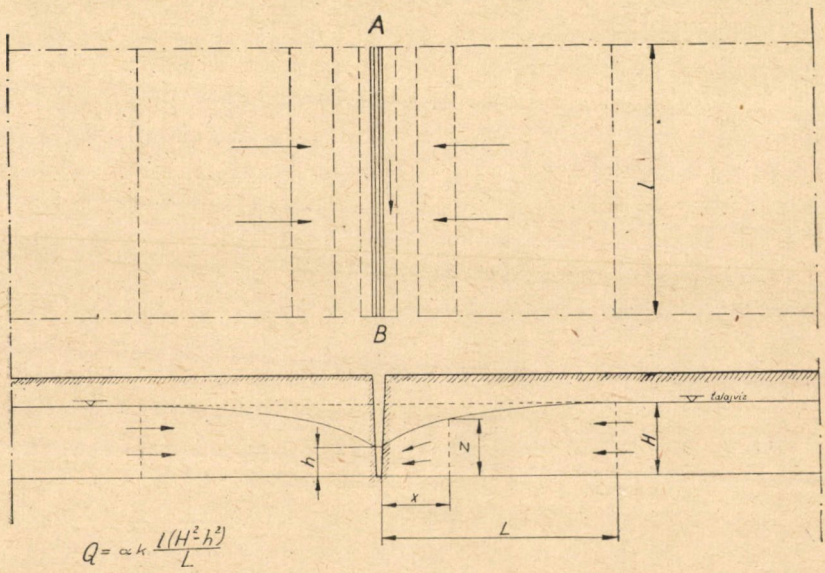
november-december havi csapadék kielégítő, akkor a talajvíz még aszályos esztendőkben sem süllyed mélyre, viszont, ha a téli és kora tavaszi csapadék kevés, a talajvíz az egész esztendőn át mélyen áll és legfeljebb a nyár elején beálló kiadós esők emelhetik meg némileg. A nagyon aszályosnak ismert 1935. évben a talajvíz március-április hónapokban magas volt, s bár a rendkívül meleg nyáron a párolgás felülmúlta a csapadékot, a talajvíz szintje még júliusban is oly magas volt mint 1934-ben, de a további nagy csapadékhiány miatt a talajvíz süllyedése rohamossá vált, az évnek október havában érte el a mélypontot, mely hamarább következett volna be, ha a tavaszi csapadék magas talajvizet nem okozott volna. Általában az tapasztalható, hogy a mély pontokat rendszerint már a következő évben magas vízállások követik, ezzel előre is számolhatunk. Az 1935. évi aszály után az 1936. évi esős és fokozatosan emelkedve az 1937., 1940., 1941. nagyon nedves évek következtek, ilyen évek sorozata telíti meg a talajt és okozza a vadvizeket (lásd 5. rajz). *Kívánatos volna tehát a talajvíz szintjének szabályozása*, amely ma még mindenesetre költséges eljárás, de *későbbi korok intenzív művelésével kapcsolatban feltétlenül megvalósítható.* Általában 2·00 m mélység volt az átlag, s ez normális középkötöttségű talajnál távolról sem mondható károsnak. Az egészen laza homoktalajok növényei megérzik a 2·00 m mélységet, azonban a középkötött talajoknál a 2·00 m vízmélység fölötti réteg hézagai még nem ürültek ki teljesen, mikor már az új eső jelentkezik, s így a talajvíz mélység a valóságban 1·5 méter vagy még ennél is kevesebb.

A sziki növényzet nagyon megérzi a talajvíznek már 10—20 centiméterre való süllyedését is, mert a sziki növények gyökere alig néhány cm-re nyúlik a talajba. A talajvíz vertikális irányban mozog lefelé és felfelé és a két határ közt igen nagy víztömeg tárolódik, ezt a megfigyelő kutak víszínével könnyen igazolhatjuk. Ha a vízállásokból megszerkesztettük a talajvíz domborzati rajzát, ebből meggyőződhetünk a szivárgás irányáról, ha továbbá a talajvíz rétegvonalakkal vagy equipotentialis vonalakkal egybeeső irányban árkot ásunk (6. rajz) annak oldalfalán kiszivárog a talajvíz és a gyüjtőárokban lefolyik. Ezt a quantumot egyszerű eszközökkel a gyüjtőárok végén vagy edénnyel mérhetjük, vagy egy *B*


Csapadék m/m
200
100
0
Talajvízállás A.f. (Kalocsai kút)
93
92
91
90
89
88
87
terepszint
Talajvízállásváltozás a D7 kútban
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942

5 ábra

ponton aknát építünk, ebbe folyatjuk be a vizet s az akna űrméretét és a befolyás idejét ismerve, kiszámíthatjuk a másodpercenkint befolyt vízmennyiséget. Körülményesebb a számítással való meghatározás. Ha az *A—B* árkot mint galériát tekintjük, akkor a leszívott víznek depressziója van, melynek felülete kémfúrásokkal feltárható s ha Q a szivárgó víz mennyisége, *L* a depresszió hossza, *k* a talaj kötöttségétől függő és laboratóriumban is meghatározható



6 ábra

szivárgási tényező (1·00—1·5 mm szemcséjű homoknál k=0·00106) H és h a vízréteg vastagsága, akkor a galéria 1 fm hosszán beszivárgó víz $Q=k.\frac{1/H^2-h^2/}{L}$ kétoldali beszivárgást tételezve fel, egyoldalú szivárgásnál a fele veendő.

Az Alföldön minden reménykedés ellenére a folyó évben is mutatkoztak vadvizek s habár nem állítható, hogy minden évben megjelennek, soká eltarthat, míg a most vízzel telített, mondjuk elrontott talaj, annyira megszikkad, hogy a csapadékvíz a talajba jutva felszínre ne jusson. Kívánatos, hogy a talajban a víz mozogjon és pedig felülről lefelé, vagyis a földre hullott csapadék a talajba

hatolva, onnan feltétlenül tovább találjon utat valamely vízfolyáshoz és kívánatos hogy jelentékenyen ne ingadozzék, hanem a növények számára elérhető kultúrmélységben maradjon. *A lecsapolással tehát a talajvíz színének közel állandó optimális melységét kellene biztosítani.* A felületi vizek levezetésére szolgáló csatornák a talajba szivárgó vizet is felveszik, miáltal a talajvíz szintje leszáll ugyan, ez a süllyedés — depresszió — azonban nem terjed messzire, sőt megszűnik, ha a befogadó árok telve van vízzel. A depresszión túl a talajvíz magasan marad s e miatt a depresszió hosszát (*H*) fokozni kellene. A csatornákat mélyre kell tervezni, hogy a felületi vizek ne tölthessék meg azokat. Végső esetben számukat szaporítani kell vagy alagcsövezés közbeiktatásával kell segíteni. Ezekkel elérhető a talajvíz szintjének mélyebb elhelyezkedése, illetőleg az, hogy a talajvízszint alacsonyabban maradjon, mint a kívánatos kultúrmélység. A jövő gazdálkodásának egyik fontos követelménye lesz, hogy ne csupán a felületi vizek lefolyását szabályozzuk, hanem kezünkben tartsuk a talajba jutott víznek kártalan elhelyezkedését is. A haladó kultúrával mind belterjesebb lecsapolásra lesz szükség, így sor kerül az alagcsövezéssel való lecsapolásra is, a lefolyás gyorsabbá tétele érdekében a szivattyúzás kiterjedtebb alkalmazására, ami a mai jó hatásfokú szivattyúknál már nem olyan költséges mint még 20—30 év előtt volt.

A természet megvonta tőlünk az esést az Alföldön, ezt a hiányt mesterséges eséssel és szivattyúteleppel kell pótolnunk. A régibb felfogással szemben e szerint a jövőben a talajba jutott vízzel is számolni kell oly módon, hogy a legkedvezőtlenebb csapadékhiányokat feltételezve a levezetendő csapadékból nem számítható le a talajba elszivárgott víz, csupán az, amelyik párolgott, mert a talajvíz szaporítja a csatornák vizét és meghosszabbítja a lefolyás idejét. Az intenzív műveléshez egészen át kell alakítani eddigi belvízlevezetési rendszerünket.

Amennyire nem kívánatos a talajvíznek túlmagasra emelkedése, viszont káros a talajvíz túlságos süllyedése is. A talajban való tározódás, ha ez nem túlzott, hasznos, mert kiegyenlíti a szélsőségeket, a téli csapadékot felfogja, visszatartja, a nyári nagy meleg hatását mérsékli. A tározódás igen jelentékeny lehet, mert ha pl. a talaj hézagtartalmát 20%-ban tételezzük fel, ez 1 ha területen 1 m

mélységig 2,000 m^3 tárolt vizet jelent és 100 km^2 területen 20,000.000 m^3 volna így tárolható. Ez a tárolási képesség biztosította évtizedeken át a tanyai lakos nyugalmát a vadvizek feltörése ellen, most a vadvizek tömegükben hatalmasan megnövekedve mementóként kilépnek a talajból s az ellenük való védekezés a levezetés erősebb ütemét, a csatornáknak az eddiginél nagyobb mélységét és szélességét kívánja meg.

Láthatjuk, hogy a magyar Alföld népének lakóhelye a vízzel való nehéz küzdelemnek színhelye, költséges és majdnem sziszifuszi munka s ez annál fájdalmasabb, mert a biztosnak vélt lakóhelyek ezreit, az otthont is védelmezni kell.

Az évszázadban ugyan csak egyszer előforduló, de több évre kiható elemi csapás megindokolja az eddiginél átfogóbb, nagyobbméretű, bár költséges csatornának, esetleg a szükséges alagcsővonalnak is teljes kiépítését.

Itt kapcsolódik be tanulmányunkba az a kérdés is, hogy vajjon *az Alföldet kiszárították-e a belvízrendezések és lecsapolások?* Erre a kérdésre voltaképpen már megadják a feleletet a legutóbbi évek vízkárai. Azonban a belvízlevezetések már csak azért sem szárithatták ki az Alföldet, mert sajnos, sok helyen nincs vagy hiányos a belvízlevezetés, s ami van, az kielégíthette az 50 év előtti gazdálkodást, de az intenzívebb művelésnek, a föld jobb megbecsülésének és értékesítésének már nem felel meg. A lecsapolásokra két nagyobb példa hozható fel, ezek az Ecsedi-láp lecsapolása 140,000 holdon és a Pestvármegyei Dunavölgy Lecsapoló és Öntöző Társulatnak 122,000 holdra terjedő területe. Az ecsedi lápnál az adóalap ma háromszorosa a réginek és a régi mocsarak helyét virágzó szántóföldek foglalják el. A Pestvármegyei területeknél ugyan a lecsapolás még nem teljes, mert a kiépített csatornák csak a normális felszini vizeket képesek levezetni, azonban az konstatálható, hogy a lecsapolás általában kedvezően alakította át az összes területeket és a még előforduló kiöntések dacára hozadékukban jelentékenyen megnövekedtek, sőt a vadszikek is megszelidültek és legelőként használhatók. Láthatjuk azt is, hogy a Duna-Tisza közén — kivéve a kunszentmiklósi területeket — a talajvíz 2—3 m mélységben van száraz időben s ez nem okoz a vegetációban semmi káros változást. Mély a vízállás pl. Kecskemét, Nagykőrös tájékán is és mégis

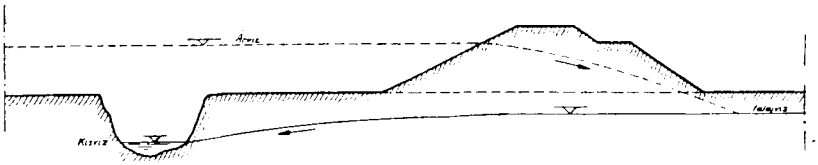
virágzó kultúra van ott. A Szegedtől nyugatra eső területeken a talajvíznek 2·5—3 m mélysége nem okoz bajt, ettől eltérés csak a homokterületeken van, viszont sok helyen a szikesedés ellen további lecsapolás volna kívánatos.

A talajvizek állását kutatva, megállapíthatjuk, hogy az *Alföldön még igen sok helyen a talajvíznek a mainál mélyebb elhelyezése, vagyis intenzívebb lecsapolása szükséges*, Az Alföld kiszárításának szívesen híresztelt babonájára élénken rácáfoltak a két utolsó sztendőnek — sőt a mostaninak is — talajvízbajai. De állandó cáfotot adnak maguk a nagy folyók is, a Duna s különösen a Tisza, amelyeknél a partmenti területsávokon sok helyt a talajvíz leszáll 3 m-re, sőt ennél többre is és mégis ezeken a termékeny kötöttebb területeken a vegetáció kifogástalan, mert a középkötöttségű, agyagos homok vagy lösztalajok igen lassan eresztik lefelé a vizet és a hézagokban mindig van elegendő víz ahhoz, hogy a legközelebbi esőkig táplálja a növényzetet. A növényzet kisülésének, fák kiszáradásának inkább az az oka, hogy a transzspiráció a növény felületén nagy forróságban jóval nagyobb, mint amennyi vizet képes a növény a talajból felvenni és felszállítani, így elvész a turgor, a növény elfonnyad.

A talajvíz helyzetére bizonyos mértékig hatással vannak a területeket átszelő folyók, patakok vízszíne is. A töltésezett folyók árvize magasabb mint a talajvíz s ebből folyólag a folyó árvize visszahat és megemeli a talajvíz szintjét. Szerencsére *sem a Duna, sem a Tisza partmenti területeinek szerkezete nem annyira laza, hogy a folyó árvizének visszahatása messzeterjedőleg emelné a talajvizet.* A töltések közötti árvíz szintje magasabb lévén a talajvíz szintjénél, a folyóból nyomás alatt szívárog át a víz tetemes ellenállás leküzdése után. Fontos, hogy a töltés alaptalaja kötött legyen, mert különben a nyomás alatt átszívárgó víz aláüregelné a töltést s ez töltésszakadásra vezetne. Apadó víznél a talajból a folyó felé van szivárgás, a talaj táplálja a folyót hosszú szárazságok idején s ilyenkor a talajvíz depressziós görbéje jelentékeny esést mutat a folyó felé. (Lásd 7. rajz.)

A talajvíz tehát a folyó közelében is állandó lengésben van, s ez a mozgás végzi a káros sók kilúgozását is, aminek elmaradása a parti területek elszíkesedését okozná. A talajvíznek a mozgása

hátrányos is lehet, ha a folyó partját laza, nagy hézagtartalmú föld alkotja, melynek közeiből a talajvíz könnyen magával viszi az agyagos részeket, melyek növényi tápanyagot tartalmaznak és visszamarad a kimosott kavics és homok, melynek nincs elegendő málladéka és idővel termékenységét elveszti. Ilyenforma jelenségek, a feltörő víz ú. n. buzgárjai észlelhetők a *Csallóköz* egyes részein, ahol csak erős trágyázással lehet pótolni az elszivárgott agyagos részek tápértékét. Az eddigi kutatások azt igazolják, hogy *a tiszai árvizek hatása* és esetleges feltörése *a töltésektől átlagban mintegy*



7. ábra.

5 km távolságig ér. A Dunánál a behatás nagyobb sávra terjed, mert a Dunánál a meder szélétől befelé esése van a talajnak, a Tiszánál fordítva van.

A kutatás eredményeiként megállapítható:

1. A talajvíz (vadvíz) elhelyezkedése esése, rétegvastagsága, főleg a talaj felszíni alakulatától, a csapadék intenzitásától, tartósságától s a talaj szerkezetétől függ.

2. Hazai viszonyaink között a talajvíz elhelyezkedésére a késő őszi és koratavaszi hónapok csapadéka van döntő befolyással, ellenben alig befolyásolja a nyári csapadék és a párolgás. A talajvíz legnagyobb magasságát a kora tavaszi hónapokban éri el, kivételesen már késő ősszel is, legalacsonyabb a szintje szeptember—október hónapokban. A maximális és minimális állás közt átlagban 2·00 m különbség van. A nyári nagy és tartós meleg megszüntetheti az összehangot a párolgás és a növény vízszállító képessége közt, s akkor még aránylag magas talajvízállás mellett is elfonnyadhat a növény. A talajvíz emelkedése bizonyos határig a tározás érdekében hasznos, de végeredményben a talajra káros lehet, mert a szikesedést fokozhatja azáltal, hogy a talajban lévő sókat nem lefelé, hanem felfelé irányuló mozgásba hozza, vagyis ellene dolgozik

a csatornák kilúgozó hatásának. A talajban lévő víznek állandó mozgásban kell lenni, de ez csak akkor előnyös, ha a mozgás a felszíntől lefelé irányul.

3. A lecsapoló csatornák ugyan a felszínen összegyűlő vizeket vezetik, de a valóságban felveszik a talajvizeket is s azért kell, hogy olyan mélységük és méretük legyen, hogy a gazdasági érdeknek megfelelő rövid lefolyási idő alatt levezessék a legkedvezőtlenebb csapadékból — csupán az elpárolgott víz levonásával — számított vízmennyiséget, úgyhogy depressziójuk minél messzebbre hasson. A talajvíz színének süllyesztése érdekében helyenként az alagcsövezés szüksége is előtérbe nyomul, mely műszaki talajjavítás költséges ugyan, de viszont a gazdasági fejlődés odasodor, hogy minden természeti akadályt vagy hiányt a tudás eszközeivel elhárítsunk. A lecsapoló árkok nagyobb mélysége és a talaj csekély esése sok helyen új torkolati szivattyútelepek építését teszi szükségessé, mert ahol nincs meg a szükséges természetes esés, ott azt mesterségesen kell előállítani, s ilymódon az eddig kevéssé alkalmazott szivattyúzást nagyobb terjedelemben kell már a tervezésnél igénybevenni.

4. A Duna-Tisza közén és a Tisza jobbpartján végzett kutatások szerint a talajvíznek 2—3 m mélysége kapilláris talajoknál nem káros a növényzetre, nem okoz aszályt, csupán a laza talajok azok, melyek ennél sekélyebb mélységet kívánnak, ezt a gyorsan lesüllyedő talajvizet igyekezzünk amennyire lehet, öntözéssel pótolni.

5. A folyóknak, a Duna és Tiszának visszahatása a Tiszánál átlag 5 km távolra terjed. A Dunánánál ez nagyobb, de miután a Duna árvizei rövidebb tartamúak, mint a Tiszáé, a visszahatás teljesen nem is érvényesül.

Tekintetes Akadémia!

Az előadottak talán túlságosan szakszerűeknek látszanak, de szerény nézetem szerint a tudományok legmagasabb fóruma nem mehet el hallgatagon a magyar föld katasztrofális helyzete mellett, ellenben tekintélyével csak elősegítheti a kérdés megoldását.

A mostani katasztrófa már harmadik éve tart és egyenesen kényszerít arra, hogy a műszaki tudományok segítségével pótoljuk

azt, amit a természet meg nem adott, amint azt már más országok, pl. Hollandia régen megtették. A régi patriarkális gazdálkodás utolsó maradványait is el kell hagynunk, ebben a költség nem lehet akadály, mert a vérrel és munkával szerzett földet még katasztrófák ellen is biztosítani kell a legmagyarabb vidék népének javára. Hasonló katasztrófák mindig több és több ember kenyerét veszik el. Ne feledjük, hogy az európai új gazdasági berendezkedésről felmerülő koreszmék nem kedveznek a történelmi jogoknak, csak annak a népnek, amely munkájával vitathatatlan jogot szerez arra a területre, amelyen él.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. május 11-én tartott üléséből.)

GRUNDWASSER-STUDIEN IN DER UNGARISCHEN TIEFEBENE.

von A. ROHRINGER.

Obwohl das Grundwasser bei Projektierung von Entwässerungsanlagen eine wichtige Rolle spielt, ist dieser Umstand oft nicht genügend beachtet worden.

Der Verfasser hat seit einigen Jahren mit Unterstützung des Széchenyi Wissenschaftlichen Vereins und einiger Hochwasserschutzgenossenschaften den Stand des Grundvassers mittels 149 Rohrbrunnen zwischen der Donau und Theiss auf einer Fläche von 12,000 km.^{2} beobachtet (Fig. 1. und Fig. 2.), dadurch wurde der höchste und tiefste Stand des Grundwassers das Gefälle, der Einfluss auf Flüsse bekannt.

Der Boden in der ungarischen Tiefebene hat ein äusserst kleines Gefälle — (1—2 cm. per Kilometer) — und ist dabei grösstenteils undurchlässig. In diesem schweren Falle sollen die Kanäle fähig sein, nicht nur das von der Oberfläche stammende, sondern auch das seitlich einsikkernde Wasser abzuleiten, die Kanäle sollen möglichst tief sein, dass das Grundwasser gegen den Kanal eine Drepression habe und bei geringem Gefälle ist der Kanal mit künstlichem Gefälle auszubauen und an der Mündung zur Hebung des Wassers ist eine Pumpenanlage zu projektieren.

In den Jahren 1941—42 sind in der ungarischen Tiefebene vom aufbrechenden Grundwasser mehr als 150,000 Hektar fruchtbarer Boden inundiert worden, ein Wink, dass man das Grundwasser bei Projektierungen auch ins Auge zu fassen hat.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11. Mai 1942.)

KÜLÖNBÖZŐ ÖSSZETÉTELŰ TÁPLÁLÉKOK HATÁSA A TÁPLÁLÓANYAGOK KIHASZNÁLÁSÁRA ÉS A CSONTFEJLŐDÉSRE.

MAREK JÓZSEF t., WELLMANN OSZKÁR r. tagtól
és URBÁNYI LÁSZLÓ vendégtől.

A rhachitis-betegség lényegének felderítésére munkatársaimmal folytatott kísérletes kutatások során minduntalan újabb és újabb kérdések tisztázásának szüksége merül fel. Áll ez különösen az anyagforgalom és itt elsősorban az ásványi anyagforgalom viszonyairól, amelyekről már több ízben esett szó erről a helyről. A mai előadás szorosan egymásba kapcsolódó négy újabb kísérletsorozat eredményein épült fel. Ezeknek célja volt megállapítani a növekedő fiatal sertésben, mint mindenevő állatban, a felvett anyagok, különösképpen az ásványi táplálóanyagok legelőnyösebb százalékos kihasználását és visszatartását a szervezetben, ásványi anyagösszetételükben különbözőképpen módosított táplálékokból. Ebből a célból a kísérleti eleségben a földalkáli-alkalicitást [$(CaO+MgO)—P_2O_5$], másszóval a földbázisok összege és a foszfor közötti mennyiségkülönbözetet —5, +5, +10, +15 és +25 mg egyenértékre állítottuk be és e mellett az 1 .kísérletben az eleség földalkáli-foszfor- és nyersrosttartalmát közepes, a 2.-ban elégtelen, a 3.-ban fölös mennyiségben szabtuk meg, a 4.-ben pedig a hosszabb ideig folytatott, egyrészt földalkáli-, foszfor- és nyersrostszegény, másrészt földalkáli-, foszfor- és nyersrostdús táplálást, takarmányozást két állatcsoportban egymással kölcsönösen felcseréltük. Úgy vélem, hogy ezirányú megállapításaink az emberi rhachitisre vonatkozó biokémiai kutatások terén is hasznothozók lehetnek, ha figyelembe vesszük azt, hogy az anyatejtől elválasz-

tott gyermek szintén mindenevő lénnyé lett és táplálékának összetétele mind sűrűbben változik, ennek folytán itt jóval nehezebb áttekinteni és értékelni a táplálkozás befolyását az anyagforgalomra és ezzel összefüggésben annak esetleg rhachitist kiváltó hatására.

Kísérleteinkben a kémiailag megelemzett és heteken vagy több hónapon át etetett takarmánykeveréket szénsavas mész hozzákeverésével egyfelől a kitűzött cél megkívánta abszolút kalcium-, magnézium- és foszfortartalommal láttuk el, másfelől benne egyidejűleg a kívánt földalkáli-alkalicitást biztosítottuk. A vizsgálat maga kiterjedt az állatok megfigyelésére, testsúlyuk hetenkint egyszeri megmérésére, egyik elülső végtagjukról röntgenkép ismételt felvételére, 6—6 napos szabályos anyagcserevizsgálatok lefolytatására, az állatok elvéreztetése után felboncolásukra, minden esetben ugyanazoknak a csontoknak szövettani megvizsgálására s combcsontjuknak kémiai megelemzésére, azonkívül vérsavójukban a kalcium, a magnézium és a szervetlen foszfor százalékos mennyiségének meghatározására.

A más helyen közlésre szánt részleteket és táblázatok bemutatását mellőzve, csak a különösen figyelemreméltó megállapítások ismertetésére szorítkozom. Helyénvalónak vélem azonban előrebocsátani a fejlődéstanból ismert azt a tényt, hogy a csontok szerves alapvázát a beléje szűk határokon belül szorosan meghatározott mennyiségarányban lerakódott mész és foszfor, javarészt mint foszforsavas, sokkalta kisebb mennyiségben mint szénsavas mész, szilárdítják meg. Habár az e közben lejátszódó fínomabb biokémiai folyamatok végső szakaszainak felderítése még a jövő feladata, több irányban változtatott kísérleteinkkel mégis sikerült már tisztázni azoknak a külső és belső tényezőknek egész sorát, amelyek a mészsók kiválását a csontszövetbe zavarhatják és ez úton rhachitis, illetőleg osteomalacia kiváltói lehetnek.

A szervezet mész- és foszforszükségletének fedezésére természetszerűleg egyedül a táplálék hivatott, de ennek a feladatának csak több, részben bonyolult feltétel megvalósulása esetén tud megfelelni. Az nem szorul bizonyításra, hogy mindenekelőtt bizonyos minimális abszolút mész- és foszformennyiség a táplálékban minden esetben elengedhetetlenül szükséges. Erre a mennyiségre

azonban nem lehet egyszerű számítással következtetni a napi testsúlygyarapodás alapján. Tervszerűen végrehajtott kísérleteinkből kiderült ugyanis, hogy az ilyen számításoknál figyelembe kell venni a földalkáli-alkalicitás elnevezéssel megjelölt mennyiségarányt a földalkáliák és a foszfor között, szintúgy a többi alkaliák mennyiségét és kölcsönös arányát, továbbá a nyersrosttartalmat s egyéb szerves anyagok mennyiségét és természetét, a mész és a foszfor kihasználását növelő D-vitamin esetleges jelenlétét, az életkor előhaladásával csökkenő növekedési energiát, az állat életmódját, faját, sőt bizonyos fokig fajtabeli és egyenlő sajátosságait is.

A kísérleteinkből leszűrt eredmények szerint növekedő fiatal sertésekben a táplálóanyagok százalékos kihasználását s visszatartását, valamint a csontfejlődést legelőnyösebben befolyásolja olyan takarmány, mely a +5 és +25 mg egyenérték között mozgó földalkáli-alkalicitás, mint legcélszerűbb földbázis-foszforarány mellett, közepes mennyiségben, 1—2·0% CaO-t, 0·8—1% P_2O_5-t és csak mérsékelt mennyiségben nyersrostot tartalmaz. Ilyen táplálkozás egyúttal a testsúlygyarapodásra is a legelőnyösebb. Ezzel ellentétes összetétel esetén, nevezetesen a nyersrosttartalom túlságos megszaporodásával, szintúgy a földalkaliák vagy ellenkezőleg a foszfor mennyiségének egyoldalú megváltoztatásával arányosan romlik a táplálóanyagok és így a kalcium, a magnézium és a foszfor százalékos kihasználása, és ennek folytán rhachitis állhat elő, különösen akkor, midőn a táplálék mész- és foszfortartalma a szervezet szükségletének alsó határa körül mozog. A célszerű közepestől más irányban eltérő földalkáli-, foszfor- és nyersrostszegény táplálkozás a földalkáli-, foszfor- és nyersrostdús takarmánnyal szemben növeli, a közepes összetételűhöz viszonyítva azonban mégis, de jóval kevésbbé leszállítja a százalékos kihasználás és visszatartás értékeit. Az utóbbi esetben azért fejlődhetik szintén rhachitis, mert hazai viszonyaink között olyankor a mész- és foszforszegény burgonyával kiegészített keverékeket szokás etetni, amelyekkel tehát a minimális abszolút szükségleten alul maradó, tehát elégtelen mész- és foszformennyiség juthat az anyagforgalomba.

Az elmondottakból következik, hogy a felvett mész és foszfor

mennyiségét meghaladó kiadás a bél és a vese útján, másszóval a szervezet mész- és foszforanyagháztartásának negatív jellege, nem elengedhetetlen ismérve a rhachitisnek, hogy tehát rhachitis előállhat olyankor is, midőn a kihasználás meghaladja a kiadást, de a földalkáliák és a foszfor célszerűtlen mennyiségaránya, esetleg álkati vagy örökölt anyagforgalmi sajátosságok meghiúsítják a mésznek és a foszfornak a szorosan meghatározott mennyiségarányban lerakódását a csontszövetbe. Ennek igazolásául szolgáljon a szabályszerű anyagforgalmi vizsgálattal kiegészített 41 sertésrhachitis esete. Ezekben a P-mérleg mindig, a *Mg*-mérleg az állatok 92·7%-ában, a *Ca*-mérleg azok 80·5%-ában volt pozitív, és a 19·5%-ban negatív *Ca*-mérleg is javarészt az eleségnek a foszforral szemben viszonylagos vagy egyáltalán csekély kalciumtartalmával volt összefüggésbe hozható.

Az egyoldalúan mész-, illetőleg foszfordús táplálkozás a csontok ásványi összetételét is megváltoztatja, annak folytán, hogy az egyoldalúan fölös mészből, illetőleg foszforból a szervezet, bizonyos határig, kelleténél többet használ ki és rak le szöveteibe, főleg csontjaiba. Ezek szerint a csont kémiai összetétele felvilágosítást adhat arról, hogy az adott esetben a rhachitis alkalozisos vagy acidozisos eredetű-e. Ugyanilyen táplálkozással kapcsolatban a szervezet sav-bázisegyensúlyában is áll elő zavar, nevezetesen a fölös földbázisok, illetőleg a fölös foszfor hatására eltolódás az alkalozis vagy az acidozis irányában. Olyankor, midőn a földbázisok és a foszfor aránya megfelelő és rhachitis csupán az együttesen elégtelen mész- és foszforbevitel folyománya, a csontállomány százalékos összetételében nem állapítható meg eltérés, de szintén csökken a csonttelítettség értéke, vagyis a súlyegységnyi szerves anyagra vonatkoztatott csonthamu mennyisége.

Kísérleteinkben feltűnően érvényesült a D- és A-vitamin előnyös hatása a táplálóanyagok és jelesül a mész és a foszfor kihasználására és visszatartására. Igazolják ezt azok az eseteink, midőn előbb vitamin nélkül az eléggé jó kihasználást és visszatartást biztosító földalkáli-, foszfor- és nyersrostszegény takarmányozást ugyanazokban az állatokban a kihasználást és visszatartást erősen rontó földalkáli-, foszfor- és nyersrostdús táplálással cseréltük fel és egyben D- és A-vitamint is adtunk az állatoknak. A szerve-

zetbe bevitt D- és A-vitamin nemcsak ellensúlyozta a fölös mennyiségben felvett táplálóanyagoknak vitamin hiányában a kihasználást rontó hatását, hanem hatalmasan fel is szöktette a megfelelő értékeket. Ebből megérthető a D-vitaminnak a rhachitist gyógyító és ellene védő hatása. Ha mégis olykor-olykor, mint p. o. egyik esetünkben vagy néha-néha rhachitises gyermekekben, a különben megfelelő mennyiségben adott D-vitamin nem váltja valóra a hozzáfűzött reményeket, ott alighanem alkati vagy örökölt egyedi sajátosságok hatása játszik közre.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. okt. 26-án tartott üléséből.)

DIE AUSWIRKUNG VON VERSCHIEDEN ZUSAMMENGESETZTEN NAHRUNGSSTOFFEN AUF DIE AUSNÜTZUNG DER NÄHRSTOFFE UND AUF DIE KNOCHENENTWICKLUNG.

Von J. MAREK, O. WELMANN und L. URBÁNYI.

Nach den Ergebnissen von vier miteinander eng verknüpfter Versuchsreihen wird in jungen Ferkeln die hundertsatzmässige Ausnützung der Nährstoffe sowie die Knochenentwicklung am günstigsten beeinflusst durch eine solche Nahrung, in der bei einer sich zwischen +5 mg und +25 mg Äquivalenzen bewegenden, am besten zusagenden Erdalkali-Alkalizität, CaO in der mittelmässigen Menge von 1·0—2·0%, P_2O_5 in der von 0·8—1·0% enthalten ist und gleichzeitig auch der Rohfasergehalt mässig bleibt. Durch eine solche Ernährung wird auch das Gesamtkörpergewicht am günstigsten beeinflusst. Hiergegen nimmt die hundetsatzmässige Ausnützung der Nährstoffe und so auch die von Calcium, Magnesium und Phosphor, proportional mit einer übermässigen Vermehrung des Rohfasergehaltes sowie auch mit einer einseitigen Verschiebung des gegenseitigen Mengenverhältnisses zwischen CaO und P_2O_5 ab. Unter solchen Umständen entsteht Rhachitis, wenn sich der absolute Kalk- und Phosphorgehalt in der Nahrung der unteren Grenze des minimalen Kalk- und Phosphorbedarfs des Körpers nähert. Auf der anderen Seite kann aber trotz der besseren Ausnützung und Retention der Nährstoffe aus einer erdalkalien-, phosphor- und rohfaserarmen Nahrung sich dennoch Rhachitis entwickeln, weil entsprechend der unter solchen Umständen üblichen Verwendung von kartoffelhaltigen Gemischen zur Fütte-

rung der Schweine keine ausreichenden Mengen von Kalk und Phosphor in den Stoffwechsel gelangen.

Es hat sich fernerhin ergeben, dass ein Überwiegen der Ausscheidung von Kalk und Phosphor in Darm und Nieren über den Einnahmen, somit eine negative *Ca*- und *P*-Bilanz im Stoffwechsel, überhaupt nicht als ein unerlässliches Merkmal einer rhachitischen Erkrankung zu gelten hat. Es kann nämlich auch trotz positiver *Ca*- und *P*-Bilanz Rhachitis entstehen, wenn ein unzweckmässiges gegenseitiges Mengenverhältnis zwischen den Erdalkalien und dem Phosphor in der Nahrung oder gelegentlich eine individuelle konstitutionelle Stoffwechseleigentümlichkeit der Ablagerung von Kalk und Phosphor im Skelett in dem üblichen erforderlichen Mengenverhältnis hinderlich im Wege steht. So wurde unter 41 in Verbindung mit regelrechtem Stoffwechselversuch untersuchten Fällen künstlich erzeugten Rhachitis bei Ferkeln die *P*-Bilanz stets (100%), die *Ca*-Bilanz in 33 Fällen (80·5%), die *Mg*-Bilanz in 38 Fällen (92·7%) als positiv gefunden.

Eine einseitig kalk- oder phosphorüberschüssige Ernährung gibt insofern Anlass zu einer bestimmten Verschiebung in der chemischen Zusammensetzung des Knochens, als von dem einseitig überschüssigen Kalk oder Phosphor bis zu einer gewissen Grenze eine reichlichere Menge ausgenützt und in den Geweben, hauptsächlich im Skelett, abgelagert wird. Hiernach lässt sich die chemische Zusammensetzung des Knochens diagnostisch verwerten bei der Entscheidung, ob die Rhachitis im gegebenen Falle alkalotischer oder azidotischer Herkunft ist. Hand in Hand hiermit geht auch eine Verschiebung des Säure-Basengleichgewichtes des Organismus in alkalotischer bzw. azidotischer Richtung einher. Bei günstiger Erdalkali-Alkalizität im Futter wird durch eine mengenmässig unzureichende Mineralstoffzufuhr bedingte Rhachitis erkannt aus dem Herabsinken des Sättigungsgrades im Knochen, d. h. der auf eine Gewichtseinheit der organischen Knochenmasse bezogenen Aschenmenge.

Eine sehr augenfällige günstige Beeinflussung der Ausnützung und Retention der Nährstoffe, im besonderen des Kalkes und des Phosphors, durch das D- und A-Vitamin erhellt daraus, dass durch eine intramuskuläre Einverleibung gehörig hoher Dosen dieser

Stoffe nicht nur neutralisiert werden konnte die vorher nachgewiesene bedeutende Verschlechterung der Ausnützung durch eine erdalkalien-, phosphor- und rohfaserarme Ernährung, es erfuhren vielmehr die betreffenden Werte eine gewaltige Steigerung. Hierin liegt die Erklärung für die heilende und schützende Wirkung des D-Vitamins bei Rhachitis. Wenn ausnahmsweise dennoch Versager vorkommen, das mag wohl in einer konstitutionellen oder ererbten individuellen hemmenden Stoffwechseleigentümlichkeit seine Grundlage haben.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 26. Oktober 1942.)

KIEGÉSZÍTÉS AZ ATOMOK KVANTUMÁLLAPOTAIRA VONATKOZÓ BETÖLTÉSI ELVNEK STATISZTIKAI MEGFOGALMAZÁSÁHOZ.

GOMBÁS PÁL- és KÓNYA ALBERT-től.

(1. ábrával).

Egy előző dolgozatban[1] GOMBÁS az atomok kvantumállapotaira fennálló betöltési elvnek egy egyszerű statisztikai megfogalmazását adta. Ennek lényege, hogy a betöltési elv, mely a PAULI-elv következménye és mely megakadályozza, hogy egy u_i kezdeti energiával rendelkező valenciaelektron oly kvantumállapotba kerüljön, melyet az ion elektronjai már betöltöttek, egy nem klasszikus taszító erővel helyettesíthető, melynek potenciálja az (1) kifejezés.

Jelen dolgozatban abból kiindulva, hogy a valenciaelektronok az egyes kvantumállapotokban meghatározott abszolút értékű impulzusmomentummal bírnak, sikerült u_i számára egy analytikai kifejezést levezetni, melynek alapján egyszerűen lehet megadni a nem klasszikus taszító erő potenciáljában, φ_i-ben szereplő ν_i sűrűséget. A ν_i számára ily módon nyert kifejezés egyezik a GOMBÁS által az idézett dolgozatban kvantummechanikai meggondolások útján nyert kifejezéssel.

Kolozsvár, Egyetemi Elméleti Fizikai Intézet. 1942. április.

[1] P. GOMBÁS, Zs. f. Phys. 118,164, 1941; továbbá Mat. és Természettudományi Értesítő, LX, 373, 1941.

(A Magyar Tudományos Akadémia III. osztályának 1942. május 11-én tartott ülésén bemutatta ORTVAY RUDOLF l. t.)

BEITRAG ZUR VEREINFACHTEN STATISTISCHEN FORMULIERUNG DER BESETZUNGSVORSCHRIFT DER QUANTENZUSTÄNDE VON ATOMEN.

Von PAUL GOMBÁS und A. KÓNYA in Kolozsvár.

1) C. 1943 I 1856

In der vorliegenden Arbeit wird im Zusammenhang mit der in einer früheren Arbeit[1] von P. GOMBÁS hergeleiteten vereinfachten Formulierung der Besetzungsvorschrift der Quantenzustände von Atomen gezeigt, dass man für die in der genannten Arbeit eingeführten Anfangsenergie der Valenzelektronen einen einfachen Ausdruck herleiten kann, der für das aus dem PAULI-Prinzip resultierende Abstossungspotential φ_i zum gleichen Ausdruck führt, wie dort.

Die Bezetzugsvorschrift der Quantenzustände von Atomen wurde von P. GOMBÁS von statistischen Grundlagen ausgehend vereinfacht abgefasst[1] und in dieser Formulierung auf ein nach der Wellenmechanik behandeltes Atom oder Ion übertragen, wodurch es gelang eine Methode zur Berechnung der Terme der Valenzelektronen von Atomen und Ionen auszuarbeiten. Vorausgesetzt wurde, dass der Rumpf des Atoms bzw. Ions abgeschlossene Elektronenschalen mit edelgasähnlicher Struktur besitzt. Die mit Hilfe dieser Methode erzielten Resultate waren sehr befriedigend.[2]

Die statistische Formulierung der Besetzungsvorschrift der Quantenzustände von Atomen oder Ionen besteht darin, dass man das Besetzungsverbot der von der Rumpfelektronen vollbesetzten Quantenzustände für die Valenzelektronen durch eine nicht-klassische Abstossungskraft in Betracht zieht, deren Potential für das i-te Valenzelektron mit der Anfangsenergie u_i das folgende ist:

$$\varphi_i = -\frac{1}{\varepsilon} c(\nu^{\frac{2}{3}} - \nu_i^{\frac{2}{3}}), \qquad (1)$$
$$c = \tfrac{1}{2}(3\pi^2)^{\frac{2}{3}} \varepsilon^2 a_{II},$$

[1] P. GOMBÁS, Zs. f. Phys. 118,164, 1941. Im folgenden als I zitiert. Man vgl. auch Mat. és Természettudományi Értesitő LX, 373, 1941.

[2] B. KOZMA u. A. KÓNYA. Zs. f. Phys. 118,153 1941.

wo ν die Elektronendichte des Rumpfes und ν_i die Dichte derjenigen Rumpfelektronen bezeichnet, deren Energie kleiner ist als u_i; ε ist die positive Elementarladung und a_H der erste H-Radius. Das Besetzungsverbot der von den Rumpfelektronen vollbesetzten Quantenzustände für die Valenzelektronen, deren Anzahl wir mit z bezeichnen, kann man nach GOMBÁS dadurch in Betracht ziehen, dass man für das i-te Valenzelektron das modifizierte Potential

$$V_i(r_i) = \chi(r_i) + \varphi_i(r_i) \tag{2}$$

einführt, wo $\chi(r_i)$ das elektrostatische Potential des Rumpfes bezeichnet und r_i die Entfernung des i-ten Valenzelektrons vom Kern ist. Bezüglich der Einzelheiten verweisen wir auf I.

In der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, dass man den von GOMBÁS aus wellenmechanischen Betrachtungen für ν_i gewonnenen Ausdruck auf einem einfachen statistischem Wege herleiten kann, wobei sich der Übergang vom statistischen Atomrumpf zu einem Atomrumpf, welcher nach der Wellenmechanik behandelt wird, einfacher gestaltet.

Im folgenden gehen wir von denselben Grundannahmen aus, wie GOMBÁS in I. Wir ziehen also wieder ein elektronenreiches Atom in Betracht, das ausserhalb eines Atomrumpfes mit abgeschlossenen Elektronenschalen von edelgasähnlicher Struktur z Valenzelektronen besitzt. Den Rumpf behandeln wir wieder statistisch und ziehen ein Volumenelement dv in Betracht, in dem sich νdv Rumpfelektronen befinden, es bezeichnet also ν die Dichte der Rumpfelektronen. Wenn wir zunächst von der potentiellen Energie absehen und die kinetische Energieverteilung der Rumpfelektronen bestimmen wollen, so gelangen wir im Impulsraum wieder zu der Impulskugel vom Radius p_μ, in welcher alle Impulsraumzellen vom Volumem $\frac{h^3}{dv}$ voll besetzt sind und ausserhalb derer alle Zellen leer sind; p_μ bezeichnet hierbei also den Betrag des maximalen Impulses, $\mathfrak{p}_\mu$, der Rumpfelektronen in dv. Die maximale Energie der Rumpfelektronen in dv ist also

$$u_\mu = \frac{1}{2m} p_\mu^2 = c\,\nu^{\frac{2}{3}}, \tag{3}$$

wo h die Plancksche Konstante und m die Masse des Elektrons bezeichnet.

Anstatt vorauszusetzen dass die Valenzelektronen eine kinetische Anfangsenergie besitzen, wollen wir hier über die kinetische Anfangsenergie keinerlei Annahmen machen, sondern setzen uns zum Ziel die zufolge des Pauli-Prinzips auftretende nicht-klassische Kraft zu bestimmen, welche die Rumpfelektronen auf die Valenzelektronen ausüben, wenn man diese im Verbande des Atoms in Quantenzustände mit vorgegebenen Nebenquantenzahlen unterbringen will. Hieraus ergibt sich für die Valenzelektronen eine Mindestenergie, die man als eine Anfangsenergie betrachten kann.

Wir untersuchen zunächst, unter welchen Bedingungen man das i-te Valenzelektron im Volumelement dv in einen Quantenzustand mit der Nebenquantenzahl l_i unterbringen kann. Dies bedeutet, dass wir fordern, dass der Betrag des Drehimpulses des i-ten Valenzelektrons M_i der folgende sei:

$$M_i = \frac{h}{2\pi}\sqrt{l_i(l_i+1)}. \tag{4}$$

Anderseits erhält man

$$M_i = r_i\ p_{ni}, \tag{5}$$

wenn p_{ni} die zum Radiusvektor[3] $\mathfrak{r}_i$ senkrechte Impulskomponente bezeichnet. Aus diesen beiden Gleichungen ergibt sich

$$p_{ni} = \frac{h}{2\pi}\frac{\sqrt{l_i(l_i+1)}}{r_i}. \tag{6}$$

Hieraus folgt, dass sich der Endpunkt des Impulsvektors $\mathfrak{p}_i$ des i-ten Valenzelektrons auf einer Mantelfläche eines Kreiszylinders vom Radius p_{ni} befinden muss. In Fig. 1. ist dieser Zylinder nebst der Impulskugel vom Radius p_μ, für den Fall, dass $p_{ni} < p_\mu$ ist, graphisch dargestellt.

Daraus, dass wir für das i-te Valenzelektron den Drehimpuls vom Betrage (4) vorgeschrieben haben, folgt unmittelbar, dass für das Valenzelektron eine Mindestenergie existiert, welche

[3] $\mathfrak{r}_i$ ist der vom Kern zum Ort des i-ten Valenzelektrons gezogene Radiusvektor.

sich ergibt, wenn $\mathfrak{p}_i$ senkrecht zu $\mathfrak{r}_i$ steht, wenn also $|\mathfrak{p}_i| = p_{ni}$ ist. Mit (6) erhält man also für die Mindestenergie

$$u_i = \frac{p_{ni}^2}{2m} = \frac{h^2}{8\pi^2 m} \frac{l_i(l_i+1)}{r_i^2} = \frac{1}{2} \varepsilon^2 a_H \frac{l_i(l_i+1)}{r_i^2}, \qquad (7)$$

die man als eine Anfangsenergie betrachten kann, der dieselbe Bedeutung zukommt, wie in I.

ν_i hat man wieder als die Dichte derjenigen Rumpfelektronen zu definieren, deren Energie *kleiner* ist als u_i. Es ist also

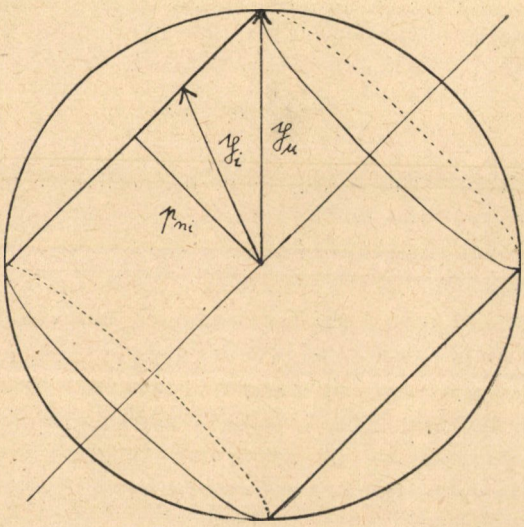


Fig. 1.

ν_i die Dichte derjenigen Rumpfelektronen, welche Quantenzustände mit einer kleineren Nebenquantenzahl als l_i besetzen und deren Energie kleiner ist als u_i. Wie aus der Herleitung des Ausdruckes von u_i zu sehen ist, ist u_i die bei einer vorgegebener Nebenquantenzahl l_i mögliche tiefste Energie. Die Hinzunahme der potentiellen Energie bedeutet in der Energie nur eine Konstante, ändert also nichts an unseren Betrachtungen. Wenn wir also unsere statistischen Betrachtungen auf ein nach der Wellenmechanik, z. B. nach HARTREE oder HARTREE-FOCK behandeltes Atom übertragen, so hat man u_i mit der Energie des

Quantenzustandes zu identifizieren, der bei vorgegebenem l_i die tiefste Energie besitzt. Es ist also für $l_i = 0, 1, 2, \ldots$ die Energie u_i bzw. mit der Energie des $1s$, $2p$, $3d, \ldots$ Quantenzustandes gleichzusetzen. Bei der Übertragung der statistischen Betrachtungen auf ein nach der Wellenmechanik behandeltes Atom oder Ion ergibt sich also für u_i bzw. ν_i derselbe Ausdruck, wie in I, es bleibt also φ_i unverändert.

Wir möchten hier noch folgendes bemerken. ν_i wurde als die Dichte derjenigen Rumpfelektronen definiert, deren Energie kleiner ist, als u_i. Es wäre falsch im Ausdruck von φ_i statt $c\nu_i^{\frac{2}{3}}$ die Energie u_i zu setzen, also φ_i im Falle $u_\mu \geqq u_i$ dem Ausdruck

$$-\frac{1}{\varepsilon}(u_\mu - u_i) \tag{8}$$

gleichzusetzen.[4] Dies würde nähmlich bedeuten, dass wir dem i-ten Valenzelektron die Energie $u_\mu - u_i$ zuführen, also den Bildpunkt des Valenzelektrons nur bis an den Rand der Impulskugel heben. Zufolge der endlichen Ausdehnung der Impulsraumzellen hat man aber den Bildpunkt des Valenzelektrons in eine freie Impulsraumzelle mit der tiefstmöglichen Energie zu heben, man hat also den Bildpunkt des Valenzelektrons über den Rand der Impulskugel etwas hinauszuheben. Dies wird erreicht, wenn man in (8) statt u_i den Ausdruck $c.\nu_i^{\frac{2}{3}}$ setzt, also φ_i' nach (1) definiert. Bei rein statistischen Betrachtungen und im Falle sehr vieler Elektronen würde es natürlich keinen Unterschied bedeuten, wenn man $c.\nu_i^{\frac{2}{3}}$ durch u_i ersetzt, bei der Übertragung der statistischen Betrachtungen auf ein nach der Wellenmechanik behandeltes Atom ergibt sich aber ein Unterschied und zwar erhält man, wie einige Berechnungen zeigen, bei der Beibehaltung von u_i in φ_i für die Energie der Quantenzustände der Atome oder Ionen mit Ausnahmen der S- Zustände, wo $u_i = 0$ ist, zu tiefe Energiewerte, wie dies auch zu erwarten ist.

Aus ganz demselben Grunde wäre es auch falsch, worauf schon in I kurz von GOMBÁS hingewiesen wurde, ν_i als die

[4] Im Falle $u_\mu < u_i$ hätte man dann $\varphi_i \equiv 0$ zu setzen.

Dichte derjenigen Rumpfelektronen zu definieren, deren Energie kleiner *oder gleich* u_i ist. Dass man bei dieser Definition von ν_i zu falschen Resultaten gelangt, kann man z. B. bei der Berechnung des $4d$ Termes des Rb-Atoms einfach einsehen. In diesem Falle ist nähmlich u_i die Energie des $3d$ Quantenzustandes des Rb-Atoms; wenn man nun für ν_i die Dichte derjenigen Rumpfelektronen setzt, deren Energie $\leqq u_i$ ist, so folgt dass ν_i die wellenmechanische Dichte aller 36 Rumpfelektronen ist, es wird also $\varphi_i = 0$. Das würde aber bedeuten, dass das Valenzelektron in den $3d$ Quantenzustand stürzt, man würde also für die Energie des $4d$ Quantenzustandes ein falsches Resultat erhalten.

Kolozsvár (Ungarn), Institut für theoretische Physik der Universität. April 1942.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 11-ten Mai 1942.)

A FERTŐZÉS MEGEREDÉSÉNEK KISÉRLETEKBEN SZEMLÉLTETHETŐ ELEMI SZÖVETÉLETTANI ALAPFELTÉTELEIRŐL.

n. BALOGH ERNŐ l. tagtól.

(Székfoglaló értekezés.)

A régi világháborúbeli hadiprosecturáimban megindult és 1915-től 1925-ig fertőzőbeteg-kórházakban végzett több, mint 6000 boncolás tanulságain továbbépült, majd egyre több és több állatkísérletre támaszkodó egyik legrégibb keletű kutatási irányvonalamon az infekció megeredésének problémája volt és maradt mindvégig a legérdekfeszítőbb számomra.

Úgy érzem, hogy ennek tisztázása nélkül sem a fertőzőbajok kibontakozását, sem az ellenük irányuló fajlagos védőoltások, ill. gyógyító eljárások teljes hatásmechanizmusát a szervezeten belül őszintén meg sem érthetjük és semmi szín alatt sem fektethetjük le megingathatatlanul szilárd tudományos alapra.

Első önálló elindulásomkor, már mint tábori bakteriológiai laboratóriumi vezető (1915) saját szerény tapasztalataim (így többi között: maláriás korházi beteg véréből «paratyphus-B»-bacillusoknak a legcsekélyebb betegségi tünet és fejlemény csatlakozása nélkül észlelt kitenyészthetősége stb.) folytán nem tudtam megbarátkozni Bailnak akkor még közkedvelt, szerencsére immár letűnt definíciójával, amely: «a baktériumoknak a szervezetben való felszaporodásá»-ban foglalta össze az infekció lényegét.

Sokszorosan átérzett meggyőződésemből folyólag: *az infekció beköszöntét a makroorganizmus sejtjei és elemi mikroorganizmusok közötti antagonizmusos «functionalis-parabiosis» megfakadásában* szeretném meghatározni.

Ehhez a szervezetnek nemhogy a bekapcsolódási készségét tanúsító, de még az ennek beállását sejtetni engedő, tehát legkorábbi támpontokat is a kísérleti kutató mindeddig a mikroszkópiumos helyszíni szemle alapján szerezhette a legmegbízhatóbban. Az így közismertté vált legkezdetlegesebb sejtalaktani jelenség is azonban mint fejlemény, már előrement szövetélettani folyamatoknak a következménye. A primum movens-t tehát kétségtelenül ezek az utóbbiak képezik, amelyek közül a legalapvetőbbeknek a tisztázhatósága egyre serkentett a kísérleti munkára. Utóbbihoz a természetes viszonyokat minél inkább megközelítő és a lehető legáttekinthetőbb kiindulási alapot keresve, a felette bonyolult életberendezkedésű felsőbb szervezetnek márcsak a körülírt sejt szöveti közösségében is adódó biológiai útvesztőjéhez az Ariadnefonalát: a rák viselkedését kutató munkásságom közben még az 1929. évi, daganatos egerekben szerzett útmutatásaim révén, fehérpatkányok átoltható rákdaganatában leltem meg.

A fehérpatkány, mint évekre visszanyúló saját tapasztalataim szerint is az emberre kártékony legtöbb mikrobával szemben messzemenően természetes ellenállóképességűnek elfogadható laboratóriumi állatunk már önmagában véve is szinte iratlan lapként kínálkozik számos, benne előidézni kívánt fertőzés megeredési feltételeinek a kutatására. Továbbmenően pedig magával ennek az állatnak szervezetével a legbensőbb humoralis parabiosisban élősködő s attól mégis sok tekintetben a legmesszebbmenően magát önállósító rákdaganat: a szóbanforgó alapkérdésemet bonyolult és összetett voltának sarkaiból kiemelhetővé tenni tudó archimedesi pontnak bizonyult.

A fehérpatkányainknak mind az istállózása, mind a mindennapos tápláltatása állandósított viszonyok között igen könnyen és egyszerűen történhetik. A külső környezeti egyéb tényezőknek, mint pl. az emberre nézve is oly nehezen és eddig is csak tapogatózó eredményekkel elemezett megannyi meteorológiai, kozmikus faktoroknak spekulációs látbavetésére nem vállalkoztam, mindössze a daganatos állatok évszakok szerinti magatartására nézve alakult ki bizonyos intézeti tapasztalatunk (így pl. a kül. meleg nyári augusztus hónapnak a tumorátoltásokra nézve kedvezőtlen volta), amire tekintettel is voltam.

A kísérleteimben alkalmazott fertőző csírák biológiai tulajdonságairól, mint különösen pl. az életerejükbeli sajátságaikról könnyű volt bizonyságot szereznem és azokat a kísérletek folyamán állandósított azonos keretek között megtartanom.

Intézeti egyik volt munkatársamnak: PUTNOKY GYULÁnak, sikerült 1929-ben, éspedig az emlősökre nézve világviszonylatban először: a ráknak teljes értékű heterotransplantatiója. Ezt az egérről átültetett «EHRLICH—PUTNOKY»-féle patkányráktörzset $8^1/_2$ éven át 363 átoltási sorozatban több ezer állatban tarthattuk életben. Ez az intézetem által sok szempontból körültekintően tanulmányozott rákdaganat egy-egy patkány testsúlyának majdnem a felére is megnőtt. Különböző mechanikai (bőralatti asepsises bemetszésekkel), sugaras (röntgen-behatásokkal) vegyi károsításokkal (salvarsannal, a sejtoszlást késleltetni tudó chloralhydrattal stb.) szemben életerősen dacolni tudott. Bár a támasztószöveti váza igen szegényes volt, abban lobkeltő szerekkel (terpentin stbi az általános szöveti védekező készségét sejtalaktani visszahatása . val példázni tudta. A tizedik átoltási sorozattól kezdve az elhalásmentes darabkái újabb állatokban százszázalékos eredménnyel eredtek meg. A patkányokat átlagosan 15 nap alatt, súlyos vérszegénység, érdekes thyreo-hepato-renalis syndroma (SÜMEGI) kiváltása mellett, sokszor kifejezett testsúlycsökkenést is okozva, megölte.

Ez az E. P.-patkánytumorunk tehát mint biológiai következetes viselkedésében igen jól megismert, szembetűnően életerős átoltható daganattörzs állott kísérleti médiumként rendelkezésemre.

Az említett 1929. évi előkísérleteim után is (amelyek szerint 0·1—0·2 mgr gümőbacillussal egyébként ellenállóan viselkedő rákos egerek tumoraiban kifekélyesedéshez vezető körülírt elhalásokat következetesen elő tudtam idézni, (l. M. O. Tbk. Egyes. Munk. 1929. 215. old. és Orvosképzés 1930. 3. füz.), megkapó élmény volt számomra az, hogy a legkülönbözőbb fehérje-cukor-, ill. zsírbontó hatású baktériumos minden olyan fertőzés mily könnyen és készségesen ered meg ennek a különben annyira életerős daganatnak szöveti állományát gyorsan elpusztítóan, amelyek baktériumféleségei mindegyikével szemben pedig maga az egészséges patkány teljesen közömbösen viselkedik.

PUTNOKY GYULA segédletével végzett ellenőrző kísérleteim bizonyíthatták, hogy amíg pl. kb. 965—2895 millió csíra (0·00379—0·01137 gr) a B. proteus vulgarísból nemcsak magára a patkányrákdaganatra pusztító hatású volt, hanem még magának a daganatos állatnak is halálát okozhatta, addigelé ennek a kétszeresét egészséges fehér patkányok hasüregébe, méghozzá 3—13-szor (!) egymásután naponként befecskendezve, azok életben maradtak. B. coliból cca. 3144 millió bacillust daganatba oltva, ennek az előbbihez hasonló lett a hatása. Addigelé, ha a következő kísérleti sorozatban 5240 milliónyinak vehető ugyanilyen csírát fecskendeztünk egészséges, nem daganatos patkányok hasüregébe (éspedig 13-szor egymásután!), a patkányoknak nem történt semmi baja. B. pyocyaneusból már mintegy 2380 milliónyi a daganat kiterjedt elpusztítása mellett magát az állatot is megölte, azonban az egészséges állat 3570 milliónyira tehető hasonló baktérium hasüregbeli beoltása dacára is teljesen egészséges maradt. A LÖFFLER-féle diphtheria-bacillusból hozzávetőlegesen 3400 millió a daganat teljes elhalását, sőt teljes kilökődését is okozta, viszont ugyanennyit az egészséges patkány hasüregébe, ill. mellüregébe vagy bőre alá juttatva, semmi kóros tünetet, sem bonctani elváltozást nem észleltünk.

A daganatszövetben a fertőzés sikeres megeredését mikroszkopice a ráksejtek hamar beálló fibrionidos elfajulása, a halálvergődésüket kifejező (osmiummal korán kimutatható) zsir-phanerosis és az ezek nyomában tüstént előálló, a mag és a szöveti szerkezet teljes eltűnéséig menő nekrosis jelezték. Ez az elhalás — mint már említém — a maga teljességében szabad szemmel is láthatóvá és igen kiterjedté vált. A daganatszövetben sokszor megfigyelt spontános elhalásokkal szemben : jóval korábbi s mikroszkopice is a baktériumos inváziához sejtről-sejtre csatlakozó jelentkezése s jóval gyorsabb s kiadósabb elhatalmasodása révén könnyen megkülönböztethető volt (vetítés). Hat évvel ezelőtt közölhettem (III. Nemzetk. Összeh. Path. Kongr., Athen, 1936), hogy az E. P.-tumor szövetét az egészséges patkányra teljesen közömbös anaërob gázkeltő csírák is könnyen és a legmesszebbmenően tönkretenni tudják. A megfelelően in vitro kezelt túlélő daganatszövetben ezeknek a csíráknak hatására pozitív biuret-

reakciójú szöveti elfolyósodás támadt. Ezzel a daganatpéppel oltott egészséges patkányokban pedig egyébként soha nem észlelt súlyos vizenyőt (pH 6·8), anaemiát, a máj és vesék funkcionálisan is igazolt, súlyos károsodását idézhettem elő.

Amint a röntgen, radium, arsen, stb., úgy maga a bakteriumhatás is kétélű lehet. Ronthatja, ámde elő is mozdíthatja a rák növekedését. Erről nemrégiben egy újabb: «Budapest, 1938»-nak elnevezett ugyancsak heterotransplantatio útján (FARKAS KÁROLYNÉ segítségével) nyert patkányráktörzsünkkel kapcsolatban győződhettem meg. Ebbe egy B. coli-szerű, csak hosszas fáradozás után leleplezett latens mikrobiosis lopta be magát. Ezt két éven át folytatott átültetésekben figyelve, megállapíthattam, hogy az újabb daganattörzsünknek csak a necrobiosisossá váló részeiben, tehát nosoparasitismusszerűen tud lábrakapni, amikor azonban a daganatszövetet egyszerre gyors és kiterjedt elhalásra készteti. Ennek az így szinte minden újabb átültetéses sorozatban sajátos circulus vitiosust megindítani tudó latens mikrobiosisnak hatására a «Budapest 1938»-ráktörzsünk mégsem esett mindjárt és egyszerre az áldozatává, hanem még éretlenebb típusú, a lehető legdiffúzabb szerkezetű tumorrá vált, az állatot az E. P.-ráktörzzsel szemben jóval rövidebb idő, már nyolc nap alatt is megölhette, s emellett FARKAS KÁROLYNÉ, intézetem tanársegéde, a legfrissebb keletű, legépebb széli részeinek parányi darabkáival a sorozatos átoltását két éven át biztosítani is tudta.

Az E. P.-patkány-ráktörzsünk szöveti közössége a kisérletileg leleplezett s a legkülönbözőbb fertőzések iránti feltétlen fogékonyságával nemcsak a mindezen fertőzésekkel szemben resistens egészséges gazdaállatának, hanem egyéb állatoknak ép szöveteitől is merőben eltérőnek bizonyulván, igyekeztem egyéb, mégpedig elemi fontosságú biológiai sejtműködésbeli magatartásáról is tájékozódást szerezni.

SELLEI 17 daganatos fehérpatkányunk elhalásmentes tumorszövetének anyagcsere-értékeit a WARBURG-féle kísérleti berendezéssel in vitro megvizsgálva, megállapíthatta, hogy ennek a rákszövetre WARBURG által annyira jellegzetesnek talált kizárólagosan dissimilatiós típusú mind anaërobos, mind aërobos glykolysise még a kiindulási (heterotransplantált) egérrák amúgy is abnormális

sejtlégzését is abnormalitásában felülmúlva, feltűnően felfokozódott és fokozódtak az összes gázanyagcsere-quotiensei, valamint az erjedési feleslegének értékei is. Másszóval: az E. P.-ráktörzsünknek a patkány szervezetére nézve egyébként is megfigyelt, feltűnően elfajzott rosszindulatú viselkedése a szöveti anyagcseréjében is, — annak jellegét fokozottan elkorcsosítóan — bemutatkozott.

Ezeket az E. P. ráktörzsünk alapvető biológiai viselkedésére nézve megismert adatokat értékükben még növelhetik Warburg közismert megállapításain kívül v. Euler kutatásai, aki szerint a ráksejt a sejtlégzés fontos enzymájának: a cytochromnak defektusában szenved. Szentgyörgyi Albert vizsgálatai szerint a dehydrogenase is, mint a sejtlégzés lényeges részfermentuma, a rákszövetben súlyosan károsodott. Eliot, Bensy, Baker stb. alapvető bizonyságtételeit is hozzávéve ezekhez, teljesen egybehangzóan igazoltan áll előttünk, hogy a rákszövetnek a biológiai élenyülési folyamatai az ép szövetekéivel szemben feltűnően módosulnak, éspedig a legmesszemenőbben fogyatékos és károsodott lesz a jellegük.

Az E. P. kísérleti rákdaganatunk mind közvetlenül, mind közvetve igazolható biológiai élenyülési hibás voltának alapvonásaihoz hozzámérhetően kül. a cukoranyagcserebeli vonatkozásban közeledően: a *művi tenyészetekben tengődő szövetek* viselkedését ismerjük analógiaként. Ezeknek is anoxybiosisos a légzése, bennük már 48^h múltán a legfőbb energiaforrásukat jelentő cukor legnagyobb részében felhasználódik s csak mint tejsav mutatható ki (Krontowsky és Magath). Idézhetem az *ébrényi szöveteknek* már Warburg által is hangsúlyozott rokonjellegű, ámde mindenesetre szelídebbfokú bemutatkozását. Tudvalevően még a *messzemenően kifárasztott izomban* is átmenetileg felfüggesztődik és kedvezőtlenül módosul a biológiai oxidációnak normális optimális ritmusa s a megrekedő tejsavnak cukorrá való visszaépítődése ilyenkor hosszasan is várattathat magára.

A *kifárasztott izomra* nézve még 1917-ben, a harctéri benyomásaimtól vezettetve állapíthattam meg, majd 1936-ban környéki farádos ingerléssel igazolhattam azt, hogy a ki nem fárasztott azonos állatbeli izomzatra eléggé közömbösnek látszó gázkeltő baktériumokkal szemben is észrevehetően fogékonnyá válik (l.

Wien. kl. Wschr. 1921. 44. sz. és III. Nemzetk. path. kongr. Athén, 1936, M. P. T. Munk. 1936). — FILDES szerint az izom stb. O_2 elszegényedése folytán eredhet meg a tetanusfertőzés is.

Még fokozottabban mutatkozik be a fertőzések iránti fogékonyság tudvalevően: az *ébrényi*, különösen pedig a *művileg tenyésztett szövetekben*. De még utóbbiak sem oly védtelenek ám mindannyiszor a fertőzésekkel szemben, mint a rákdaganatos szövet. DANZINGER és VERESS K. munkatársaim által kezdeményezésemre kísérleteket végeztek. Ezekben figyelhettem meg pl., hogy tengerimalac 48 órás, mindössze nagyobb gombostűfejnyi léptenyészetei «B. C. G.»-gümőbacillusoknak még 0·1 mgr-nyi mennyiségével szemben is megkapóan ellenállóan viselkednek. Bár e csírák növekedésüket hátráltatták, sejtelfajulásokat is okoztak, a tenyészetek mégsem mentek tönkre, sőt a bacillusok jórésze az őket felfaló sejtekben feldarabolódott. Ezzel szemben a mintegy kisalmányira megnőtt E. P.-rákdaganatba fecskendezett 2 mgr B. C. G.-bacillus a szúrási csatorna körül jókora, egy nagyobb furunculus csapjának megfelelő teljes szöveti elhalást és kilökődést okozott (vetítés).

Ha a most röviden jellemzett: *kifárasztott izom*, az *ébrényi*, a *művi tenyészetbeli*, végül a *rák-szövetnek* (ebben az egymásutánba véve) a biológiai normával szemben tanúsított *egyfelől* cukoranyagcserebeli légzési fogyatékosságát, *másfelől* jól ismert, meghatározott baktériumok iránti különös fogékonyságát: párhuzamban tartott egymásra következő fokozati adatokkal kifejezzük, oly kétsoros egybetalálkozó ritmusú biológiai haladvány tárul elénk, melynek páronként vett tagjai között végig a legmegkapóbb fokozatbeli összetalálkozás nyilatkozik meg.

Ezt a kétsoros biológiai haladványt a rákszövet zárja be, éspedig a legeslegsilányabb értékű sejtlégzésével a legbensőbben összeölelkező ama legeslegfogékonyabb voltával, amelyet a baktériumos fertőzések iránt tanúsít.

Általános biológiai vonatkozásokkal és orvosi gyakorlati tapasztalatokkal is egybehangzó kísérleti eredményeim alapján indíttatva érzem magamat arra, hogy *a fertőzés megfakadásának egyik elemi alapvető helyi, szövetélettani előfeltételeként a sejtlégzés zavarát jelöljem meg*. Ez belső vagy külső tényezők, így pl. maguk a szóbajöhető mikrobák által is kezdeményezhető.

Ez az elemi szövetélettani előfeltétel természetesen sem a szervezet összesíthető általános alkalmi fogékonysági állapotától, sem a mikrobák virulentiájabeli adottságaitól, sem a fertőzés megeredésére kedvezően szóbajöhető külső környezeti feltételektől nem függetleníthető, mint inkább ezek mindegyikének a függvénye. Elengedhetetlen szerepe, mint követelmény — szigorúan elvont mérlegeléssel — az előbbiek túlsúlya esetén szerényebb lesz és fordítva.

A sejtek és szövetek után *az egyes szervekre* irányult a figyelmem. Erre azok, a boncolások révén mindennaposan szerezhető benyomások is késztettek, amelyekből folyólag meghatározott fertőzések kapcsán egyes szerveknek megkapóan megkülönböztetett fertőzés-készségéről, máskor viszont megkíméltségéről (mondhatnánk: viszonylagos ellenállóképességéről) győződhetünk meg.

Munkatársaim számára idevágóan kijelölt egyes előkísérletek után (l. Veress A.: M. O. Arch. 1930; Reichenbach (Romhányi) György: M. P. T. Munk. 1933) a mindennapos életben beálló módon s még hozzá természethűen külön tartható, bonctani úton fertőzhető szervet végül is a tüdőt választottam. Igazán szívesen annyival is inkább, mert egyéb vonatkozású kutatásaim kapcsán ezt a szervet igen sokszor tanulmányoztam. Hozzá különösen vonzódó kórokozó tényezőként a leggondosabban baktériummentesen átszűrt influenza-virust minden mikrobával szemben előnyösebben felhasználhatónak gondoltam. Ennek, mint korántsem mindennaposan elterjedt fertőzéskeltőnek a kísérleti alkalmazása mellett könnyű ugyanis ellenőrizni a környezetből a légutakon át netalán mégis zavaróan szóhoz jutható mindennemű baktériumos fertőzést s ilyenektől teljesen menteseknek bizonyuló kísérleti sorozatokra támaszkodni.

Taylor és Dregus által hazánkban 1937-ben izolált influenzavirustörzsekkel a légutakon keresztül (orron át) sikeresen fertőzött, több mint száz egér tüdején szerezhettem értékes előtanulmányokat az alábbi ismertetendő, 150-en felül járó sorozatban végzett kísérleteimhez. Nevezett virus-kutatóknak mintegy 70 állatuk és virustörzseik szíves átengedéséért ezúttal is hálás köszönetemet fejezem ki.

Az egereken megejtett kórszövettani megfigyeléseim lényegük-

ben megkapóan megegyeznek az emberi régebbi leleteimmel (M. Orv. Arch. 1922). Utóbbiakon belül az előtérben álló tüdőelváltozásokat már 20 évvel ezelőtt a n. vagus és a sympathicus környéki, tüdőbeli végződésein érvényre jutott kóros ingerbehatásokból vezettem be. Ennek a magyarázatomnak morphologice talán végső fokon megfogható bélyegét még az 1939. évi előkísérleteim egéranyagán megejtett egybevetések révén: a paraarterialisan, az extrachondralis plexuson fekvő bronchusfali ganglionok dúcsejtjeinek functionalis módosulásaikat sejtető elváltozásaiban (az «elemi izgalom» (primäre Reizung) jeleiben, ill. a magvak holokrin-secretioszerű beolvadásában, a sejttest egyneművé válásában, s csipkézett körvonalai által is kifejezett zsugorodásában) sikerült szemléltetnem. (IV. Nemzetk. Path. Kong. Róma, 1939.) Ezeknek a dúcsejteken belüli módosulásoknak functionalis elvi jelentőségére világíthatnak rá: HERZOG és SCHÜLER, ill. W. KREIENBERG legújabb kísérletei.

Számos kísérletben meggyőződhettem magam is arról, hogy az egerek a rájuk nézve beszippantás révén annyira hatásossá váló influenza-virusnak még igen nagy adagjaival sem, vagy alig fertőzhetők a hasüregük felől. E. R. RICKARD és TH. FRANCIS jr., amerikai szerzők is közölték, hogy egereikben azoknak intranasalis úton már halálát okozó inf. virus-adagnak (=M. L. D.) 50,000—1 milliószorosát (!) intraperitonealisan befecskendezve, a tüdőben csupán mérsékelt kiterjedésű szelídebb elváltozások támadtak.

Ösztönös érzésemtől vezettetve az orrán át sikeresen fertőzött (XXXV/3. sz.) fehéregerünknek súlyos elváltozásokkal illetett tüdejéből — nyomban az állat megölése után — rizsszemnyi darabkát egészséges fehéregér hasüregébe bevarrtunk. Igen megkapó élmény volt számomra, amikor ez az utóbbi (XLV/1. sz.) fehéregerünk súlyos beteggé vált és a felszívódás útját jelző májbeli vena portae ágainak s a hozzájuk csatlakozó capillarisoknak egyébként sohasem észlelt tágultsága és vérbősége mellett a pulmonalis arterioláknak hasonló dilatatiója s a falak gyulladásos sejtes beszüremkedése is kialakult. A tüdőben így általános congestio támadt; a hajszálhörgők, sőt az alveolusjáratok is feltűnően kiszélesedtek, akárcsak az egerek sikeres és súlyosabb *intranasalis* fertőzése esetén.

Később egy másik, háromnapos influenzás megölt egerünknek tüdejét feldarabolva, hasmetszés útján az egérnél mintegy 200-szor súlyosabb LXXXIX. sz. házinyulunknak a csepleszéből készített tasakjába bevarrtuk. Ez a faji jellegénél fogva az influenza-virus fertőzéssel szemben közismerten resistens állat már a beavatkozásunk második napján rosszul lett, gubbasztott és a kilencedik napra elhullott. Tüdejében az apró ütőér- és hörgőágak párhuzamos tágulásán kívül vérzéses gócos tüdőlob is kialakult, a jellegzetes emberi influenzás egyik részjelenségnek megfelelően.

Még megkapóbb volt számomra a következő észleletem.

Három (XIV/4., 5., 6. sz.) leölt influenzás egér 1 : 10 higítású tüdőprésnedvéből (az egérre intranasalisan feltétlenül halálos virustérfogatnak a nyúlhoz számított testsúlyarányát el nem érő) egyenlő mennyiséget három nyúlnak fülvénájába fecskendezve, azok 1—2 percen belül görcsök között elpusztultak. A kb. $^1/_3$-nyi mennyiséggel ugyanígy kezelt 4. nyúl 16 óra múlva hullott el.

Mind a négy állatnak, különösen az első háromnak tüdejében feltűnt az erősen tágult és feszülésig vértelt kisebb arteriák körüli hüvelyszerű vérzésnek a jelentkezése, amelyeket Cortennel egyidejűleg emberi s tőle függetlenül: egér-influenzás eseteimben magam is sokszor megfigyeltem (vetítés).

Az influenzás egér tüdődarabkáival, ill. (szokásosan minél vérmentesebb tüdődörzselékének erős lecentrifugálás és Seitz-szűrőn át nyert 1 : 10 higítású) szűrletével végzett fentebbi kísérleteim sejtetni engedték, hogy a vázolt megkapó fejlemények kiváltásában nem egyszerűen az influenza-virus többlethatásával lehet dolgunk. Hiszen pl. a XIV. sorozatbeli egerek tüdőprésnedve oly villámgyors hatásokat váltott ki, aminőket a légutak nyálkahártyája váladékának szűrletével nyert virus-suspensióval előidézni nem tudunk. Ezek folytán magában az egértüdő szöveti közösségében felszabadult általános arteriola-tágító hatású anyagokra kellett gondolnom.

Gondolhattam erre annyival is inkább, mert ha nem is értágító, de biológiai antagonista hatású (érszűkítő) anyagoknak gyors és bőséges felszabadulását légembolizált nyulaim tüdejében két évvel ezelőtt kideríthettem (l. Virchow's Arch. 307. köt. 2. füz., 362. old.).

Élettani vegyi elemzésekből folyólag köztudomású, hogy mint legtöbb szervünk, maga a tüdő is értágító hatású anyagoknak letéteményese.

Mint experimentális morphologus, ezt a kísérleteimben szóhoz jutni látszó anyagot szöveti kihatásai alapján kinyomozni és jól ismertekkel való egybevetések útján identifikálni igyekezve, az általam is fínomabb szöveti kihatásaiban már jól ismert histamin mellett magával az influenza-virussal rokonhatásúbbnak sejtett acetylcholinra irányult a figyelmem, amely tudvalevően minden szervünkben, így magában a tüdőben is kimutatható. Falussy Ágnes, intézetem tanársegéde, szíves technikai segédletével folytathattam le az idevágó következő kísérleteket.

Az acetylcholin («Roche» = A. ch. chlorid crist.) mint gyári készítmény is várakozásaimat beváltotta, mert *fehéregerekben* pl. — 1 : 5 higítású oldatának 0·05 cm^3 mennyiségétől kezdődően, mégpedig mind beszippantás, mind mellüregbeli befecskendezés után — a tüdőre irányított sikeres infl.-virusfertőzés alapvető kezdeti képéhez igen hasonló kóralaktani elváltozásokat fakasztott (vetítés). Ezek a hatásai azonban az influenzás fertőzés iránti resistens állatokban (házinyúl, fehérpatkány) jóval szelídebb mértékben és szeszélyesen jelentkeztek. Ezt a szeszélyes viselkedését physostigminnel (Ph. salicylicum 0·1% oldatát egereknek: 0·02, patkányoknak 0·05 cm^3-nyi mennyiségétől kezdve bőr alá, ill. mellüregbe fecskendezve) sikerült megváltoztatnom és állandóbbá tennem. Ez a szer ugyanis tudvalevően az a.-ch.-nak a szövetekben természetszerűen bekövetkező hirtelen elbomlását megakadályozni tudja. Az ilyen modon kettősen kezelt fehérpatkányok közül eleinte sokat elveszítettünk. Utóbbiak percek leforgása alatt görcsök között pusztultak el. (Még gyakrabban akkor, ha egyidejűleg influenza-virust is beszippantattunk velük.) Májuk teljes glykogenszegénysége; vércukorszintjüknek a valószínű, éspedig gyors és végzetes csökkenésére hívta fel a figyelmemet. Valóban a véráramba azonnal s utána következő napokon (3—6-szor) adott szőlőcukoroldattal több, az előbb említett kettős, ill. hármas eljárással kezelt patkányunkat hosszasabban életben tartani tudtuk (pl. a 138. sz.-t 1942. XI. 20. óta, a 143. sz.-t XI. 24. óta, a 154. sz.-t XI. 26. óta mind a mai napig).

Figyelmet érdemelhet ez a megfigyelésünk annyival is inkább, mert magával az infl.-virussal súlyosan fertőzött egerekben is a máj- és izom-glykogen fogyatkozásával járó jelentős hypoglykaemia áll be, amint ezt PUTNOKY GYULA ebben az évben egéranyagunkon kimutathatta.

Tisztán a.-cholin + physostigminkezelés mellett sem sikerült sem fehérpatkányokban, sem házinyulakban az egerekéivel felérő és a kezdeti influenzás elváltozások alapvető vonásaira emlékeztető tüdőbeli szövettani jelenségeket sorozatos következetességgel előidéznem.

Ezt mind fehérpatkányban, mind házinyúlban eddigelé még leginkább akkor tudtam elérni, ha egyidejűleg a légutakon át vagy intrathoracalisan influenza-virussal is fertőztük őket.

Az utóbbi hármas kezelés hatására *fehéregerekben* már három nap alatt szokatlanul súlyosbodtak a tüdőbeli elváltozások. Ugyanis egyébként az infl.-virus hatására sohasem észlelt súlyos vérzéses és sejtes izzadmányos bronchopneumonia alakult ki bennük. *Patkányok* és *házinyulak* tüdejében pedig e hármas kezelésnek hatására általában szelídebb fokú, de kifejezett, legtöbbször gócokban elszórt, mind az emberi, mind az egerekbeli infl.-ás természetűekkel egyező alapvető szöveti visszahatások támadtak.

Nem szeretném általánosítani a 120. sz. hármasan kezelt kísérleti nyulamnak egészen megkapó leletét. «Dial»-bódulatban légcsőmetszésen át a tracheájába canule-t vezettünk, amelyet a MEYER-féle túlnyomásos levegőpumpával gumicsővel összekötöttünk. A gumicsövön cseppenként 0·1 cm³-nyi 0·1%-os physostigmint s 0·2 cm³ 1 : 5 higítású a.-cholinoldatot fecskendeztünk be. A szívműködés feljavulásakor (néhány perc múlva) az előbbi módon, 1 : 10 higítású 0·4 cm³ infl.-virust is belélegeztettünk. Mindezt tehát a túlnyomásos levegőpumpával a tüdőre legközvetlenebbül, szinte az alveolusokig gyorsan és kiadósan érvényesülő módon eszközöltük. Ez a házinyúlunk harmadnapra elpusztult. Jobboldali súlyos genyes-rostonyás mellhártyalobja mellett, májasodottá váló tüdőrészeiben súlyos sejtes-izzadmányos lobosodás alakult ki, aminőt egyetlenegy infl.-virussal a legsikeresebben fertőzött fogékony állatban sem észleltem (vetítés).

Az említett hármas módon kezelt, de a fertőzés válságos

napjait kiállott s hosszabb (2—3 heti) idő múltán elhullott vagy leölt patkányainkban is meggyőződhettünk az ú. n. következményes influenzás elváltozások (megfelelő hörgői hámátalakulás stb.) alapján arról, hogy az infl.-virus ezekben is éreztette és kifejtette a maga hatását.

Az a.-cholin hatását felfüggeszteni, t. i. ezirányt a végrehajtószervet érzéketlenné tenni tudó atropinnal (bár ennek megfelelő adagolását elég nehéz elérni) több állatot sikerült már eddig is a legválságosabb kezdeti időszakon átmentenünk és hosszabb ideig (12 napig) életben tartanunk. Általánosítandó példának felállítani korántsem akarom, de pl. mind a mai napig él az a 159/2. sz. egerünk, amelyet 1942. XI. 30-án 1:100 (halálos adagnak vehető) influenza-virussal fertőztünk, s utána kétszer egymásután atropinnal és szőlőcukorral együttesen kezeltünk.

Az elmúlt hetekben lehettem szerencsés Scholtz Gusztáv orvos-alezredes úr szívessége folytán légritkításos kamrában megkezdett kísérleteim kapcsán a lehető legközvetlenebb experimentális morphologiai igazolását szolgáltatni annak, hogy az engem legtöbbet foglalkoztatott fehérpatkány tüdejének önerejéből pl. $^1/_2$ óra alatt elért s 12,500 m magasságnak megfelelő légritkítás mellett, más egészséges patkány tüdejére is, értágító hatásúaknak látszó anyagok szabadulhatnak fel. A 12500 m «magasságban» halálát lelt patkánynak frissen kivett tüdejéből (a vér kicseppegtetése után a szokásos eljárásokkal) présnedvet készítettünk. Ebből 0·25, ill. 0·35 cm^3 mennyiséget másik, egészséges patkánynak jobboldali, ill. baloldali mellüregébe fecskendeztünk. A baloldali második: a pleurát érinthetett injekcióra az állat hanyattvetette magát s görcsösen rángatódzva pillanatok alatt kimúlt. Tüdejében súlyos vérbőséggel, vasodilatatióval párosultan a kisebb hörgőknek, alveolusjáratoknak s légürcséknek feltűnő tágulása támadt.

Ezt, mint az anaphylaxiás shock tüdőbeli leletével histomorphologice a legélesebben szembeállítható, azzal homlokegyenest ellenkező syndromát, a tüdőn érvényesülő inf.-fertőzés legalapvetőbb jellegzetes bélyegének ismertem meg (vetítés), amint ezt 1939-ben Rómában részletesen kifejthettem. (IV. Nemzetközi Összeh. Path. Kong. Munk. II. köt. 201. old.)

Teljesen hasonló feltételek mellett több nyúlban hasonlóan végződtek a rokonkísérleteim. (Ezek és folytatásaik révén — úgy vélem — sikerülni fog a magassági betegséget egészen új megvilágításba helyeznem.)

Az influenza-virussal végzett, az ezeket kiegészítő, így végül a légritkításos kamrában lefolytatott kísérleteim alapján világosan áll előttem, hogy a tüdő valóban olyan szerv, amelyben az ő saját önerejéből felszabadulható önmérgező hatású értágító anyagok termelődésére is megfelelő ingerbehatások, így pl. az influenzavirusos fertőzés megfakadásának alkalmával is feltétlenül számítanunk kell. Ezt egybevető szövetalaktani alapon — úgy érzem — igazolnom sikerült.

A fentebb szemléltetett kísérleteimmel kapcsolatban magát az alapvető problémát úgy fogom fel, hogy az influenza-virus a tüdőt fertőzve, — mint általában — ott is érvényesítheti, többi között a saját értágító stb. jellegű hatásait is. Ugyanekkor, szinte egyidejűleg azonban az ú. n. fogékony állatokban, pl. egerekben stb. élettanilag is termelődni kész érságító hatásúaknak látszó anyagok felszabadulására és persistentiájára is serkentő ingert gyakorolván, az így synergismusosan összegeződő hatás folytán a fertőzés a tüdőnek mint szervnek az egészére gyorsan elhatalmasodhat. (Természetesen: kedvező belső, ill. külső feltételek: pl. a kísérletezők aether-bódulatos eljárása stb. a tüdő önmérgező hatású (értágító) anyagait előremenően mobilizálhatják, s így a fertőzés számára előnyös előfeltételeket teremthetnek.)

Az influenza-virusos fertőzés iránt eleve resistens állatoknak a tüdeje pedig — úgy sejtem, — hogy természetes viszonyok mellett az a. cholinszerű anyagokban nem bővelkedik. Illetőleg ezek felszabaduló, sőt kórosan odajutható bizonyos mérvű feleslege is (vlsz. megfelelő esterase hatása folytán) könnyen elbomlik, s így hatástalanná válik. (Erre engednek következtetni több sorozatban szerzett következő észleléseim. Utóbbiakban ugyanis meglepően már tisztán a kellő physostigminezéssel sikerült patkányainkat infl. virussal hatásosan fertőzni.)

Általában tehát infl. virussal az iránta resistens állatokat csak durva előkezeléssel (mint pl. a fentebb bemutatott acetylcholin + physostigmin, ill. hatásbelileg ehhez közeledő: aether-

bódulatos stb. módon) lehet sikeresen fertőzni és tüdejükből rokonhatásokkal kiegészült megfelelő virulentiájú szűrletekre szert tenni.

Különösen a resistens patkányokon és nyulakon ejtett megfigyelések alapján, kiemelni szeretném azokat a további kiterjesztésre váró és talán számot is tartható elvi jelentőségű megállapításaimat, hogy *egy szervre különtarthatóan irányított, ill. irányuló, s annak egészére egyszerre elhatalmasodni kész fertőzésnek helyi tájéki megeredéséhez szövettani előfeltételként a szerv önerejéből termelődő, önmérgező hatású anyagok előállásával is számolnunk kell.* Ezt, mint az infekció létrejöttére s megfakadására éppen az első pillanatokban sorsdöntően kihatni tudó szövetélettani tényezőt — úgy érzem — a tüdőre nézve, szövetalaktani kihatásaiban bemutathatóan, kísérleti alapon sikerült meggyőzően szemléltetnem.

Amint ezt az előbbi fejezet végén kifejtettük, természetesen itt is, azaz egy-egy szerv egészére kihatni készülő fertőzés megfakadásában is, a most kísérletileg megvilágított, éspedig egyik igen fontosnak látszó szövet-élettani tényezőn kívül, többi között számot kell vetnünk a külső szóbajöhető feltételekkel (mikrobákkal, környezeti hatásokkal) a sejtek és szövetekre nézve fentebb fejtegetett (a sejtlégzés zavarában rejlő) s még fel is sorakozó egyéb, nemkülönben a szervezet önkormányzatából folyó, szövetélettani s még felderítésre váró sok más befolyással is. Ezek közül természetesen az emberre nézve legmindennaposabbak és így legélethűbbek közül a legfontosabbaknak látszók köthetik le érdeklődésünket.

A következőkben *a szervezet egyetemességének egészére* is mintegy szervezési alapon kihatni tudó s a fertőzés megeredésére ugyancsak sorsdöntően szóhoz jutható kiragadott biológiai mintapéldának kísérleti kóralaktani alapon való szemléltetésével szeretnék foglalkozni.

Idevágó előkísérleteim világosan megláttatták számomra is, hogy még ebben a vonatkozásban sem lehet a mikroorganizmusokat az annyira felsőbbrendű makroorganizmus mellett teljesen alárendelten kezelni.

Az itt is felhasznált fehérpatkány általános természetes ellenállóképességét kimagaslóan biztosító tényezőket: az igen magas

színvonalon tartott szöveti élenyülési folyamatainak felette élénk voltában és az ehhez kapcsolódó májműködésének zavartalanságában ismerhettem meg (1933). Ezt keresztkísérlettel is igazolni tudtam. Egészséges patkányokat egymásra következő napokon át hétszer, mégpedig 2·5%-os phenylhydrasin-oldatnak (0·1 cm^3) bőralá fecskendezésével kezeltünk. Miután vörösvértestszámuk felére, ill. harmadára lecsökkent, 1 cm^3 typhusbacillus-emulsióval (kb. 24 órás agárlemeztenyészet $^1/_6$ résznyi mennyiségével) oltottuk őket intraperitonealisan. A typhusbacillusok beoltására, melyekkel szemben még a daganatos patkányok is aránylag legellenállóbbaknak bizonyultak, a phenyhydrasinnal mérgezett, tehát vérszegénnyé tett és májműködésükben súlyos károsított állatok: 4—24 óra múlva baktériumvérűség tünetei között elpusztultak, amit a szívvérük tenyészete is igazolt. Eleinte azt hittem, hogy ezzel a durva és természetszerűnek igazán nem mondható eljárással a patkányok resistentiáját bármilyen fertőzéssel szemben letörni tudom.

Ha azonban az ugyanigy mérgezett patkányok hasüregébe tuberkulózisbaktériumokat fecskendeztünk be, korántsem következett be ez a frappáns eredmény, s csak elvétve találhattam csupán egyes állatoknak néhány tüdőmetszetében egy-két gümőbacillust, minden különösebb, a sejtek részéről jelentkező káros visszahatás nélkül.

Kétségtelen, hogy különböző laboratóriumi állataink a bennük megeredő, pl. gümőbacillusos fertőzéssel szemben egymástól eltérő magatartást tanúsithatnak, mégsem elégedtem meg ezzel az egyszerű magyarázattal, különösen azért nem, mert amint már említém, a fehérpatkányok rákdaganataiban még legyengített virulentiájú tbc.-bacillusokkal is sikerült volt kifejezett elhalásokat könnyen előidéznem. Ezek még hozzá a gümős sajtosodásnak egyik legfontosabb alapvető sajátságát is szemléltethették. Ugyanis a már igen korán tönkremenő daganatsejtek magvaiból összefolyó «chromatin-tócsák» vándoroltak ki a daganatkörüli szövetekbe, amire épp úgy, mint az elsajtosodott gümőben, itt is az elhalásra késztetett tumorszövetnek teljes phosphormentessége állott be.

Hosszas hiábavaló próbálkozások után a véletlen segített hozzá ahhoz, hogy a fehér patkányokban a legjellegzetesebb —

az emberével teljesen egyező — szöveti bemutatkozású általános gümőkóros fertőzés előidézhetőségének a módját megtaláljam.

Két évvel ezelőtt ugyanis, egy 58 éves Simmonds-cachexiás asszony végzetes kórlefolyásáról szerezhettem tudomást. A már megnyugodott tüdőgümőkóros folyamata a S.-cachexiájának gyógyítását célzó borjú-agyfüggelék hasfali beültetésére egyszerre fellángolt és gyorsan halálos kimenetelűvé vált.

Ez a véletlen adta figyelmeztetés indított alábbi, éspedig Farkas Károlylyal lefolytatott kisérleteim elvégzésére. Jobbára kenyér-víz étrenden tartott fehérpatkányokban fajidegen adenohypophysis 2—5—10 cgr) hasfali beültetésével, valamint ilyenekből származó megbízható és szakszerűen ellenőrzött hormonkészítményekkel (Praeloban, Prolan, Lutocrescin), és nőstény-patkányokban tüszőhormonnal (Hogival), éspedig a legáltalánosabb sikerrel: a nemihormonokkal való elő-, ill. többszörös egymásra következő kezelés kapcsán — átlagosan — 1·5 mgr humantípusú gümőbacillus hasűri beoltására megkapó eredményeim adódtak, amint már erről más helyen szövettani vonatkozásban beszámolhattam. (L. O. H. 1941. 18. sz. és M. P. T. Munk. 1941.) Farkas Károly szíves segédletével megkapó következetességgel sikerült mintegy 50 sorozaton belül az annyira ellenálló fehérpatkányban típusos, átlagosan 300 × 300 μ-nyi átmérőjű Schüppel-gümők kiterjedt jelentkezését legszembetűnőbben a tüdőkben előidéznünk (vetítés). Ezek az elemi gümőképződések — érzésem szerint — szinte a patkány gyorsabb életrhythmusához mérten meglepően hamar, pl. átlag három nap alatt kialakultak és összetevődésük folytán öt nap alatt 650 × 700 μ-nyira megnőhettek (vetítés). Érdekesen azonban a patkánynak a hormonális kezeléssel átmenetileg visszavetett, de szinte fel-feléledni látszó ellenállóképessége hatására hamar, pl. 15 napon belül rostosan, ill. hyalinosan át alakulva, a visszafejlődés jeleit is elárulták. A legmegkapóbban még Hogivallal (4 × 0·3 cm^3 intramuscularis injectio után 1·6 mgr gümőbacillusnak hasűri beoltásával) sikerült egy 95 grammos nőstény patkányunkat hasüregileg a legsúlyosabban fertőzni. Ez az állat egy nap alatt 10 grammot fogyott, hőmérséke a kiindulási 34 C°-ról 36·5 C°-ra emelkedett. Leölve, puffadt tüdői tele voltak tűszúrásnyi szürkésfehér gócokkal, a lépe is feltűnően megnagyob-

bodott volt. A szövettani vizsgálat szerint a «sepsis tuberculosa acutissima»-képének megfelelően az előbb említett szürkésfehér tisztán epitheloidsejtes gócokban központilag — lépten-nyomon — magszétesést figyelhettem meg (vet'tés).

A gümőbacillusok ezekben a sikeresen és általánosan fertőzött patkányokban saválló képességüket elvesztették s csak a MUCH szerint módosított GRAM-féle eljárással voltak a legjobban feltüntethetők. Megtartott virulentiájukat sikeres tengerimalac-oltásokkal igazolhattam.

Ezeknek a megkapó kísérleti eredményeknek kórélettani részletes fejtegetésébe most nem szeretnék bocsátkozni, mert ez igen messze vezetne. Mint experimentális morphologus a biochemiai vonatkozásokat itt is a legmesszebbmenően respektálni tartozom, mert ezek elemzésére nem lehetek illetékes.

Minden spekulációs elmélkedést félretéve arra szeretnék utalni, hogy magának az emberi szervezetnek az élettani körülmények között is beállható hormonális áthangolódása s ebből folyóan: számos fertőző betegség iránt bemutatkozható fokozott fogékonysága közismert. Mint ilyenre a terhességből folyóan általánosan ismertekre utalhatok.

A több, mint 20 év előtti influenza-pandemia idején, mint a Szent László-kórház boncnok-főorvosa megfigyelhettem és hangsúlyoztam a gravidáknak fertőzés iránti feltűnő fogékonyságát, sőt messzemenő kiszolgáltatottságát. (L. M. Orv. Arch. 1922.)

Influenzás kísérleteim során még 1941. decemberében észlelhettem pl., hogy egy terhes fehérpatkányunkat az influenzavirusnak mindössze az egér sikeres fertőzéséhez megkívánt dosisával hatásosan tudtam fertőzni, noha ez az állatfaj — mint fentebb kifejthettem — sokszorosan nagyobb virusmennyiséggel szemben is teljesen ellenálló.

E legutóbbi fejezetben tárgyalt kísérletek során hasonló vonatkozású észleletre tehettem szert. A IX/3. sz. terhes patkányunkat két nappal a szülés után gümőbacillusokkal fertőzve, ez harmadnapra histologice is igazolt baktériumvérűségben hullott el.

A fentiek alapján kísérleti kóralaktani alapon igazolva látom, *hogy a szervezet egyetemes egészét illetni hivatott fertőzés megeredésében*

az őt áthangolni képes hormontermelő, vegyi szervezőképességű (belső elválasztású) szervek kimagaslóan fontos szerepet vállalhatnak.

Ennek, mint az egész önkormányzatú idegrendszerre kiható igen lényeges szövetélettani tényezőnek jelentőségéről hosszas egyéb előpróbálkozásaim révén is igazán meg vagyok győződve.

Folytatásra váró, eddigi kísérleteimből nyert benyomásom szerint a fehérpatkány szervezetében a gümőkóros fertőzés elhatalmasodását lehetővé tenni és különösen elősegíteni tudó nemi hormonoknak a hatását tyroxinnal és mellékvese-készítményekkel ellensúlyozhatónak sejtem.

Ebben és a közvetlenül előtte álló fejezetben továbbmenően *igazolva látom azt a már 1923-ban (l. Orv. Hetilap 1923. 27. sz.) kifejtett álláspontomat, hogy az önkormányzatú idegrendszernek mind az infectio megeredésében, mind az ellene irányuló védekezésben elsőrendűen fontos és hangadó szerepe van s a kórbonctan a fertőzés problémájának szolgálatában e téren nyujthat a legtöbbet.*

Mind a három fentebbi fejezetben szemléltetett szerény kísérleti eredményeim tapasztalatilag már jól ismert tényeket tudnak csupán experimentális morphologiai alapon is megerősíteni. Lehetséges azonban, hogy ezek és elkövetkezendő hasonlóak alapján az általuk is igazolt tapasztalatokról, tényekről és igazságokról világosabb elképzelésünk támadhat.

Az első fejezetben foglaltakkal vonatkozásban említhetném pl., hogy a rákdaganatos szövetnek a legkülönbözőbb baktériumos fertőzés iránti feltétlen fogékonysága jobban megértetheti velünk pl. a tüdőre elhatalmasodó ráknak nem egyszer észlelhető gyors és rohamos üszkös beolvadását, mint a kezelőorvos számára is mindannyiszor annyira döbbenetes szövődményt.

Másfelől figyelmeztethet ez arra is, hogy különösen az ú. n. külső rákoknak a baktériumos fertőződését el ne hanyagoljuk, mert ezekből folyóan intézetem bizonyságszolgáltatásai szerint is a szervezetet legmesszebbmenően károsítható mérgező hatású szövetszétesési termékek származhatnak. (L. Frankf. Zschr. 1935, 48. köt. 3. B. E. jubiláris-füzet.) Az összeroncsolt s a sejtlégzésében ennek folytán legmesszebbmenően megzavart izomszövetnek gázüszkös fertőzéséből folyólag pillanatszerűleg beállható végzetes fordulatoknak kóréletteni forrását is meggyőzőbben átérezhetjük.

Jobban megérthetjük azt is, hogy ilyenkor tisztán maguknak a baktériumoknak a mérgeire irányitott antitoxinos kezeléstől teljesen jó eredményt nem várhatunk, mert a baktériumok kénye-kedve szerinti elhatalmasodásából keletkező histiogen mérgekkel szemben már ez igazi segítséget nem jelenthet.

Az egyes szervek egészének könnyű és készséges fertőződését biztosító egyik fontos szövetélettani feltételnek fentebbi kísérleti igazolása nemcsak a kórszármazás kialakulását s abban még a környéki (pl. bronchusfali) idegdúcok szerepét is világíthatja meg, hanem kidolgozandó rationalis, legalábbis jogosan adjuvansként várható therapiának az építőkövét is jelentheti.

A legutolsó fejezetben szemléltetett s a nemi szervek működésére ható hormonok kísérleti tanulságai alapján magával a tuberkulózissal vonatkozásban talán valamivel élesebben megvilágítva állhat előttünk e veszedelmes népbetegség mind serdülő korbeli, mind puerperium alatti oly sokszor végzetesen bemutatkozó fellángolásának a szervezetben megbújható háttere. Kevésbbé rejtelmesnek találhatjuk a tüdőtuberkulózisnak a nemi életműködéseket felajzó kora-tavaszi hónapokban oly általánosan mutatkozó rosszabbodását és az általános szemcsés gümőkór feltűnő nagyszámban való jelentkezését. Nem egyesegyedül a statisztika hűvös szemléletén át nézünk szembe ezek alapján azzal a világszerte ismert tapasztalati ténnyel sem, hogy a gümőkór az ivarképes életkorban, azaz a serdülő kortól a klimax beálltáig okozza általában a legtöbb megbetegedést és a legtöbb halálozást.

Bármennyire is hatása alá kerültem külön-külön a minden egyes fejezetben elemezett tapasztalataimnak, ezek külön tartott fejtegetése ne jelentsen mást, mint a kísérleti kutatónak azt az alkalmi kényszerű megalkuvását, amit a rendkívül bonyolult és összetett alapvető problémák szabatosabb kísérleti megközelíthetőségéhez sokszor megtenni köteles.

Mint kórboncnok a mindennaposan szerzett meggyőződésemből folyólag érzem és vallom magának a szervezetnek a felaprózhatatlanságát még akkor is, amikor ezt akár a legkisebb részjelenségeiben is megérteni törekszünk. A szervezet valóban csak azokból a legbensőbb csodálatos összefüggésekből érthető meg, amelyek mind őt magát, mind az egyetemes életet szemünkben annyira

nagyszerűvé emelik. Ez a mostani, csupán egyetlenegy kérdésben kísérleti úton megtenni kívánt közeledésem tisztes emberi jószándékból fakadt.

Ha valaki, akkor a kórboncnok, mint a halálbeli állapotnak állandó és hivatásszerű vizsgálója az, aki ebből, a mindennél legnagyobb negativumból őszintén s meghitten tudja megbecsülni és értékelni még a legkisebb pozitívumot is, amit az élő anyatermészet számára megláttatni enged. Ezek a lelki átérzéseim bátorítottak fel arra, hogy egy lezajlott világháború nyomorúságai láttán fakadt orvosi felfogású képalkotásaimat, a későbbi évek folyamán a kizárolagos életcélomat képező laboratóriumi élet tartalmával kitöltve, mint tőlem telhető legjobb szolgáltatást: székfoglaló értekezésemként idehozzam, s ezzel hálájam meg azt, hogy a tekintetes Akadémia szerény munkásságomat kitüntetve, tagjai sorába választott.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. dec. 21-én tartott üléséből.)

HISTOPHYSIOLOGISCHE VORBEDINGUNGEN DER INFEKTION IM LICHTE DER EXPERIMENTELLEN MORPHOLOGISCHEN FORSCHUNG.

Von E. von BALOGH, korresp. Mitgli d.

(Antrittsvortrag.)

Die gestörte Zell- u. Gewebsatmung im Aufnahmeort des Ansteckungsstoffes (*a*), die Freisetzung von autakoiden Wirkstoffen binnen einzelner Organe (*b*), endokrine Beeinflussung des ganzen Körpers (*c*) wurden als ausschlaggebende histophysiologische, umgehend kontrollierte Vorbedingungen für das Zustandekommen der sich lokal primär einsetzenden (*a*), der im ganzen Organ diffus auftretenden (*b*), sich im ganzen Körper bereitwillig verbreitenden Infektion (*c*)an Hand zahlreicher, bes. in den hochresistenten weissen Ratten ausgeführten Experimenten aufgeklärt.

Die experimentellen morphologischen Beweise, so z. B. die überaus leicht weitgehende Infizierbarkeit des überimpfbaren Karzinoms der sonst hochresistenten weissen Ratte sogar mit saprophytischen Keimen (*a*), die erfolgreiche Hervorrufung von Influenza-Virusinfektion nach entsprechender Acetylcholin bzw. kombinierter Physostigmin-Behandlung in der Lunge von gleichartigen tumorfreien Tieren (*b*), weiterhin der Auftritt histologisch vollkommen typischer, generalisierender Tuberkulose in letztgenannten (=dafür sozusagen unempfänglichen) Versuchsobjekten nach Hypophysen-Implantationen, bzw. nach entsprechender Behandlung mit gonadotropen Hormonen (*c*) werden an z. T. farbigen Diapositiven demonstriert.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 21. Dezember 1942.)

A BALÁNBÁNYAI HEGYSÉG BOGÁRFAUNÁJA.

CSIKI ERNŐ l. tagtól.

Az 1942. évben a Keleti Kárpátokban folytatván bogártani kutatásaimat, megfordultam a Balánbányai hegységben is. Ez a hegység mint a Gyergyói hegység része, a Gyergyószentmiklósról a Gyilkos-tó felé vezető úttól kiindulva, majdnem egyenes irányban húzódik délkeleti irányban Gyimes-Középlok és Gyimes-Felsőlok felé. A hegység részei a Lóhavas (1621 m), a Confránkakő (1608 m), a Fehérmező (1702 m), a Nagyhagymás (1793 m) a Vereskősziklákkal és Alsómezővel, az Egyeskő (1608 m), az Öcsém vagy Öcsémtető (1708 m) és a Terkő (1463 m). Egyik-másik név az idők folyamán megváltozott, így a Gyilkos-tó neve Veres-tó, az Egyeskőé Vigyázókő és a Terkőé Tarkő volt; ezeknek a régibb neveknek az irodalomban is nyomuk van, azért szükségesnek tartom ezt megemlíteni.

A hegység lábát kristályos palák alkotják hatalmas gránit-intruziókkal, ezeken széles rétegben permi dolomit fekszik, melytől fölfelé, a felső erdőtájtól a csúcsokig a juramész adja meg a hegység karakterisztikumát. A juramész jellegzetes fauna kifejlődésére vezetett, melynek egyes jellemző alakjai csak itt vagy a szomszédos vidékek hasonló felépítésű helyein találhatók meg. A hegylánc erdőségeit fenyvesek alkotják, lombos fák csak szórványosan találhatók az 1000 m-en aluli részekben.

A Balánbányai hegység érdekes állatvilága már régen költötte fel a kutatók figyelmét, így, hogy a bogaraknál maradjak, elsőnek 1869-ben Herman Ottó fordul itten meg. Gyüjteséiből azonban csak a pókokat és az egyenesszárnyú rovarokat közölte, a bogarakat úgy látszik Fuss Károlyhoz juttatta, akinek feljegyzéseiből sikerült az adatokat kijegyeznem és az utókor részére

megmentenem. Ugyanez áll BIRTHLER FRIGYES adataira is, aki FUSS buzdítására néhány évvel később szintén gyüjtött a hegységben. Hosszú szünet után azután DEUBEL FRIGYES és MÉHELY LAJOS 1891-ben, DEUBEL és HOLDHAUS KÁROLY (Bécs) 1905-ben, majd PETRI KÁROLY keresi fel a Nagy-Hagymás vidékét. Ezeknek a gyüjtéseknek eredményeit részben BIELZ EDE ALBERT (1887) és PETRI KÁROLY (1911) erdélyi bogárkatalógusában, részben pedig HOLDHAUS és DEUBEL művében (1910) a Kárpátok állatföldrajzi viszonyairól találjuk lefektetve. Adatokat találunk még CSIKI, FUSS, KASZAB, KUTHY, MÉHELY, PETRI és SZÉKESSY közleményeiben (lásd az irodalom jegyzékét).

BIELZ, HOLDHAUS és PETRI munkáiban a termőhelyek megjelölése nem eléggé szabatos, mert a hegységben előforduló bogarakat egyszerűen Balánbányáról említik, pedig a juramészhez kötött fajokat itt hiába keresnők, vagy nemcsak az egyik csúcsot, hanem az egész hegységet nevezik általánosan Nagy-Hagymásnak. Alábbi felsorolásomban ezek helyett általánosan a «Balánbányai hegység» elnevezést használom, míg «Balánbánya» megjelöléssel csak azokat az adatokat közlöm, ahol ez a szerzők szövegéből világosan ktiűnik, vagy ha azok HERMAN OTTÓ, BIRTHLER FRIGYES vagy saját gyüjtésemből származnak.

A hegység erdőtájfölötti állatvilága alhavasi jellegű és semmiképen sem havasi, mint ahogy egyik-másik szerző írja, legalább sem a mások gyüjtötte bogarak jegyzéke, sem saját gyüjtéseim egyetlen havasi (alpin) fajt sem tartalmaznak. A Balánbányai hegységre jellemző, csak innen (vagy legfeljebb a környező hegyvidék hasonló felépítésű egyes pontjairól) ismeretes bogarak mind a *Carabus*-nem képviselői, melynek öt faja valószínűleg a különleges földtani viszonyok behatására külön helyi változatok létrehozását eredményezte. Ezek a *Carabus violaceus* L. var. *balanensis* CSIKI, *C. problematicus* HBST. var. *Holdhausi* BORN, *C. arcensis* HBST. var. *csíkensis* CSIKI, *C. obsoletus* STRM. var. *Uhligi* LPGE, HOLDH. és *C. Hampei* KÜST. var. *Méhelyanus* CSIKI.

Gyüjtéseim során sikerült 1942. júniusában néhány olyan bogarat is találnom, amelyek Magyarország faunájából eddig nem voltak ismeretesek, ezek: *Gaurodytes biguttatus* OL. ab. *pauper* SCHILSKY, *Anthophagus bicornis* BLOCK ab. *subfasciatus* LUZE,

Philonthus varians PAYK. var. *unicolor* STEPH., *Propylaea 14-punctata* L. ab. *sejugata* MAD. és ab. *Weisei* MAD. és *Corymbites sjaelandicus* MÜLL. ab. *viridis* SAY, valamint az új fajváltozatként leírt *Carabus violaceus* L. var. *balanensis* és *C. arcensis* HBST. var. *csíkensis*.

Alábbi felsorolásban saját kutatásaim eredményén kívül a hegységből eddig ismeretessé vált összes bogarak jegyzékét nyujtom pontos termőhelyük és zárójelben gyüjtési idejük és gyüjtőjük vagy ha irodalmi adatról van szó, a szerző nevének felemlítésével. A termőhelyek, a szerzők vagy a gyüjtők nevét rövidítve közlöm, a rövidítések jelentése a következő:

A) Termőhelyek:

B = Balánbánya. A Csík-Szent-Domokos községhez tartozó bányatelep közvetlen környéke.
Bh = Balánbányai hegység, az egész hegység megjelölésére, ha közelebbi megjelölés hiányzik.
C = Cofránkakő (régebben Csofrankakő is).
E = Egyeskő (régebben Vigyázókő is).
F = Fehérmező.
Gy = Gyümölcsénes fennsík.
Kv = Kovácspatak völgye, a patak az Öcsém nyugati oldalán ered és nyugati irányban haladva éri el Balánbányát, ahol az Oltba folyik.
L = Lóhavas.
Nh = Nagy-Hagymás.
Ov = Oltvölgy, az Oltvölgye Balánbánya fölött és alatt, addig, amíg nyugatra kanyarodva Csík-Szent-Domokos felé folyik.
Ö = Öcsém (vagy Öcsémtető).
T = Terkő (vagy régebben Tarkő is).
V = Vereskő (sziklák a Nagy-Hagymáson).

B) Gyüjtők, szerzők:

Bi = BIRTHLER FRIGYES.
Bz = BIELZ EDE ALBERT.
Cs = CSIKI ERNŐ.

F = Fuss Károly.
He = Herman Ottó.
Ho = Holdhaus Károly.
K = Kuthy Dezső.
Ka = Kaszab Zoltán.
P = Petri Károly.
Sz = Székessy Vilmos.

Carabidae.

Cicindela silvicola Latr. & Dej. — *Ke* (VI. 7, Cs).
— *hybrida* L. — *B* (He).
— *campestris* L. ab. *manca* DT. — *Bh* (P).
— — ab. *pseudopalustris* Schulz — *E* (VI. 8, Cs).
Carabus coriaceus L. var. *rugifer* Kr. — *B* (Ho).
— *irregularis* F. var. *Montandoni* Buyss. — *Bh* (Ho), *E* (VI. 9, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
— *violaceus* L. var. *balanensis* Csiki, nov. var.[1] — *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, 9, Cs). *B* (He), *Bh* (Ho: sub v. *Méhelyi* Ganglb.).
— *arcensis* Hbst. var. *csikensis* Csiki, nov. var.[2] — *E.* (VI. 9, 12 Cs), *Ö* (VI. 11, Cs), *Bh* (Ho, P et Breuning, Monogr. p. 399: sub v. *carpathus* Born).
— *problematicus* Hbst. var. *Holdhausi* Born — *Bh* (Ho), *Nh* (P; VI. 10, Cs), *E* (P; VI. 12, Cs). Előfordul még a brassóvidéki Keresztényhavas és a moldvai Csalhó-havas ugyancsak mészköves részén.

---

[1] *Carabus violaceus* L. var. *balanensis* Csiki, nov. var. — Ab exemplaria typica var. *Méhelyi* Ganglb. e montibus Radnenses differt: corpore minore et nitidiore, pronoto elytrisque (ut in var. *macilentus* Petri) subtiliore levioreque sculpturatis; ab var. *macilentus* Petri e contrario corpore haud elongato, maiore et latiore differt.

Habitat in montibus Balánenses Transsylvaniae orientalis (Mons Nagy-Hagymás, Mons Egyeskő).

[2] *Carabus arcensis* Hbst. var. *csikensis* Csiki, nov. var. — A var. *carpathus* Born differt: corpore maiore planioreque et colore alacriore metallico.

Habitat in montibus Balanenses Transsylvaniae orientalis, ubi in regionem subalpinum montium Egyeskő et Öcsém legi, dum var. *carpathicus* Born solum regionem alpinam Carpathorum (supra 2000 m) incolit et in montibus Balanenses neutiquam invenitur.

— *auronitens* F. var. *laevipennis* SEIDL. — *E* (VI. 8, 12, 13, Cs), *Ö* (Bz, sub *Fussi* BIRTHL.), *Bh* (Ho, sub *Escheri* PLLRD.), *B* (He, sub *auronitens* F.).
— *variolosus* F. — *Bh* (Ho), *Ö* (VII. 30, Bi).
— *cancellatus* ILL. var. *Mühlfeldi* GÉH. — *E* (VI. 8, 12, Cs), *Bh* (Ho, P, et P sub v. *graniger* PLLRD. & v. *scythicus* SCHM.).
— *obsoletus* STRM. var. *Uhligi* LPGE, HOLDH. (*Mallászianus* BREUNING). — *Nh* (VI. 10, Cs; He, Ho, P). — BREUNING (Monogr. p. 101, 360, 365) ezt az alakot új névvel jelölte *(Mallászianus)*, abból indulván ki, hogy a LAPOUGE-féle *Uhligi* (L'Échange XXIV, 1908, p. 29) az északmagyarországi *aurocupreus*ra vonatkozik, tehát a HOLDHAUS-féle *Uhligi*, amelynek leírása csak 1910-ben jelent meg, új nevet kell kapjon. BREUNINGnak ez a feltevése téves, mert eltekintve attól, hogy LAPOUGE állatja termőhelyeként határozottan a Keleti Kárpátokat («Carp. or.») és nem az Északi Kárpátokat jelöli meg, teljességgel bizonyos, hogy LAPOUGE is DEUBEL vagy HOLDHAUS által gyüjtött és *Uhligi* HOLD. névvel megjelölt példány birtokába jutott (ilyenek akkoriban csere útján már forgalomban voltak) és ilyen példány alapján ismertette azután tanulmányában az eredeti i. l. név alatt. Teljesség kedvéért megemlíthetem, hogy a Magyar Nemzeti Múzeum gyüjteményébe is került annak idején ennek a fajváltozatnak néhány példánya, melyek alapján azt magam is újnak tartottam és var. *Mallászi* névvel jelöltem meg, de leírását más elfoglaltságom miatt nem közöltem azonnal és így LAPOUGE, majd HOLDHAUS megelőztek.
— *Hampei* KÜST. var. *Méhelyanus* CSIKI. — *Nh* (VI. 10, Cs; P), *Ö* (VI. 9, Cs), E és T (CSIKI, Rov. Lap. XIII, 1906, p. 175), Bh (Ho).
— *scabriusculus* OL. — Nh (VI. 10, Cs; P).
— *Linnéi* PANZ. — *Bh* (Ho), *E* (VI. 9, 12, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs), T (He).
— *convexus* F. var. *Merkli* HOPFFG. — *Nh* (VI. 10, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
— *glabratus* PAYK. var. *extensus* KR. — *Bh* (Ho), *C* (He).
Cychrus caraboides L. var. *pygmaeus* CHAUD. — *Bh* (Ho).
Leistus ferrugineus L. — *Bh* (Ho).
— *piceus* FRÖL. — *Bh* (Ho).

Nebria Jokischi STRM. var. *Höpfneri* DEJ. (*nigricornis* VILLA). — Bh (Ho).
Notiophilus aquaticus L. — *Nh* (VI. 10, Cs; P), *E* (VI. 8, Cs).
— *palustris* DUFT. — *Bh* (Ho, P).
— *hypocrita* PUTZ. — *Bh* (Ho, P).
— *rufipes* CURT. — *E* (VI. 8, Cs).
— *biguttatus* F. — *Bh* (Ho), *Nh* (He), *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, 9, 12, Cs), *Ö* (He).
Elaphrus cupreus DUFT. — *Kv* (VI. 14, Cs).
Lorocera coerulescens L. (*pilicornis* F.) — *Kv* (VI. 7, Cs), *Ö* (VI, 11, Cs).
Dyschirius intermedius PUTZ. — *Ov* (VI. 13, Cs).
— *globosus* HBST. — *Bh.* (P), *E* (VI. 8, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
Bembidion lampros HBST. var. *properans* STEPH. — *Ov* (VI, 13, Cs).
— *punctulatum* DRAP. — *Kv* (VI. 14, Cs).
— *tibiale* DUFT. — *B* (He, P).
— *Redtenbacheri* DAN. — *Bh* (P), *Kv* (VI. 7, 14, Cs), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
— *complanatum* HEER — *Ov* (VI. 13, Cs), *Kv* (VI. 7, 14, Cs), *E* (VI. 12, Cs).
— *varicolor* F. (*tricolor* F.) — *B* (P), *Ov* (VI. 13, Cs).
— *nitidulum* MARSH. — *B* (P), *Nh* (P).
— *Andreae* F. var. *Bualei* J.-DUV. — *B* (P, sub *Andreae* F.), *Ov* (VI. 13, Cs), *Kv* (VI. 7, Cs).
— *fulvipes* STRM. — *Ö* (He).
— *decorum* ZENK. — *B* (P).
— *ruficorne* STRM. — *Bh* (P).
— *Schüppeli* DEJ. — *B* (CSIKI, Bogárf. I, 1906, p. 239; P).
— *gilvipes* STRM. (*Mannerheimi* SAHLBG.) — Nh (P).
— *articulatum* PANZ. — *Ov* (VI. 13, Cs).
Tachys micros FISCH.-W. — *Nh* (P).
— *nanus* GYLL. — *E* (VI. 8, Cs).
Perileptus areolatus CREUTZ. — *Bh* (P).
Trechus rubens F. — B (Ho).
— *carpathicus* RYB. — *Bh* (Ho, P).
— *latus* PUTZ. — *Bh* (Ho, P), *E* (VI. 9, Cs).
— *pulchellus* PUTZ. — *Bh* (Ho), *T* (VI. 9, Cs).

Duvaliopsis transsylvanicus CSIKI — *Bh* (Ho).
Panagaeus bipustulatus F. — *Bh* (Ho).
Amara nitida STRM. — *Bh* (P), *Kv* (VI. 14, Cs).
— *curta* DEJ. — *Nh* (P; VI. 10, Cs), *E* (VI, 8, Cs).
— *erratica* DUFT. — *Bh* (Ho, P), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 9, 11, Cs).
Pterostichus cupreus L. — *B* (He).
— — ab. *Dinniki* LUTSHN. — *E.* (VI. 8, Cs).
— *coerulescens* L. — *Bh* (Ho; VI. 10, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs), *Kv* (VI. 7, Cs), *Ov* (VI. 13, Cs).
— *Szépligetii* CSIKI var. *radnensis* CSIKI — *Bh* (Ho, P), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs), *T* (VI. 13, Cs).
— *lepidus* LESKE — *B* (He), *F* (He), *E* (VI. 8, Cs).
— *vernalis* PANZ. — *Kv* (VI. 14, Cs).
— *oblongopunctatus* F. — *B* (He), *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, Cs).
— *niger* SCHALL. — *B* (VII. 30, Bi).
— *nigrita* F. — *Kv* (VI. 7, Cs), *F* (He), *T* (He).
— *strenuus* PANZ. — *Bh* (Ho, P).
— *diligens* STRM. — *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
— *unctulatus* DUFT. — *Bh* (Ho), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 9, 11, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *rufitarsis* DEJ. — *Bh* (Ho), *F* (He).
— — ab. *Deubeli* GANGLB. — *Bh* (P), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
— *melas* CREUTZ. — *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, 9, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *hungaricus* DEJ. — *Bh* (Ho, P), *B* (P), *Nh* (He). DEJEAN leírásának teljesen megfelelő példányok csak a Déli Kárpátokban fordulnak elő, így nem valószínű, hogy ez a faj a Balánbányai hegységben előforduljon és közönséges legyen, amint azt HOLDHAUS írja. Az általam is elég szép számmal gyüjtött példányok mind *Pt. melas* CREUTZ.-nek bizonyultak, mely fajt viszont HOLDHAUS és PETRI nem említi, tehát valószínű, hogy az ő *hungaricus*uk alatt is ezt kell értenünk.
— *foveolatus* DUFT. — *Bh* (Ho), *B* (VII. 30, Bi), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, 9, Cs), *Ö* (VI. 9, 11, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *Findeli* DEJ. — *Bh* (Ho), *Nh* (He; VI. 10, Cs).
— *morio* DUFT. (*maurus* DUFT.) ab. *rubrofemoratus* DT. — *Nh* (He), *Ö* (VI. 9, Cs).

— *pilosus* Host. var. *Welensi* Drap. — *Bh* (Ho), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (He; VI. 8, 9, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
Abax parallelepipedus Pill. & Mitterp. (*ater* Vill.) — *Bh* (Ho), *E* (VI. 8, 12, Cs).
— *parallelus* Duft. — *E* (VI. 13, Cs).
— *Schüppeli* Pllrd. — *Bh* (Ho). Ezt a fajt Holdhaus var. *Rendschmidti* néven sorolja fel, ami helytelen, mert az csak a Kárpátok nyugati részében fordul elő, Ung megyétől keletre csak a törzsfaj él.
Molops piceus Panz. — *Bh* (Ho), *E* (VI. 8, Cs).
Calathus erratus Sahlbg. — *Bh* (Ho).
— *melanocephalus* L. — *B* (He), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs).
— *micropterus* Duft. — *Bh* (Ho, P), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
Agonum sexpunctatum L. — *Ov* (VI. 13, Cs), *Kv* (VI. 7, Cs), *F* (He).
— — ab. *montanum* Heer — *Ov* (VI. 13, Cs).
— *Mülleri* Hbst. — *T* (He).
— — ab. *tibiale* Heer — *Bh* (P).
— *gracilipes* Duft. — *Nh* (P).
— *viduum* Panz. — *Ov* (VI. 13, Cs), *Kv* (VI. 7, Cs).
— — ab. *moestum* Duft. — *F* (He).
Licinus Hoffmannseggi Panz. — *E* (VI. 9, Cs).
Chlaenius nigricornis F. ab. *melanocornis* Dej. — *B* (P).
Anisodactylus binotatus F. ab. *spurcaticornis* Dej. — *Ov* (VI. 13, Cs).
Harpalus affinis Schrnk. ab. *viridulus* Fourcr. (*aeneus* F.) — *Ov* (VI. 13, Cs), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs).
— *latus* L. — *Bh* (Ho), *E* (VI. 13, Cs).
— *luteicornis* Duft. — *F* (He), *Nh* (He), *E* (VI. 8, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *quadripunctatus* Dej. — *Bh* (Ho), *Kv* (VI. 7, Cs).
Trichotichnus laevicollis Duft. var. *carpathicus* Schbg. — *Bh* (Ho), *Ov* (VI. 13, Cs), *E* (VI. 8, 9, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
Bradycellus collaris Payk. — *Bh* (P).
Dromius fenestratus F. — *E* (Ho).
Cymindis humeralis Fourcr. — *B* (He, Bz, P), *Nh* (VI. 10, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
cingulata Dej. — *Bh* (Ho, P), *B* (P).

Dytiscidae.

Hydroporus planus F. — *B* (Bz, P), *Ö* (VI. 11, Cs).
— *nigrita* F. — *B* (K), *Ö* (VI. 11, Cs).
Gaurodytes biguttatus Ol. — *B* (Bz, K, et sub var. *nitidus* F. apud P).
— — ab. *pauper* Schilsky — *Ov* (VI. 13, Cs). Magyarország faunájára új.
— *guttatus* Payk. — *B* (Bz, P).

Gyrinidae.

Gyrinus natator L. — *Ov* (VI. 13, Cs).

Scydmaenidae.

Cephennium problematicum Töm. (*Reitteri* Bris.) — *Nh* (Csiki, Bogárf. II, p. 15; Ho, P).
— *banaticum* Ganglb. — *E* (Csiki, Bogárf. II, p. 15; P).
Stenichnus collaris Müll. — *Bh* (Ho, P.)
Euconnus styriacus Grimm. — *Bh* (Ho, P), *E* (P).

Silphidae.

Silpha carinata Hbst. — *B* (Bz, F, He).
— *oblonga* Küst. — *B* (He).
— *obscura* L — *Kv* (VI. 7, Cs).
— *tristis* Ill. (*granulata* Thbg.) — *Nh* (Csiki, Bogárf. II, p. 88; P).
Phosphuga atrata L. — *B* (He), *Kv* (VI. 7, Cs).
Necrophorus interruptus Steph. — *B* (P).
Catops morio F. — *Bh* (P).
— *tristis* Panz. — *Bh* (P).
Colon latum Kr. — *Bh* (P).
— *fusculum* Er. — *Bh* (P).
Liodes diuba Kug. — *Bh* (P).
— *ovalis* Schmdt. — *B* (P).
Anisotoma axillaris Gyll. — *Bh* (P).
— *castanea* Hbst. — *Bh* (P), *Kv* (VI. 7, Cs).
— *glabra* Kug. — *Bh* (P).
Amphicyllis globus F. — *Bh* (P).
Agathidium nigripenne F. — *Bh* (P).

— *laevigatum* Er. — *Bh* (Ho).
— *banaticum* Reitt. — *Bh* (Ho), *B* (P).
— *rotundatum* Gyll. — *B* (P).
— *nigrinum* Strm. — *Bh* (P).
— *rhinoceros* Sharp — *Bh* (Ho; Csiki, Bogárf. II, p. 58).

Sphaeritidae.

Sphaerites glabratus F. — *E* (VI. 11, Cs).

Orthoperidae.

Sacium brunneum Bris. — *E* (VI. 8, Cs).

Histeridae.

Micromalus parallelepipedus Hbst. — *Bh* (P).
Hister unicolor L. — *Nh* (P).

Ptiliidae.

Acrotrichis intermedia Gillm. — *E* (VI. 8, Cs).

Staphylinidae.

Micropeplus laevipennis Epph. — *Bh* (P).
— *tesserula* Curt. — *Nh* (Ho, P, Sz).
Protinus brachypterus F. — *B* (P).
Anthobium longipenne Er. — *Bh* (Ho), *B* (P), *E* (VI. 11, 13, Cs).
— *minutum* F. — *Kv* (VI. 7, Cs).
Acrulia inflata Gyll. — *E* (VI. 8, Cs).
Phyllodrepa floralis Payk. — *B* (P), *E* (VI, 9, Cs).
Omalium oxyacanthae Grav. — *E* (VI. 11, Cs).
— *caesum* Grav. — *E* (VI. 8, Cs).
Olophrum assimile Payk. — *E* (VI. 8, Cs).
Acidota crenata F. — *Bh* (P), *E* (VI. 8, Cs).
Amphichroum canaliculatum Er. — *Bh* (Ho, P), *Ov* (VI. 13, Cs), *E* (VI. 11, Cs).
Lesteva punctata Er. — *B* (P).
— *longelytrata* Goeze — *Ö* (Ho).

— *pubescens* MANNH. — *Ö* (Ho), *B* (P).
Anthophagus bicornis BLOCK ab. *subfasciatus* LUZE — *E* (VI. 8, Cs). A magyar faunára új.
— — ab. *nivalis* REY — *E* (VI. 8, Cs).
— *alpinus* F. — *Bh* (Ho).
— *omalinus* ZETT. — *Bh* (Ho, P).
Deleaster dichrous GRAV. ab. *Leachi* CURT. — *Ov* (VI. 13, Cs).
Stenus biguttatus L. — *Ov* (VI. 13, Cs).
— *fossulatus* ER. — *Kv* (VI. 7, Cs).
— *ater* MANNH. — *Bh* (Ho), *E* (VI. 8, Cs).
— *clavicornis* SCOP. — *Bh* (Ho).
— *Argus* GRAV. ab. *austriacus* BERNH. — *E* (VI. 8, Cs).
— *incanus* ER. — *Ov* (VI. 13, Cs).
— *nanus* STEPH. — *Bh* (Ho, P).
— *circularis* GRAV. — *B* (P).
— *phyllobates* PEN. — *Bh* (Ho).
— *eumerus* KIESW. — *Bh* (Ho, P).
— *similis* HBST. — *Bh* (Ho).
— *coarcticollis* EPPH. — *Bh* (Ho, P).
— *Erichsoni* RYE — *B* (P).
— *glacialis* HEER — *Bh* (Ho).
— *obscuripes* GANGLB. — *Bh* (Ho, P).
— *carpathicus* GANGLB. — *Bh* (Ho, P), *B* (P).
Lathrobium geminum KR. — *Kv* (VI. 7, 14, Cs).
Xantholinus angustatus STEPH. — *Bh* (P).
Othius lapidicola KIESW. — *Bh* (Ho).
— *transsylvanicus* GANGLB. — *Bh* (Ho, P), *E* (P; VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *crassus* MOTSCH. — *B* (P).
Philonthus splendens F. — *Bh* (Ho, P), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs), *B* (He).
— *laevicollis* BSD. — *Bh* (Ho, P), *E* (VI. 9, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
— *cyanipennis* F. — *Ov* (VI. 13, Cs).
— *politus* L. — *E* (He).
— *concinnus* GRAV. — *Bh* (Ho, P), *Ö* (VI. 11, Cs).
— *decorus* GRAV. — *E* (VI. 8, Cs).
— *fuscipennis* MANNH. — *Bh* (Ho).

— *varius* GYLL. — *Ov* (VI. 13, Cs).
— *varians* PAYK. var. *unicolor* STEPH. — *Ö* (VI. 9, Cs). Magyarország faunájára új, további termőhelyei a kőrösmezői Pietrosz, az Öreghegy a Görgényi hegységben, a budapesti Mátyáshegy és Érd (Fejér vármegye).
— *micans* GRAV. — *Bh* (Ho, P).
— *fulvipes* F. — *Kv* (VI. 7, Cs).
— *vernalis* GRAV. — *Nh* (VI. 10, Cs).
— *femoralis* HOCHH. — *E* (K, P).
Staphylinus stercorarius OL. — *Bh* (P).
— *fulvipes* SCOP. — *B* (P).
— *macrocephalus* GRAV. — *Bh* (Ho), *E* (P), *Ö* (VI. 11, Cs).
— *alpestris* ER. — *Bh* (P).
— *ophthalmicus* SCOP. — *Bh* (Ho).
— *similis* F. — *Bh* (Ho).
— *mus* BRULLÉ. — *B* (P).
— *aeneocephalus* DEG. — *Bh* (Ho).
— *picipennis* F. — *Bh* (Ho).
— *fulvipennis* ER. — *Bh* (P).
Ontholestes tesselatus FOURCR. — *B* (He, P).
Quedius mesomelinus MARSH. — *E* (VI. 8, Cs).
— *picipennis* HEER — *Bh* (Ho), *B* (P).
— *ochropterus* ER. — *Bh* (Ho), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs).
— *obscuripennis* BERNH. — *B* (P), *Bh* (P).
— *umbrinus* ER. — *Bh* (Ho, P), *B* (P).
— *limbatus* HEER — *Bh* (Ho).
— *maurorufus* GRAV. — *B* (P).
— *pyrenaeus* BRIS. — *B* (P).
— *cincticollis* KR. — *Bh* (Ho), *B* (P).
— *alpestris* HEER — *Bh* (Ho).
— *paradisianus* HEER — *Bh* (Ho), *B* (P).
— *collaris* ER. — *Bh* (Ho).
— *boops* GRAV. — *B* (P).
Mycetoporus Mulsanti GANGLB. — *Bh* (Ho, P).
— *longulus* MANNH. — *Bh* (Ho).
— *splendens* MARSH. — *Bh* (Ho), *B* (P).
— *punctus* GYLL. — *Bh* (Ho, P).

Bryoporus rufus ER. — *Bh* (Ho, P), *B* (P).
Tachyporus pusillus GRAV. — *Bh* (P).
— *ruficollis* GRAV. — *Bh* (Ho).
Tachinus pallipes GRAV. — *E* (VI. 8, Cs).
— *fimetarius* GRAV. — *E* (VI. 8, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *laticollis* GRAV. — *B* (P).
— *corticinus* GRAV. (*collaris* GRAV.) — *B* (P), *E* (VI. 9, Cs).
— *elongatus* GYLL. — *Bh* (Ho).
Gyrophaena boleti L. — *B* (P).
Leptusa carpathica WEISE — *E* (P).
— *alpicola* BRANCS. — *Nh* (Ho, P).
Falagria thoracica CURT. — *Bh* (P).
Amischa analis GRAV. — *Bh* (Ho, P).
Atheta sulcifrons STEPH. — *Bh* (P).
— *caesula* ER. — *B* (P).
— *tibialis* HEER — *Bh* (Ho).
— *longiuscula* SHARP (*oblonga* ER.) — *Bh* (Ho), *B* (P).
— *parvula* MANNH. — *Bh* (P).
— *orphana* ER. — *Bh* (P).
Sipalia infirma WEISE — *Bh* (Ho, P).
— *circellaris* GRAV. — *Bh* (Ho, P).
Ilyobates Mech BDI. — *Bh* (P), *Ö* (Ho).
Ocyusa incrassata MULS. & REY — *Bh* (Ho, P).
Oxypoda opaca GRAV. — *B* (P).
— *umbrata* GYLL. — *Bh* (P).
— *alternans* GRAV. — *E* (VI. 8, Cs).
— *togata* ER. — *E* (P).
— *soror* THOMS. — *Bh* (P).
— *annularis* MANNH. — *Bh* (Ho), *B* (P).
Stichoglossa prolixa GRAV. — *Bh* (Ho, P).
Crataraea suturalis MANNH. — *Kv* (VI. 14. Cs).

Pselaphidae.

Bibloplectus ambiguus REICHB. — *Bh* (Ho).
Bythinus Stussineri REITT. — *Bh* (Ho, P).
— *crassicornis* MOTSCH. — *Bh* (Ho).
— *Deubeli* GANGLB. — *Bh* (P).

Lucanidae.

Ceruchus chrysomelinus Hochw. — *B* (He).

Scarabaeidae.

Onthophagus fracticornis Preyssl. — *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, Cs).
Geotrupes stercorosus Scriba — *Ov* (VI. 13, Cs), *Kv* (VI. 7, Cs), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 13, Cs).
— *vernalis* L. — *B* (VII. 30, Bi; P), *Nh* (VI. 10, Cs).
— — var. *autumnalis* Heer — *C* (He), *Nh* (Bz, K, P), *Ö* (VI. 9, Cs), *B* (He).
Aphodius fossor L. — *Kv* (VI. 7, Cs).
— *luridus* F. var. *nigripes* Schönh. — *Kv* (VI. 7, Cs), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
— *rufipes* L. — *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, 9, Cs).
— *montanus* Er. — *Nh* (VI. 10, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *obscurus* F. — *B* (P), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
— *alpinus* Scop. — *Bh* (Ho).
Serica brunnea L. — *Bh* (Ho), *B* (P).
Phyllopertha horticola L. — *B* (He), *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 11, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
Trichius fasciatus L. — *B* (VII. 30, Bi).

Hydrophilidae.

Helophorus confrater Kuw. — *Nh* (Ho, P), *E* (VI. 11, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
Sphaeridium scarabaeoides L. — *Kv* (VI. 7, Cs).
Cercyon impressus Strm. — *Bh* (P), *E* (VI. 8, Cs).
— *analis* Payk. — *E* (VI. 8, Cs).
Hydrobius fuscipes L. ab. *subrotundus* Steph. — *Ö* (VI. 11, Cs).
Anacaena globulus Payk. — *Kv* (VI. 7, Cs).
Laccobius scutellaris Motsch. — *B* (P), *Ö* (P).
Chaetarthria seminulum Hbst. — *B* (P).

Byturidae.

Byturus aestivus L. — *E* (VI. 11, Cs).
— *tomentosus* F. — *E* (VI. 11, Cs).

Ostomidae.

Nemosoma elongatum L. — *Bh* (P).
Zimioma grossum L. — *Ov* (VI. 13, Cs), *E* (VI. 8, Cs).
Ostoma ferrugineum L. — *B* (He), *E* (VI. 8, Cs).
Thymalus limbatus F. — *B* (He).

Nitidulidae.

Heterhelus solani HEER — *Bh* (P).
Brachypterus fulvipes ER. — *E* (VI. 8, 11, Cs).
— *urticae* F. — *B* (P).
Meligethes humerosus REITT. — *Bh* (P).
— *subaeneus* STRM. — *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
— *aeneus* F. — *E* (VI. 8, 11, Cs).
— — ab. *dauricus* MOTSCH. — *B* (P).
— *viridescens* F. — *B* (P), *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 9, 11, Cs).
— *atramentarius* FÖRST. — *E* (VI. 11, Cs).
— *symphyti* HEER — *E* (VI. 11, Cs).
— *umbrosus* STRM. — *Bh* (P).
— *tristis* STRM. — *B* (P), *E* (VI. 11, Cs).
Nitidula bipunctata L. — *B* (He).
Epuraea melina STRM. — *E* (VI. 9, Cs).
— *terminalis* MANNH. — *E* (P).
— — ab. *Seidlitzi* SCHILSK. — *E* (P).
— *castanea* DUFT. — *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
— *longula* ER. — *Nh* (VI. 10, Cs).
— *pygmaea* GYLL. — *Kv* (VI. 14, Cs), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
— *boreella* ZETT. — *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
— *oblonga* HBST. — *Bh* (P).
— *Fussi* REITT. — *Bh* (P).
Ipidia quadrimaculata QUENS. — *Bh* (P).
Pocadius ferrugineus L. — *B* (P).
Glischrochilus quadripunctatus L. — *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, 9, 11, 12, Cs).
Pityophagus ferrugineus L. — *E* (VI. 8, 9, Cs).

Rhizophagidae.

Rhizophagus ferrugineus L. — *Kv* (VI. 14, Cs), *E* (VI. 8, 11, Cs).

Cucujidae.

Cucujus cinnabarinus Scop. — *Gy* (He).

Cryptophagidae.

Henoticus serratus Gyll. — *Bh* (Ho, P).
Micrambe abietis Payk. — *E* (P).
Cryptophagus scanicus L. — *B* (P).
— *dorsalis* Sahlbg. — *Bh* (P).
— *affinis* Strm. — *Bh* (P).
— *Milleri* Reitt. — *E* (P).
— *Deubeli* Ganglb. — *Bh* (P).
Atomaria alpina Heer — *E* (P; VI. 8, 11, Cs).

Phalacridae.

Phalacrus fimetarius F. (*coruscus* Payk.) — *B* (Bz, P).

Lathridiidae.

Lathridius Pandellei Bris. — *B* (P).
Enicmus minutus L. — *B* (P).
Corticaria serrata Payk. — *B* (P).
— *abietum* Motsch. — *Bh* (P).
Corticarina gibbosa Hbst. — *E* (VI. 8, Cs).
— *fuscula* Gyll. — *Bh* (P).

Cisidae.

Cis Jacquemarti Mell. — *B* (P).
— *alni* Gyll. — *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, 11, Cs).
Rhopalodontus fronticornis Panz. — *B* (P).

Endomychidae.

Sphaerosoma carpathicum Reitt. — *Bh* (Ho, P).
— *globosum* Strm. — *Bh* (Ho).
— *Reitteri* Ormay — *Bh* (Ho).
Mycetina cruciata Schall. ab. *calabra* Costa — *B* (P).
Endomychus thoracicus Charp. — *B* (P).

Coccinellidae.

Scymnus frontalis F. ab. *quadripustulatus* HBST. — *Bh* (P), *E* (VI. 9, Cs).
Semiadalia notata LAICH. — *Ö* (He).
Adalia conglomerata L. ab. *bothnica* PAYK. — *Bh* (P).
Coccinella quinquepunctata L. — *Kv* (VI. 14, Cs).
Coccinula 14-*pustulata* L. — *B* (P).
Propylaea 14-*punctata* L. — *E* (VI. 8, Cs).
— — ab. *parumpunctata* SAJÓ — *E* (VI. 8, Cs).
— — ab. *sejugata* MAD. — *E* (VI. 8, Cs). A magyar faunából eddig nem volt ismeretes.
— — ab. *Weisei* MAD. — *E* (VI. 11, Cs). A magyar faunából eddig nem volt ismeretes.
— — ab. *pannonica* SAJÓ — *E* (VI. 8, Cs).
— — ab. *perlata* WEISE — *Bh* (P).
Anatis ocellata L. — *Ö* (VII. 30, Bi; K).

Dermestidae.

Montandonia latissima BIELZ — *Kv* (He).
Anthrenus museorum L. — *Bh* (P), *B* (P).

Byrrhidae.

Simplocaria semistriata F. — *Bh* (Ho), *B* (P).
Carpathobyrrhulus transsylvanicus SUFFR. — *Ö* (Ho).
Cytilus sericeus FORST. — *Bh* (Ho), *B* (P), *Ov* (VI. 13, Cs), *Kv* (VI. 14, Cs), *E* (VI, 8, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
Byrrhus fasciatus FORST. — *Bh* (Ho), *F* (He).
— *arietinus* FORST. — *T* (VI. 9, Cs).
— *pilula* L. — *Ov* (VI. 13, Cs).
— — var. *regalis* STEFF. — *Bh* (Ho).
Curimus Erichsoni REITT. — *Bh* (Ho, P).
Syncalypta setigera ILL. — *Bh* (Ho, P).
— *paleata* ER. — *Bh* (Ho).

Dryopidae.

Helmis Latreillei BED. — *Bh* (P).
— *Maugei* BED. ab. *aenea* MÜLL. — *B* (P).

Esolus angustatus Müll. — *B* (P).
Lathelmis Perrisi Duf. — *B* (P), *Ö* (P).

Buprestidae.

Anthaxia sepulchralis F. — *B* (P, Ka), *E* (VI. 8, Cs).

Melasidae.

Dirrhagus pygmaeus F. — *B* (P).

Elateridae.

Adelocera fasciata L. — *B* (P), *Nh*: *V* (He), *E* (VI. 12, Cs).
Lacon murinus L. — *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, Cs).
Elater aethiops Lac. — *E* (VI. 8, 11, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *nigrinus* Hbst. — *B* (P), *Nh* (VI. 10, Cs).
Idolus picipennis Bach — *B* (P).
Cardiophorus ruficollis L. — *Bh* (P).
Melanotus brunnipes Germ. — *Kv* (VI. 7, Cs).
Limonius minutus L. — *Bh* (P), *Kv* (VI. 14, Cs).
Pheletes aeneoniger Deg. — *Bh* (P), *Kv* (VI. 14. Cs).
Athous hirtus Hbst. — *Bh* (P).
— *niger* L. (*alpinus* Redt.) — *Bh* (Ho), *B* (P).
— *subfuscus* Müll. — *B* (P), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
— *mollis* Reitt. — *Bh* (VII. 24, Ho; K; P).
Corymbites virens Schrnk. (*signatus* Panz.) — *Ö* (Bz, K, P).
cupreus F. var. *aeruginosus* F. — *Bh* (Ho), *B* (P), *Kv* (VI. 7, Cs), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— — var. *transsylvanicus* Szomb. — *Ö* (VI. 9, Cs).
— *sjaelandicus* Müll. — *Bh* (P), *Ov* (VI. 13, Cs).
— — ab. *viridis* Say — *B* (VI. 13, Cs). Az Északamerikai Egyesült Államokon kívül eddig csak Boszniából volt ismeretes. A magyar faunára új.
— *aeneus* L. — *B* (He), *Bh* (Ho, P), *Ov* (VI. 13, Cs), *F* (He), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 12, Cs).
— — ab. *germanus* L. — *B* (Bz, P), *Nh* (VI. 10, Cs).
— *affinis* Payk. — *Bh* (P), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
— *infuscatus* Eschz. (*montivagus* Rosh.). — *Bh* (Ho, P).

Agriotes elongatus MARSH. (*pilosus* PANZ.). — *E* (VI. 11, Cs).
Dolopius marginatus L. — *E* (VI. 11, Cs).
Sericus brunneus L. — *Bh* (Ho, P).
— — ab. *tibialis* REDT. — *T* (VI. 9, Cs).
Adrastus limbatus F. ab. *axillaris* ER. — *B* (P), *Bh* (P).
Denticollis rubens PILL. & MITTERP. — *B* (P).

Dascillidae.

Dascillus cervinus L. — *Bh* (P).

Cantharidae.

Lygistopterus sanguineus L. — *B* (He).
Lampyris noctiluca L. — *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 9, Cs).
Podabrus alpinus PAYK. — *B* (P), *F* (He).
Cantharis violacea PAYK. — *Bh* (P), *E* (P).
— *Erichsoni* BACH — *Bh* (P).
— *rustica* L. — *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, 11, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
— *annularis* MÉN. — *Ö* (VI. 9, Cs).
— *pulicaria* FALL. — *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 9, 11, Cs).
— *nigricans* MÜLL. — *Kv* (VI. 7, Cs).
— *pellucida* F. — *B* (He), *Bh* (P).
— *livida* L. var. *rufipes* HBST. — *E* (VI. 11, Cs).
— *longicollis* KIESW. — *Bh* (P).
— *rufa* L. — *Bh* (P).
Rhagonycha femoralis BRULL. — *Bh* (P).
— *atra* L. — *Bh* (P).
Podistra pilosa PAYK. — *Bh* (P).
— *prolixa* MÄRK. — *Bh* (Ho).
Malthodes guttifer KIESW. — *Nh* (P).
— *dispar* GERM. — *B* (P).
Dasytes niger L. — *Bh* (P).
— *aerosus* KIESW. — *B* (P).
Dolichosoma lineare ROSSI — *B* (P).

Cleridae.

Thanasimus formicarius L. — *E* (VI. 8, 9, Cs).

Lymexylonidae.

Hylecoetus dermestoides L. — *E* (VI. 8, Cs).
— — ab. *morio* L. — ***Kv*** (VI. 7, Cs).

Alleculidae.

Isomira murina L. — *B* (He).

Tenebrionidae.

Diaperis boleti L. — *B* (P).
Scaphidema metallicum L. — *Ov* (VI. 13, Cs).

Serropalpidae.

Hallomenus binotatus QUENS. — *Bh* (P).
Orchesia minor WALK. — *Bh* (P).
— *blandula* BRANCS. — *Bh* (Ho).
Serropalpus barbatus SCHALL. — *B* (Ho), *Bh* (P).

Mordellidae.

Mordella maculosa NAEZ. — *Bh* (P).
Mordellistena parvula GYLL. — *Bh* (P).
Anaspis rufilabris GYLL. — *Nh* (VI. 10, Cs).
— *frontalis* L. — *B* (P), *E* (VI. 9, Cs).
— *Kiesenwetteri* EM. — *Bh* (P).

Meloidae.

Meloë violaceus MARSH. — *E* (VI. 8, 13, Cs).

Pyrochroidae.

Schizotus pectinicornis L. — *E* (VI. 8, Cs).

Oedemeridae.

Nacerda rufiventris SCOP. — *B* (P), *Bh* (P).
— *fulvicollis* SCOP. — *Bh* (P).

Chrysanthia viridissima L. — *Ö* (P).
— *viridis* SCHM. — *B* (P), *Ö* (P).
Oedemera virescens L. — *E* (VI. 11, Cs).

Cerambycidae.

Asemum striatum L. — *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
Tetropium castaneum L. — *E* (VI. 12, Cs).
— — ab. *aulicum* F. — *B* (P; VI. 13, Cs).
— — ab. *fulcratum* F. — *B* (P), *E* (VI. 8, Cs).
— *fuscum* F. — *E* (VI. 9, 11, Cs).
Criocephalus rusticus L. — *B* (P), *Bh* (P).
Axinopalpis gracilis KRYN. — *B* (CSIKI, Rov. Lap. XI, 1904, p. 59).
Rhagium inquisitor L. — *E* (VI. 8, 9, 11, 13, Cs).
Toxotus cursor L. — *E* (VI. 12, Cs).
Pachyta lamed L. — *B* (P).
— *quadrimaculata* L. — *B* (Bz).
Evodinus clathratus F. — *E* (VI. 8, Cs).
— — ab. *nigrescens* GRADL — *E* (VI. 11, Cs).
Gaurotes virginea L. — *E.* (VI. 8, 13, Cs).
Leptura maculicornis DEG. — *B* (P).
— *rubra* L. — *B* (He).
— *sanguinolenta* L. — *B* (VII. 30, Bi; P).
— *dubia* SCOP. — *B* (He; P).
— *virens* L. — *B* (He).
Judolia sexmaculata L. — *Bh* (P).
Strangalia nigripes DEG. — *B* (He; K; CSIKI, Rov. Lap. X, 1903, p. 200).
Callimus angulatus SCHRNK. — *B* (Bz, K, P).
Aromia moschata L. — *Ö* (VII. 30, Bi).
Rhopalopus macropus GERM. — *Bh* (P).
Callidium coriaceum PAYK. — *E* (P).
— *violaceum* L. — *E* (VI. 8, 9, 11, 12, Cs).
Dorcadion Murrayi KÜST. — *Ö* (VII. 30, Bi).
Monochamus galloprovincialis OL. var. *pistor* GERM. — *B* (He).
Acanthocinus aedilis L. — *Bh* (P).
Agapanthia villosoviridescens DEG. — *Ö* (VIII. F).

Chrysomelidae.

Donacia crassipes F. — *Bh* (P).
Plateumaris consimilis SCHRNK. — *B* (P).
Lema cyanella L. — *B* (He).
— *melanopus* L. — *B* (Bz, P).
Labidostomis longimana L. — *B* (He).
Cryptocephalus bipunctatus L. ab. *sanguinolentus* SCOP. — *B* (He, K), *Ö* (Bz, K, P).
— *violaceus* LAICH. — *B* (P).
— *bilineatus* L. ab. *armeniacus* FALD. — *Bh* (P).
— *labiatus* L. — *Bh* (P).
Adoxus obscurus L. — *E* (VI. 9, 11, Cs).
Chrysomela Weisei FRIV. — *Bh* (P).
— *coerulea* OL. var. *globipennis* SUFFR. — *B* (He), *Bh* (Ho, P), *E* (VI. 8, 9, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
— *carpathica* FUSS. — *Bh* (Ho, P), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs).
— *rufa* DUFT. — *Bh* (Ho).
— *purpurascens* GERM. — *Bh* (Ho, P).
— *crassimargo* GERM. — *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
— *hemisphaerica* GERM. — *Nh* (He).
— *marcasitica* GERM. — *Gy* (He), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, 9, Cs).
— — var. *turgida* WSE — *Bh* (Ho).
— *haemoptera* L. — *Nh* (VI. 10, Cs).
— *staphylea* L. — *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs).
— *sanguinolenta* L. — *B* (He).
— *fastuosa* SCOP. ab. *speciosa* L. — *E* (VI. 9, Cs).
— *varians* SCHALL. — *B* (He).
Chrysochloa tristis F. ab. *smaragdina* WSE — *B* (K).
— *intricata* GERM. — *B* (He), *F* (He), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
— — var. *Anderschi* DUFT. — *E* (He).
— *alpestris* SCHM. — *Kv* (He), *Bh* (Ho, P).
— *plagiata* SUFFR. — *F* (He), *Ö* (He).
— — ab. *distinctissima* ULAN. (*melanocephala* auct., *commutata* auct.) — *Nh* (Bz, P), *Ö* (Bz, P).
— *caculiae* SCHRNK. var. *senecionis* SCHMM. — *Bh* (Ho, P), *E* (He).

— *speciosissima* Scop. var. *juncorum* Suffr. — *Bh* (Ho).
Gastroidea polygoni L. — *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 9, Cs).
— *viridula* Deg. — *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (Bz; VI. 9, Cs).
Phaedon cochleariae F. — *Bh* (P), *E* (VI. 8, Cs).
Sclerophaedon carpathicus Weise (*Kenderesyi* Kiesw.) — *Bh* (Ho, P).[1]
— *carniolicus* Germ. (*transsylvanicus* Fuss). — *B* (P), *Bh* (Ho), *Kv* (VI. 7, Cs; He), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).[1]
Hydrothassa glabra Hbst. — *Kv* (VI. 7, Cs), *Nh* (VI. 10, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
— *marginella* L. — *Kv* (VI. 7, Cs), *Nh* (VI. 10, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
— *hannoverana* F. ab. *germanica* Wse — *B* (P).
Plagiodera versicolor Laich. — *Ov* (VI. 13, Cs).
Melasoma vigintipunctatum Scop. — *Kv* (VI. 7, Cs).
— *tremulae* F. — *Nh* (VI. 10, Cs).
Phyllodecta vitellinae L. — *Ov* (VI. 13, Cs).
Timarcha metallica Laich. — *B* (P), *Bh* (Ho), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
Phyllotreta undulata Kutsch. — *E* (VI. 11, Cs).
Aphthona cyparissiae Koch — *Ö* (K).
— *venustula* Kutsch. — *E* (VI. 11, Cs).
Longitarsus suturellus Duft. — *B* (P), *E* (VI. 11, Cs).
— *pratensis* Panz. — *E* (VI. 11, Cs).
Haltica oleracea L. — *E* (VI. 8, 11, Cs).
Batophila rubi Payk. — *B* (P), *E* (VI. 11, Cs).
Crepidodera ferruginea Scop. — *Bh* (P).
— *corpulenta* Kutsch. — *B* (P), *Bh* (Ho, P), *E* (VI. 8, Cs).
— *cyanescens* Duft. — *Bh* (Ho), *E* (VI. 8, 11, Cs).
Orestia Aubéi All. var. *arcuata* Mill. — *Bh* (Ho, P), *T* (VI. 9, Cs).
Minota obesa Waltl var. *carpathica* Hktg. — *B* (P), *E* (VI. 8, Cs).

---

[1] Irodalmunkban a *Sclerophaedon carpathicus* Wse, *Kenderesyi* Kiesw., *carniolicus* Germ., *transsylvanicus* Fuss és *orbicularis* Suffr. szerepel faj vagy fajváltozatként. Most megállapíthattam, hogy a *Scl. orbicularis* nálunk egyáltalában nem fordul elő, hazája Németország nyugati része, és így faunánkból törlendő, a *Scl. Kenderesyi* és *transsylvanicus* pedig még mint faji eltérés sem választható el a *carpathicus*, illetőleg *carniolicus*tól, hanem ezek szinonimájaként kezelendő.

Mniophila muscorum Koch var. *Wroblewskii* Wk. — *B* (P, sub: *muscorum* Koch), *T* (VI. 9, Cs).
Psylliodes hyosciami L. — *Bh* (P).
— *chalcomera* Ill. — *B* (P).
— *Frivaldszkyi* Wse — *Bh* (P).

Curculionidae.

Otiorrhynchus contractus Stierl. — *Bh* (P).
— *multipunctatus* F. (*irritans* Hbst.) — *B* (Ho), *Bh* (P), *Kv* (VI. 7, Cs).
— *niger* F. — *Bh* (Ho, P), *Nh* (VI. 10, Cs).
— *clavipes* Bonsd. var. *fuscipes* Ol. — *Bh* (Ho, P), *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, 9, Cs).
— *morio* F. (*sepulchralis* Dan. i. l.) — *Bh* (F, Ho, P), *Nh* (VI. 10 Cs), *F* (He), *E* (VI. 8, Cs), *T* (VI. 9, Cs). I.
— *glabratus* Stierl. — *Bh* (Ho), *E* (He; VI. 8, Cs), *Ö* (He), *T* (V 9, Cs).
— *dacicus* Dan. — *Bh* (Ho, P).
— *scaber* L. — *Bh* (Ho), *L* (VII. 16, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *proximus* Stierl. — *Bh* (Ho, P), *B* (P), *E* (He), *T* (VI. 9, Cs).
— *carpathicus* Dan. — *Ö* (VI. 11, Cs).
— *Kollari* Gyll. — *B* (F, K), *Bh* (Ho).
— *Schaumi* Stierl. — *B* (Bz, He, K, P), *Bh* (Ho), *Ö* (Bz, P; VI. 11, Cs).
— *equestris* Richt. — *Bh* (P).
— *obtusus* Boh. (*graniventris* Mill.). — *B* (Bz, K, P), *Nh* (F, K Ho), *E* (F), *Ö* (Bz, P).
— *salicis* Stroem — *Bh* (Ho, P), *B* (VI. 13, Cs), *Kv* (VI. 7, Cs).
— *polycoccus* Gyll. — *E* (K, P).
— *opulentus* Germ. — *Bh* (Ho, P), *E* (VI. 9, 11, Cs).
— *Krattereri* Boh. — *Bh* (Ho, P), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs), *Ö* (VI. 9, Cs).
— *obsidianus* Boh. — *Bh* (Ho, P), *F* (He), *E* (He).
— *pauxillus* Rosh. — *Bh* (Ho), *Kv* (VI. 7, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *edentatus* Seidl. — *B* (Ho, P).
— *cribricollis* Gyll. — *B* (K).

Omias Hanáki FRIV. — *Bh* (Ho).
— — var. *montanus* PETRI — *E* (P).
Phyllobius maculicornis GERM. — *E* (VI. 11, Cs).
— *transsylvanicus* STIERL. — *B* (P), *Bh* (Ho, P).
Liophloeus gibbus BOH. — *B* (He), *Bh* (Ho, P), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
Sciaphilus asperatus BONSD. — *E* (VI. 11, Cs).
Barynotus alternans BOH. — *Nh* (VI. 10, Cs). Ezt a fajt eddig csak a szörénymegyei hegyvidékről (Herkulesfürdő, Marillavölgy) ismertük 1—1 példányban. A Nagy-Hagymáson kő alatt gyüjtöttem egyetlen példányát.
Tropiphorus carinatus MÜLL. — *Bh* (Ho, P).
Lepyrus capucinus SCHALL. — *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI. 8, Cs).
Rhinocyllus conicus FRÖL. — *B* (P).
Larinus brevis HBST. — *Bh* (P).
— *sturnus* SCHALL. — *B* (P), *Bh* (P).
— *turbinatus* GYLL. — *B* (P).
Dichotrachelus Kimakowiczi FLACH — *E* (Ho, P).
Hypera oxalidis HBST. — *Bh* (Ho).
— — var. *ovalis* BOH. — *Bh* (Ho, P), *E* (VI. 11, Cs).
— *pusilla* PETRI — *Bh* (P).
— *velutina* BOH. — *Bh* (Ho, P), *E* (VI. 9, Cs).
— *rubi* KRAUSS — *Bh* (Ho).
Phytonomus zoilus SCOP. (*punctatus* F.) — *B* (He).
— *nigrirostris* F. — *Bh* (P).
— *trilineatus* MARSH. — *Bh* (P).
Alophus triguttatus F. var. *Vau* SCHRNK. — *B* (VII. 30, Bi), *Bh* (Ho).
Hylobius abietis L. — *B* (VI. 13, Cs), *Kv* (VI. 7, Cs), *Nh* (VI. 10, Cs), *E* (VI, 8, 9, 13, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
Liparus glabrirostris KÜST. — *Bh* (Ho).
Liosoma cribrum GYLL. — *Bh* (Ho, P).
Plinthus Sturmi GERM. — *Bh* (Ho), *E* (VI. 9, Cs).
Magdalis violacea L. — *Bh* (P).
Curculio glandium MARSH. — *B* (He).
Anthonomus pubescens PAYK. — *B* (P).
Notaris aterrimus HAMPE — *Bh* (Ho, P).

Mecinus collaris Germ. — *Bh* (P).
Miarus campanulae L. var. *monticola* Petri — *B* (P).
Cionus tuberculosus Scop. — *E* (VI. 11, Cs).
Rhynchaenus fagi L. — *E* (VI. 8, 11, Cs), *T* (VI. 9, Cs).
— *populi* F. — *Bh* (P).
Rhinoncus perpendicularis Reich. — *Bh* (P).
Rhytidosomus fallax Otto — *B* (P).
— — var. *monticola* Otto — *Bh* (Ho, P).
Scleropterus serratus Germ. — *B* (P), *Bh* (Ho), *E* (VI. 11, Cs).
Ceuthorrhynchus angulicollis Schulze — *E* (VI. 11, Cs). Tápnövénye a *Symphytum cordatum* W. & K.
— *trimaculatus* F. — *B* (P), *Bh* (P).
— *syrites* Germ. — *Bh* (P).
— *cochleariae* Gyll. — *E* (VI. 11, Cs).
— *contractus* Marsh. — *E* (VI. 11, Cs).
Ceuthorrhynchidius horridus Panz. — *Bh* (P).
— *troglodytes* F. — *Bh* (P).
Cidnorrhinus quadrimaculatus L. — *E* (VI. 8, 11, Cs).
— — var. *rimulosus* Germ. — *E* (VI. 11, Cs).
Eremotes ater L. — *E* (VI. 8, Cs).
Apion loti Kby. — *Bh* (P).
— *Spencei* Kby. — *Bh* (P).
— *craccae* L. — *E* (VI. 11, Cs).
— *virens* Hbst. — *B* (P).
— *flavipes* Payk. var. *Lederi* Kirsch. — *Bh* (P).
— *apricans* Hbst. — *Bh* (P).
— *assimile* Kby. — *E* (VI. 11, Cs).

Scolytidae.

Xylechinus pilosus Ratzb. — *E* (VI. 8, Cs).
Hylurgops glabratus Zett. — *Bh* (P), *Kv* (VI, 7, Cs), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
— *palliatus* Gyll. — *B* (P).
Hylastes ater Payk. — *B* (P), *Kv* (VI. 7, Cs), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
— *cunicularius* Er. — *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
Cryphalus abietis Ratzb. — *E* (VI. 11, Cs).

Trypodendron domesticum L. — *E* (VI. 9, Cs).
— *lineatum* Ol. — *B* (P), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
— — ab. *melanocephalum* Eichh. — *E* (VI. 8, 9, 11, Cs).
Dryocoetes autographus Ratzb. — *Kv* (VI. 7, 14, Cs), *E* (VI. 8, 9, 11, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
— *villosus* F. — *B* (P).
Pityogenes chalcographus L. — *E* (VI. 8, 11, Cs).
— *quadridens* Htg. — *Kv* (VI. 14, Cs), *E* (VI. 11, Cs), *Ö* (VI. 11, Cs).
Ips typographus L. — *E* (VI. 8, Cs).
— *amitinus* Eichh. — *E* (VI. 8, Cs.)
Orthotomicus suturalis Gyll. — *Kv* (VI. 14, Cs).

Irodalom.

Bielz, E. A.: Die Erforschung der Käferfauna Siebenbürgens bis zum Schlusse des Jahres 1886. (Verh. Mitth. Siebenbürg. Ver. Naturw. Hermannstadt. XXXVII, 1887, p. 27—114.) Mint különlenyomat: Siebenbürgens Käferfauna nach ihrer Erforschung bis zum Schlusse des Jahres 1886. Hermannstadt. 1887, p. 1—90.

Csiki E.: Új Carabus Csík vármegyéből. (Rovart. Lap. XIII, 1906, p. 175.)

Csiki E.: Magyarország Bogárfaunája. I. kötet, Budapest, 1905—1908; II. kötet, 1. füzet, 1909.

Csiki E.: Magyarország Cerambycidái. (Rovart. Lapok X, 1903, p. 200; l. c. XI, 1904, p. 59.)

Fuss, K.: Notizen und Beiträge zur Insectenfauna Siebenbürgens. (Verh. Mitth. Siebenbürg. Ver. Naturw. Hermannstadt. IV, 1853, p. 206—216.)

Fuss, K.: Notizen und Beiträge zur Insectenfauna Siebenbürgens. (L. c. XXIII, 1873, p. 17—23.)

Holdhaus, K. & Deubel, Fr.: Untersuchungen über die Zoogeographie der Karpathen (unter besonderer Berücksichtigung der Coleopteren). (Abhandl. zool-bot. Ges. Wien. VI, 1, p. I—VI, 1—202. Jena, 1910.)

Kaszab, Z.: Die Buprestiden Ungarns, mit Beschreibung neuer Formen. (Fragm. Faun. Hung. III, 1940, p. 81—116.)

Kuthy D.: Coleoptera. (A Magyar Birodalom Állatvilága. Fauna Regni Hungariae. III, D. Budapest, 1897, p. 5—214.)

Méhely L.: Erdély új és ritka bogárfajai. (Értesítő Erd. Múz.-Egyl. orv.-termtud. szakoszt. XVII, 2, 1895, p. 179—197.)

PETRI, K.: Siebenbürgens Käferfauna auf Grund ihrer Erforschung bis zum Jahre 1911. Hermannstadt, 1912.

PETRI, K.: Ergänzungen und Berichtigungen zur Käferfauna Siebenbürgens 1912. (Verh. Mitt. Siebenbürg. Ver. Naturw. Hermannstadt, LXXV—LXXVI, 1926, p. 165—206.)

SZÉKESSY, V.: Die Staphyliniden des historischen Ungarn. I—V. (Fragm. Faun. Hung. I, 1938, p. 37—42, 75—78; II, 1939, p. 1—4, 17—20, 33—36, 49—52; III, 1940, p. 49—59.)

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. okt. 26-án tartott üléséből.)

DIE KÄFERFAUNA DES BALÁNBÁNYAER GEBIRGES.

VON E. CSIKI.

Verfasser sammelte im Jahre 1942 im Gebirgszuge von Balánbánya, einem Teile des Gyergyóer Gebirges in den Ost-Karpathen, Coleopteren, welche er nebst den Angaben in der bisherigen Literatur in einem Verzeichnisse vereinigte. Das Verzeichnis bringt nicht nur eine Aufzählung sämtlicher bisher aus dem Gebirgszuge bekannten Arten, sondern führt überall auch deren pünktliche Fundorte und Sammelzeit auf, insoweit die betreffenden Angaben zur Verfügung stehen. Die Abkürzungen der Fundorte, sowie der Sammler, oder falls literarische Angaben, der Autoren, sind im ungarischen Text einzusehen. Neu wird beschrieben *Carabus violaceus* L. var. *balanensis* und *C. arcensis* HBST. var. *csikensis*, womit die dem Gebiete eigenen *Carabus*-Rassen auf fünf anwachsen. Ausserdem wurden einige Formen gesammelt, welche aus den ungarischen Faunengebiete bisher nicht bekannt gewesen sind, nämlich: *Gaurodytes biguttatus* OL. ab. *pauper* SCHILSKY, *Anthophagus bicornis* BLOCK ab. *subfasciatus* LUZE, *Philonthus varians* PAYK. var. *unicolor* STEPH., *Propylaea 14-punctata* L. ab. *sejugata* MAD. & ab. *Weisei* MAD. und *Corymbites sjaelandicus* MÜLL. ab. *viridis* SAY.

Von *Carabus obsoletus* STRM. var. *Uhligi* LAPOUGE wird festgestellt, dass dies dasselbe Tier ist wie *Uhligi* HOLDHAUS und nicht zu *aurocupreus* gehört. LAPOUGE gibt als Fundort «Carp. or.» und nicht die Nord-Karpathen an. Der neue Name *Mallászianus* BREUNING ist also überflüssig.

Von *Sclerophaedon* kommen im Karpathenzuge zwei Arten vor: *carpathicus* WEISE und *carniolicus* GERM. Zu ersterem ist

Kenderesyi KIESW. und zu letzterem *transsylvanicus* FUSS als Synonym zu stellen, sie können nicht einmal als einfachste Aberration abgesondert werden. Die FUSS'schen Typen stimmen ganz mit *carniolicus* überein und die Beschreibung des *transsylvanicus* ist nur jenem Zustande zuzuschreiben, dass FUSS den *carpathicus* für *carniolicus* hielt. *Scl. orbicularis* SUFFR. ist aus der ungarischen Fauna endgültig zu streichen, da dessen Führung auf Fehlbestimmungen basierte.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 26. Oktober 1942.)

AZ EVONYMUS NANA MAGYARORSZÁG FLÓRÁJÁBAN.

BOROS ÁDÁM-tól.

Az *Evonymus nana* M. B. (törpe kecskerágó vagy papsapka) rendszertanilag elszigetelten álló faj, amennyiben a kétes *Evonymus Koopmanni* LAUCHEtól eltekintve, csupán két fajtestvére van, az *E. nanoides* LOES. et REHD. és az *E. lichiangensis* W. W. SMITH. A nemzetség legújabb feldolgozója, TH. LOESENER (1942) szerint ezek a fajok alkotják az *Evonymus* nemzetség *Nanoides* LOES. szekcióját, mely viszont a *Nanevonymus* LOES. alnemzetség («series») egyetlen szekciója. Valamennyi faj Kínában honos, csupán az *E. nana* M. B. fajnak van Nyugatkínában, Mongoliában és Turkesztánban lévő elterjedési területétől messze eltávolodott két elterjedési foltja, éspedig a Kaukázusban és a Kárpátok külső oldalán: Podolia, Galicia (a Zbruc mentén), Ukránia (Cherson, Nemerci), Besszarábia, Moldva és Bukovina egymáshoz részben eléggé közel eső részein. Már W. SZAFER a pontusi síkon való előfordulást az egykori szarmata tenger partjának makkia-sűrűségeiből visszamaradt reliktumnak tartotta. Rendkívül érdekes és meglepő földrajzi elterjedésének magyarázatát legújabban TH. LOESENER akként foglalja össze, hogy az *E. nana* eredetileg a harmadkorban Kínában honos erdei elem lehetett, mely a neogénben Európába vándorolt, majd a jégkorszak alatt visszahúzódott a Kaukázusba és a Kárpátokba, míg az interglaciális korban a pontusi síkra is leereszkedett, végül a későbbi szárazabb éghajlatú időszakokban csupán elszigetelten, mint reliktum maradt fenn napjainkig. Fajrokonaitól való elszakadásán kívül LOESENER szerint más is mutat arra, hogy visszafejlődőben lévő fajjal van dolgunk, így az, hogy termést tökéletlenül hoz.

LOESENERnek és másoknak azt a feltevését, hogy az *Evonymus nana* a harmadkorban a szorosabb értelemben vett Kárpátokban is előfordult, nagyban alátámasztja idei (1942) tapasztalatom, amidőn augusztus hó 6-án a Gyergyói-medencében Gyergyóremete mellett (700 m a t. sz. f.) az *Evonymus nana*ra bukkantam s ezzel ze a faj a Kárpátok hegyláncának belső oldaláról is ismertté vált.

Az újonnan felfedezett erdélyi termőhely annak a pompás s reliktum-növényekben gazdag lápterületnek egyik sarkában van amely NYÁRÁDY E. GYULA kutatásai folytán (1929) híres. NYÁRÁDY a Gyergyói-medence szélén, a Görgényi-havasok lábánál, Gyergyóalfalutól kb. nyugatra elterülő, nyíresekkel, lucfenyőcsoportokkal tarkított láprétek és berkek vegetációját írja le. A terület legérdekesebb növényei NYÁRÁDY szerint az *Achillea impatiens*, *Pedicularis sceptrum-Carolinum* (ennek itteni előfordulását újabban SOÓ R. is megerősítette), *Viola epipsila*, *Spiraea salicifolia*, *Steptopus amplexifolius*, valamint az *Achillea impatiens*nek az *A. ptarmicá*val alkotott, itt felfedezett s eddig csak kertből ismert hybridje, az *Achillea nitida* TAUSCH (*A. girgionensis* NYÁR.). Ezt az érdekes területet a mult (1941.) évben NYÁRÁDY E. GY. és MÁTHÉ I. társaságában SOÓ R. is felkereste és a területről ismert érdekességeket néhány újabbal szaporította. Közleményében (1942) a területet a rajta átfolyó patakról «Borzont»-nak nevezi s egyebek mellett az *Adenophora liliifolia*, *Trollius europaeus*, *Ligularia sibirica*, *Pole-*

A gyergyóremetei *Evonymus nana*. *Evonymus nana*. von Gyergyóremete. ($^1/_2$-re kisebbítve.) CSAPODY VERA eredeti rajza.

monium coeruleum, Cnidium dubium, Carex caespitosa előfordulását állapítja meg.

Ennek az érdekes területnek északi folytatása az a rész, melyet az említett napon átkutattam s ahol az *Evonymus nana* terem. A Görgényi hegyekből számos kisebb-nagyobb patak folyik a Marosba, ezek közül való a Nagy- és a Kis-Borzont-patak is, melynek partmellékét NYÁRÁDY és SOÓ kutatták. Torkolatuktól északra az 1915. szeptember 23-i keltezéssel helyesbített kiadású 1 : 75,000-es méretű katonai térképen szereplő «Görgényhídja-domb» (735 m) és a mellette lévő «Görgény hídja»-tól (724 m) Gyergyóremete felé, az egykori iparvasút és a Maros szögében négy kis patak öntözi a Maros balparti lápjait, az említett térkép elnevezése szerint az Újbakta-patak, a Bakta-patak, a Román-patak és a Csörgő-patak. Utóbbi (a legészakabbi) szétágazik s csaknem elvész a lápban, majd vize ismét összébb terelődik s kanyarogva a Marosba szakad. Ennek lápját a 719 m-nél lévő fedett «Maros-hídon» átjövő út melléke külön választja a másik három patak egymással összefüggő lápterületétől.

A kanyargó Csörgő-patak sásos-zsombékos rétet szel át, mindkét partját cserjék és kisebb fák szegélyezik: *Salix triandra, cinerea, pentandra, Betula pubescens, Alnus glutinosa, Ribes nigrum, Spiraea salicifolia, Evonymus nana, Viburnum opulus.* Az ér mindkét partján süppedős sásrét van, melyben az előrehaladott idény miatt csupán a *Carex rostrata, vesicaria* és *paradoxa* sásfajokat tudtam megállapítani, de nyilvánvaló, hogy még számos más sásfaj is résztvesz a caricetum alkotásában. A sásréten helyenként a mohók is fontos szerepet játszanak. E rétek figyelemreméltóbb növényei, részben a cserjék aljába húzódva, az említett cserjéken kívül a következők: *Pellia endiviaefolia, Sphagnum contortum, platyphyllum, Aulacomnium palustre, Philonotis fontana, Meesea triquetra, Drepanocladus vernicosus, Calliergon cuspidatum, cordifolium, Climacium dendroides, Camptothecium nitens, Calamagrostis canescens, Baldingera arundinacea, Scirpus silvaticus, Eriophorum latifolium, Veratrum album, Rumex aquaticus, Ranunculus flammula, Filipendula ulmaria, Comarum palustre, Lythrum salicaria, Epilobium palustre, Peucedanum palustre, Cnidium dubium, Lysimachia vulgaris, Menyanthes trifoliata, Polemonium coeruleum, Pedicularis*

palustris, Asperula aparine, Achillea ptarmica, Doronicum austriacum (a cserjék alatt), *Senecio paludosus, fluviatilis, Ligularia sibirica, Cirsium palustre, rivulare.*

Egészen hasonlók a Román-, Bakta- és az Újbakta-patakok menti lápok is, de ezeket emelkedettebb helyek is meg-megszakítják s általában e patakok melléke fás növényekben gazdagabb, jobban ligetjellegű («Laubwiese»), több a szárazabb rét. Utóbbiakon helyenként a *Molinia coerulea*, másutt a *Nardus stricta* uralkodik, helyenként a *Juncus conglomeratus* jut túlsúlyra. Itt teremnek még: *Salix rosmarinifolia, Dianthus superbus, Trollius europaeus, Thalictrum lucidum* var. *nigricans, Ribes nigrum, Spiraea salicifolia, Prunus padus* (nagyrészt cserjealakú), *Evonymus nana, europaea, Geranium palustre, Cnidium dubium, Selinum carvifolia, Laserpitium pruthenicum, Gentiana pneumonanthe, Polemonium coeruleum, Galium boreale, Veronica maritima, Adenophora liliifolia, Achillea ptarmica, Senecio fluviatilis,* valamint nagy sáscsomók közt a *Sphagnum platyphyllum.*

A két szomszédos lápfolt növényzetében legérdekesebbek a két *Sphagnum*-faj, a hazai lápokból még kevés helyről kimutatott *Meesea triquetra*, a *Drepanocladus vernicosus*, a *Ribes nigrum*, melynek hazai őshonosságában így többé már kételkednünk nem kell (ugyanez vonatkozik a *Spiraea salicifoliára* is), végül a borzontmenti részből már ismert *Cnidium dubium, Polemonium coeruleum, Ligularia sibirica, Adenophora liliifolia* stb. Mindenesetre a legérdekesebb növénye az *Evonymus nana*, mely úgy a Csörgő-patak, mint a Román- és Bakta-patakok mentén előfordul a nagyobb cserjék védelme alatt. Az itteni *E. nana* cserjék kb. 1·5 m magasságot érnek el, gazdagon voltak megrakva gyönyörűen pirosló termésekkel. Mindkét jelenség figyelemreméltó: egyrészt a magyar növény nagyobbra nől, mint amilyennek az ázsiai példányokon alapuló leírások egész Hegrig mondják (30—80 cm), másrészt nem szűkölködnek termésben. Úgylátszik, a legnyugatibb termőhelyein növényünk nagyobb termetű, mint Ázsiában, amennyiben W. Szafer és társai a galiciai növényt is 1·5 m magasnak mondják. A budapesti nyilvános herbáriumokban néhány kerti példányon kívül csupán pár lap *E. nana* található, éspedig Moldvából (Flora Roman. ex. no. 974), Besszarábiából (Korneszty, leg. Paczoski) és a Kauká-

zusból (Herb. Fl. Ross. no. 914). Ezek a példányok részben meddők, részben virágzóak. Dr. KÁRPÁTI Z. egyetemi m. tanár úr arról volt szíves értesíteni, hogy herbáriumában Ukrajnából, Nemerci község mellől származó példány (Herb. Fl. Rep. Sowj. Ucrainicae No. 75) szintén virágzó. Ha TH. LOESENER állítása helytálló, hogy az *E. nana* általában rosszul hoz termést, úgy arra lehet következtetni, hogy a hazai termőhelyen élő növény erőteljesebb, életképesebb, mint az ázsiai.

Meg kell említenem, hogy az *Evonymus nana* már szerepel az irodalomban a magyar flóra területéről, de ez csupán egy elíráson alapszik. HAYEK (1914) ugyanis az *E. nanát* a Radnai havasok jellemző növényeként mutatja be. Ez a tévedés bizonyára PAX munkájának (1908) téves átvételéből származik, aki azonban a bukovinai előfordulásról szól. Bizonyára a HAYEK művébe becsúszott tévedést veszi át PRODAN (1923), aki román flórája első kiadásában növényünket mint a Máramaros—Radnai havasok jellemző növényét mutatja be, de munkája második kiadásában már csak a moldvai, besszarábiai és bukovinai előfordulásokról emlékszik meg.

Érdekes összehasonlítani azokat az ökológiai körülményeket, ahogy az *Evonymus nana* Erdélyben él, azokkal, ahogy a Kárpátok külső oldalán fordul elő. Utóbbiakról csak hézagos képet alkothatunk, egyrészt, mert az erre vonatkozó irodalom szűkszavú, másrészt, mert a román és orosz irodalom nálunk csak nagyon hiányosan van meg. Köszönettel tartozom e téren NYÁRÁDY E. GYULA múzeumi igazgatóőr úrnak, aki a román irodalom terén járatos s szíves volt egyes irodalmi forrásokra figyelmemet felhívni, valamint a vonatkozó románnyelvű szövegrészeket részemre magyarra fordítani.

Legbővebben foglalkozik az *E. nana* európai előfordulásával W. SZAFER (1914), aki az addig ismert termőhelyeket térképen is összeállítja és a vonatkozó irodalmat lengyel nyelven ismerteti.

A számomra hozzáférhető irodalom nyomán megállapítható, hogy növényünk a Kárpátok gerincén kívüli területen részben hasonló módon fordul elő, mint Csík megyében, folyóparti lápcserjésben, részben azonban mész- és szerpentin-dombokon. Így Bukovinában (Breaza mellett, Fundul Moldovei) a Moldva-folyó

völgye felett kb. 800 m magasan, HORMUZAKI (1911) szerint erdőtlen mészkő és szerpentintalajon él. E dombok jellegzetes növényei közt az *Arctostaphylos uva ursi, Asplenium Forsteri, Dianthus carthusianorum* fajokat említik. Már más természetű a galiciai előfordulás (a Miodobory dombokon a Zbruc-folyó felett), ahol az *E. nana* a bükkerdő elemeivel: *Melica uniflora, Allium ursinum, Dentaria bulbifera, glandulosa, Hedera helix, Listera ovata* társul (SZAFER 1914). Egész hasonló a besszarábiai előfordulás is, ahol PACZOSKI (1912) szerint (Korneszti mellett) szintén a bükkös elemeivel *(Melica, uniflora, Allium ursinum, Listera ovata, Hedera helix)* fordul elő. Moldvában (Balteni mellett, PETRESCU 1922—23) már kifejezettebben folyóparti láperdőkbe húzódik, itt társnövénye a *Leucojum aestivum*. Bukovinában Rogojesti mellett a Szeret egy holtágának ligetében (TOPA 1928) ugyancsak fűzes-égeresben *(Salix fragilis, Alnus glutinosa, Evonymus europaea)* él.

SAVULESCU (1934) hangsúlyozza, hogy az *E. nana* Besszarábiában erdőbe menekült reliktum, mint a *Hedera helix*. Szerinte Besszarábiában nagyon ritkán virágzik. Ugyanerre utal TOPA (1933) is, akire a növény az «élő kövület» benyomását teszi. Minthogy a növény Magyarországon másképp viselkedik, termést bőven hoz, megvizsgálandónak tartom, hogy virágzásának ritkasága Moldvában nem a beárnyékolás következménye-e?

C. SCHNEIDER szerint a nagyobb, szélesebb levelű alakot mint var. *Koopmanni*-t meg szokták különböztetni. PACZOSKI arra utal (SAVULESCU idézete szerint), hogy ez alapon az európai és az ázsiai növény, mint két rassz, megkülönböztethető. SAVULESCU ezt kétségbevonja, mert a moldvai példányok nagyrészt az ázsiaiakkal teljesen megegyezőek.

SAVULESCU megfigyelését erősítik meg saját vizsgálataim is melyek szerint az erdélyi példányok leveleinek mérete 2—7 mm szélesség és 15—45 mm hosszúság közt váltakozik, mégpedig ugyanazon az ágon is, e jelenségnek tehát rendszertani jelentősége nem lehet.

Ami a hazai előfordulást illeti, mindenesetre nevezetes jelenség, hogy a Hargita és vidéke, ideértve a Gyergyói- és a Csíki-medencéket, boreális reliktumokban milyen gazdagok. Boreális reliktum alatt itt azt értem, amit Soó R. az északi reliktumnövényekről

írott munkájában (1939). Még feltűnőbb továbbá az itt ismertetett lápoknak és az alföldi (Bátorliget és környéke, Ócsa—Sári, Csengőd—Kiskőrös vidéke) lápfoltoknak nagy hasonlósága. A nyírségiek voltaképp csupán a gyergyói lápok másai, szegényebb kiadásban. Hiányzik (legalább ma már) a Nyírségen a *Sphagnum*, a *Meesea*, *Drepanocladus vernicosus*, *Rumex aquaticus*, *Ranunculus flammula*, *Ribes nigrum* (megvan a Hanságon!), *Spiraea salicifolia* (megvan a Dráva mellett!), *Polemonium coeruleum*, *Achillea ptarmica* stb., nincs lucfenyő és nincs *Evonymus nana*, de közös a *Comarum*, *Ligularia*, *Adenophora*, *Asperula aparine*, *Menyanthes*, *Salix pentandra*, *Betula pubescens*, *Epilobium palustre*, *Cirsium rivulare*, *Trollius* és sok más.

Az *Evonymus nanával* hazánk flórája egy külsejében és elterjedésében egyaránt exotikus jellegű cserjével, egy borealis reliktumnövénnyel szaporodott.

Irodalom. — Literatur.

Grecescu, D.: *Conspectul Florei Romanei.* Supliment. Bukarest, 1909: 40.

Gusuleac, M.: *Geobotanische Betrachtungen über die Kiefer* (Pinus silvestris L.) *in der Bucovina.* Buletinul Facult. de Stiinte din Cernauti. 4. 1930: 334, 365.

Hayek, A.: *Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns.* 1914: 115.

Hegi, G.: *Illustrierte Flora von Mitteleuropa.* V. Band. 1. Teil: 248.

Hormuzaki, C.: *Nachtrag zur Flora der Bukowina.* Österr. Bot. Zeitschr. 61. 1911: 150.

Loesener, Th.: *Celastraceae* in Engler—Prantl, Die nat. Pflanzenfamilien. II. Auflage, Band 20b. 1942: 124.

Nárády E. Gy: *A vizek és a vízben bővelkedő talajok növényzetéről a Hargitában.* Különnyomás az «Emlékkönyv a Székely Nemzeti Múz. 50 éves jubileumára» c. műből. Kolozsvár, 1929: 19—21.

Paczoski, J.: *Grundzüge der Entwickelung der Flora in Südwest-Russland.* Cherson, 1910.

Paczoski, J.: *Materialien zur Kenntnis der Flora Bessarabiens.* Trudy bessarab. obszczestwa estest. 3. 1912: 39—40. (Kisinev.)

Paczoski, J.: *Eine botanische Excursion in Podolien.* Kosmos (Lwów), 38. 1913: 1196.

Pax, F.: *Grundzüge der Pflanzenverbreitung in den Karpathen.* II. Band. 1908: 190.

Petrescu, C.: *Sur quelques plantes aquatiques de la flore de Moldavie.* Bulletin de la Sect. Scientif. de l'Acad. Rouman. 8. 1922—23: 20.

PRODAN, J.: *Flora pentru determinarea si desc. plantelor ce cresc. in Romania* «Cluj» 1923. Vol. I. p. 707. Vol. II. p. 142. Ed. II. 1939: 601.

RAVARUT, M.: *Flora si vegetatia jud. Jasi.* 1941: 91. (231.)

SÁVULESCU, TR.: *Materialele pentru Flora Bassarabiei.* Bucuresti, 1934: 155—7.

SCHMALHAUSEN: *Flora tredn. i. jushn. Rossii.* I. 1895: 202.

SOÓ R.: *Északi reliktumnövények Magyarország flórájában.* Tisia 3. (Acta Geobotanica 2.) 1939: 151.

SOÓ R.: *Kritikai megjegyzések és újabb adatok a Székelyföld flórájához.* Scripta Bot. Mus. Transilv. I. 1942: 38—52.

SZAFER, W.: *Beitrag zur Kenntnis der Flora von Miodobory.* Sprawoz - danie Komis. Fizyogr. Akad. Umiejetnosci w Krakowie. 47. 1914: 64 -

SZAFER, W., KULCZYNSKI, S., PAWLOWSKI, B.: *Rosliny Polskie.* 1924: 329.

TOPA, E.: *Contributiuni la flora palustra si acvatica din Bucovina.* Buletinul Facult. de Stiinte din Cernauti, 2. 1928: 392.

TOPA, E.: *Über einige seltenere Pflanzenarten der Bucovina und ihre letzten Zufluchtsstätten.* Buletinul Facult. de Stiinte din Cernauti. 6. 1932: 183—4.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. okt. 26-án tartott üléséből.)

EVONYMUS NANA IN DER FLORA VON UNGARN.

Von ÁDÁM BOROS.

Zusammenfassung.

Evonymus nana steht systematisch vereinzelt da; ist — nach TH. LOESENER — ursprünglich ein asiatisches Element, welches im Neogen nach Europa einwanderte, zur Zeit der stärksten Vereisung sich in den Kaukasus und die Karpathen zurückzog und blieb bis zum heutigen Tag als Relikt im Gebiet ausserhalb der Karpathen und in der pontischen Ebene zurück. Aus der Entartung und Nachlassen der Ausbildung von Früchten folgert LOESENER, dass sie sich auch gegenwärtig in weiterer Regression befindet.

Im Jahre 1942 fand ich diese Art auch innerhalb der Karpathen, in Siebenbürgen, im Gyergyóer Becken, bei Gyergyóremete. Hier wächst die Pflanze im Weidengebüsch (*Salix triandra, cinerea, pentandra, Betula pubescens, Alnus glutinosa, Ribes nigrum, Spiraea salicifolia, Prunus padus, Viburnum opulus* etc.) an sumpfigen Ufern der kleinen Bäche, die in den Maros-Fluss münden. Von den Moorflecken, die mit diesem Gebiet zusammenhängen, sind durch Forschungen NYÁRÁDYS *Achillea impatiens, Pedicularis sceptrum Carolinum* und andere interessante Reliktpflanzen bekannt. Unter den Begleitpflanzen sind besonders *Spiraea salicifolia, Adenophora liliifolia, Ligularia sibirica, Polemonium coeruleum, Ribes nigrum, Cnidium dubium,* in dem umgebenden Caricetum zwei *Sphagnum*-Arten: *Sphagnum contortum, platyphyllum,* ferner *Meesea triquetra, Drepanocladus vernicosus* etc. bemerkenswert. Die übrigen Begleitpflanzen sind im ungarischem Text, Seite 738—739 aufgezählt.

Bei Gyergyóremete fand ich am 6. August *Evonymus nana* in reichlicher Menge mit schön ausgebildeten Früchten beladen. Die

Pflanze erreichte die Höhe von 1·5 m, folglich scheint sie lebenskräftiger zu sein, als an den meisten der bisher bekannten Fundorten.

Die bisherigen Angaben über ihr Vorkommen in Siebenbürgen (HAYEK, PRODAN) beruhen auf einen Irrtum.

Die Breite der Blätter der Siebenbürger Pflanze wechselt zwischen 2—7 mm, die Länge zwischen 15 bis 45 mm, auch an demselben Exemplar. Die Maße der Blätter haben folglich keine systematische Bedeutung und die Unterscheidung (conf. C. SCHNEIDER, PACZOSKI) einer var. *Koopmanni* oder eine besondere europäische Rasse ist nicht begründet.

Das Hargita-Gebirge und seine Umgebung: die Becken von Gyergyó und Csík sind an borealen Relikten verhältnismässig reich. Einige Moore im Alföld (Ung. Tiefebene), besonders am Nyírség (Bátorliget) sind dem Fundorte der *Evonymus nana* ähnlich, ihre Flora ist jedoch viel ärmer.

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 26. Oktober 1942.)

A MÁRAMAROSI GORGÁN ALHAVAS CIRBOLYA (PINUS CEMBRA) ÁLLOMÁNYAI.

UJHELYI JÓZSEF- és ZÓLYOMI BÁLINT-tól.

A Kárpátok övében az Alpokhoz viszonyítva csak igen alárendelt szerepet játszik a cirbolyafenyő.[1] Ennek bizonyára történeti növényföldrajzi okai is vannak. A Kárpátokban a vegetáció posztglaciális fejlődéstörténete folyamán igen korán jelentkező és uralkodóvá váló lucfenyves pusztíthatta ki a vörösfenyővel kevert jégkorbeli állományokat (V. ö.: ZÓLYOMI, 1932).

Ma a Kárpátokban csupán két helyen fordul elő tömegesebben: a Magas Tátrában és az Északkeleti Kárpátokban a Swica és Czeremisz között, túlnyomórészben a külső, lengyel oldalon. A magastátrai előfordulásokkal a magyar növénytani irodalom már bőven foglalkozott, a kárpátaljai feltűnően alacsonyra nyúló előfordulásokról azonban csupán FEKETE—BLATTNY (1913) összefoglaló műve és a cseh megszállás alatt HILITZER (1932—34) több kisebb tanulmánya emlékezett meg, inkább csak erdészeti szempontból.

1941. augusztusában a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával JÁVORKA SÁNDOR múzeumi igazgató úr társaságában több napon keresztül kutattuk a még botanikailag meglehetősen

[1] Kisebb szerepe ellenére is a belőle nyerhető balzsamot először nálunk használták fel és a gyógyászatban oleum carpaticum vagy balsamum hungaricum néven került forgalomba, még ha az Alpokból termelték is ki. Már BÉL MÁTYÁS és BRUCKMAN is megemlékezett róla. A balsamum hungaricumot a késmárki születésű (sz. 1598) AUGUSTINI KERESZTÉLY, II. Ferdinánd király udvari orvosa és kertésze hozta forgalomba. (Vesd össze: ERNYEY in Gyógyszerészeti Közlöny 1905. p. 400. és 1909. p. 600.)

feltáratlan Tarac forrásvidékét. Ez alkalommal felkerestük a Bruszturai völgy Plajszka ágának völgyfőjébe nyúló Gorgán alhavas cirbolyafenyő-állományait, amelyeket Fekete—Blattny és a bruszturai erdőgondnokság a legkiterjedtebbnek jelzett. Különben ezeknek az 1935. évi erdőtörvény természetvédelmi paragrafusa alapján való védetté nyilvánítása folyamatban van.

1. kép. Cirbolya és törpefenyő a lucos övbe eső homokkő görgeteglejtőn (Nagygorgán.)

Feladatunk elsősorban az volt, hogy a cirbolyafenyő itteni előfordulási körülményeit, különösen pedig a kísérő növényeit tanulmányozzuk. A szóbanforgó vidék átlagosan 1420 m-ig a lucerdő övébe esik és legmagasabb tetői (Berty: 1670 m, Talpes: 1461 m, Nagy-Gorgán: 1611 m, az 1815 m-es Sivula már az országhatáron túl esik) sem nyúlnak túl a törpefenyő övén. Amennyiben a kárpáti homokkő hatalmas kiterjedésű görgeteglejtői a lucos övében lépnek fel, a lucerdő háttérbe szorul, helyét a törpefenyő egyes alávetődött foltjai váltják fel. Hasonlóképpen kerül itt mélyre a felső erdőhatárról (de már inkább lengyel területen) a cirbolyafenyő is.

A Tarac forrásvidéke az egész Kárpátok legcsapadékosabb része. Az évi csapadék meghaladja az 1400 mm-t is. Ennek megfelelően lucfenyvesei sok helyt tőzegmohásodottak és az ú. n. *Mastigobryo-Piceetum* asszociáció típusba tartoznak. A Kis-Gorgán

2. kép. Kisgorgán É.-i törmelékes lejtőjének luccal kevert cirbolyafenyvese az előtérben. A háttérben a Nagygorgán kopár sziklatörmelékes D.-i lejtője, a cirbolya fenyves zuzmós típusával. Magasabban még mindíg a lucos régió tart.

(1440 m) É-i lejtőjén ilyen típusú lucosba ékelt törmeléklejtőn törpefenyves, majd luccal kevert cirbolyafenyves uralkodik (1150—1350 m). Ez utóbbi a növényzet szempontjából majdnem teljesen megegyezik a *Mastigobryo-Piceetummal*, legfeljebb faj-

	Kis-Gorgán I.	Nagy-Gorgán II.
T. sz. f. m. m. cca	1200	1300
Exp.	NNE	SSW
Lejtőszög	10—15° (—45°)	20°
Felvett terület m^2	400	400
Lombkoronaszint	30%	20—40%
Pinus cembra	3	3
Picea excelsa	2	1
Betula pendula	—	1
Cserjeszint	20%	20%
Pinus cembra	1	1
P. montana	1	2
Picea excelsa	2	+
Salix silesiaca	—	+
Sorbus aucuparia	—	+
Gyepszint	100%	50%
Calamagrostis arundinacea	—	1
Rubus idaeus	—	+
Vaccinium myrtillus	5	3
V. vitis idaea	1—2	2
Melampyrum silvaticum	1—2	—
Lycopodium selago	—	(+)
Mohaszint[1]	100%	—50%
Pleuroschisma (Mastigobryum) trilobatum	+(—2)	—
Sphagnum acutifolium et quinquefarium	2—3	—
Sph. centrale	(+)	—
Sph. recurvum	—	+
Dicranum scoparium	1	—
D. montanum	(+)	(+)
D. longifolium	—	(+)
Dicranodontium denudatum	(+)	—
Cynodontium polycarpum v. strumiferum	—	(+)
Rhacomitrium sudeticum	—	(+)
Entodon Schreberi	2—4	2
Plagiothecium undulatum	(1—)	—
Ptilium crista castrensis	—1	—
Hylocomium proliferum	2—3	2—3
Polytrichum attenuatum	—1	—
P. strictum	(1)	—
Cetraria islandica	—	3
Cladonia elongata	—	+
Cl. pleurota	—	+
Cl. rangiferina	0—2	1(—3)
Cl. silvatica	(1)	+
Cl. subsquamosa	+	—
A homokkőtömbökön:		
Rhizocarpon geographicum		
Gyrophora cylindrica		

[1] A mohok meghatározását Boros Ádám, a zuzmókét Kőfaragó-Gyelnik Vilmos volt szives revideálni.

szegényebb. (Lásd a táblázat I. felvételét.) A mohapárnák alatti humusz szélsőségesen savanyú. A pH (kolorimetrikusan a Kühn-féle készülékkel mérve) 3·5 vagy annál alacsonyabb.

A lengyel irodalom adatai szerint a cirbolyafenyő elsősorban az É-i lejtőket kedveli. A Nagy-Gorgán hozzánk átnyúló részén D-i expozíciójú törmeléklejtőn tenyészik tömegesen (1200—1350). Itt természetesen a tőzegmohok elmaradnak, helyükbe zuzmótömegek lépnek. (Lásd II. felvételt.) FEKETE—BLATTNY csupán vékonyabb és fiatal példányokról emlékezik meg, mi azonban bőven láttunk idősebb, egész 70 cm átmérőjű példányokat is.

Úgy véljük, hogy általában a cirbolyafenyőnek Északkeleti Kárpátok-i tömeges fellépése elsősorban a kárpáti homokkő tömeges törmeléktermelésével van kapcsolatban. Különösen a jégkorszak alatt lehetett hatalmas méretű ez a folyamat, míg ma a törmeléklejtők jórészt mozdulatlanok, fosszilisak. (Vesd ö. KEREKES J. 1941.)[1] A postpleisztocén melegperiódus kárpáti lucfenyves inváziója (ZÓLYOMI 1936) ezeken a törmelékes területeken kevésbbé érintette a pleisztocénvégi cirbolyaállományokat. A törmeléken a luc nem lehet versenyképes.[2]

*

Tanulmányutunk helyi jelentőségű florisztikai eredményeit ez alkalommal mellőzve, csupán a Kárpátok és egyszersmind a történelmi Magyarország területén eddig ismeretlen *Galium saxatile* felfedezéséről emlékezünk meg. A Nagy-Gorgán fentebb leírt *Pinus cembrás* állománya fölött ritkás, felszakadozó, a felső (1400 m) erdőhatárhoz közel fekvő áfonyás lucosban *(Piceetum vaccinietosum)* szokatlan megjelenésű, apró *Galium*ra bukkantunk. JÁVORKA SÁNDOR igazgató úr vizsgálatai szerint a növény *Galium saxatile* L.-

[1] Az 1670 m magas Berty K-i oldalán a Bertyanek patak völgyfőjében jól felismerhető glaciális kárfülkére akadtunk. Az eddigi geomorfológiai tanulmányok szerint még ennél alacsonyabb tetőkön is észlelhetők pleisztocén eljegesedési nyomok.

[2] Az egész hegyvidék egyetlen őshonos vörösfenyő *(Larix decidua)* előfordulása is a Gorgán-alhavas közelében Brusztura határába esik. Szintén a lucos régióban és homokkőgörgeteges helyen (V. ö. FEKETE—BLATTNY p. 289.) a *Pinus cembra*-val és *P. montana*-val együtt 1200 m-en (JÁVORKA 1942).

(*G. Hercynicum* WEIGEL)nek bizonyult. A növény a *Leptogalium* sectio képviselője, amely sűrűn finoman bibircses és 1·5 mm hosszú termése és egyéb bélyegek alapján a rokon fajoktól biztosan megkülönböztethető, így a sectiónak a Kárpátokban eddig egyedül

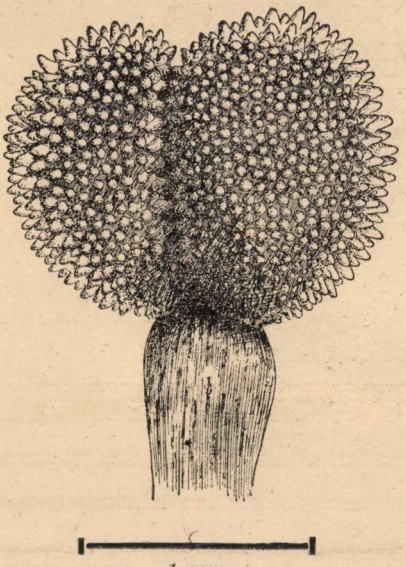
3. kép. A Galium saxatile L. vázlatos elterjedési térképe.

ismert képviselőjétől, a *Galium anisophyllum*tól is.[3] A *Galium saxatile* atlanti középeurópai (subatlanti) faj. Legközelebbi eddig ismert termőhelye a Riesengebirge 650 km-re esik tőlünk Ny-ra.

Előfordulási területe: Dél-Skandinávia, Dánia, Németország

[3] SCHUR *Galium saxatile*-je a *G. anisophyllum*-hoz tartozik (SIMONKAI MNL 1884. p. 120). WAISBECKER *G. hercynicum*-a (sec. BORBÁS Vasm. fl. 1887. p. 206) pedig a *G. pumilum f. scabrum*-mal azonos (JÁVORKA in Herb. Mus. Nat. Hung.).

(főkép a Vogézek, Schwarzwald és a Német Középhegység, egészen a Riesengebirgeig, az Észak-Német síkságon K felé mind ritkábban (a Warte-Gauban és Nyugat-, valamint Kelet-Poroszországban teljesen hiányzik már), Belgium, Hollandia, Franciaország (dél felé a Plateau Centrale-ig), Észak-Spanyolország és a Brit szigetek. Az Alpokat, de még a Bajor-Fennsíkot sem éri el. Főkép fenyéren és lápon, különösen szilikátos talajon tenyészik.



4. kép. A Galium saxatile jellegzetesen bibircses termésének nagyított képe.

Magyarország flórájában az igazi atlantikus fajok hiányzanak, csupán szubatlantikus fajok, ezek is csak 2·59%-kal (85 faj) vannak képviselve. A *Galium saxatile* felfedezése tehát ebből a szempontból is érdekes. Fellépése az Északkeleti Kárpátokban minden bizonnyal a már fentebb említett rendkívül bőséges csapadékra (minden időszakban!) vezethető vissza. Királymező (528 m) 1424 mm évi csapadékú, Németmokra (658 m) 1439 mm csapadékú az 1901—1930-as évek átlagában. (V. ö. BEKE Atlasz. III. kiadás 1941.)

Irodalom.

FEKETE—BLATTNY: Az erdészeti jelentőségű fák és cserjék elterjedése a Magyar Állam területén. 1913.

KEREKES J.: Hazánk periglaciális képződményei. 1941.

HILITZER, A.: Gorgani na Podskarpatské Rusi (Les monts Gorganes en Russie Subcarpatique). Krasa naš domova, roč 25. 9—10. 1933.

— — Limba na Podkarpatskí Rusi (Pinus cembra en Russie Subcarpathique). Věst. Čsl. Akad. Zeměděl., 8. p. 367—369, 1932.

KONTNY, P.: Materialy do historii lasów w Karpatach Wschodnich. Odbitka z «Sylvara» Organu Pol. Tow. Leśnego. Rocznik LVI. Seria A. Nr. 3—4, 1938.

SRODON, A.: Rozmieszczenie limby w polskich Karpatach i jej ochrona. Ochrona Przyrody. 16. p. 22. 1936. Itt további irodalom.

ZÓLYOMI B.: Tízezer év története virágporszemekben. Term. Tud. Közl. 1936.

— — L'histoire du Mélèze européen. — Bulletin de la Société Botanique de France. 1932.

(A M. T. Akadémia III. osztályának 1942. ápr. 20-án tartott ülésén bemutatta Jávorka Sándor l. t.)

DIE ZIRBELSTÄNDE DES MÁRAMAROSER GORGÁN-GEBIRGES (NORDOST-KARPATHEN).

Von J. UJHELYI und B. ZÓLYOMI.

Die Zirbel spielt in den Karpathen im Verhältnis zu den Alpen eine sehr untergeordnete Rolle. Massenhaft kommt sie nur in der Hohen Tatra und in den Nordost-Karpathen vor. Im zweitgenannten Gebiet sind innerhalb der ungarischen Landesgrenzen die Bestände am Gorgán am bedeutendsten. Die höchsten Kuppen (—1670 m) dieses Gebietes fallen von 1420 m Durchschnittshöhe an die Klimaxregion der Legföhre. Die Zirbelstände sind aber weit darunter in der *Piceion*-Klimaxregion an auffallend tiefgelegenen Standorten — zwischen 1150—1350 m Höhe — zu finden. Die zusammenhängende Fichtenwalddecke wird hier durch mächtige Blockhalden des Karpathensandsteins unterbrochen. Die Blockhalden sind hauptsächlich im Pleistocän als periglaziale Fazies entstanden und bilden jetzt den Standort der Reliktbestände der Zirbel.

Die Zusammensetzung zweier von uns im August 1941 analysierter Bestände ist aus dem ungarischen Text zu ersehen (Seite 749). Der erste, in nördlicher Exposition (pH 3·5—>), steht dem umschliessenden *Mastigobryo-Piceetum* nahe, der zweite vertritt einen trockeneren Typ in südlicher Exposition.

Oberhalb des zweiten analysierten Zirbelstandes haben wir in 1400 m Höhe im gelichteten heidelbeerreichen Fichtenwald *Galium saxatile (G. Hercynicum)* entdeckt. Die bisher bekannten östlichsten Fundorte dieser atlantisch-mitteleuropäischen Art liegen im Riesengebirge. Somit ist die Art für die Karpathen und sogleich auch für ganz Ungarn als neu erwiesen und die östliche absolute Arealgrenze um 650 km erweitert worden. Das isolierte Auftreten kann hier zum Teil damit erklärt werden, dass dieses Gebiet in der ganzen Karpathen-Kette am niederschlagsreichsten ist (jährlich über 1400 mm).

(Aus der Sitzung der III. Klasse der Ungarischen Akademie der Wissenschaften vom 20. April 1942.)