



BESZÁMOLÓ
A M. KIR. FÖLDTANI INTÉZET
VITAÜLÉSEINEK
MUNKÁLATAIRÓL

A M. KIR. FÖLDTANI INTÉZET
1942. ÉVI JELENTÉSÉNEK FÜGGELÉKE

3. FÜZET.

BUDAPEST, 1942

Kiadja:
A M. KIR. FÖLDTANI INTÉZET

Dr. LÓCZY LAJOS igazgató közreműködésével szerkeszti:

Dr. SZALAI TIBOR

és

Dr. SZENTES FERENC

Felelős kiadó: Lóczy Lajos

Szalay-nyomda, Budapest, VIII., Kender-u. 39.

Távbeszélőszám: 33-56-54.

BESZÁMOLÓ A M. KIR. FÖLDTANI INTÉZET
VITAÜLÉSEINEK MUNKÁLATAIRÓL*)

3. SZAKÜLÉS.

1942. március 23.-án d. u. 5 órakor.

Elnök:

Dr. Lóczy Lajos

és

Dr. Kreybig Lajos.

Tárgysorozat:

Dr. Fehér Dániel: Vizsgálatok az elemek által kibocsájtott
rövidhullámú sugarak biológiai hatásáról.

Török Zoltán: Földtani vizsgálatok a Kelemen- és Görgényi-
havasok eruptívuma K-i és Ny-i szegélyén s a Ma-
ros-szorosban.

Megjelentek: Balogh Kálmán, Bartha Ferenc, Bulla Béla, Dobos Károly, Endrédy Endre, Erdélyi Mihály, Fados János, Fehér Dániel, Fischmann Hertha, Földvári Aladárné Vogl Mária, Frank Melanie, Frenyó Vilmos, Gedeon Tihamér, Göbel Ervin, Györki József, Han Ferenc, Hank Olivér, Hegedüs Ferenc, Hegedüs Gyula, Hojnos Rezső, Horusitzky Ferenc, Horsetzky Anna, Huzella Tivadar, Jaskó Sándor, Jaritz András, Jugovics Lajos, Kerekes József, Kreybig Lajos, Kléh György, Kulhay Gyula, Láng Sándor, Lóczy Lajos, Mados László, Majzon László, Mayerhuber Ferenc, Mihályi Zoltán, Mottl Mária, Nagy Emőke, ifj. Noszky Jenő, Novák Károly, Pantó Gábor, Reioh Lajos, Schréter Zoltán, Sik Károly, Somogyi Adrienne, Strausz László, Streda Rezső, Süsmeghy József, Szalai Tibor, Szebényi Lajos, Szentes Ferenc, Szentes Ferencné, Szelényi Tibor, Szücs László, Tasnádi-Kubacska András, Teöreök László, vitéz Török Kálmán, vitéz Török Kálmánné, Török Zoltán, Tanos Vilma, Tózsér Vilma, Varga Sarolta, Vigh Gyula, Vigh Gusztáv, Vitális István, Witkovszky János, Zaányi János.

*) A m. kir. Földtani Intézet 1942. évi jelentésének Függeléke.

Dr. FEHÉR DÁNIEL:

VIZSGÁLATOK AZ ELEMEEK ÁLTAL KIBOCSÁTOTT RÖVIDHULLÁMÚ SUGARAK BIOLÓGIAI HATÁSÁRÓL.

A m. kir. József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Növényteni Intézetéből, Sopron.

Bevezetés.

Az intézetben végzett talajéletteni kutatásaink során már évekkal ezelőtt megfigyeltük, hogy a talaj viszonylag mélyebb szintjeiben kék és zöld moszatok élnek, amelyek klorofilljuknak eredeti színét — annak dacára, hogy az asszimiláció szempontjából annyira fontos látható fénysugaraktól el vannak zárva, — megtartják. Ez utóbbi körülmény kétségessé tette annak a feltevésnek a helyességét, hogy ezek az egyébként autotrof életmódot folytató organizmusok akkor, amikor az asszimiláció szempontjából legfontosabb hullámsávokba tartozó fénysugaraktól el vannak zárva, heterotrof életmódot folytatnak és a talaj mélyebb szintjeiben életüket kizárólag a szerves korhadó anyag feldolgozásával tartják fenn.

A magunk részéről a probléma jelentőségére való tekintettel szükségesnek tartottuk, hogy ezzel a kérdéssel behatóbban kezdjünk foglalkozni. Keresnünk kellett azt az energiaforrást, amely ezeket az élőlényeket arra képesíti, hogy asszimiláló klorofillsejtjeiknek épségben tartása mellett a talaj ezen mélyebb szintjeiben létüket fenn tudják tartani. A végzett kísérletek azt mutatták, hogy a talaj mélyebb szintjeiből kiásott és kitenyészített moszatok a fény teljes elzárása mellett is önálló telepeket alkotnak és eredeti zöld színüknek megtartása mellett éveken át életben maradnak. Életben maradnak akkor is, ha minden szerves anyagtól megtisztított kvarchomokon neveljük őket és táp-

lálkozásuk céljából kizárólag szervesetlen sókat bocsátunk a rendelkezésükre.

A kérdés megoldásánál első sorban meg kellett vizsgálnunk, mi történik a nap fényenergiájának, vagy jobban mondva sugárzó energiájának azzal a látható részével, amely az asszimiláció szempontjából a legfontosabb.

Az idevonatkozó vizsgálataink azt mutatták, hogy ez a fényenergia behatol ugyan a talajba, azonban behatolása közben a mind mélyebben és mélyebben fekvő talajszintek elnyelik és elnyelés után mind nagyobb és nagyobb hullámhosszúságú, már nem látható infravörös sugarakká alakítják át őket. A megállapítás természetszerű következménye volt, hogy meg kellett vizsgálnunk az infravörös sugaraknak ezen élőlények asszimilatórikus életműködésére gyakorolt hatását. A kísérletek azonban azt mutatták, hogy a sugarak e szempontból hatástalanok és így a probléma kielégítő megoldása céljából a talajban rejlő más energiaforrásokat kezdtünk felkutatni. Így jutottunk el a talaj rövidhullámú sugarainak a vizsgálatához. Az annakidején fennálló felfogás és feltevések értelmében a talaj által kibocsátott rövidhullámú áthatoló sugarak forrását a talaj rádium, thorium, aktinium és urán tartalmában kellett keresnünk. Közismert tény, hogy a talaj rádium és thorium tartalma, ha nem is jelentékeny, mégis majdnem minden esetben kimutatható és ezenfelül főleg a rádium, thorium és uránium csoportokba tartozó elemek átalakulásakor keletkező emanáció is kimutatható. Az idevonatkozó rendelkezésünkre álló adatok szerint a talajok rádium, uránium és thorium tartalma azok összetétele szerint meglehetősen változó. Stoklasa és Holmes adatai szerint a talajok grammonként nagyjában a következő rádiummennyiséget tartalmazzák:

Vályogtalaj	$3 \cdot 0 \times 10^{-12}$ gr
Agyagtalaj	$1 \cdot 6 \times 10^{-12}$ „
Meszes talaj	$0 \cdot 75 \times 10^{-12}$ „
Homokos talaj	$0 \cdot 28 \times 10^{-12}$ „

Viszont egyes kőzetek rádium- és thoriumtartalma ugyancsak Stoklasa szerint nagyjában a következő:

	Rádium	Thorium
Gneisz	$2-5 \times 10^{-12}$ gr	$1-3 \times 10^{-5}$ gr
Vasérc	$3-7 \times 10^{-12}$ „	$8-13 \times 10^{-5}$ „
Mészkö	$0 \cdot 6-1 \cdot 4 \times 10^{-12}$ „	$2-3 \times 10^{-5}$ „
Dolomit	$0 \cdot 6-1 \cdot 4 \times 10^{-12}$ „	$2-5 \times 10^{-5}$ „

Bazalt	4.0×10^{-12} gr	nincs adat
Gránit	4.2×10^{-12} „	„

Miután ezek közül az elemek közül egyelőre csak uránvegyületeket tudtunk megszerezni, ezeknek biológiai hatását vettük vizsgálat alá. Csak a legutóbbi időben tudtuk a német birodalmi kutatásügyi tanács által rendelkezésünkre bocsátott tiszta uránnal az első összehasonlító vizsgálatokat elvégezni. Az a körülmény, hogy az uránvegyületek biológiai hatást fejtenek ki, nem volt új előttünk. Ezirányban ugyancsak Stoklasa és munkatársai eredményekhez jutottak. A magunk részéről megkíséreltük most már, hogy az uránvegyületeknek a befolyását kezdetben alacsonyabbrendű, később a magasabbrendű növények asszimilatórikus tevékenységénél és klorofillképzésénél kimutassuk.

E kutatásaink a jelzett irányban egyelőre nem vezettek pozitív, világosan kimutatható eredményekhez. Azonban ezeknek a lefolytatása közben észrevettük azt az eddig még nem ismert és ki nem mutatott jelenséget, hogy a magasabbrendű növények fénytől elzárt csiranövényei az uránvegyületek által kibocsátott kemény gammasugarak hatására ingermozgásokat végeznek.

Ennek a ténynek a felismerése vezetett azután bennünket a további kutatások döntő jelentőségűvé vált új irányához.

Mindenek előtt el kellett most döntenünk, hogy az urán által kibocsátott sugarak közül melyek azok, amelyek ezeket az ingermozgásokat előidézik. A korpuszkuláris sugarak közül az α sugarak kis hatótávolságúak és csekély áthatolóképességük következtében már eleve kikapcsolhatók voltak. A szintén anyagi természetű β sugarakat is mellőzhettük, mert az ezirányban végzett kísérletek világosan megmutatták, hogy a növények ingermozgásait elsősorban az uránvegyületek által kibocsátott rövidhullámú, áthatoló gamma-sugarak váltják ki.

Különösen fontos volt annak a felismerése, hogy e sugarak vastag fémlemezeken áthatolnak és erősségük a távolság négyzetével fordított arányban csökken és így minden kétséget kizáróan az elektromagnetikus rezgésekből álló gammasugarak csoportjába tartoznak.

Miután pedig a távolság szerint változó erősségük szerint kezdetben negatív, majd később világosan felismerhető határsáv után pozitív ingermozgásokat váltanak ki, úgy ennek a határsávnak a meghatározása lehetővé tette, hogy a távolsági törvény alapulvétele mellett erősségüket biológiai úton meghatározhassuk

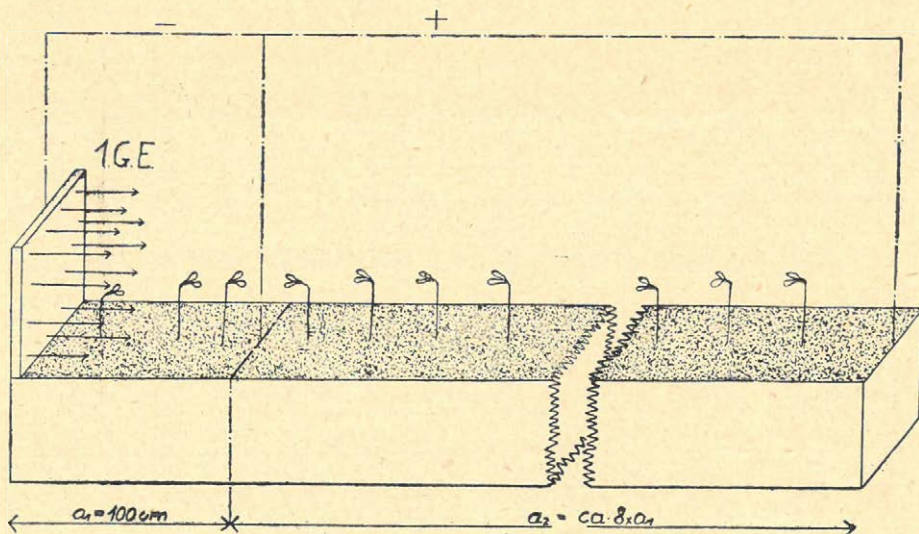
A sugárzás erősségét a felület egységére vonatkoztatott anyagmennyiséggel mértem és egységül az úgynevezett gammaegységet GE választottam. Ezalatt a biológiai mérőegység alatt azt a felület és az anyag egységére vonatkoztatott sugárintenzitást értem, amely a pozitív és negatív ingermozgások határát a borsó csiranövényeinél 1 m távolságban váltja ki. Ha a gammaegységet I -vel, a mérendő sugárzás mennyiségét I_1 , a hozzájuk tartozó távolságokat a t és t_1 betűkkel jelzem, úgy világos, hogy távolsági törvény alapján

$$\frac{I}{t^2} = \frac{I_1}{t_1^2} \text{ és így } t_1 = t \sqrt{\frac{I_1}{I}} \text{ illetőleg}$$

$$I_1 = I \left(\frac{t_1}{t} \right)^2 \text{ ahol } t = 100 \text{ cm és így}$$

$$I_1 = \left(\frac{t_1}{100} \right)^2 \text{ ha } I = 1 \text{ GE}$$

Az első idevonatkozó kísérleteket uranylitráttal végeztük. A GE előidézéséhez ezek szerint 0.28 gr/cm^{-2} uranylitrátra $UO_2/NO_{3/2}.6H_2O$ van szükség. E kísérletek folyamán egyúttal azt is sikerül beigazolnunk, hogy a pozitív ingerhatás végső határa kerekén a negatív hatótávolság nyolcszoros értékénél fekszik. Ha a negatív



1. ábra. A gammaegység vázlatos feltüntetése,

(—) távolságot a_1 -el, a pozitív (+) távolságot a_2 -vel jelzem, úgy az összhatás távolsága $A = a_1 + a_2 = a_1 + 8a_1$ értékkel lesz egyenlő (l. 1. sz. kép). Ezzel a fontos felismeréssel egy olyan eljárásnak jutottunk birtokába, amelynek a segítségével a módszer biológiai természete által megadott hibahatárokon belül az elemek rövidhullámú, biológiailag tevékeny sugarait kvantitatív értelemben is meg tudtuk határozni.

E kísérleti sorozatok lefolytatásánál az a feltevés vezetett bennünket, hogy a sugárzás jelensége kizárólag a már említett ú. n. rádioaktív elemek sorára van korlátozva, ez utóbbiak közé sorolva természetesen az ezirányban már korábban kivizsgált rubidiumot és a káliumot is.

Az urán vegyületek sugárzására vonatkozó kutatásainkkal párhuzamosan a talajok rövidhullámú sugárzásának a vizsgálatát is megkezdettük. Ezeket vékonyfalú üveg- és ónedényekben vizsgáltuk, miközben a megfelelő ellenőrzés foganatosítása céljából biztonság kedvéért a tartóedények sugárzását is vizsgálat alá vettük.

Ezeknek az előzetes kísérleteknek a során jutottunk annak, a későbbi kutatásaink további menetére olyan nagy fontossággal bíró ténynek megállapításához, hogy ezek az eddig inaktívnak hitt elemekből, illetőleg vegyületekből álló anyagok is biológiailag világosan kimutatható rövidhullámú, áthatoló sugárzást bocsátanak ki magukból.

Ezek után a tapasztalati tények és megfigyelések után érelődött meg bennem a gondolat, hogy a továbbiakban az egyes elemeket, illetőleg, ahol ezek elemi alakban a rendelkezésemre nem állottak, ezeknek vegyületeit is a már korábban kidolgozott biológiai módszerünkkel, sugárzásuk szempontjából megvizsgáljam.

Itt meg kell még jegyezni, hogy a biológiai kutatásokkal párhuzamosan az említett anyagokat a Wulf-féle egyfonalas elektrométerrel is megmértem, az irodalomban részletesen leírt módszerek alapulvétele mellett.

Ennek az elektrométernek az érzékenysége kb. 10^{-3} Volt feszültségig terjed és e tekintetben lényegesen csak a Hoffmann és Pforte-féle duans és a Hoffmann-féle vakuum duans elektrométerek mulják felül 10^{-4} , illetőleg ez utóbbi közel 10^{-5} Volt érzékenységi határaikkal.

Ezek a hosszabb időn keresztül folytatott rendszeres fizi-

kai vizsgálatok meggyőztek azonban arról, hogy az urán és thorium vegyületeken kívül még a biológiai szempontból leghatékonyabbnak bizonyult elemek (*Mg, Na, W, Ti, Cl, N*, stb.) aktivitása sem volt a készülék segítségével megbízható módon kimutatható.

E tekintetben ismeretes egyébként, hogy a radioaktív sugárzás kimutatására használt elektrométerek nem a sugárzást közvetlenül, hanem ennek a levegő molekuláira gyakorolt ionizációs hatását mutatják ki. Ezt a hatást elsősorban a korpuszkuláris természetű α és β sugarak váltják ki. Ez utóbbiak ionizációs hatását azonban csak 10^{-3} -t teszi ki az α sugarak hatásának; az eddig ismert és a vizsgált γ sugarak hatása pedig csak 10^{-5} -t éri el az α sugarak ezirányú tevékenységének.

Joggal tételezhettem fel tehát, hogy mindaddig, amíg a kérdés lényegét megfelelő fizikai módszerekkel felismerni nem sikerül, úgy az eddigi tények ismerete felette valószínűvé teszi, hogy itt igen hatékony kvantumokból álló kemény, rövidhullámú, áthatoló sugarakkal van dolgunk, amelyeknek ionizációs hatása olyan kismérvű, hogy ezt — legalább is a rendelkezésemre álló Wulf-féle egyfonalas elektrométerrel — megbízhatóan kimutatni nem sikerül. Az eddig ismert elektromagnetikus rezgésekből álló sugarak hullámhossza meglehetősen tág határok között változik. E tekintetben álljanak itt tájékozássul *Dobler* összeállítása szerint a következő adatok:

Kozmikus ultrasugarak	0.000,000,000,1—0.000,000,000,000,1 mm
Gammasugarak	0.000,000,05 —0.000,000,000,1 mm
Röntgensugarak	0.000,01 —0.000,000,05 mm
Ultraibolyasugarak	0.000,4 —0.000,01 mm
Látható sugarak	0.000,8 —0.000,4 mm
Ultravörös sugarak	0.343 —0.000,8 mm
Eddig még nem eléggé ismert sugársáv	10 cm —0.343 mm
Ultraibolya sugarak	10 m —10 cm
Elektromos rövidhullámok	100 m —10 m
Drótnélküli távíró sugarai	30,000 m —100 m

Mindezek egybevetésével neveztem el ezeket az egyelőre csak biológiai úton, tehát a növények rendkívül érzékeny sejtleletani ingerkészülékével és a kiváltott ingermozgásokkal kimutatható sugarakat rövidhullámú, áthatoló biosugaraknak.

A további kísérleteim során, amíg az imént vázolt felismerésig el nem jutottam, az urán ismert radioaktív sajátosságaira vo-

natkoztattam a mérési eredményeimet. Az urán Curie egységekben kifejezett aktivitása 3.33×10^{-7} értéknél fekszik, ahol $1 \text{ Curie} = 2.75 \times 10^6$ elektrostatikai egységgel.

Miután annakidején még nem ismertük az *N* és *O* sugárzó-aktivitását, úgy a korábbi közleményeimben az uranyl-nitrát sugárzását energetikai értelemben egyedül az uránra vonatkoztattam és a gamma-egység értékét méréseim alapján

$$G E = \frac{2.16 \times 10^{-8} \text{ Curie}}{\text{cm}^2}$$

egyenlettel fejeztem, illetőleg számítottam ki.

A legújabb kutatásaim eredményeinek mérlegelése azonban arra indított, hogy az általunk kimutatott és felismert biosugarak energetikai jellemzésénél ezeknek radioaktiv értelemben vett energetikai kifejezését egyelőre mellőzzem. Ezeknek a kvantitatív kifejezésére, amíg fizikai mérésük és jellemzésük lehetséges lesz, kizárólag az általunk kifejtett biológiai ingerhatás egységét, a gammaegységet fogom a továbbiakban használni, a borsónak mint kísérleti növénynek alapulvétele mellett.

Már korábban említettem, hogy a pozitív értelmű ingerjelenségek fellépéséből jogosan következtethettünk arra, hogy a növények növekedésüknél és fejlődésüknél ezeket a rövidhullámú, igen hatékony kvantumokból álló sugarakat hasznosítani tudják. Miután pedig a termőtalaj nem egyéb, mint az általunk aktivának felismert elemeknek és vegyületeiknek az elegye, joggal feltételezhettük, hogy ha egyenlő összetételű kísérleti talajokba az elemeket vagy vegyületeiket zárt tartókban behelyezzük és ezáltal az alapanyaghoz viszonyított pozitív többlethatást hozunk létre, akkor ezek nagy áthatolóképességüknél fogva megfelelő fiziológiai hatást fognak létrehozni. Hogy a természetes állapotot jobban megközelíthessük, nem felülről sugároztuk be a növények földfeletti részeit, hanem a hatóanyagokat a talajban helyeztük el.

A most mondottak alapján tehát vizsgálatainkat két csoportban fogom ismertetni. Az első csoportban az elemek által kibocsátott biosugarak által előidézett ingermozgásokat és a sugárzás biológiai úton való mérését, a másodikban pedig a biosugárzás által a növények növekedésére és anyagtermelésére gyakorolt élettani hatást fogom ismertetni.

I. A biosugarak fizikai ingerhatása és a sugárzás biológiai úton való mérése.

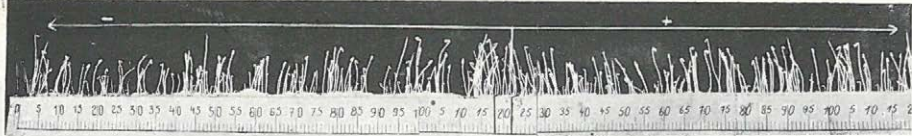
a) A kísérleti módszer leírása.

Mielőtt a kísérleti eredményeket közelebbről ismertetném, röviden néhány szót szeretnék szólni a kísérleteknél alkalmazott vizsgálati eljárásokról. A vizsgálati módszerek a kutatások időrendi sorrendjében természetesen megfelelő változásokon mentek át. Kezdetben, amikor még nem ismertük fel, hogy a radioaktív anyagokon kívül a többi anyag is rövidhullámú sugárzást bocsát ki magából, vizsgálati eljárásaink több hibaforrást rejtettek magukban és így a kapott eredmények nem minden tekintetben voltak kifogástalanok.

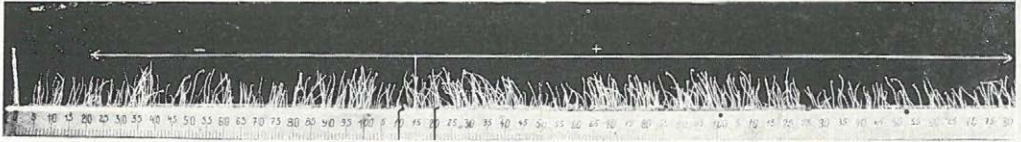
Később, amikor az anyag általános sugárzásának a felismerésénél rájöttünk arra, hogy a kísérletek közelében a laboratóriumban elhelyezett műszerek és készülékek mind kisebb-nagyobb mértékben sugárzást bocsátanak ki magukból, úgy fokozatosan igyekeztem ezeknek a zavaró hatását kiküszöbölni. Kezdetben azt hittük, hogy a vizsgálatoknál sugárzásmentes teret sikerül majd létesítenünk. Mikor azután láttuk, hogy a sugárzásmentes tér létesítésénél alkalmazott anyagok, így többek között a vas, aluminium, vagy az ólom szintén kisebb-nagyobb mértékben aktívak, eltértünk e feltevésünktől és a továbbiakban arra igyekeztünk, hogy a vizsgálatokat lehetőleg egyenlő sugárzású térben folytassuk le. Kísérleteinket tehát vagy vékony üveggel, vagy még ennél is gyengébben sugárzó feketére festett kemény papírból készült fedőkkel borítottuk be. Így sem lehetett természetesen kiküszöbölni a fedőanyag bizonyos mérvű sugárzásának a hatását, amint azonban az eredmények mutatják, e körülményt minimális mértékre tudtuk csökkenteni.

Nagyon fontos, hogy a vizsgálatok alatt a helyiségnek páratartalma és hőmérséklete közel egyenlő maradjon és természetesen kiváló fontossággal bír, hogy a megkezdett kísérleteket minden világosságtól, vagy fényforrástól elzárjuk és azokat befejezésük előtt semmiféle formában meg ne világítsuk. A helyiséget szintén zárva kell tartani, mert a ki- és bejárással levegőáramlatok keletkeznek a szobában, amelyek hydro- vagy thermotropizmust idéznek elő és így zavarólag hatnak. Lehetőleg nagy helyiségekben kell dolgozni és lehetőleg úgy, hogy a kísérletek a falsugárzás kiküszöbölése céljából a helyiség közepén foglaljanak helyet.

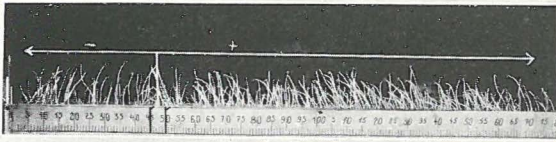
Kezdetben cserepekbe vetettük el a kísérleti növényeket.



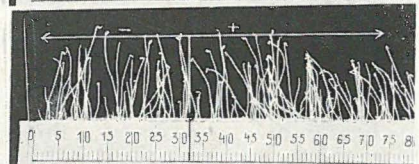
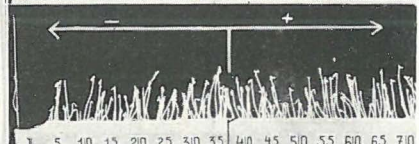
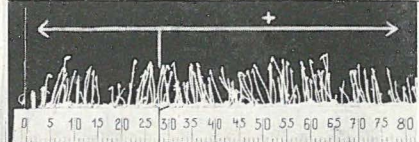
2



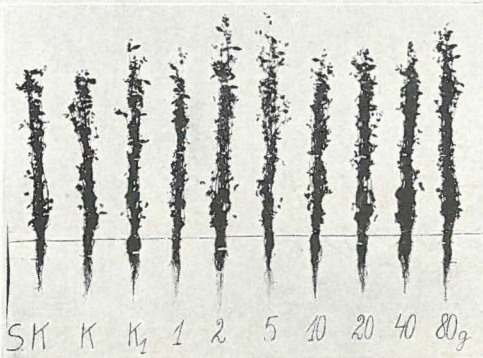
3



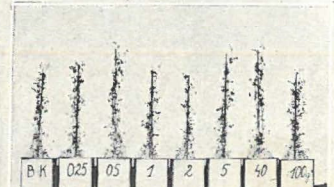
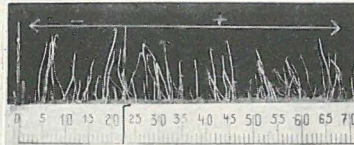
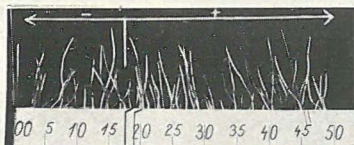
4



5

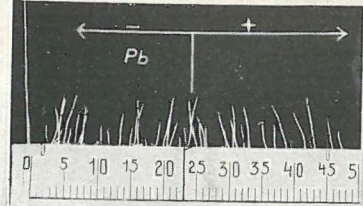


13

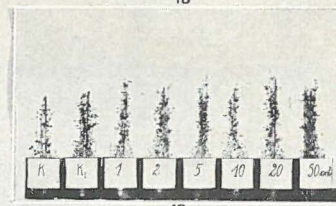


10

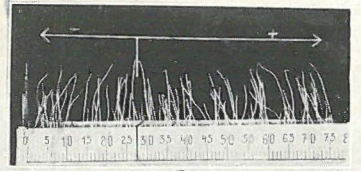
11



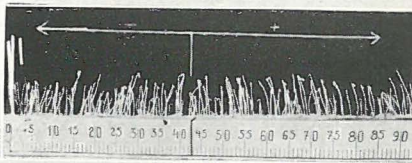
8



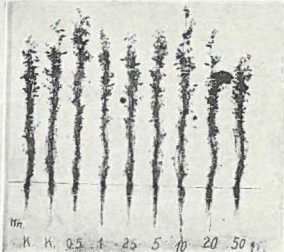
12



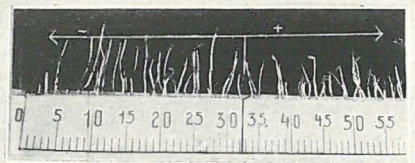
7



9



14



6

2. ábra. A KCl sugárzásának ingerhatása 0.47 gr/cm^2 $t = 1.22 \text{ cm}$. 3. ábra. A Na sugárzásának ingerhatása 0.44 gr/cm^2 $t = 110-120 \text{ cm}$ (115 cm). 4. ábra. A S sugárzásának ingerhatása 0.28 gr/cm^2 $t = 45-50 \text{ cm}$. 5. ábra. A Sn sugárzásának ingerhatása és abszorpciója felülről lefelé 0.54 gr/cm^2 , 1.08 r/cm^2 sugárzásának áthatolása 1.2 mm vastag ólomlemezben. 6. ábra. A C sugárzásának ingerhatása 0.109 gr/cm^2 . 7. ábra. H_2O sugárzásának ingerhatása 0.34 gr/cm^2 . 8. ábra. A Pb sugárzása, fent 0.6 mm , lent 1.2 mm vastag lemez. 9. ábra. A K sugárzásának ingerhatása 0.29 gr/cm^2 $40-42.5 \text{ cm}$. 10. ábra. A SiO_2 sugárzásának ingerhatása 0.47 gr/cm^2 $20-22.5 \text{ cm}$. 11. ábra. H_3BO_3 sugárzásának hatása a borsó növekedésére és asszimilatorikus anyagtermelésére. 12. ábra. H_2O sugárzásának hatása a borsó növekedésére és asszimilatorikus anyagtermelésére. 13. ábra. A S sugárzásának hatása a borsó növekedésére és asszimilatorikus anyagtermelésére. 14. ábra. A Mn sugárzásának hatása a borsó növekedésére és asszimilatorikus anyagtermelésére.

A 11–14. ábrán. K = üres ellenőrző kísérlet. — K_1 = ellenőrző kísérlet üres kémcsővel. KV = ellenőrző kísérlet 20 ccm dest. vizet tartalmazó kémcsővel.

Később hosszú, fából készült vályukat alkalmaztunk. A hatóanyagokat ott, ahol ez lehetséges volt lemez formában (pl. ónnál, cinknél, vasnál, réznél, wolframnál stb.) minden burkolóanyag nélkül alkalmaztuk. Ahol poralakú vagy kristályos állapotban lévő elemekkel, vagy vegyületekkel dolgoztunk, ezeket vékonyfalú küvetákba helyeztük, amely küvetáknak a belső átmérője a 3–4 mm-t nem igen haladta meg. Miután maga a sugárzó anyag is elnyeli a sugárzás egy részét és az elnyelés annál nagyobb mérvű, minél kevésbé aktív anyaggal van dolgunk, természetesen igyekezni kell mindig arra, hogy a sugárzó anyag lehető vékony rétegével kísérletezzünk. Hasonlóképpen ügyelni kell arra is, hogy a sugárzóanyag vastagsága egyenletes legyen és a küvetát a kristályos, vagy poralakú anyaggal egyenletesen telítsük. A sugárzó anyagot mindig úgy kell elhelyezni, hogy ennek felülete a vályu hossz tengelyére pontosan merőleges legyen. Ha az anyag esetleg ferde szög alatt hajlik el ettől a merőleges iránytól, szintén zavaró körülmények lépnek fel, amelyek a hatás elbirálását megnehezítik. Az eredmények kiértékelésénél figyelembe kell vennünk természetesen azt a körülményt is, hogy a sugárzó anyagokat tartó üvegedények maguk is sugároznak. Ezeknek a sugárzását tehát, amint a függelékben felvázolt néhány példa mutatja, előzetesen meg kell határozni és ezt a számításnál tekintetbe kell venni. Ha ezt meg nem tesszük, az elkövetett hiba annál nagyobb lesz, minél kisebb a vizsgálandó anyag sugárzása.

Figyelemmel kell lenni továbbá még arra a körülményre is, hogy a csiranövények egyéni diszpozíciójuk következtében nem egyformán reagálnak a rövidhullámú sugarak hatására. Ezért a kiértékelésnél statisztikai módszerrel dolgozunk és a pozitív és negatív befolyásolás határát ott vettük fel, ahol a számolásnál rendszerint alkalmazni szokott 5 cm széles sávon belül az ellentétesen befolyásolt növényegyedek száma kb. 50–50 %-ot tett ki. A határsáv egyébként meglehetősen határozottan jelentkezik, amely körülményt a példaképpen közölt fényképfelvételek világosan igazolják. Miután a különböző anyagok éppen úgy, mint a radioaktív elemek és vegyületeik különböző hullámhosszúságú sugarakat bocsátanak ki, ezek eltérő biológiai hatása következtében helyenként szintén egyenetlenségek lépnek fel. Ha azonban a sugárzást magát kevésbé aktív elemekkel, így pl. ólommal kiszűrjük, a biológiai hatás is tisztábbá és zavarta-

lanabbá válik. E téren egyébként még a további vizsgálatoknak kell a sugarak hullámhosszát és az ezzel összefüggő biológiai hatékonyságuk változását felderíteni.

A kísérleti berendezés szerkezete lényegileg a gamma-sugarak hatására van felépítve. Közismert jelenség, hogy az alfasugarak hatótávolsága kicsi, tehát alig néhány centiméter, ugyanez áll bizonyos fokig az anyagi természetű béta sugarakra is. De egyébként is, amint a vizsgálatok és a csatolt képek mutatják, a távolsági törvény olyan jelentékeny, hogy ha a sugárzó anyag közelében számolnunk is kell bizonyos mérvű elsődleges vagy másodlagos anyagi sugárzással, nagyjában az eredményeket túlnyomórészt a rövidhullámú biosugarak hatására kell visszavezetni.

b) A kísérleti eredmények megbeszélése. (L. 2—10. ábrát.)

Amint a csatolt 2. sz. táblázat mutatja, a rendelkezésünkre álló, rádioaktívnak ismert elemekkel, tehát az uránnal, thoriummal, káliummal és rubidiummal együtt ezideig 54 elem, illetve ezek vegyületeinek bio-sugarait sikerült világosan kimutatnunk és a már felvázolt biológiai módszereinkkel mennyiségileg is megmérnünk. Az eredményeket több különböző időben és különböző helyen lefolytatott párhuzamos kísérlet alapján vázoltuk fel. A 3. számú táblázatban a bio-sugarak erőssége szerint is csoportosítottuk az eddig megvizsgált elemeket. A legtöbb esetben, ahol elegendő anyag állt rendelkezésünkre, a hatóanyagokat különböző vastagságban alkalmaztuk, hogy ezáltal biztosabb eredményekhez jussunk. Az egész kérdéskomplexum lényegének felderítése céljából különösen fontos volt annak a felismerése, hogy a sugárzás erőssége teljesen független volt attól, hogy az egyes elemek külön-külön tiszta állapotban lettek-e megvizsgálva, vagy vegyületeik sugárzása alapján állapítottuk meg aktivitásukat. Idevonatközlőleg a függelékben közlök néhány jellemző számítási példát. E körülmény felderítése tette lehetővé, hogy a különböző elemek sugárzását a már ismert sugárzású és tiszta állapotban meghatározott elemekkel alkotott vegyületeik bio-sugárzása alapján tudtuk meghatározni. Ahol lehetséges volt, az egyes elemeket több vegyület vizsgálata alapján határoztuk meg és számítottuk ki. Az első számú táblázat megfelelő rovatában

felsoroljuk mindazokat a vegyületeket, amelyek vizsgálata alapján azokat az elemeket, amelyeket elemi állapotban nem sikerült megszerezniünk, ezek sugárzásának közvetett meghatározásánál felhasználtunk.

Hangsúlyoznunk kell, hogy az alkalmazott módszer természetesen nem teszi lehetővé azt a szabatoságot, amelyet a fizikai módszerek biztos alkalmazása nyújt. Miután azonban ez utóbbiakat a rendelkezésünkre álló műszerek elégtelen volta következtében legalább egyelőre nem lehetett használni, nem volt más hátra, mint a méréseket a növény ingerélettani készülékeinek nagy érzékenységre alapított biológiai módszerünkkel mérni. Természetesen a módszer alkalmazásánál nem lehetett a számítások alapjául szolgáló és a pozitív és negatív ingerhatások határát jelző sávot milliméter vagy centiméter pontossággal megállapítani. Eredményeinket tehát úgy számítottuk ki, hogy amint már említettem, 5 cm széles határsávokat vettünk fel és így a minimális értékeket a sáv negatív, a maximális értékeket pedig a sáv pozitív oldalára vonatkoztattuk. Meg vagyok győződve róla, hogy a vizsgálatok további elmélyítése a most egyelőre tájékozásul megadott határértékek kilengéseit még szűkebb keretek közé fogja összeszorítani. A magam részéről azonban helyesebbnek tartottam egyelőre a legkisebb és a legnagyobb határértékek több átlagadat alapján képzett nagyságát megadni, mint a sugárzás erősségét esetleg tizedes pontossággal felvázolni.

Ez utóbbi eljárásnak, ha figyelembe vesszük a módszer természetes és el nem kerülhető hibahatárait, nem lett volna meg a kellő tárgyi alapja. A kutatások mostani állapotában részemről a fősúlyt nem is helyeztem a sugárzás erősségének pontos és fizikai értelemben vett szabatos megállapítására. Ez a jövő feladatát képezi. A mostani kutatásainknak célja elsősorban a sugárzás bizonyítása és azon viszonylagos értékek felismerése volt, amelyek alapján nagy vonásokban erről az eddig még nem ismert jelenségről tájékozást szerezhetünk. A függelékben csatolt számítási példák azonban meggyőznek bennünket arról, hogy az alkalmazott biológiai módszer adott és el nem kerülhető hibahatárain belül az elemek és vegyületeik sugárzását ma már kielégítő biztonsággal és határozottsággal megállapíthatjuk és kiszámíthatjuk. Az eredmények egyébként világosan beigazolják, hogy a megvizsgált 50 nem radioaktív tulajdonságokkal rendelkező elem rövidhullámú, erősen áthatoló biosugarakat bocsát ki

magából, amelyek a növényeknél, illetőleg ezek csira-növényeinél erősségük szerint pozitív és negatív irányú ingermozgásokat idéznek elő. Ennek az ingermozgásnak a hatótávolsága alapján a sugárzás erősségét az általunk alkalmazott és kidolgozott egyszerű élettani módszerrel — a módszeradta határokön belül — kellő biztonsággal lehetett felismerni és megmérni.

Tájékoztatóul meg kell még jegyezni, hogy a sugárzás erősségét mindig a felület nagyságára és az anyag egységére számítottam át. Az anyag természetesen minden irányban sugároz.

Mi felületi sugárzást vizsgáltunk, ahol ha el is hanyagoljuk a vékonyabb oldalak sugárzását, kétoldali sugárzással kell számolnunk. Vizsgálatainknál azonban a leghelyesebb, ha csak az egyik oldalfelület sugárzását vesszük figyelembe, ezt mérjük és ennek az erősségét vonatkoztatjuk az anyag és a sugárzó felület egységére. Az ábrákon egyébként néhány abszorpciós kísérletet is bemutatok, amelyek világosan igazolják, hogy a gyengébb sugárzású ólom csak egy részét nyeli el a hatóanyag által kibocsájtott sugaraknak, a többi természetesen áthatol rajta. A kérdés elbírálásánál tekintetbe kell vennünk, hogy az elnyelő anyag után jelentkező sugárhatást nemcsak kizárólag az áthatoló sugarak váltják ki, hanem itt még az elnyelő anyagban előidézett másodlagos sugárzást is tekintetbe kell vennünk. A kétőt azonban egymástól egyelőre még elkülöníteni és számszerűleg elválasztani nem lehetett. De anélkül, hogy erősebben elnyelő anyagot alkalmaznánk, már azok a közölt kísérletek is meggyőzhetnek bennünket a sugarak erős áthatoló képességéről, amelyeknél fémlemezket alkalmaztunk egymás mögött. Ilyenek pl. a rézzel, ónnal vagy alumíniummal végzett 5. és 8. ábrán bemutatott kísérletek. Ezeknél a kísérleteknél a lemezeket egymástól 0,5—1 cm távolságra helyeztük el és így világos, hogy távolsági törvény szigorú értelmében jelentkező sugárhatás csakis a sorrendben elhelyezett első lemezből kiinduló és a másodikon áthatoló, illetve ezután a második sugárzásával egyesített erővel ható összsugárzása idézhette elő. Rá kell végül még ismételtén mutatnom arra is, hogy amint a kísérletek megmutatták, a teljes hatótávolság kb. a negatív hatás nyolcszoros értékénél fekszik. Ezt a határt azonban koránt sem lehet olyan élesen megállapítani, mint a pozitív és negatív hatás határát. Ez az érték tehát csak megközelítőleg és nagy vonásokban értendő. Megnehezíti a meghatározását az a körülmény is, hogy a sugár-

zás erősségének gyengülésével a térben ható egyéb sugarak és ingerhatások mind jobban érvényesülnek és ezek azután az éles határ megvonását nagyon megnehezítik.

II. A biosugaraknak a növények növekedésére és asszimilatórikus anyagtermelésére gyakorolt hatását igazoló kísérletek.

a) A kísérleti módszer leírása.

A kísérleti módszerek itt is egyszerűk voltak. Tenyészedényül aránylag gyengén sugárzó agyagedényeket választottunk, amelyeknek sugárzása kb. $0.08-0.1$ GE/gr cm^2 volt. Kísérleti növényül az egységes eljárás és az eredmények biztosabb összehasonlítása céljából itt is a borsót választottuk, amely növény ebből a szempontból különösen reakcióképesnek bizonyult.

Hogy a tenyésztalaj esetleg optimumban lévő tápanyagai a sugárzás hatását háttérbe ne szorítsák, tápanyagban viszonylag szegény kvarchomokkal dolgoztunk, amelyből az egyes tenyészedények $8-9$ kg mennyiséget fogadtak magukba. A homok aktivitása $0.079-0.096$ GE, kémhatása $\text{pH}=6.35$, humusztartalma 0.094% , mésztartalma 0.9% , össznitrogéntartalma 22 mg 100 gr, nitráttartalma pedig 0.61 mg/ 100 gr volt. Könnyen oldódó P_2O_5 tartalma az Égner-féle laktáteljárással meghatározva 0.21 mg/ 100 gr és az *Aspergillus* eljárással megállapított könnyen oldódó káli tartalma 105 mg volt. A vízfogadóképességét a Mitscherlich-Schübler-féle eljárással határoztuk meg. Ennek értéke 21% volt. A talaj víztartalmát az összes tenyészedényekben a borsó számára már korábban meghatározott $65-70\%$ -os telítettségi fokon tartottuk. A kísérletek keresztülvitelénél természetesen a fény és a hőmérsékleti faktor egyenletes színvonalon való tartására különös gondot fordítottunk.

Az egész elrendezés lényegéből következik, hogy itt is, mint a legtöbb élettani kísérletnél általában, a változó mennyiségben adagolt biofaktor — itt tehát a sugárzóanyag többlethatását — mutattuk ki a többi tényező közös szinten való tartása mellett.

Hangsúlyozni kívánom még itt azt is, hogy e vizsgálataink célja elsősorban abban állott, hogy a sugárzás biológiai hatását önmagában véve beigazoljuk. Ezek a kísérletek tehát a hatás élettani belső és mennyiségbeni összefüggéseire vonatkozólag csak általános tájékoztatást adnak. Az e téren még megoldásra váró többi problémát csak a további kutató munka fogja majd lényegileg és részletekbe menően megoldani tudni.

Az eredmények végső kiértékelését a szárazanyag-termelés pontos mérlegelésével végeztük. Idevonatkozólag néhány fontosabb kísérlet adatait az 1. sz. táblázatban közlöm.

Az ellenőrző kísérletek edényeinek a tisztaságára és az egyenlő sugárzásra különös gondot kell fordítani. Az esetleges zavaró jelenségeket azonban a huzamosabb ideig tartó kísérletezés folyamán gondos megfigyeléssel és a meg nem felelő edények kicserélésével kielégítő módon meg lehet oldani.

Az eddigiék folyamán a következő elemeket, illetőleg vegyületeket vizsgáltuk meg:

S	0.72	—	0.90
CaCO ₃	0.50	—	0.60
Fe ₂ O ₃	0.068	—	0.072
Szuperfoszfát 17 %-os P ₂ O ₅ tartalommal	0.16	—	0.18
KCl	2.81	—	3.07
MgO	3.03	—	3.16
H ₃ BO ₃	0.34	—	0.42
HNO ₃	0.26	—	0.30
H ₂ O	0.22	—	0.26
UO ₂ (NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	3.57	—	4.48
TiO ₂	3.92	—	4.20
C	0.76	—	1.05
Sb	0.35	—	0.39
Al	0.18	—	0.22
Cu	0.088	—	0.126
Zn	0.50	—	0.62
Mn	0.24	—	0.30

Amint ez az összeállítás mutatja, a fősúlyt ezeknél a kísérleteknél arra fektettük, hogy lehetőleg mindazoknak az elemeknek vagy vegyületeknek a sugárzását vizsgáljuk meg, amelyek a növények fontos és nélkülözhetetlen táplálékául szolgálnak. Az ú. n. nyomelemek közül eddig a titánt, a bort, a mangánt, a rezet, az alumíniumot, a cinket és az antimont vizsgáltuk meg.

További ezirányú kísérleteink már folyamatban vannak. Az eredmények tüzetesebb vizsgálatánál egyébként kitűnik az erősebb adagok gátló hatása is, amely körülmény különösen szépen és meggyőzően bizonyítja a sugárzás tényét.

A kísérleti borsót rendszerint a termés kialakulásáig érleltük be és a földfeletti részek szárazanyagát külön-külön mértük.

Néhány fontosabb elem és vegyület sugárzásának hatása a borsó növekedésére és asszimilatorikus anyagtermelésére, az ellenőrző kísérlet %₀-ban.

Vastagított szám = Optimumok helyei, *K* = Ellenőrző kísérlet, *K*₁ = Ellenőrző kísérlet üres kémcsővel vagy petricsészével, *K*₂ = Ell. kísérlet vízzel telt kémcsővel vagy petricsészével.

KCl

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i> ₁	<i>K</i> ₂	0.25 g	1 g	2 g	5 g	20 g	40 g	100 g	150 g	200 g	300 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	100	103	109	131	100	92	110	95	121	124	163	161	63

Szuperfoszfát

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i> ₂	0.25 g	0.5 g	1 g	2 g	5 g	10 g	20 g	40 g	100 g	150 g	200 g	300 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	102	84	117	91	80	120	118	118	115	135	118	118	114	35

MgO

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i> ₂	1 g	2 g	4 g	8 g	16 g	32 g	50 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	103	131	141	118	128	131	134	128	125	34

CaCO₃

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i> ₂	1 g	2 g	4 g	8 g	16 g	32 g	64 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	103	128	137	128	119	130	130	137	139	39

S

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i> ₁	1 g	2 g	5 g	10 g	20 g	40 g	80 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	102	112	100	156	148	123	139	143	150	56

Fe₂O₃

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i> ₁	1 g	2 g	5 g	10 g	20 g	50 g	100 g	200 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	115	114	114	158	160	116	134	103	103	60

HNO₃

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i> ₁	0.5 cm ³	1 cm ³	2 cm ³	5 cm ³	10 cm ³	20 cm ³	50 cm ³	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	132	142	147	100	162	184	149	169	84

U. n.

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i> ₁	0.005 g	0.15 g	0.5 g	1.25 g	5 g	10 g	20 g	40 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	105	119	120	122	128	128	113	100	112	28

H₃BO₃

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i> ₁	0.25 g	0.5 g	1 g	2 g	5 g	10 g	20 g	40 g	100 g	200 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	114	102	125	112	105	115	113	115	146	111	109	46

Mn

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i> ₁	0.5 g	1 g	2.5 g	5 g	10 g	20 g	40 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	123	149	147	142	154	184	175	141	84

Zn

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i> ₁	0.25 g	0.5 g	1 g	2 g	5 g	10 g	20 g	50 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	100	106	117	118	96	123	121	123	104	106	23

Al

Szárazsúly	<i>K</i>	<i>K</i>	<i>K</i> ₁	0.5 g	1 g	2.5 g	5 g	10 g	20 g	Δ% ₀ max.
Levelek, szár és termés	100	102	131	141	138	144	160	182	179	82

Az ellenőrző kísérleteknél természetesen a víz és az üvegtartók sugárzására is tekintettel kellett lenni. Az üvegtartók (petri-csésze, kémcsövek stb.) sugárzása kb. 0.006—0.01 GE körül mozog. A víz sugárzó aktivitása már sokkal jelentékenyebb és a 0.22 — 0.26 GE/gr cm² értéket éri el.

Később e hatás kikapcsolása céljából el is tekintettünk attól, hogy a hatóanyagokat vízben oldott állapotban alkalmazzuk. Ezeket azután amorfi vagy kristályos alakban porrátorve használtuk, hogy a sugárzás felületi hatását jobban fokozhassuk.

A borsóval végzett kísérletek mellett tulipánnal és jácinttal is végeztünk néhány előzetes kísérleti sorozatot. Idevonatkozólag is bemutatok a 15, 16. ábrán néhány jellemző példát. E gumós növényekkel végzett kísérleteknél természetesen a gumókban felhalmozott nagyobb tartaléktáplálóanyag-készletekre való tekintettel elsősorban a sugárzásnak a növekedés menetének meggyorsítására gyakorolt inger hatásáról kaptunk felvilágosítást.

b) A kísérleti eredmények tárgyalása.

A 11., 12., 13., 14. ábrán néhány fontosabb, a borsóval végzett kísérlet képét mutatom be. A szárazanyag-meghatározásokat az 1. sz. táblázatban foglaltam össze.

Ezek az eredmények világosan mutatják, hogy a zárt tartókban a talajba helyezett különböző anyagok által kibocsátott erősen áthatoló rövidhullámú sugarak a gyökereket körülvevő, viszonylag vastag talajrétegeken áthatolnak, ezekre fiziológiailag hatnak és a növekedést és az asszimilatórikus anyagtermelést a sugárzás erősségének mérve szerint befolyásolják. A hatás nagyon sok esetben kétcsúcú optimumgörbék kialakulásában nyilvánul meg. Ezt a jelenséget az ú. n. nyomelemek biokémiai hatására vonatkozólag már *Scharrer* is megemlíti, anélkül azonban, hogy ennek magyarázatát tudná adni. A mi eredményeinknek és a nyomelemek biokémiai viselkedésére vonatkozó észleléseknek az egybevetésével joggal következtethetünk arra, hogy ez utóbbiak élettani hatásánál kétségkívül rövidhullámú biosugárzásuknak is lényeges szerep jut.

A legnagyobb értékek, a sugárzó anyagok változó gammaegységnyi értékű intenzitásának megfelelően, a legtöbb esetben világosan kimutathatóan csökkentőleg hatottak. Miután az ellen-

őrző kísérletek kialakulását a talaj és a tenyészedények egyenlőtlen sugárzása gyakran kedvezőtlenül és zavarólag befolyásolta, az erős adagok csökkentő hatásának a sugárzás tényének a bizonyításánál különös jelentőséget kell tulajdonítanunk.

A hatóanyagok legalacsonyabb mennyiségei már olyan alacsony értékeknél hatottak, hogy ezek a tenyészedényekben adagolt teljes talajmennyiségre átszámítva már majdnem a nyom-elemek hatásának felső határértékeit közelítették meg.

A legtöbb esetben a hatóanyagok a 0·5—1·0 gr mennyisége átlag 8000 gr talajban már világosan kimutatható hatást fejtett ki. Ezek a mennyiségek pedig 100 gr talajra átszámítva 1 gr hatóanyag alkalmazása esetén 12 mg-nak, 0·5 gr-nál pedig 6 mg-nak felelnek meg.

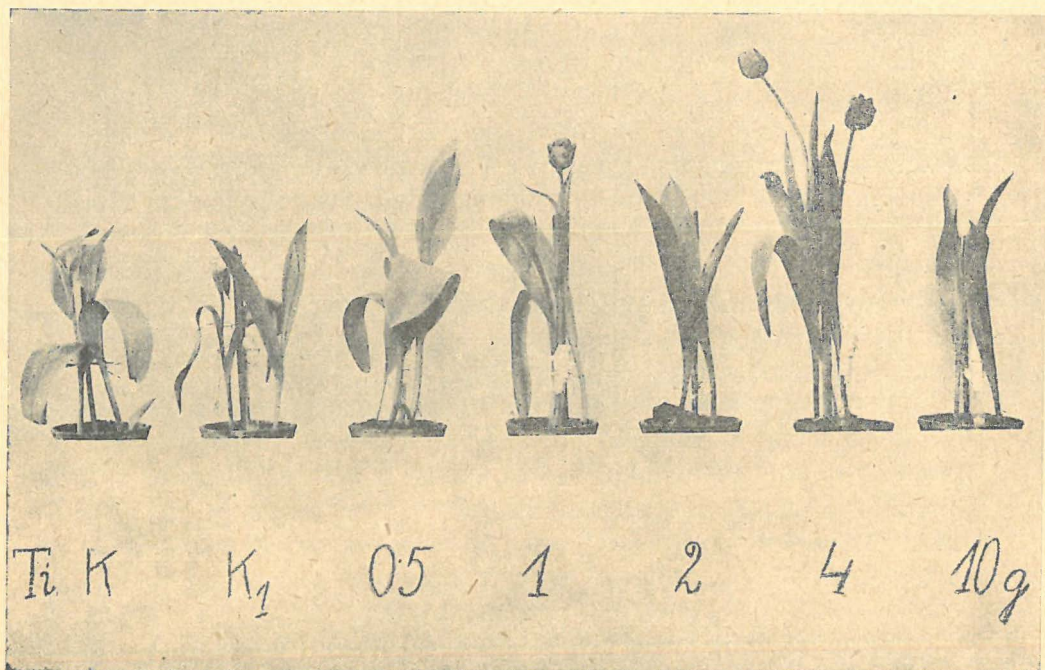
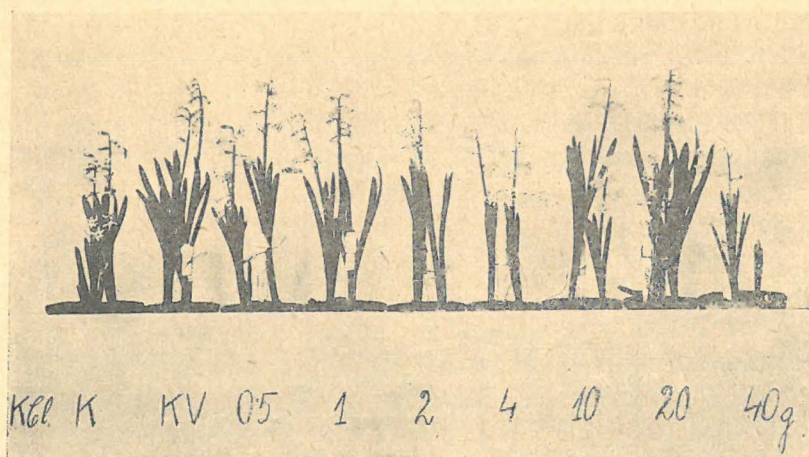
Ezek az adatok is mutatják, hogy milyen erős és hatékony kvantumokból felépített rövidhullámú sugarakkal van dolgunk. A növények növekedése és a hatóanyagok viszonylagos értékei között fennálló belső kvantitatív összefüggésekre vonatkozólag ezek a kísérleti eredmények nem adnak végleges felvilágosítást. Céljuk nem is ez volt. Ezekkel azonban — az ingermozgási kísérletekkel párhuzamosan — a sugárzás tényét és annak rövidhullámú áthatoló természetét világosan sikerült beigazolnunk.

c) A kísérleti eredmények élettani vonatkozásai.

A rádioaktív anyagokkal, így a szurokércsel, azután a rádium, a thorium, az urán és a kálium élettani hatásával már több kutató foglalkozott. E tekintetben többek között Stoklasa vizsgálataira és az általa megadott részletes irodalmi összefoglalásra kell utalnom.

E kutatások lényegileg beigazolták ugyan az említett elemek sugárzásának a növények növekedésére és asszimilatórikus anyagtermelésre gyakorolt hatását, azonban az általunk kimutatott fiziológiai ingerhatást, amely végeredményében mindeme jelenségek belső lényegének a felismeréséhez vittek közelebb bennünket, úgy látszik az alkalmazott módszerek elégtelen volta következtében egy esetben sem sikerült beigazolniok.

A mi eredményeink azonban világosan mutatják, hogy ez a sugárhatás egyáltalában nincs az ú. n. radioaktív elemek cso-

15. ábra. TiO₂ sugárzásának hatása a tulipán növekedésére.

16. ábra. A KCl sugárzásának hatása a jácint növekedésére.

A 15–16. ábra. K = üres ellenőrző kísérlet. — K₁ = ellenőrző kísérlet üres kémcsővel.
KV = ellenőrző kísérlet 20 ccm dest. vizet tartalmazó kémcsővel.

portjaira korlátozva. Ez — amint ma már joggal feltételezhető — az anyag általános sajátsága, amelynek sokkal nagyobb, szélesebbkörű és átfogóbb jelentősége van, mint eddig ezt az ú. n. radioaktív elemekre határolt felfogásunk szerint elképzeltük. Hogy a sugárzás által kiváltott ingermozgások belső fiziológiai összefüggéseinek mi a lényege és a magyarázata, arra az eddigi vizsgálatok nem adhatnak közelebbi felvilágosítást. Ezeknek a célja, amint mondtam, egyelőre a sugárhatás ténybeli bizonyítása volt. Ezért a magam részéről nem is szeretném a kísérletek eredményei által elhatárolt ténykereteket messzebbmenő spekulatív jellegű megfontolásokkal túllépni és ezzel a jövő kutató-saink további fejlődését előre befolyásolni.

Az valószínűnek látszik, hogy itt éppen úgy, mint a látható fénysugarak energiahatásánál, elsősorban a növényi ingermozgások fontos regulatív anyagának, az auxinnak a befolyásolásával van dolgunk. Egyelőre joggal feltételezhetjük tehát, hogy a biosugarakat elsősorban a növényi test, de főleg a sejtek plazmatikus élőanyagát alkotó atomok és molekulák bizonyos mértékben abszorbeálják és ennek folytán a kvantumok energiáját átveszik és átfórmálják, miközben azonban ezen erősen áthatoló sugarak egy jó része a növények élő anyagán változatlanul áthatol. A sugarak kemény, rövidhullámú természeténél fogva feltételezhetjük, hogy itt azután elsősorban a Compton-féle szórási jelenséggel van dolgunk és a kiváltott élettani folyamatot főképen az energiában viszonylag szegényebb Compton-elektronok idézik elő, miközben az energetikailag hatékonyabb fotoelektronoknak csak alárendeltebb szerep jut. A sugárhatást az alkalmazott kísérleti berendezés szerint a növények közvetlenül a földfeletti hajtások tenyészőkúpjainak auxintartalmú sejtjei útján veszik fel és fórmálják át.

A tenyésztedénykísérleteknél természetesen ezt a szerepet az alkalmazott módszer logikus folyamánnyaképpen a gyökerek veszik át. Minthogy azonban itt nemcsak ingerhatásról, hanem az asszimilatórikus tevékenység anyagtermelésének hatásfokára gyakorolt befolyásról is van szó, valószínűleg a gyökerek élő felülete először átveszi és azután továbbítja a sugárhatást. A sugárzó energia jó része nagy áthatólképessége következtében valószínűleg közvetlenül éri el a talajban a gyökérsejteket. De az említett másodlagos sugárzással is számolnunk kell, amelyet az elnyelt sugárzó energia a talaj molekuláiban vált ki. A kettőt

azonban egymástól kvantitativ elválasztani nem tudjuk. Itt egyébként is sok olyan bonyolult jelenség játszódik le, amelyeknek a felderítése még a jövő kutatások feladatát képezi.

A biosugaraknak a növények növekedésére és asszimilatórikus anyagtermelésére gyakorolt befolyását, tehát a mi idevontató tenyészedény-kísérleteinknél a gyökerek közvetítik, amelyek a sugárzást közvetlenül veszik fel. Az elsődleges sugárhatás tehát kétségkívül ingerreakció, amely az osztódás és a növekedés menetét is serkenti és gyorsítja.

Miután azonban, amintezt a szárazanyag termelésre a vonatkozó kísérletek mutatják, végeredményben az asszimilatórikus anyagtermelés energetikai műveletének a menete is erősbödik, itt már nem pusztán egyszerű ingerhatással, hanem az élő sejt energetikai munkáját növelő energiaátadással és ennek biokémiai energiává való átformálásával is van dolgunk. Hogy a gyökerek által felvett sugárzást és ezt követőleg a sejtről-sejtre menő energiaátadást a gyökérsejtektől a föld feletti szár élő sejtjeibe szintén az élő sejtek láncolata vezeti, az kétségbe alig vonható. Az eredmények tehát világosan mutatják, hogy azok az elemek és vegyületek, amelyeket eddig a növényi test kizárólagos biokémiai alapelemeinek tekintettünk, egyúttal fizikai energiaforrással is szolgálnak és így ezt a kétirányú szerepüket a jövő kutatásoknál már figyelembe kell vennünk. Joggal feltételezhetjük, hogy a nyomelemek, továbbá a növekedést előmozdító vegyületek, a hormonok, az enzimek stb. működésénél az elemek ezen energetikai hatásának is szerep jut. Erre vonatkozólag azonban természetesen csak a további kutatások fogják majd a közelebbi összefüggéseket felderíteni.

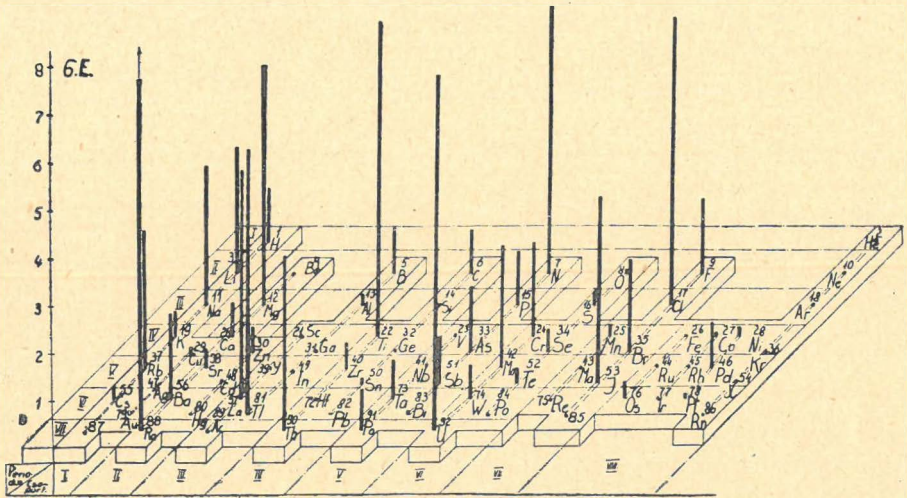
d) A biosugarak fizikai vonatkozásai.

Már a bevezetésben említettem és a továbbiakban is ismételtelen rámutattam arra a kísérleti eredmények által indokolt felismerésre, hogy ezek a biosugarak rövidhullámú, kemény, áthatoló elektromagnetikus rezgésekből álló sugarak, amelyeknek a hatása és tovaterjedése a távolsági törvény által megszabott kvantitativ keretek között megy végbe.

A gammasugarak hullámhossza meglehetősen tág határok

között mozog és közismert tény, hogy maguk a radioaktív elemek is nem egységes, hanem egymástól eltérő hullámhosszal bíró áthatoló, rövidhullámú sugárzást bocsátanak ki. Ha ezután a sugarak vastag fémlemezeken (ólom, aluminium stb.) hatolnak át, ezek őket kiszűrik, miután az abszorbens vastagságának a növekedésével a puhább, tehát a nagyobb hullámhosszú sugarakból mind több és több megy veszendőbe, míg az erősebb áthatoló képességű kemény, rövid hullámhosszújának megmaradnak.

A magunk részéről — amint már említettem, — megkíséreltük, hogy a Wulf-féle egyfonalas elektrométerrel eszközölt, szabatos fizikai vizsgálatokkal is közelebb jussunk e sugarak fizikai természetének a felismeréséhez.

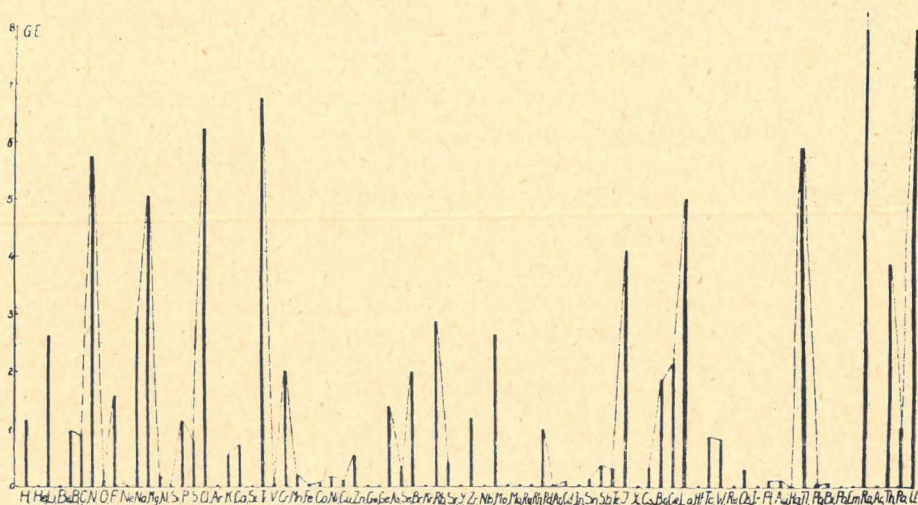


17. ábra. Az eddig mért elemek sugárzásának helyzete a periodikus rendszerben (A ritka földfémek kivételével.)

A radioaktív anyagok elektrometrikus mérése sugárzásuk ionizációs hatására van alapítva. E téren a leghatékonyabbak az alfasugarak. A béta-sugarak ionizációs hatása ezeknek alig 10^{-3} és a gamma-sugaraké már csak kb 10^{-5} részét teszi ki. Az elektrométerek tehát csak közvetett méréseket tesznek lehetővé, de mindazonáltal különösen a Hoffmann-Pforte-féle duans és a Hoffmann-féle vakuum duans elektrométerek, a Wulf-féle egyfonalas elektrométer 10^{-3} volt érzékenységgel szemben 10^{-4} , illetőleg majdnem 10^{-5} voltot elérő érzékenységi határukkal ma egyelőre a legjobb mérőeszközök arra, hogy velük, főképen a radioaktív anyagok anyagi alfa- és béta-sugarait kimutassuk,

Az elektromagnetikus gammasugarak kimutatására azonban ezek a műszerek csak a sugarak bizonyos fokú erőssége és hullámhosszuk megfelelő volta mellett, vagyis csak azon esetben alkalmasak, ha a vizsgálandó anyag olyan természetű gammasugarakat bocsát ki, amelyek a levegő molekuláit kellő mérvben ionizálni tudják.

Azok a szabatos mérések, amelyeket az általunk biológiai úton sugárzóknak talált elemekkel, illetőleg ezek vegyületeivel végeztünk, azt mutatták, hogy az általunk is megvizsgált urán, a thorium, a kálium és a rubidium vegyületeken kívül a használt egyfonalas elektrométerrel anyagi alfa- és béta, továbbá az elektromagnetikus gammasugarakat — az elektrométer érzékenysége adta keretek között — megbízható módon kimutatni nem lehet.



18. ábra. Az eddig mért elemek sugárzásának helyzete az atomsúlyok sorrendjében

E megfigyelések alapján joggal következtethetjük, hogy legalább is a megadott érzékenységi határokon belül az általunk megvizsgált nem radioaktív elemeknél sem az esetleges anyagi, sem pedig a biológiai úton kimutatott rövidhullámú γ sugárzás mérhető ionizációs hatást nem idéz elő. Ugyanekkor azonban a végzett biológiai kísérletek több elemre vonatkozólag beigazolták, hogy ezeknek a rövidhullámú sugárzása elég közel jár az urán biosugárzásának növényélettani úton mért erősségéhez.

Miután a rádióaktív elemek legtöbbször az eddig mért és ismert hullámhosszúságú sugárzását a Wulf-féle egyfonalas elektro-

méter határozottan kimutatja, úgy a megfigyelések egybevetéséből joggal és nagy valószínűséggel következtethetjük, hogy az általunk biológiai úton, tehát a növények magasfokú sejtélettani sugárérzékenysége segítségével kimutatott biosugarak csak gyenge és eddig a rendelkezésünkre álló elektrométerekkel megbízhatóan ki nem mutatható ionizációs hatást fejtenek ki. Ezeknél tehát az általuk kibocsátott rövidhullámú sugárzásnak a növények élősejtjeire gyakorolt ingerhatása gyenge ionizációs hatásuknál sokkal határozottabban volt kimutatható. *Ezért neveztem el az eddig talált sajátságuk alapján e sugarakat rövidhullámú, áthatoló biosugaraknak.*

Mélyreható, atomfizikai következtetéseket az eddigi megfigyelésekből még nem szeretnék levonni. Ami a sugárzás belső lényegét illeti, úgy az a körülmény, hogy ez a vegyületekben lévő elemeknél ezek súlyviszonyai szerint jelentkezik és az a tény, hogy ennek a nagysága az időtől, a tértől és a hőmérséklettől függetlenül mutatható ki, arra enged következtetni, hogy itt olyan primär jelenséggel van dolgunk, amely végeredményében az atomok belső szerkezetében lefolyó energetikai változásokkal van összefüggésben és ezektől nyeri az eredetét. Ezekre vonatkozólag a további szabatos felvilágosításokat csak a kutatók elmélyítése adhatja meg. Az azonban kétségtelenül biztosnak látszik, hogy itt az elemek egy általános sajátságával van dolgunk, amelynek fizikai és biológiai jelentőségét a továbbiakban gondosan fgyelembe kell vennünk.

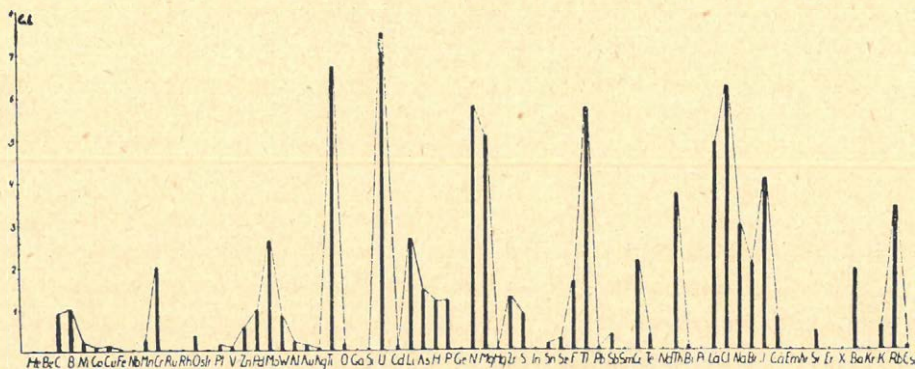
Az általunk használt biológiai módszer segítségével egyelőre csak a Beer-Lamberth-féle abszorpciós törvény alapján nyerhetünk a kimutatott biosugarak hullámhosszára megközelítő felvilágosítást.

A törvényt kifejező $I = I_0 e^{-\mu x}$ egyenletben tudvalevőleg I_0 a ráeső és I az áthatolt sugárzás erősségét, x az abszorpciós réteg vastagságát és μ az abszorpciós együtthatót jelentik. μ értéke viszont különböző, de ugyanazon s vastagságú különböző anyagokra vonatkozólag a Lénárd-féle törvény szerint $\mu/s = \text{konstans}$, egyelettal jellemezhető. A μ kimutatásánál azonban bizonyosfokú szórással is kell számolnunk, úgyhogy μ valódi értéke $\mu' + \sigma$ -al lesz egyenlő, ahol σ a szorzást és μ' a valódi abszorpciós együtthatót jelenti, melynek értéke, úgy mint a Röntgen-sugaraknál, a

hullámhossz harmadik és az abszorbens rendszámának negyedik hatványával arányos.

Megközelítőleg azonban elegendő μ nyers értékével számolnunk. Miután az abszorpciót a mi biológiai módszereinkkel már mérhetjük, ezirányú kísérleteinket, amelyekről későbbi időpontban fogok beszámolni, már folyamatba tettük.

Dacára annak, hogy a most fennálló nehézségek következtében ezideig összesen 54 elemet vizsgáltunk meg és így ahhoz, hogy kutatásaink teljesek legyenek még több fontos elem, illetőleg vegyület vizsgálata hiányzik, mégis előzetes tájékozásul a nyert értékeket mind atomsúly és rendszám, mind pedig a periódusos rendszer általános vázlatának megfelelően is felhordottuk. Ugyancsak elkészítettük az összeállítást az atomvolumen és sugárzása intenzitásának értékei közötti összefüggésre vonatko-



19. ábra. Az eddig mért elemek sugárzásának helyzete az atomvolumenek sorrendjében.

zólag is. A képek közül különösen jellemzőek azok, amelyek a sugárzási értékeket atomsúly és rendszám, továbbá atomvolumen szerinti sorrendben tünteti fel. (L. 17., 18. és 19. ábrát Itt azokat az elemeket, amelyek egymás mellett kihagyás nélkül sorakoznak, össze is kötöttük. A kép azt mutatja, hogy a legerősebben sugárzó elemeket a rendszer két oldalán, tehát a legkisebb és legnagyobb atomsúllyal bíró elemek között találjuk. Ez utóbbiak között vannak a rádium, thorium, aktinium és az uránsorozat elemei. A kép baloldalán foglalnak viszont helyet azok a könnyű atomsúlyú elemek, tehát a rubidium és a kálium, amelyeket a korábbi vizsgálatok is radioaktívknak találtak. A két elemnek a biosugárzása nem különösen nagy. Fel-

tűnő azonban, hogy egyes gázalakú elemeknek, így például a nitrogénnek és a klórnak is igen erős biosugárzása van. A titánnak a sugárzási erőssége pedig közel jár az uránnak a biológiai úton mért sugárzási erősségéhez. A legfontosabb összefüggés, amelyet ez az összeállítás nyújt, abban áll, hogy a sugárzás erőssége, amint a kép világosan mutatja, szintén periódusosan változik és ezzel már így előzetes formában is beilleszthető az elemek periódusos rendszerébe. Különösen szépen mutatja ezt az összefüggést az atomvolumen sorrendje szerint összeállított 19. sz. kép. További következtetéseket ezen összefüggésekről csak akkor lehet majd levonni, ha a többi, még hiányzó elemre vonatkozó kutatásokat is el tudjuk végezni.

Tájékozásul a 2. és 3. sz. táblázatokban az eddig megvizsgált elemek sugárzásának adatait is összefoglaltam.

Összefoglalás.

Azoknak a kutatásoknak a során, amelyeket szerző az elmúlt közel 10 éves időszak alatt folytatott le, mindinkább világossá vált, hogy nemcsak az eddig rádioaktívoknak ismert elemek, hanem a többi elem, illetőleg ezeknek vegyületei is rövidhullámú, áthatoló sugárzást bocsátanak ki, amely világosan kimutatható biológiai hatást idéz elő úgy a növények ingermozgásainál, mint pedig azok növekedésének befolyásolásánál. E kutatások folyamán sikerült egyrészt eddig 54 elemre vonatkozólag ezt a rövidhullámú sugárzást beigazolni, másrészt pedig, miután pedig e sugarakat a ma rendelkezésre álló fizikai műszerekkel megmérnünk még nem lehet, egy olyan biológiai módszer kialakítása is lehetővé vált, amelynek a segítségével a borsó csiranövényeinek ingermozgásai alapján a sugárzás erősségét kielégítő módon, természetesen az adott biológiai módszer hibahatárain belül, megbízhatóan meg lehet mérni és ki lehet mutatni.

2. táblázat.

A megvizsgált elemek sugárzásának erőssége gammaegységben, a borsó csiranövényeinek ingermozgásai alapján mérve.

Sorszám	Elemek	G E/gr cm ²			
		min.	max.	átlag	
1.	Ag	0·029	0·033	0·031	e (elem)
2.	Al	0·18	0·22	0·20	e
3.	As	1·30	1·50	1·40	e
4.	Au	0·10	0·14	0·12	e
5.	B	0·77	1·21	0·99	H ₃ BO ₃
6.	Ba	1·66	2·05	1·86	Ba(OH) ₂
7.	Bi	0·05	0·12	0·09	e
8.	Br	1·90	2·07	1·99	e
9.	C	0·76	1·05	0·91	e
10.	Ca	0·66	0·79	0·73	e
11.	Cd	0·09	0·10	0·095	e
12.	Ce	1·96	2·17	2·07	Ce(NO ₃) ₃ ·6H ₂ O
13.	Cl	5·86	6·42	6·14	NaCl, KCl
14.	Co	0·074	0·094	0·084	e
15.	Cr	1·90	2·10	2·00	e
16.	Cs	0·29	0·32	0·31	Cs ₂ CO ₃
17.	Cu	0·088	0·126	0·107	e
18.	F	1·31	1·84	1·58	Natr.
19.	Fe	0·025	0·039	0·032	e
20.	H	1·00	1·30	1·15	H ₂ O
21.	Hg	0·0005	0·001	0·0008	e
22.	I	3·70	4·24	3·97	e
23.	K	0·51	0·58	0·55	e
24.	La	4·45	5·18	4·82	LaCl ₃ ·7H ₂ O
25.	Li	2·48	2·75	2·62	Li ₂ O
26.	Mg	4·60	5·50	5·05	e
27.	Mn	0·24	0·30	0·27	e
28.	Mo	2·28	2·94	2·61	e
29.	N	5·20	6·20	5·70	NaNO ₃ , KNO ₃
30.	Na	2·78	3·01	2·90	e
31.	Ni	0·17	0·22	0·20	e
32.	O	0·11	0·15	0·13	SiO ₂ , Fe ₂ O ₃
33.	Os	0·30	0·40	0·35	OsO ₄
34.	P	1·10	1·21	1·16	P ₂ O ₅
35.	Pb	0·041	0·051	0·046	e
36.	Pd	0·74	1·15	0·95	Pd(NO ₃) ₂
37.	Pt	0·10	0·16	0·13	e
38.	Rb	2·70	3·96	3·33	RbNO ₃
39.	S	0·72	0·90	0·81	e
40.	Sb	0·35	0·39	0·37	e
41.	Se	0·23	0·27	0·25	e
42.	Si	0·025	0·040	0·033	e
43.	Sn	0·12	0·17	0·15	e
44.	Sr	0·32	0·53	0·43	SrCO ₃
45.	Ta	0·73	1·00	0·87	e
46.	Te	0·31	0·35	0·33	e
47.	Ti	6·46	6·85	6·66	TiO ₂
48.	Th	3·46	3·96	3·71	ThCl ₄
49.	Tl	5·22	6·02	5·62	Tl ₂ SO ₄
50.	U	6·60	8·50	7·55	UO ₂ (NO ₃) ₂ ·6H ₂ O
51.	V	0·058	0·097	0·078	e
52.	W	0·77	0·85	0·81	e
53.	Zn	0·50	0·62	0·56	e
54.	Zr	1·12	1·29	1·21	ZrO ₂

Elemi uran: 7·20—8·40, átlag 7·80.

Függelék.

A gammaegység számításának néhány jellemző példája.

1. Az elemi kalium sugárzásának számítása. (L. 9. sz. képet.)
A tartó (Petricsésze) sugárzása 0·01 GE.

Kalium. Súlya 13·8 gr. Sugárzó felület 47·3 cm.² Positiv és negativ hatás határsávja: 40—42·5cm.²

13·8 : 47·3 = 0·29 gr/cm² 100:29 = 3·4 0·40² = 0·16 GE.

0·16 — 0·01 = 0·15 GE. 0·15 × 3·4 = 0·51 GE és 0·425² = 0·18

0·18 — 0·01 = 0·17 GE.

0·17 × 3·4 = 0·578 (0·58) GE. A sugárzás hatásértéke tehát:

0·51 — 0·58 GE.

2. A Cl sugárzásának számítása KCl-ből. L. 2. sz. képet. A tartó (vékonyfalú küvetta) sugárzása 0·006 GE. Ezt a nagy GE értékekre való tekintettel el lehet hanyagolni.

KCl súlya 67 gr., Küvetta oldalfelülete 144 cm.² Határsáv távolsága

118—122 cm. 67:144 = 0·47 100:47 = 2·13 Molsúly 39+35=74

53 % K és 47 % Cl 100:47 = 2·13 (Cl arányszáma)

1·18² = 1·39 GE, 1·39 × 2·13 = 2·96 GE (KCl)

K sugárzása 0·55 GE × 0·53 = 0·29 GE, 2·96 — 0·29 = 2·67

2·67 × 2·13 = 5·69 GE = (Cl)

1·22² = 1·49 1·49 × 2·13 = 3·17 GE (KCl) 3·17 — 0·29 = 2·88

2·88 × 2·13 = 6·13 (Cl)

A Cl sugárzásának határértékei tehát 5·69 6·13 GE.

NaCl-ből ismételt mérések alapján u. e. 5·86—6·42 értékek között mozgott. A KCl-al kapott eredmények tehát a módszer hibahatárain belül jól egybevágnak.

3. Az ón sugárzásának változása távolsági törvény szerint. L. 5. sz. képet.

A 0·54 gr/cm² erősségű lemez reakciótávolsága 28 cm.

A 1·08 gr/cm² „ „ reakciótávolságnak a távolsági törvény szerint 28 × 1·4 = 39 cm-nek kellene lennie. Az adott

esetben ez 37 cm. A különbség az anyag saját abszorpciójára esik.

4. Az ón sugarainak áthatolása és intenzitásvesztése 1·2 mm vastag ólomlemez alkalmazásánál. L. 5. és 8. sz. képeket.

1·08 gr/cm² erősségű ónlemez sugárzása $0\cdot37^2 = 0\cdot14$ GE.

1·2 mm ólomlemez közbeiktatása után marad $0\cdot32^2 = 0\cdot10$ GE.

Miután az 1·2 mm ólomlemez sugárzása $0\cdot23^2 = 0\cdot053$ GE úgy

0·100

— 0·053

0·047 GE hatolt át és az ólom 0·093 GE erősségű sugárzást, tehát az eredeti intenziás 66 % -át tartotta vissza.

Irodalom.

1. D. Fehér: Untersuchungen über das autotrophe Wachstum der Pflanzen im Dunkeln. (Mitteilungen a. d. Bot. Inst. d. Univ. Sopron. 1939.) H. 2.
2. D. Fehér: Untersuchungen über die, durch die unsichtbaren Beta- und Gammastrahlen der radioaktiven Stoffe ausgelösten Reizbewegungen der Pflanzen. (Mitteilungen aus dem botanischen Institut d. Univ. Sopron. 1940.) H. 3.
3. D. Fehér: Untersuchungen über die durch, die unsichtbaren Beta- und Gammastrahlen der radioaktiven Stoffe ausgelösten Reizbewegungen der Pflanzen. II. Quantitative Erfassung der Strahlenwirkung. Die biologische Wirkung der kurzwelligen Erdstrahlen. (Mitteilungen aus dem Bot. Inst. d. Univ. Sopron. 1940.) H. 4.
4. D. Fehér: Untersuchungen über die, durch die unsichtbaren Beta- und Gammastrahlen der radioaktiven Stoffe ausgelösten Reizbewegungen der Pflanzen. III. Die biologische Nachweis der durchdringenden kurzwelligen Strahlung einiger metallischen Elemente. (Mitteilungen aus dem Bot. Insti. d. Univ. Sopron, 1941.) H. 5.
5. D. Fehér: Untersuchungen über die ernährungsphysiologische Wirkung der kurzwelligen, durchdringenden Strahlung der Elemente. (Mitteilungen aus dem Bot. Institut d. Univ. Sopron. 1942.) H. 6.
6. D. Fehér, M. Frank: Untersuchungen über die Lichtökologie der Bodenalgae. I. und II. (Archiv f. Mikrobiologie 7, 1—31. 1936. und 10. 247—265. 1939.)
7. D. Fehér, M. Frank: Ergänzende Bemerkungen zu unseren Arbeiten über die Lichtökologie der Bodenalgae. (Archiv f. Mikrobiologie. 11. 80—84. 1940.)
8. Frischmann F.: Experimentelle Untersuchungen über das Eindringen der strahlenden Energie in den Boden. (Bodenkunde und Pflanzenernährung 14, 1939.)
9. Stoklasa—Penkava: Biologie des Radiums und der radioaktiven Elemente. (P. Parey, 1932.) Lásd itt részletes irodalmi adatokat 1932-ig.)
10. Vincenzo R.: Conferme recenti sopra l'azione biologica della radiazione penetrante etc. (Atti. Soc. Ital, Progr. Sci., 6. 1939)
11. Pringsheim: Die Reizbewegungen der Pflanzen. (Springer, Berlin 1912.)
12. Groh Gy.: Fizikai kémia. (Egyetemi nyomda, Budapest, 1940.)
13. Swardemaker, W. E. Ringer, E. Smits. (Akad. von Wetensch. Amsterdam.) Wisn. en Nath. Afd. Bd. 32.
14. Hoffmann. (Physikalische Zeitschrift 1923. Bd. 24.)

15. Campbell and Wood: The Radioactivity of the Alkalimetals (Proc. Cambridge Society, 1906. Bd. 14. H. 1.)
16. Elster und Geitel: Die Radioaktivität des Kaliums und Rubidiums. (Jahrbuch der Radioaktivität, 1913. Bd. 10. H. 3.)
17. Kohlhörster: Gammastrahlen an Kaliumsalzen. (Die Naturwissenschaften, 1928. H. 2.)
18. J. Penkava: Die biologische Wirkung der Radioaktivität des Kaliums. (Die Ernährung der Pflanze, 1928. 24. Bd. H. 23.)
19. J. Petrova: A contribution to the study of radioactivity of potassium and rubidium. (Bulletin Internationale de l' Academie des Sciences de Boheme, 1926.)
20. Hevesy u. Paneth: Lehrbuch der Radioaktivität. (Barth. Leipzig, 1923.)
21. Scharer: Biochemie der Spurenelemente. (Parey, Berlin. 1941.)
22. Prziбраm, K.: Radioaktivität. (W. Gruyter, Berlin. 1932.)
23. Hess, V. F.: Handbuch der Bodenlehre. (J. Springer, Berlin, 1930. Bd. VI. S. 374. I. Ergänzungsband. S. 272. 1939.)
24. Pohl: Elektrizitätslehre. (J. Springer. Berlin. 1940.)
25. Bünning, E.: Die Physiologie des Wachstums und der Bewegungen. (J. Springer, Berlin, 1939.)
26. Overbeck, I.: Phototropismus. (Bot. Review. 5. 1939.)
27. Kostytschew S. — F. Went: Lehrbuch der Pflanzenphysiologie. (J. Springer, Berlin, 1931.)
28. Wettstein, F.: Fortschritte der Botanik. (Bd. I—VII. J. Springer, Berlin, 1932—1939.)
29. Hanle, W.: Künstliche Radioaktivität. (G. Fischer, Jena. 1939.)
30. Lemmermann, O.: Methoden für die Untersuchung des Bodens. (Verlag Chemie, Berlin. 1932.)
31. Riehm, H.: Die Bestimmung der laktatlöslichen Phosphorsäure im Boden unter Verwendung eines lichtelektrischen Kolorimeters. (Bodenkunde u. Pflanzenern. Berlin. 9—10. 30—50. 1938.)
32. Dobler P.: Physikalischer und Photographischer Nachweis der Erdstrahlen. (Verlag Sommer u. Schorr Feuchtwagen 1934.)

A megvizsgált elemek sugárzásuk erőssége szerint csoportosítva.

Sorszám	Elemek	GE/gr cm ²		
		min.	max.	átlag
1	U	6.60	8.50	7.55
2	Ti	6.46	6.85	6.66
3	Cl	5.86	6.42	6.14
4	N	5.20	6.20	5.70
5	Tl	5.22	6.02	5.62
6	Mg	4.60	5.50	5.05
7	La	4.45	5.18	4.82
8	I	3.70	4.24	3.97
9	Th	3.46	3.96	3.71
10	Rb	2.70	3.96	3.33
11	Na	2.78	3.01	2.90
12	Li	2.48	2.75	2.62
13	Mo	2.28	2.94	2.61
14	Cr	1.90	2.10	2.00
15	Br	1.90	2.07	1.99
16	Ba	1.66	2.05	1.86
17	F	1.31	1.84	1.58
18	As	1.30	1.50	1.40
19	Ce	1.96	2.17	2.07
20	Zr	1.12	1.29	1.21
21	P	1.10	1.21	1.16
22	H	1.00	1.30	1.15
23	B	0.77	1.21	0.99
24	Pd	0.74	1.15	0.95
25	C	0.76	1.05	0.91
26	Ta	0.73	1.00	0.87
27	S	0.72	0.90	0.81
28	W	0.77	0.85	0.81
29	Ca	0.66	0.79	0.73
30	Zn	0.50	0.62	0.56
31	K	0.51	0.58	0.55
32	Sr	0.32	0.53	0.43
33	Sb	0.35	0.39	0.37
34	Os	0.30	0.40	0.35
35	Te	0.31	0.35	0.33
36	Cs	0.29	0.32	0.31
37	Mn	0.24	0.30	0.27
38	Se	0.23	0.27	0.25
39	Al	0.18	0.22	0.20
40	Ni	0.17	0.22	0.20
41	Sn	0.12	0.17	0.15
42	O	0.11	0.15	0.13
43	Pt	0.10	0.16	0.13
44	Au	0.10	0.14	0.12
45	Cu	0.08 ⁸	0.12 ⁶	0.107
46	Cd	0.09	0.10	0.095
47	Bi	0.05	0.12	0.09
48	Co	0.074	0.094	0.084
49	V	0.058	0.097	0.078
50	Si	0.025	0.040	0.033
51	Fe	0.025	0.039	0.032
52	Pb	0.041	0.051	0.046
53	Ag	0.029	0.033	0.031
54	Hg	0.0005	0.001	0.0008

Hozzászólások.

Kreybig Lajos: Örömmel üdvözi *Fehér* professzort és megjegyzi, hogy az igen érdekes előadást főképpen két szempontból kell vizsgálat tárgyává tenni. Az egyik tisztán tudományos és itt *Fehér Dániel* professzor Magyarországon a legelső ebben a tekintetben, aki ezzel a kérdéssel foglalkozott. A másik, a gyakorlati cél, amelynek fontosságát nem győzi eléggé hangsúlyozni. Örömmel ragadja meg az alkalmat és bejelenti, hogy a nagyméltóságú Miniszter Úr már egy korábbi leiratában értesítette Intézetünket, amelyben a talajtani osztály tagjait felhívja, hogy az ú. n. nyomelemekkel foglalkozni kívánó vegyészeti kísérletei támogatására tudományos kutatási ösztöndíjban részesíti. Reméli, hogy ezek a leendő tudományos munkák hozzájárulnak ennek a tudományos kérdésnek a tisztázásához.

Endrédy Endre: Lehetséges, hogy a Gurwitsch-féle mitogenetikus sugárzás befolyásolása okozza az előadásban vázolt ingerfiziológiai jelenséget. Érdekes volna annak is utánanézni, mennyiben aktiváltabbak az izotop-elegyelemek. Ami az ú. n. nyomelemeket (ologoelemek) szerepét illeti, lehetséges, hogy itt is, inger fiziológiai hatások vannak, azonban bizonyos esetekben, mint pl. a mangánnál és bórnál kétségtelenül közvetlen reakció katalizáló hatással is számolnunk kell.

Fehér Dániel: Örül *Endrédy* felszólalásának, mert igaza van, de ő előadásában nem akart mást, csak kísérletei közben tapasztalt tényeket ismertetni. A nyomelemek jelenléte és hatása nem egyedülálló jelenség. Az elméleti kérdések is több szempontból ellenőrzést kívánnak.

Szelényi Tibor: Az előadáshoz kétféle vonatkozásban szolt hozzá: 1. Az ismertetett új jelenséget fizikai szempontból igen nagy jelentőségűnek véli és utal arra a lehetőségre, hogy annak magyarázatául esetleg a kozmikus sugárzás által kiváltott másodlagos sugárzás szolgálhat. 2. Azt kérdezte az előadó úrtól, hogy azon elemek sugárzását, amelyek a táptalajban vannak és a levegő hatását milyen módon küszöbölheti ki. *Fehér* professzor úr válaszából kiderült, hogy az elemek sugárzó hatása additív tulajdonság és a mérések azonos kísérleti körülmények között mindig csak egyetlen egy elem mennyiségének megváltoztatásában történtek.

Fehér Dániel: Válaszában megemlíti még, hogy lényegében plusz hatásokról beszélhetünk itt. Fontos, hogy tiszta vegyületeket használjunk. *Schneid*t és ő már több vonatkozásban azonos megállapodásra jutottak. A kísérletek kivitelezésére annyit jegyez meg még, hogy pincében nem lehet kísérletezni, mert a talaj sugárzása komoly kísérleti hibákat okoz.

TÖRÖK ZOLTÁN:

FÖLDTANI VIZSGÁLATOK A KELEMEN- ÉS GÖRGÉNYI-HAVASOK ERUPTIVUMA KELETI ÉS NYUGATI SZEGÉLYÉN S A MAROS-SZOROSBAN.

Magyarország geológiai talán legismeretlenebb részére vonatkozó földtani vizsgálatokról óhajtok beszámolni. A Kelemen- és Görgényi-havasok tömegeit elválasztó Maros-szoros vizsgálatait már 1915-ben kezdtem meg, Szádeczky Gyula professzor vezetése mellett, mint intézeti gyakornok, majd mint tanársegéd. A trianoni katasztrófa után, mint kisebbségi magyar és dévai gimn. tanár a tudományos munka fényűzését nem engedhettem meg magamnak. Tíz esztendei kényszerű szünet után, Szádeczky professzor úr segítségével, mint Segesvárra helyezett állami középisk. tanár kezdhettem újra a munkát a Kelemen-havasok nyugati szegélyének térképezésével és vizsgálatával. Az ezt követő években, alkalmi kirándulások során, az egész terület keleti és központi részeiről sikerült szórványos tájékoztató adatokat gyűjtenem. Észak-Erdély visszatérése után, mint segesvári menekült kerültem vissza Kolozsvárra. Tavaly nyáron a Földtani Intézet kitüntető megbízása folytán a terület keleti szegélyét térképezhettem.

A kiterjedt hegységek területére vonatkozó előző adatokat Hauer (8.) Herbich (9.), Atanasiu Sava (3. 4.), Pálffy M. (12.), Koch A. (10.), Papp Károly (13.), Papp Simon (14.), Telegdi Roth Károly (20.) Atanasiu Jon (1., 2.) és még mások szolgáltatták, amint azt a mellékelt irodalmi jegyzék is feltünteti. Az eruptivumokra vonatkozóan igen kevés adatot talá-lunk. Szádeczky Gyulának 1925—1935-ig terjedő tíz évi vizsgálatait jelentették a terület geológiai feltárásának legtermé-kenyebb idejét. Ide vonatkozó gazdag adataiból viszonylag kevés került publikációra, (17. 18. 19.) szerencsére azonban, szeretett mesterem jelentéseinek kéziratát éstérképét a bukaresti Geoló-

gial Intézetbe való beküldés előtt mindig megküldte nekem. Ez értékes örökség adatait jelen munkámban felhasználom.

Vizsgálataimat kiegészítettem tehát professzoromtól származó adatokkal és összegezem eddigi ismereteinket a két hegység területére vonatkozóan. Nem azért teszem ezt, mintha az eddigi eredmények monografikus lezárását publikációra érettnék látnám, hanem kizárólag csak annak a bemutatására, hogy erről az érdekes, problémákban gazdag területről milyen keveset tudunk. Kis tájékoztatómat, mint e terület jelenleg talán egyedüli kutatója és részben ismerője, azért hoztam a Földtani Intézet szakemberei elé, hogy felkeltsem érdeklődésüket iránta.

I. A terület rétegtani viszonyai.

A két hegység hatalmas eruptívus tömege az általam vizsgált részeken csupán olyan képződményekkel érintkezik, amelyek sztratigrafiai helyzete és kora vagy csak hiányosan állapítható meg, vagy pedig paleontológiai adatok hiányában egészen bizonytalan. Legfeltűnőbb jellege a mezozoós képződmények majdnem teljes hiánya. Időrendben tárgyalom a formációkat.

1. *Kristályos palákat és mészköveket* a szomszédos területek vizsgálati adataira és a hasonlóságra alapítva perm-triász korúnak kell tartanunk. (Sz á d e c z k y 18., A t a n a s u J. 1.) Ezek metamorfizálása valószínűleg a felsőkrétában történt. Két egymásra merőleges irányú gyűrődési folyamat nyomai világosan felismerhetők rajtuk (felsőkréta és miocén?). A kristályos palák és mészkő, illetve dolomitok felszíni elkülönítését eddig még nem vihettek pontosan keresztül, mivel ezek észak—déli sávokban váltakozva összeszővődnek. A terület keleti felében uralkodnak a palák, amelynek nyugati szegélyét és az eruptívummal való érintkezését egy zeg-zugos vonal határozza meg. E párkányvonalat váltakozva hol a Hargita-törés ÉNy—DK-i, hol a Feketeviz törés ÉK—DNY-i iránya szabja meg. A vetőrendszer északról dél felé haladva fokozatosan alakult ki, dél felé a szienittömzsig követhető. A kristályos mészkövek és dolomitok észak—déli sávokban települnek a palák közé vagy azokra és a borszéki kisebb szirtet leszámítva, csupán Bélbor és Dragojásza között jutnak uralomra. Még nem látom elég tisztán szerkezeti viszonyukat, úgy vélem azonban, hogy ÉK-re dőlnek. A zeg-zugos

párhányvonaltól keletre szálban álló részek települését is sok vető és egyéb diszlokációs vonal zavarja meg, rácsos összeszövődéskben. Ezek sokhelyt sakkttáblaszerűen elhelyezkedő rögök rendszerére bontották területünket, amint az különösen Bélbornál és Borszék vidékén jól megfigyelhető (lásd mellékelt térképvázlatot.).

Az alaphegység párhányvonaltól nyugatra a kristályos palák lesüllyedt röglépcsőit az eruptívus képződmények takarják, de olyan kis vastagságban hogy eróziós ablakokban felbukkanó szirtjeikből következtethetünk helyzetükre és a párhánytól keletre szálban maradt részekhez való viszonyukra.

A vajdapataki és nyirmezőpataki kibúvások kijelölik az első nagy lépcsőnek a Feketeviz töréssel levágott szélét. Dél-nyugati szegélyét a Hargita törése szabhatta meg, mivel azonban vastag eruptívus takaró fedi, e kérdést nem zárom le. Úgy sejttem, hogy a Gödepatak völgyének iránya jelöli dél-nyugati szegélyét. Ennek a röglépcsőnek a felszíne is egyenetlenül elmozdult rögöskéknek rendszerére bomlott. A maroshévízi melegforrás közelében felbukkanó kis rög és a Csiska pataki ablak kristályos pala szigete közötti mintegy 200 m-es szintkülönbség magában elég sokat mond, amely magasságkülönbség még nagyobb a Vajdapataki kibúvás 1100 m-es abszolút magasságához viszonyítva.

A Dragojásza, Vajda és Nyirmező patakok meg a gödei borvizforrások és kristályos rögök által kijelölt törésvonaltól nyugatra a kristályos alaphegységnek egy mélyebbre zökent darabja képezi a következő lépcsőt. Ezt már az eruptívus anyagok hatalmas takarója alatt megjelenő medence üledékek is fedik. Jelenlétükre csupán az eruptívus képződményekben megfigyelhető zárva-nyakból következtethetünk. Amint ez megfigyelhető Gödemesterháza vidékétől az Ilva patak torkáig terjedő területen. Ennek a második lépcsőnek nyugati szegélyét a Kelemen krátertől Ratosnyához csapó vonalon sejttem, ez egyben uralkodó breccsáival a Kelemen tömeg szerkezetileg élesen elkülönülő keleti és nyugati része között feltűnő választó vonal.

2. *A paleogén üledékek* képviselik időrendben a következő formációt. A t a n a s i u S a v a az északkeleti, moldovai szegélyen húzódó kövületes eocén-oligocén gyúrt rétegei nyújtják az egyedüli biztos támpontot a kormeghatározáshoz. S z á d e c z k y (17.) a kolibicai teknő, a Zebrák és Nyirmező patakok eróziós abla-

kaiban látható 50° — 70° -kal DNy-ra dülő homokköveket tartja közzetani megjelenésük alapján oligocén korúaknak.

3. *A mediterrán rétegek* és az Óskelemen trachitszerű erupciói egykorúak lehetnek. A paleogén rétegekre diszkordánsan települnek, DK-felé dőlnek 35° -kal. Borgóbesztercétől Oroszborgóig követtem e homokkőpadokból, vastag márga, közfeketekéből és egy 10 cm-es dacittufából álló rétegcsoportot. E képződményből sósforrások is fakadnak. A Szecselpatak körüli homokkövek csiszolataiban foraminifera átmetszetek is megfigyelhetők. Sajnos, ezek kormeghatározó értékét nagyon csökkenti a segesvárvidéki szarmatakorú (24.), vastag dacittufa padból származó, hasonló foraminifera átmetszetek.

A trachitszerű erupciós termékek foltjai Dragojásán, Csutakhátán, Platánosalján, a Feketeviz mentén, Bélbornál a Vakaró hegyen és keletre tőle figyelhetők meg. Az eroziótól roncsolt felületükre borulnak a fiatalabb képződmények, amelyeknek takarója alól csak kevés helyen kerülnek újra napvilágra. Három centrumot (?) ismertem fel: a Dragojásza-hegyen és Csutakhátán holokristályos alapanyagú, biotitos, trachitszerű kőzetet találtam, míg a Vakaró-hegy kis, izoláltan álló felpörsenése az üveges alapanyagú típust képviseli. A magmatikusan reszorbeált és magnetit átalakulási köpenybe burkolt biotitok épp úgy jellegzetesek, mint zónás földpátjaik. Atanasiu Sava (3.) a dragojászi kőzetet biotit trachitnak tartja.

4. *A szarmata formációhoz tartozó üledékek csoportjával* egykorúnak tekintem az *amfibol andezitekkel* jellemzett első nagy erupciós periódus termékeit is. Az üledékek konglomerátok, homokkövek, márgák és agyagok szeszélyesen váltakozó rétegösszleteiből állanak, ezeket a hasonló habitusú mediterrántól kis diszkordancia (12 — 20° düléssel) különíti el, a pannóniai rétegekkel azonban konkordánsak. Vezetőréteg hiányában, miután itt a Segesvár vidékén használt és ismert „báznai tufát” még nem leltem meg, a pannóniai rétegektől való elválasztása nem sikerült. Oroszborgótól Görgényüvegcsüriig széles sávban nyomozhattam itt-ott kövületekkel meghatározott rétegcsoportjait.

Oroszborgó, Aszubeszterce, Szászujfalu (22) vidékén *Cerithium pictum*, *Cardium obsoletum*, *Tapes gregaria* példányai igazolták e rétegösszlet korát. Délen Gaál István (7.) említi a Maros vidékéről kövületekkel jól meghatározott szarmatát. Ez

Lővér, Idecs-patak magasságában, ÉK és K felé irányuló 12°—20°-os dőléssel tűnik el az eruptivum alatt.

Az *amfibol andezitekkel* jellemzett nagy erupciós periódusnak a Maros-szoros keleti bejáratánál csupán két centrumát ismerem. Ezek a gödei Leo mikrogránitos megjelenésű, majdnem tiszta amfibol andezit centruma, a maroshévízi üveges alapanyagú, piroxénekkal kevert, amfibol andezit centrum. Andezinnel jellemezhető, rekurrens és fordított zónás, néha korrodált plagioklászaik, magmatikusan reszorbeált amfibol kristályok és pseudómorfozaiak itt is kihangsúlyozzák az asszimilációs jelenségek fontosságát.

Az egész keleti Kelemen és Görgényi-havasok eruptivus talapzatát kizárólag ezeknek az amfibol-andeziteknek a breccsái és összeszaggatott kis lávarongyai képezik a moldovai részekről kezdve (3., 4.) a Görgényi-havasok déli szegélyéig.

A Maros szépen feltárja Ilva vidékén ezt az erupciós sorozatot. Amfibol-andezit tufák és breccsák ismeretlen vastagságú robbanási termékeire *bazaltos külsejű feketeszínű andezitek* breccsái következnek. Ezek közé 4—6 m vastagságú lávaarak települnek Szalárd és Ilva patakok vidékén. Ugyanilyen, sőt vastagabb lávaarak települnek két szintben az előbb említett amfibol-andezit-breccsák közé hévízi patak jobb partján a Székpatak torka körül és a Lomás völgyében. A bazaltos külsejű andezitekre az 50—200 m vastagságú, az *amfibol-andezit-breccsák* második periódusának óriási tömegű képződményei települnek.

A két ismert exploziós centrumon kívül bizonyára még több hajdani krátert fednek a fiatalabb piroxén-andezitek. Nevezetesen a tufák és breccsák vizsgálata arra utal, hogy az ismert centrumok lávamagjainál bázisosabb, piroxénes, olivinnyomos, valamint savanyúbb típusú lávaféleségek is felszínre törtek.

Ez erupciók szarmáciai kora azzal igazolható, hogy ezek a kolibicai teknőben áttörik a dacittufás mediterránt, a balázsfalvai megfigyelések is ezt igazolják, itt t. i. tufáik a szarmáciai rétegek közé települnek. (S z á d e c z k y.)

Az ismert erupciós centrumok felbuggyanását észak—déli vetők határozták meg. A Leo vonala a Kelemen és Fancsal kráter vonalával esik össze, míg a Tárnicáé saját tömegének hosszanti tengelyével.

5. *Pannóniai korú üledékek és a piroxén-andezitek nagy periódusa* egykorúnak látszik. Az eruptivum talapzatát a hegység

nyugati szegélyén Kusmától a Görgény vizéig a szarmátikumra konkordánsan települő pannóniai korú kövületekkel világosan jellemzett homokkő, márga, konglomerát képezi. Tíz kövületgazdag lelőhelyről egyedszámban gazdag, de fajokban szegény faunát gyűjtöttem: *Limnocardium syrmienne* L. lenzi., *Congeria partschi*, *C. zsigmondii*, *C. banatica*, *Melanopsis bonelli*, különféle *Limnocardium* és vastaghéjú *Congeriák* töredékei, *Planorbisok*, *Hydrobiák*, *Limnaeus*, *Velutinus* és egy pár levéllenymat került a lelőhelyekről elő (22.). A pannónikum rétegei K majd ÉK felé 10°—20°-kal dőlve, a szarmátikummal konkordánsan futnak az eruptivum talapzata alá.

A piroxén-andezitek nagy periódusának pannóniai korát igazolja, hogy tufáik és breccsák a pannóniai üledékekre, ill. amint az a medencében látható, a pannóniai rétegek közé települnek.

Ez utóbbira Szádeczky és Bányai utal s magam is megtaláltam e tufákat Segesvár vidékén, a pannóniai rétegek között.

A pannóniai korú augitandezit lávaárak a keleti Kelemenben mint a nagy Kelemenkráter utolsó működési ciklusa jelennek meg vékonyabb, vastagabb breccsarétegek közé települve. A nagy Szádeczky lávaár a Hargita törésirányát tartva a Lomás völgyig nyomult előre. Ez a völgy e lávaárat, többszáz méteres profilban tárja fel. A Lóczy és Cserbükk lávaár rövid hátságai a Feketevíz felé keletre hajolnak, amely völgy szegélyüket s a fekü trachitszerű erupciónak feltjait tárja fel.

A Kelemen nyugati fele az Ilvavölgy vonalától a Görgényi havasok Fancsal kráteréig, azonos szerkezeti vonalakkal, a Hargita törés ÉNY—DK-i diszlokációs irányával van megszabva. Sashegy, Dóka, Nagyzisa, Égettő, Szelecsel-tető az egyik, Feketehegy, Szilashát, Marostörés, Szalárd patak völgye, Fancsalkráter a másik vonulatot jelöli.

A Kelemen talapzatát amfibolban gazdag piroxén andezit robbanási termékek és szétroncsolt lávarongyok vastag réteges tömegei alkotják. Ezek fölfelé durva breccsákba mennek át, amelyek már amfibolban szegényebbek. A breccsaplátó felszínéhez közel amfibolmentesek a breccsák. A tetőt hatalmas láva plató foglalja el Sashegy, Dóka, Zisa vonalától a Székpatak-Ratosnya völgyig. Itt feltűnő a Kelemen kráter majdnem tiszta augitandezitjeivel szemben a hiperszténnek igen nagy szerepe. A

breccsák között gyakran találunk a felső rész kizárólag piroxén-andezit tömegében apróbb lávafolyásokat is, így pl. a Sashegy déli lejtőjén (22). A kráter nyomainak a hiánya, a fennsíkot borító kőkoloncok kőzetének nagy területen is azonos habitusából arra következtethetünk, hogy hasadék vulkánál van dolgunk, amely K—Ny-i vetőn tört fel.

A magmatikusan reszorbeált amfibolok megszokott képe az alsó szintekben, az Andezin-Bytownit sorba tartozó, sűrű ikersáv-os és fordított vagy rekurrens zónás földpátok, az augit kisebb szerepe és a hiperszténnek sokszor kizárólagos megjelenése jellemzik ezeket a kőzeteket. Alapanyaguk a belső részeken mikrogránitos, míg a széleken üveges.

A Görgényi havasokban a Fancsal krátertől nyugatra a Szélestetőn találjuk a nagy lávahátság piroxén andezitjeit, amelyek eltakarják a csak itt fellépő amfibol-andezit eruptív breccsákat és lávaárait.

6. Az alsó levantei korú édesvízi tavi üledékekkel kitöltött apró medencéket a tanulmányozott terület keleti részén találjuk. Ilyenek a bélbori, a székpataki, a borszéki, a rakottyás pataki és az orotvai medencék. Az előbb említett három medencét tektonikus eredetűnek tartom. A bélborit, K—Ny-i és É—D-i vetők mentén lezökkent rögök alakították ki, e törések mentén borvízforrások jutnak a felszínre. Valamennyinek hasonló a rétegsora. Mindegyikben kékesszürke agyagba ágyazva lignit telepek fekszenek, felületi kiterjedésük térképi határait kis módosításokkal telegdi Roth Károly-tól (20) veszem át. Ezeket az üledékeket a borszéki táróban gyűjtött *Dreissensia cf. münsteri*, valamint a felső márgaréteg levéllenyomatai (15) alapján alsó-levantei (dáciai) korúnak tartjuk.

A Lomás völgye és Vizválasztó gerince között piroxén-andezit breccsák közé zárt lignites márgák és homokok valószínűleg ugyanide tartoznak. Hasonlóképpen itt kell tárgyalnom a hévizi medence üledékes, medence töltő amfibol-andezit tufáit is, miután itt is megtaláltam a lignit rétegeket. Sajnos azonban, a kékesszürke agyag és a *Dreissensia* nyomára e helyen nem bukkantam.

A levantei rétegek legalsó szintjét képező kavicsrétegekben, amint azt az orotvai és a borszéki medence anyagának vizsgálata nyomán megállapítom, igen kevés az andezit kavics. Ami van, az apró, erősen legömbölyített és az amfibol andezitek öre-

gebb generációját képviseli. A felszínen ma heverő bőséges andezit törmelék anyagát egyáltalán nem leljük e kavicsok közt.

A piroxén andezit-erupciók nagy periódusát követő nyugalmi szakasz úgy látszik bekövetkezett az alsó levantei időben. Ekkor indul meg az az utóvulkáni működés, amely a Kelemen kráter területén a Kisköves kéntelepeit hívja életre, e hatásokra szulfid ércek keletkeznek a kolibicai, zebráki és a zsirkapataki andezitekben és üledékekben. Ez váltja ki a tómedencéket is meghatározó diszlokációs vonalak mentén felszálló borvízforrások kibuggyanását és a hévízi melegforrás keletkezését. Ezek a források szoros kapcsolatban vannak többnyire a kristályos dolomitok és mészkövek rögeivel s így rengeteg mésztufát raknak le, amelyek közül legismertebbek a borszéki (16., 12.) és bélbori (20.) előfordulások. A borszéki és bélbori jól ismert borvíz-kutakon kívül ezek közelében is sikerült az irodalomban nem szereplő forrásokat találnom. Ezeken kívül eddig még nem ismertetett borvízforrásokat ismertem fel: Dragojásza, Glodu, Nyirmezőpatak, Göde és Vajdapatakon.

Az utolsó eruptiócs ciklus, amelyet a kavics analízisek alapján fiatalabbnak kell vennem, mint az alsó levantei üledékeket, újra visszacsap az Óskelemen trachitszerű első periódus vonalára, a keleti szegélyre, míg a központi részen csupán a Hargita vetőt jelző vonalon töri át az eruptívus talapzatot és halmozódnak a piroxénandezitek platója fölé. Ide sorolom a Kis Beszterce és a Drágás dacitszerűen savanyú biotitot és kvarcot is tartalmazó, az asszimilációs jelenségek folytán hibridizált amfibol andezitjét.

Ezek jellemző hasonmásai a déli végeken feltódult Nagy-Morgó savanyú megjelenésű kitörésének. (S z á d e c z k y.)

Az Erdőstető és a Vízválasztó gerinc, tovább délre az Oroszbükk—Nagy Salamás gerinc vonalai, egy-egy Hargita törésvonalat jelölnek, amelyek mentén buggyantak fel az utolsó lávaömlések, vagy szórták ki termékeiket a robbanások. Egyedül a Széktető centrum (?) helyezkedik el a Feketevíz törésvonalán. Mindegyik csoport más-más működési és látatípust képvisel, amely csoportokat külsőleg is elkülöníti egymástól s kristályos paláknak egyegy nyugatra ugró sarkantyúja.

Az ÉK—DNY-i hasadékon felbuggyanó Erdőstető-Bélbori fekete andezit eruptiója északon a trachitszerű legősibb eruptiókat is áttöri. Ezt a mikroporfiroos savanyú plagioklászok és az

alanyagban a földpát mikroliteken kívül igen sok magnetit és valami piroxén-féle ásvány pihéi jellemzik. Szerkezete folyásos.

A Vízvásztó gerincen hasadákszerűen piroxén-andezitek toltak fel.

A Széktető bázisosabb augitandezit erupciója a Feketevíz törésvonala mentén öntötte breccsáját és lávaárját a Székpaták torka irányába.

A két Oroszbükk és Salamás tetők hipotetikus centrumainak egyszerű, tisztaszerkezetű bazaltos anyaga breccsák és lávaarak váltakozó sorát ontotta felszínre s beborította termékeivel a Hévíz és Fülpe patakok közének amfibol-andezit tufáit. Lávaárai ÉNy-ra és DNy-ra folytak. Ide tartozik a Feketevíz vonalán felbuggyant Arsica telér Hévízen hipersztén augitandezittel és a Salamási Runk telér bazalt-andezittel.

A Hegyes és Soza piroxénandezitet szóró robbanási termékeinek foltja ÉNy—DK-i irányt követve a nefelinszenit tömzsön ül. Részletes tanulmányozása világot vethetne az atlanti és pacifikus típus kapcsolataira.

7. *A folyami terraszok* három lépcsőjét követhetjük a Maros mentén. 10, 20, és 40 m-es magasságban.

A hévizi medencében s a szoros keleti felében a pliocén színű nyomai is felismerhetők (26) épp úgy, mint a szoros bejárata előtt is, ahol a Maros ősének keletre irányuló, a pliocén tóba nyomuló törmelékkúpját találjuk, amiből az sejthető, hogy az áttörés a pliocén végén alakult ki.

A terraszok kavicsai a hévizi medencerészekben 5—20 % kristálypala kavicsot tartalmaznak, míg a szorosban és alatta majdnem csak andezit kavicsot. A nem eruptívus elemek százalékaránya igen nagy a Beszterce völgyében (20-50 %)

II. Az erupciós folyamatok áttekintő összefoglalása.

Periodus sorszám	Idő	A kőzet	Feltárt erupciós centrumok	Működési mód
I.	Medi- terrán ?	Biotit trachitszerű savanyú láva	Dragojászai hegy, Csutak-há- ta (Dragojásza) Vakaróhegy (Bélbor)	robbanások ? robbanások ?
Nyugalmi idő — Eróziós folyamatok				
II.	Szarmata ?	Amfibol-andezit I. Bazalt-andezit I. Amfibol-andezit II. nagy ciklusa	? ? Leo (Göde), Tárnyica (Maroshévíz)	Csak robbanás Főképp lávaömlések, kevés robbanás Ismétlődő robbanások, jelen- tételen lávafolyások
Nyugalmi idő — Eróziós folyamatok				
III.	Pannóniai ?	Piroxén-andezit I. nagy pe- riodusa a Kelemen hegy- ségben	Egyidejű működés 1. Nagy Kelemenkráter, 2. Istenszéke, Feketehegy, Nagy-Zisa, Sas-hegy, Dóka. 3. Ratosnyai Gödei Onás Mesterházai } telérszerű	1. Váltakozó robbanások és bő, hatalmas lávaömlések a Kelemen kráter vidékén. 2. Sok robbanás, kevés ömlés ele- inte, majd befejező működés ha- talmatlan lávafeltolulás a nyugati Kelemenben. 3. Egyetlen láva feltolulás robbanási termékek nélkül.

III.	Pannóniai ?	Piroxén-andezit I. Amfibol-andezit III. Piroxén-andezit II. a görgényi csoportban	Széles-tető?	Fancsal-kráter Nagyerdős tető Szelecsel tető Égettkő	Váltakozó robbanások és bő lávalövések
IV.	Utóvulkáni működés (szolfatára, mofetta)		Egyidejű működések	Nyugalmi idő — Eróziós folyamatok. Hévizmedence amfibol-andezit tufa üledékei (?)	
	Levantei ?	Kvarcot és biotitot tart. amfibol-andezit (dacit ?)		Kis Beszterce, Drágás	?
		Jellegzetes fekete andezit		Erdőstető-Belbori hasadék	Egyetlen láva-feltúlulás
		Piroxén-andezit III.		1. Vízvásztó, Széktető, 2. Ársica telér (Héviz) 3. Hegyes és Sóza	1. Több robbanás és kevés lávaömlés. 2. Egyetlen láva feltúlulás. 3. Csupán robbanás
Bazalt-andezit II.	1. Tárnyica kráterdugó Salamási Runktelér 2. Nagy és Kis Oroszbükk Nagy és Kis Salamás	1. Egyetlen láva feltúlulás. 2. Váltakozó robbanások és bő lávaömlések			
V.	Pleisztocén és Holocén	Utóvulkáni működés — Eróziós folyamatok			
		Folyami terrasz-kavicsok törmelékletjtők stb.	Kén és szulfid ércek, hévizek és borvizek, mésztufa		

III. Szerkezeti viszonyok.

A leírás során mindig utalás történt a szerkezeti vonalakra. A mellékelt térkép ezeket tünteti fel és jelmagyarázatával beszél helyettem. A római számokkal jelölt vonalcsoportok a fő törés, vagy diszlokációs vonalakat jelölik meg, amelyek meghatározták a képződmények mai helyzetét, valamint az erupciós centrumok helyzetét próbálják értelmezni.

Még azt említem, hogy a mediterránban ÉNy—DK és ÉK—DNy-i irányú diszlokációk adódnak, a trachitszerű kőzet ezek mentén jutott a felszínre. A szarmatában csak az É—D-i diszlokációs irányokat állapítom meg, ezek mentén amfibolandezit tört fel. A pannónban az előbbiekhöz a K—Ny-i irányok csatlakoznak. A piroxénandezitek tehát ekkor mind a négy irányban felszínre jutnak. A levantikumban az É—D-i irány mentén erupciók nem történtek. A többi irányban azonban felszínre törnek a különböző magmák, ezekből a dacitoktól a bazaltokig terjedő sor keletkezik.

Az eddigi adataim nyomán is gondolni kell arra, hogy a részletesen ismertetett töréses tektonika mellett a gyűrődéses szerkezet is megállapítható lesz. Így tehát e hegységek szerkezete ugyanazokat a színeket mutatja, melyeket a velük határos Mezőségéből ismerünk. A szerkezeti elemek nyomozásával munkahipotézist állítottam fel a további munka és részletes feltárás megkönnyítésére. Ha sikerült a szakkörök figyelmét ráirányítanom ez elhanyagolt, de igen érdekes és értékes terület problémáira, akkor, úgy érzem, célomat elértem.

Irodalom.

1. Atanasiu Ion: Études géologiques dans les environs de Tulgheș. Anuarul Inst. Geol. al României. Vol. XIII. 1928. București.
2. Atanasiu Ion: Zăcămintele de lignit din basinul pliocenic dela Borsec, Bilbor. Studiu Tehnice și Economice ale Inst. Geol. al României. Vol. III. fasc. 3. 1924. București.
3. Atanasiu Sava: Geologische Studien in dem nordmoldanischen Karpathen. Jahrbuch d. K. K. geol. R. A. 1899. Bd. 49. Heft. 3. Wien.
4. Atanasiu Sava: Geologische Beobachtungen in dem nordmoldanischen Karpathen. Verhandl. d. k. k. geol. R. A. 1899. No. 5. Wien.
5. Atanasiu I. és Lobontiu E. Comunicare preliminară asupra geologiei regiunii Borsec, Bilbor. Dări de seamă ale sed. Inst. Geol. al Rom. Vol. IX. 1926. București.
6. Bányai János: Borszék-fürdő földtani alkotása és az ásványvizek eredete. Borszék-fürdő monografiája. Brassó, 1936.
7. Gaál István: Szászrégen és Bátos környékének geológiai alkotása. Földt. Int. évi jelentése az 1910. évről. Budapest.
8. Hauer és Stache: Geologie Siebenbürgens. Wien. 1863.
9. Herbich Ferenc: A Székelyföld földtani és óslénytani leírása. Földt. Int. Évkönyve. V. kötet. 2. füzet. Budapest. 1878.
10. Koch Antal: Az Erdély-részi Medence harmadkori képződményei. Neogén-csoport. 1900. Budapest.
11. Kremnitzky P. J.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Minerallagerstätten Siebenbürgens. Österreich. Zeitschr. Berg. u. Hüttenwesen. 1867. Wien.
12. Pálffy Mór: Borszék-fürdő és Gyergyóbalbor geológiai és hidrológiai viszonyai. Földt. Közlöny. XXX. köt. 1905. 1. füzet. Budapest.
13. Papp Károly: Kálisó és kőszénkutatás. Földt. Int. Évi jelentés. 1907-ről. Budapest.
14. Papp Simon: Adatok a Maros és Nagyküküllő folyók közének, valamint a szentágotai sóskút környékének földtani viszonyaihoz. Földgáz jelentés II. rész. 1. füzet. Pénzügyminisztérium. Budapest. 1913.
15. Pop Emil: Die pliozäne Flora von Borszék. Facultatea de St. al Univers. Ferd. I. (Cluj) Kolozsvár. 1936.
15. Staub Mór: A borszéki mésztufa lerakódás. Földt. Közlöny. 1895. XXV. k. Budapest.
17. Szádeczky Gyula: Muntii vulcanici Hargita-Căliman. Dări de seamă ale sed. Ist. Geol. al Rom. Vol. XV. 1927. București.
18. Szádeczky Gyula: Petrografia și vârsta rocilor cristaline din reg. Borsec. Dări de seamă ale Sed. Inst. Geol. al Rom. Vol. XVIII. 1930. București.

19. Szádeczky Gyula: Assimilations Erscheinungen in dem Harghitzuges der Ostkarpathen. Repr. Foom. Vol. II. of. the compte rendu XV. international geol. Congress South Africa 1929.
20. Telegdi Roth K.: Über die Entstehung der Lignitbecken bei Bélbor, Borszék und Ditró. K. u. K. Kriegsmessung No. 1. 20. III. 1918.
21. Török Zoltán: Trecătoarea Mureşului la Toplita. Anuarul Lic. „Pr. Nic.“ din (Sighişoara) Segesvár, 1929.
22. Török Zoltán: Raport asupra cercetirilor geologice din regiunea apusenă a Muntilor Călimani. Dări de seamă ale Ist. Geol. al Rom. vol. XVIII. 1930. Bucureşti.
23. Török Zoltán: A Homoród torkolati vidékének geológiai alkotása Szádeczky emlékkönyv. Minerva. Kolozsvár, 1938.
24. Török Zoltán: Cercetări geologice in judetul Târnava Mare. (Sighişoara) Segesvár. 1933.
25. Uhlig: Bau und Bild der Karpathen Wien. 1903.
26. Vachner H.: Judet Ciuc samt Toplita und der Marosenge. Lucr. Inst. Geografic al Univers. (Cluj) Kolozsvár. Vol. III. 1926—27.
27. Voiteşti J.: Apercu synthetique sur la structure des regions Carpatiques. Rev. Muzeului Geol. Mineral. al Univers. (Cluj) Kolozsvár. Vol. III. No. 1. 1929.

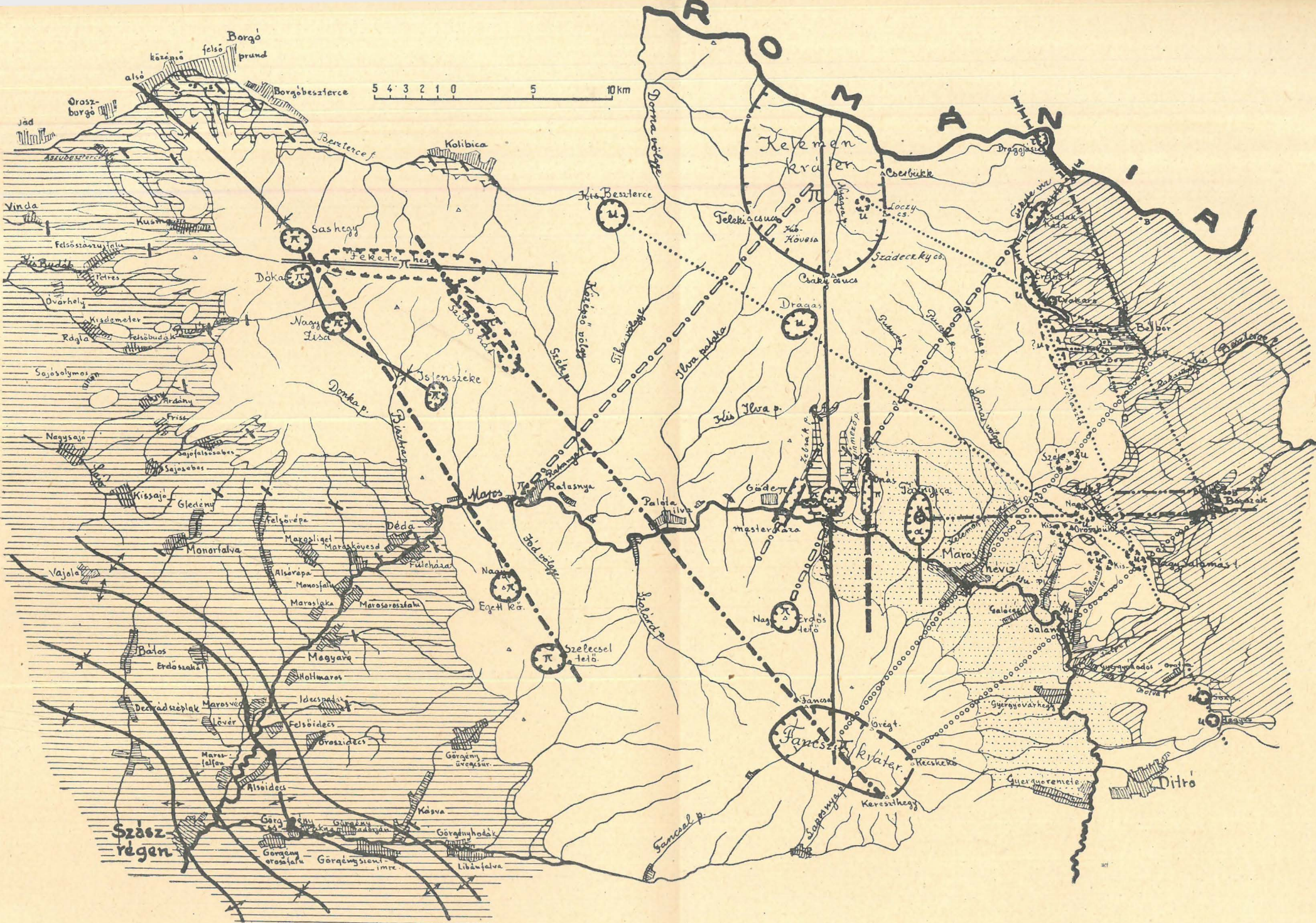
Hozzászólások.

Lóczy Lajos: Nagyfentosságúnak tartja, hogy az Erdélyi-medence neogén üledékeinek szintézése szempontjából fontos szerepet játszó dácit- és andezittufák, valamint az azoknak megfelelő egykori vulkáni kitérősek, illetve lávaömlések közti kapcsolatokat kőzettani és vulkánológiai kutatások alapján megvilágítsuk. Az erre vonatkozó adatok feldolgozása bizonyos mértékben hozzá fog járulni Erdély geológiai fejlődéstörténetének ismeretéhez.

Jugovics Lajos: Az Előadó úr által bejárt területen, tehát nagyjában a Maros-áttörés keleti részén és annak környékén, — amint az előadásból kivettem, a következő vulkáni kőzetek települnek:

trachit,
dácit,
amfibol-andezit,
piroxén-andezit,
bazalt-andezit.

Ezzel a változatos kőzetlistával kapcsolatban mindenekelett két kérdés tisztázását tartom fontosnak. Nevezetesen azt, hogy a felsorolt kőzettípusok közül a trachitot és bazaltandezitet ki határozta meg, vannak-e azokról részletes optikai és kémiai elemzésekkel alátámasztott, pontos kőzettani meghatározások? Mert, ha modern, pontos, kőzetvizsgálatok alapján kimutatott kiömlési kőzettípusok ezek, akkor ezen aránylag kis területen a vulkáni kő-



τ α π μ

11

16

zeteknek olyan terjedelmes differenciációja mutatkoznék, milyen hazánk területén sehol másutt, sőt talán egyebütt sem igen található.

Tudomásom szerint *trachit* hazánk területén nincsen és így ennek az előfordulásnak, — ha az pontos, modern vizsgálat alapján is annak bizonyulna, — igen nagy jelentősége van.

A másik kőzettypus, melyről szólni kell, a *bazaltandezit*. A modern kőzettan az ilyen kétnévű kőzettypusokat nem ismeri el, lehetőleg kiküszöböli. Ha olyan andezitről van szó, melyben kevés olivin is szerepel, mint járulékos elegyrész, azt „olivintartalmú-andezitnek“ jelöli. Ha az olivin erősen megszorodik az ilyen kőzetben, így annak főelegyrésze lesz, elveszti andezit jellegét és ásványtani-kémiai összetétele alapján bazalt lesz. A bazaltandezit kettős elnevezés nem jelölhet kőzettypust még akkor sem, ha külső sajátságaira nézve bazalthoz hasonló, tehát finom szemű, egynemű, tömött-szövetű kőzetről van szó. Az ilyen kőzet lehet andezit, vagy olivintartalmú piroxénandezit, ha ásványos és kémiai összetétele ennek megfelel. A Kelemen-havasokból Bányai János tanár úr hozott hozzám néhány, bazaltszerűen tömött szövetű vulkáni kőzetet vizsgálatra, ezekről azonban a részletes mikroszkópi vizsgálat alapján kitűnt, hogy piroxén-andezitek, csupán kettő tartalmazott közülök kevés, járulékos olivin-szemecskét.

Egyébként az Előadó úr érdekes és bőséges adatt felsorolása alapján feltétlenül igen érdekes vulkáni terület ez, mely megérdemli, hogy vulkánológiai és főként kőzettani szempontból vele részletesen foglalkozzanak. A kőzetek vizsgálatát azonban modern, részletes optikai és kémiai vizsgálatnak kell alávetni, hogy azok hovatartozása tisztázódjék, mert ha kitűnik, hogy ezek a kőzetek az Előadó úr által felsorolt típusoknak megfelelnek, akkor hazánk legérdekesebb vulkáni területe ez, amely a legrészletesebb kutatásokat is megérdemli.

Török Zoltán: *Atanasiu S.* a szomszédos romániai területeken lévő hasonló összetételű kőzeteket trachitnak nevezi. Az ő vizsgálatai alapján határozza az előadó a Kelemen-hegység hasonló összetételű kőzeteit trachitnak. A bazaltandezit kifejezést *Szádeczky Gy.* vezette be az irodalomba. *Török* az ő nyomdokain haladva használja ezt a kifejezést. A bazaltandezit néven jelölt kőzeteket *Pálfy* olivin-andeziteknek, illetve bazaltoknak nevezi.

Vitális István: Meglepi az erupciós kőzetek nagy változatossága. Hazánkban trachit csak a Fruskagóra hegységből ismeretes. Ezt az előfordulást annak leírója *Koch Antal* óta senki sem vizsgálta meg. Kérdés tehát, hogy ez a kőzet modern vizsgálatok nyomán is trachitnak bizonyul-e.

Az előadó négy egymást követő erupciós ciklusról számol be. A Kárpátmedencénél jól ismert tektonikai irányokkal hozza kapcsolatba a tárgyalt kőzetek felszínretörését. Kár, hogy nem mondotta meg, hogy melyik kőzet, melyik tektonikai iránnyal áll kapcsolatban. Ha a Kelemen-hegység bazaltandezit néven jelölt kőzeteiről kiderülne, hogy azok bazaltok, akkor ezek kora esetleg még a levantei emelet képződményinél is fiatalabb lehet, amint azt pl. Ugrán látjuk.

Török Zoltán: A bemutatott térkép feltűnteti a kőzetek és a tektonikai irányok egymással való kapcsolatát. A levantei képződmények Ugrán a hibásan bazalt és andezit kevert breccsájának tartott piroxén-andezit

iszapárnál*) nem idősebbek, hanem fiatalabbak, minthogy azokra rátelepülnek, amint azt a *Szádeczky-émlékkönyvben* megjelent tanulmányomban (23.) részletesen kifejtettem.

Lóczy Lajos: Megköszöni az előadást megemlíti, hogy sok kérdésre már csak azért sem adhat választ az előadó, minthogy a kőzetek megvizsgálásához sok száz csizolatra és vegyelemzésre van szükség, az Intézet ennek ellenére eddig csak ötven csizolatot készíttethetett.

*) Iszapár vulkáni kitörések hamuhullásából trópusi esők hatására keletkező iszapfolyások.