

## Néhány talajtípus mikroelem készlete

GYŐRI DÁNIEL

*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest*

A növénytermesztés sikere nagymértékben függ a talajok tápanyag-készletétől, illetve a növények által felvehető szervesetlen tápanyag-mennyiségtől is.

A felvehető tápanyag mennyisége a talajban lejátszódó kémiai és biológiai folyamatok függvénye, ezért állandóan változik. Ezzel szemben a talajok összes tápanyag készlete csak kisebb ingadozásoknak van alávetve, így bizonyos szempontból (különösen a mikroelemek szempontjából) a teljes tápanyag-készlet ismeretében is megállapíthatjuk, hogy milyen tápanyag-kiegészítés válhat szükségessé.

A talajok összes tápanyag-készlete két részből tevődik össze: a makro-tápanyagokból (nitrogén, foszfor, káli) és a mikrotápanyagokból (réz, bór, mangán, molibdén, cink stb.). Még a makro-tápanyagokra vonatkozóan sem rendelkezünk megfelelő eljárásokkal annak eldöntésére, hogy a talaj elegendő tápanyagokkal rendelkezik-e, vagy sem, a mikroelemekre nézve még kevésbé ismerünk ilyen eljárásokat, bár a mikroelem ellátottság, vagy hiány jelentősége közismert. A különböző oldószerekkel történő kilúgozás éppen olyan kevésbé vált be, mint a makroelemeknél.

A mikroelem meghatározások legtöbbször lassúak és nehézkesek, mivel a kis-mennyiségben jelenlevő elemek miatt különleges követelményeknek kell eleget tenni, hogy az edényzet, reagensek, oldószerek stb. szennyezései ne zavarják a vizsgálatot. Hazai viszonylatban ma még meglehetősen elhanyagolt terület a mikroelem kérdés. Ezzel magyarázható, hogy hazai irodalmunkban kevés számú adat található. Ez annál meglepőbb, mert V e d r ő d i [26] már 1893-ban úttörőként részletes vizsgálatokat végzett Debrecen környéki homoktalajokon és növényeken. Megvizsgálta a talajok és növények réztartalmát és megállapította, hogy a réz fontos elem a növények szempontjából. Nem véletlenül esetleges szennyezésként fordul elő a növényekben, hanem szükséges tápanyagként.

B a l l e n e g g e r [1] az 1926. évi római Talajtani Konferencián a magyar talajok kémiai összetételének kérdésével foglalkozott és beszámolt arról, hogy a főbb ásványi alkotórészek mellett a talajok mangántartalmát is meghatározta a talajok sósavas kivonatában. Hasonlóképpen S i g m o n d 1927-ben [22] Washingtonban tartott Nemzetközi Talajtani Konferencián a magyar talajok báziscsere vizsgálataival kapcsolatban a talajok mangántartalmáról is beszélt. Ezek azonban, V e d r ő d i adatait kivéve, még nem kifejezetten a növények táplálkozása szempontjából végzett mikroelem vizsgálatok. A mangánt csupán mint talajalkotórészt tekintették, mely kb. 0,1% körüli mennyiségben minden talajban előfordul és viszonylag könnyen meghatározható.

Később E n d r é d y [5] megvizsgálta négy különböző talajtípus adszorpciós komplexusának mangántartalmát. Megállapította, hogy nagyobb mennyiségű kicserélhető mangán csupán a savanyú és nagyobb szervesanyag-tartalmú talajrétegekben található. A régebben művelés alatt álló talajok kicserélhető mangántartalma alacsonyabb, mint azoké, melyek nem állnak művelés alatt. Az intenzív talajhasználat folytán bizonyos helyeken mangánhiány léphet fel. Későbbiek folyamán a talaj- és növény-

vizsgálatokhoz, melyeknek az volt a célja, hogy megállapítsák a talaj, vagy növény mikroelem tartalmát, a növényi biokémiai megfigyelések (klorózis) hiánybetegségek megállapítása, stimulációs és mikroelemtrágyázási kérdések kapcsolódtak.

A hiánybetegségekkel Magyarországon először H u s z [9] foglalkozott. 1939-ben a Duna—Tisza közti homoktalajokon megfigyelte a gyümölcsfák törpe-szártagságát („rosetta” betegségét), melyet cinkszulfát permetezéssel gyógyítani tudott.

S á r o s i n é [19] 1944-ben a zab mangánhiány esetén fellépő száraz foltosságát („Grey speck”) tanulmányozta. Megállapította, hogy ez a betegség akkor is fellép, ha a talaj mangántartalma elegendő. A mangán klorózis arra vezethető vissza, hogy az ion-egyensúly mind a talajban, mind a növényben kedvezőtlen irányban tolódik el. Egy későbbi vizgálatosorozatban a szőlőnél fellépő klorózist ugyancsak ion-egyensúly eltolódásra vezeti vissza [20]. A beteg levelek az egyértékű kationok felhalmozódását mutatják a kétértékű kationok rovására.

S i k és K e r e s z t é n y [23] hangsúlyozzák a mikroelemek fontosságát, megállapítják, hogy bár hazai talajainkon termelt növényeken ilyen tüneteket nem igen figyeltek még meg, ez nem jelenti azt, hogy ezekben a talajokban elegendő mennyiségű mikroelem készlet van. Rámutatnak a rendkívüli nagy nehézségeket okozó módszertani problémákra, melyek nagyon megnehezítik a mikroelem-vizsgálatokat. Meghatározták 14 hazai talajtípus réz, cink és mangántartalmának azt a részét, mely 0,1 n. sósavas extrahálással kivonható a talajból. A különböző talajtípusok összehasonlítása azonban így is hasznos eredményeket szolgáltat. Megállapították, hogy homoktalajaink mikroelemtartalma elég kicsi és a különböző helyről származó minták mikroelemtartalma is különbözik. A vizsgálatokat csak a felső talajsintből és az alapkőzet szintjéből végezték el.

Jelentős mikroelem-vizsgálatokat végzett még B a u m a n [2] aki nemcsak a talaj Cu, Zn, Mn, B és J tartalmát határozta meg, hanem e talajokon termelt szénák mikroelem tartalmát is. A szerző azonban csupán a bór mikrotápanyaggal kapcsolatban von le következtetéseket. Megállapítja, hogy míg a vizsgált legelőtalajok bórtartalma nagy ingadozásokat mutat, addig a vizsgált füvekben bizonyos kiegyenlített bórakumulációt tapasztalunk.

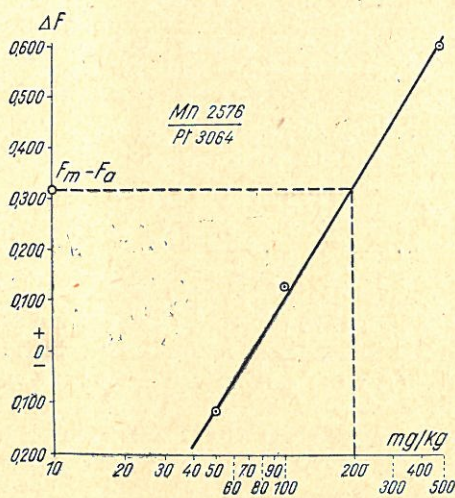
A növényi mikroelemkutatás hazai eredményeit K ú t h y [10] foglalta össze. Jelentősek azok a mikroelemmel végzett stimulációs és permetező trágyázási kísérletek, melyeket F e r e n c z [7] K ú t h y [11], valamint N a g y m i h á l y és munkatársai [18] végezték.

F e k e t e és G y ő r i [6] a cukorrépa mikroelemtrágyázásával kapcsolatban megvizsgálták a talaj és répanövények bór, réz és mangántartalmát a hatvani cukorrépa termelő célgazdaság kartali üzemegységében. Megállapították, hogy a talajok mikroelemtartalma, különösen a cukorrépa szempontjából fontos bórra nézve, megfelelő mértékű. A dolgozathól az is kiderül, hogy egyidejű talajvizsgálat és növényvizsgálat nélkül helyes mikroelemtrágyázási tanácsadás nem adható és a kísérleti eredmények sem értékelhetők megfelelően.

### Módszertani rész

Már fentebb említettük, hogy a metodikai nehézségek miatt a szériavizsgálatok nem mindig végezhetőek el. Ebből a szempontból nagy haladást jelentett a spektrografikus, vagy más néven emissziós szinképelemzés alkalmazása, melynek nagy előnye, hogy egymás mellett, ugyanabból a mintából több mikroelem is meghatározható. Vizsgálataimat spektrografikus módszerrel végeztem, melyet eddig a hazai talajtani kutatás területén még nem alkalmaztak.

Az emissziós színeképelemzés alapelve, hogy a mintában jelenlevő vizsgálni kívánt (Cu, B, stb.) atomot megfelelő energiával (hő, vagy elektromos) gerjesztjük, amikor annak bizonyos elektronjai magasabb energia szintre tesznek szert, majd visszaterve az alapállapotba a felszabaduló energiát egy pontosan megszabott frekvenciájú fénykvantum alakjában kisugározzák. A gerjesztés módja tehát megszabja az alkalmazási lehetőséget is. A módszerrel ugyanis gyakorlatilag majdnem kizárólag atomszíneképeket vizsgálhatunk azt nem tudjuk megállapítani, hogy a vizsgált elem milyen anionhoz volt kötve, illetve milyen kristályszerkezettel, vagy felülettel, esetleg szerves vegyülettel volt kapcsolatban. A gerjesztés természeténél fogva nehézségbe ütközik a nem fémes elemek, halogének, nemes gázok meghatározása (ezeket csak zárt térben u.n. kisülési csövekben vizsgálhatjuk). Ezzel szemben aránylag egyszerűen vizsgálhatók a fémes elemek, — így például a növényi táplálkozás szempontjából fontos B, Cu, Mn, Zn, Mo és az állati táplálkozás szempontjából fontos Co — a közel azonos gerjesztési energiájuk és még magas hőmérsékleten is lassu párolgásuk folytán. A kisugárzott fényt megfelelő optikai berendezéssel (prizmával) felbontjuk, majd egy fényképező lemezen rögzítjük, ahol a fény feketedést okoz. Miután a frekvenciák az ultrabolya tartományba esnek 2000—5000 Å hullámhossz közé a berendezést kvarc optikával készítik. A frekvenciák helyett gyakorlatban a hullámhosszat használjuk, bár a fény különböző törésmutatójú közegeken halad át, míg a lemezhez eljut és így közben a hullámhossza változik. Adott készüléknél azonban ezek a közegek nem változnak, ezért a frekvencia és a hullámhossz között fennálló összefüggés változatlan, a hullámhossz csupán egy konstans faktorban különbözik a vakuumban mért értéktől és ha a készülék lencserendszereit nem változtatjuk, azonos körülmények között a fémes atom képe a lemezen mindig ugyanazon a helyen található. A fényképező lemez előhívása és rögzítése, majd szárítása után a lemezen kapott feketedéseket fotométerrel megmérjük. Ez az u.n. abszolút feketedés azonban nem megfelelő a kvantitatív vizsgálatokra. Ezért a mintákhoz azonos mennyiségben olyan elemet (alapelem) adunk, mely a mintában nem fordul elő. Ez azért szükséges, mert a gerjesztés közben beálló változások folytán az abszolút feketedés eléggé ingadozik, míg két elem feketedéskülönbsége állandóbb. A feketedéskülönbség  $\Delta F = F_m - F_a$ , ahol  $F_m$  a mérendő elem feketedése  $F_a$  az alapelem feketedése. A kvantitatív analízist az „összehasonlító próbás” módszer szerint végeztük úgy, hogy a vizsgálni kívánt mintához hasonló összetételű mintát állítottunk elő. Ehhez hozzáadtuk növekvő koncentrációban a vizsgálni kívánt elemeket, majd ugyanazon lemezre, melyre az ismeretlen anyagot felvettük, teljesen azonos körülmények között felvesszük az összehasonlító próbát is. A tapasztalat szerint az elemzővonalak intenzitás viszonya a kérdéses elem %-os mennyiségével arányosan változik, tehát a kapott feketedéskülönbségek-ből és az összehasonlító próba ismert koncentrációiból megszerkeszthetjük a kiértékelő görbét. A szerkesztéshez célszerű szémlogaritmikus papírt használni, mivel a  $\Delta F$



1. ábra

Mangán értékelése a feketedéskülönbségek alapján

ismeretlen anyagot felvettük, teljesen azonos körülmények között felvesszük az összehasonlító próbát is. A tapasztalat szerint az elemzővonalak intenzitás viszonya a kérdéses elem %-os mennyiségével arányosan változik, tehát a kapott feketedéskülönbségek-ből és az összehasonlító próba ismert koncentrációiból megszerkeszthetjük a kiértékelő görbét. A szerkesztéshez célszerű szémlogaritmikus papírt használni, mivel a  $\Delta F$

értékek logaritmikus értékek és az értékelő görbe akkor lesz egyenes, ha a koncentrációt is logaritmikus léptékben ábrázoljuk. Az értékelés tehát úgy történik, hogy az ismert koncentráció és a hozzá tartozó feketedéskülönbség megadja a görbe egyik pontját, egy másik koncentráció és az ehhez tartozó feketedéskülönbség a másik pontot stb. (a görbén jelölt  $\circ$  metszéspontok). A pontokat összekötő vonal meghúzása után most már az ismeretlen koncentrációjú elem feketedés-különbségét egy vízszintes egyenessel rávisszük a görbére. A görbével alkotott metszéspontból merőlegest bocsátunk a koncentráció tengelyre és a metszéspontnál leolvassuk az ismeretlen elem koncentrációját. Az 1. ábrán csak a mangánértékelő görbét tüntettük fel, mivel a többi elem értékelése is hasonló módon történik.

A fent leírt és általunk használt módszeren kívül még számos más spektrográfikus módszer is ismeretes, melyekről hazai irodalmunkban Mika és Török [14] adtak részletes összefoglalást. Bár az összehasonlító próbás módszer pontossága kisebb, mint más módszereké, a mi körülményeink között ez volt a legkönnyebben keresztülvihető. A módszernél ugyanis nem szükséges a lemez feketedési görbéjének meghatározása.

### Kísérleti rész

A bevezető részben foglaltak alapján megállapíthatjuk, hogy a hazai mikroelem-kutatás még kezdeti stádiumában van és hiányzik az egész országra vonatkozó áttekintés a különböző talajtípusok és növények mikroelem tartalmára vonatkozóan. Ezért azt tűztük ki célul, hogy megvizsgáljuk az ország főbb talajtípusainak mikroelem készletét. Az elővizsgálatokhoz a következő talajtípusokat választottuk ki és a vizsgálatokat a teljes talajszelvényből, minden genetikai szintben elvégeztük.

1. Debrecen, mély humuszrétegű mezősi talaj,
2. Derecske, szoloncsákos réti szolonyec talaj,
3. Iván, podzolos barna erdőtalaj, levantei kavicson,
4. Kehida, fakó erdőtalaj pannon üledéken,
5. Ördöghegy, barna erdőtalaj andeziten (Börzsöny hgy.),
6. Vizesfás, gyengén szikes altalajú réti talaj öntésen,
7. Keszthely, tőzeges láptalaj.

A talajokból először tájékoztató kvalitatív vizsgálatot végeztem, mely spektrografikusan igen egyszerű és gyors módszer. A talajminták előkészítése a kvantitatív vizsgálatokhoz a következőképpen történt: A talajminta vételénél ügyelnünk kell arra, hogy sem a mintavételnél, sem a minta csomagolásánál, vagy szállításánál fém-szennyezések ne kerüljenek a mintával érintkezésbe. Fúróval lehetőleg ne vegyünk mintát. A légszáraz talaj homogenizálását achát-mozsárban végezzük. A homogenizált légszáraz talajból kvarctégelybe bemérünk 1 g körüli mennyiséget analitikai mérlegen. A talajt azután 105 °C-os szárítószekrényben kiszáritjuk, majd 450 °C-os elektromos kemencében kiizzítjuk, míg a szervesanyag teljesen elég (kb. 2—4 óra). Erre azért van szükség, mivel Mitchell szerint [15] a szervesanyag égése zavarja a gerjesztés reprodukálhatóságát. Az így előkészített mintából lemérünk 0,5000 g-ot, majd achát-mozsárba helyezve hozzáadjuk a platina alapelemet tartalmazó 0,1 ml standard-oldatot. (1 ml Pt std 1 mg planitát tartalmaz). Ez a standard Seppo Wilska [21] szerint jól használható, mivel a talajokban Pt általában nem fordul elő. A homogenizálással egyidejűleg infravörös lámpával kiszáritjuk a talajt, majd egy 3 mm átmérőjű kézi pasztillázó présben 3—4 mm magas pasztillává préseljük. A homogenizálás egyúttal aprítást is jelent, mivel a statisztikai számítások szerint kismennyiségű

anyagok analizisénél 0,001 mm-nél kisebb részek szükségesek ahhoz, hogy a gerjesztés egyenletes legyen.

Az összehasonlító próbát szintetikus úton állítottuk elő, Mitchel [15] által megadott előírás alapján. A koncentráció növekvő sorrendjében a következő sorozatot állítottuk össze. 1, 5, 10, 50, 100, 500, 1000, mg/kg B, Mn, Cu, Zn, Mo, Co tartalommal.

Kísérlethez szükséges eszközök: ISZP 22 kvarc spektográf, Zeiss Schnell fotométer II.; Agfa spektrál platten extra hart blau 9×24 cm;

Gerjesztési adatok: 220 V 6 Amp. szaggatott váltóáramú ívgerjesztés. Előív 30 sec. expozíció 60, sec. rés 0,02 mm, elektródtávolság 1,5 mm. Hazai gyártmányú gerjesztő készülék.

A kvantitatív vizsgálatoknál alapvető követelmény, hogy a minták és a standardok gerjesztése és összetétele azonos legyen. A fényképező lemez kezelése is azonos körülmények között történjék, mert egyébként korrekciós számítások, a tényezők ismeretlen összefüggése miatt nem végezhető. A spektrográfikus módszernek azonban nagy előnye, hogy sok mintát többszörös ismétlésben, aránylag rövid idő alatt megvizsgálhatunk és a nagyobb számú adat középértékei megbízhatóbbak. A vizsgálatoknál, különösen a mikroelem vizsgálatoknál, fontos tényező a módszer érzékenysége. Ezért az adott kísérleti körülmények között ezt is ellenőriztük és eredményét az 1. táblázatban foglaltuk össze, feltüntetve az elemzővonalakat is.

Eredményeink lényegében megegyeznek Lappi és Mäkitie [12] adataival. Az is látható, hogy az egyes elemekre nézve a spektográf nem egyformán érzékeny. Ez az oka annak, hogy a cinktartalmat nem tudtuk meghatározni, mivel a talajokban általában 1—40 mg/kg található és csak különleges geológiai feltételek között emelkedik 100 mg/kg fölé és válik ezáltal a spektrográffal mérhetővé. A többi elem érzékenységi határa általában kedvező, mivel a növények igényét általában kielégíti, ha a talajok összes mikroelem tartalma 1—10 mg/kg felett van. Természetesen ez sem általános érvényű, mivel egyes növények adott talajon kisebb mennyiségek-nél sem mutatnak hiánytüneteket, ha a talajreakció kedvező. A fent leírt módon megvizsgált talajok mikroelem készlet a 2. táblázatban tüntetem fel.

Az elemzési adatok 105 C°-on szárított talajra vonatkoznak és négyszeres ismétlés középértékei. (Az összehasonlító standardokat 6—8-szoros ismétlésben analizáltuk.) Az egyes adatok középértéktől való eltérése ± 10—20%.

Az egyes elemeket külön-külön vesszük szemügyre és főképpen talajtani, geológiai, talajgenetikai szempontból értékeljük; a növény fiziológiai, biológiai vonatkozásokat csupán megemlíjük. A 3. táblázatban az egyes mikroelemek geológiai elterjedtségéről kapunk felvilágosítást.

#### A bór

Először a bórral kívánok foglalkozni. Itt meg kell említeni, hogy a vizsgálatához használt spektroszkópiailag tiszta szén mindig tartalmaz bórt. A bór ugyanis a szénnel

1. táblázat

A spektrográfikus vizsgálat érzékenysége

Vizsgált elemek vonalai Å	Alapelem vonalai Å	Érzékenység mg/kg
B 2497.73	Pt 3064.71	1
Mn 2576.12	Pt 3064.71	40
Cu 3273.96	Pt 3064.71	1
Mo 3132.60	Pt 3064.71	1
Co 3453.51	Pt 3064.71	10
Zn 3345.50	Pt 3064.71	100

2. táblázat

## A különböző talajtípusok mikroelemkészlete

Talajszelvény mélysége cm	B	Mn	Cu	Mo	Co	pH	hy	Humusz- tartalom %
	mg/kg							
<b>Debrecen :</b>								
0—20	<1	190	14,0	<1	—	6,4	3,19	3,06
20—40	<1	180	13,8	<1	—	6,6	3,43	2,95
40—80	<1	120	17,0	<1	<10	6,8	3,29	1,76
80—110	<1	140	11,6	<1	<10	9,0	2,67	1,32
110—150	<1	138	7,0	<1	<10	9,0	2,16	0,58
<b>Derecske :</b>								
0—5	5,8	175	8,9	<1	—	7,2	1,85	2,05
5—40	9,2	196	13,5	<1	—	7,8	2,57	0,73
40—70	16,5	220	16,5	<1	<10	8,8	2,67	0,69
70—100	8,4	191	16,5	<1	<10	9,2	2,63	0,48
100—150	1	165	12,5	<1	<10	9,2	2,41	0,34
<b>Iván :</b>								
0—2	10,0	600	6,5	<1	—	6,2	2,53	—
2—20	8,9	560	5,3	<1	—	6,2	1,59	1,32
20—25	4,0	320	6,5	<1	—	6,4	1,63	1,61
25—40	1,7	180	9,5	<1	—	6,4	1,79	1,57
40—50	1,0	50	13,2	<1	—	6,4	2,87	1,53
<b>Kehida :</b>								
0—15	10,1	220	4,1	<1	—	6,4	1,02	3,60
15—23	6,4	240	2,0	<1	—	6,4	1,26	1,80
23—33	7,5	170	5,7	<1	—	6,4	1,69	0,60
33—73	4,0	115	6,9	<1	—	6,4	2,17	0,40
73—100	2,2	134	8,2	<1	—	6,4	1,71	0,30
100—170	4,7	180	7,1	<1	—	6,4	1,39	—
<b>Ördöghegy :</b>								
0—15	—	175	7,8	—	—	6,4	3,27	2,40
15—70	—	134	8,2	—	—	6,4	6,28	1,00
andezit alapkőzet	—	160	15,0	—	—	—	—	—
<b>Vizesfás :</b>								
0—25	—	56	21,5	<1	—	6,8	4,38	3,11
25—45	—	64	17,0	<1	—	7,2	4,57	1,62
45—65	—	200	18,0	<1	—	7,2	4,27	0,90
65—105	—	400	15,5	<1	—	8,5	2,37	0,40
<b>Keszthely :</b>								
0—20	29,5	64	3,6	16,0	—	6,8	—	—
20—40	—	21,6	7,5	17,1	—	6,0	—	—
40—60	58,0	7,7	4,7	30,0	—	6,0	—	—

karbidot képez, mely rendkívül nehezen párolog, s míg a tisztításnál alkalmazott izzításakor a szennyező alkatrészek eltávoznak, addig a bórkarbid visszamarad. A szennyezésként jelenlévő bór mennyisége az elektród készítéshez felhasznált kiindulási anyagtól függ. 12 párhuzamos vizsgálat alapján sikerült olyan szenet kiválasztani, melynek bórtartalma 1—3 mg/kg között volt. A talaj bórtartalma tehát ehhez az értékhez minden esetben hozzáadódik, ez azonban nem befolyásolja a kiértékelő görbe lefutását, csupán eltolja a nagyobb koncentráció felé. Az elektróda bórtartalma nem vonható le egyszerűen a talaj bórtartalomból, mivel a kiértékelő görbe alsó szakaszán a feketedés-koncentráció összefüggés nem lineáris. Erre nincs is szükség, mert a bórvonal feketedése két részből tevődik össze: a szén-elektrodában levő kb. azonos mennyiségű bór gerjesztéséből és a talajban levő bóróból. A szén-elektroda bórtartalma tehát csak a görbe kezdőpontját változtatja meg, a nagyobb bórtartalom értékelését nem zavarja. Az értékelés azonban csak akkor végezhető megbízhatóan, ha a talaj bórtartalma legalább 2-szerese ennek az értéknek. Ha a talaj bórtartalma hasonló értékű, a kapott eredmények értékelhetősége bizonytalan. Ez a helyzet a debreceni, vizesfási és ördöghegyi szelvényeknél. A bórmeghatározás pontosságát növelni lehet, ha szénelektrod helyett elektrolitikusan előállított vörösréz elektródát használunk. Ekkor azonban a réz és a cink meghatározása nem végezhető el egy felvételtől, mivel az elektrolitikusan előállított rézben ezek megtalálhatók.

3. táblázat

A litoszféra és talajtakaró átlagos mikroelem-tartalma Vinogradov szerint [27]

Elem	Litoszféra mg/kg	Talaj mg/kg
B	3	10
Mn	900	850
Cu	100	20
Mo	3	3
Co	30	8
Zn	50	50

A bór fontos a növények számára szénhidrátok (cukor, keményítő) szállításánál, különösen a répafélék reagálnak érzékenyen bórhiányra. A talajok bórtartalmának tehát fontos szerepe van a termések kialakításában és minőségi összetételében.

Ismeretes, hogy az üledékes kőzetek bórtartalma magasabb, mint az őskőzeteké, különösen magas bórtartalma van a tengeri üledékeknek. A bór főforrásai a vulkanizmus, különösen a hévizek és gejzirek, valamint a tengervíz, mely Bear [3] szerint 5 mg/kg bórt tartalmaz. A litoszféra bórtartalma a 3. táblázat szerint lényegesen alacsonyabb mint a talajoké, ami igazolja a fenti állítást. A talajokban tehát több a bórtartalom, mint az alapkőzetekben, ami a növények által történő felhalmozás következménye. Ennek bizonyítására vegyük szemügyre a keszthelyi láptalajunkat, melynek igen nagy a bórtartalma, a sok szervesanyag következtében. Ugyancsak a sok szervesanyagnak (nagy humusztartalom) tudható be a podzolos talajok A-szintjében (Iván és Kehida felsőszintje) talált nagyobb bórtartalom. Ez teljesen megegyezik Vinogradov [27] vizsgálataival, aki a Szovjetunió podzol talajainak vizsgálatánál teljesen azonos értékeket kapott, és a talajszelvények alsó szintjeiben azonos módon csökkent a bórtartalom, mint az iváni és kehidai szelvényeknél.

A derecskei szikes talajoknál is hasonló törvényszerűség mutatkozik, mint a szovjet szolonyec talajoknál, ahol a B-szintben a bórtartalom feldúsul, míg az A-szintben csökken. A szovjet szolonyec talajoknak azonban jóval nagyobb a bórtartalma, 10—220 mg/kg között változik, tehát a derecskei szelvényben talált értéknek sokszorososa lehet. A fenti szolonyec szelvény a Káspi-tó környékéről származik, tehát a nagyobb bórtartalom érthető.

A debreceni mezősegi talaj csekély bórtartalma meglepő és további növényvizsgálatokkal és mikroelem trágyázással kiegészített kutatásoknak kell kideríteni, hogy mit jelent ez a növénytermelés szempontjából.

Hasonló a helyzet a vizesfási réti talajjal kapcsolatban, melyben bórt nem sikerült kimutatni.

Az andeziten kialakult ördöghegyi barna erdőtalaj sem tartalmaz bórt kimutatható mennyiségben, bár vulkáni eredetű kőzetről van szó, melyet azonban nem kísértek gejzírek és hévíz feltörések, ennél fogva a talajok bórtartalma csekély. A bórásványok ugyanis forró vízben kitűnően oldódnak, így a hévizek, melyek a különböző bórtartalmú kőzeteken áthatolva felszínre kerülnek, kioldják a bórt az alsóbb rétegekből. A felszínen a víz elpárolgása következtében a bórtartalom megnövekszik.

Végül meg kell állapítani, hogy a megvizsgált talajok bórtartalma összehasonlítva Vinogradov [27] és Bear [4] adataival elég kicsiny (a láptalaj kivételével) különösen, ha figyelembe vesszük, hogy a növények számára általában az összes bórtartalomnak csak mintegy 10%-a hozzáférhető.

#### *A mangán*

A spektrográffal történő mangánmeghatározás könnyen elvégezhető, mivel a többi mikroelemekhez képest a legnagyobb mennyiségben található a talajban és így a készülék érzékenységét többszörösen felülmúlja. A 3. táblázatból láthatjuk, hogy a litoszféra csak csekély mértékben tartalmaz többet, mint a talajtakaró. A növények hamuja azonban lényegesen több mangánt tartalmaz, mint a talaj. Ez érthető, hiszen a fotoszintézisnél a mangán nélkülözhetetlen. A mangán mint katalizátor hasonló szerepet játszik a növényeknél, mint a vas az emberi, vagy állati szervezetben. A talajban található összes mangánból azonban nem állapítható meg, hogy mennyit vesznek fel ebből a növények, csupán azt tudjuk meg, hogy az egyes talajok milyen mangánkészlettel rendelkeznek. A növények által felvehető mangán Leeper [13] szerint a következő formákban fordulhat elő a talajban: vízben oldható, kicserélhető, és könnyen redukálható formában.

A talajképződésnél lejátszódó folyamatokra azonban az összes mangántartalom változásából is következtetni tudunk. A debreceni, iváni, kehidai, az ördöghegyi szelvényekben látható, hogy a talaj felszínén a legnagyobb a mangántartalom, s lefelé a talaj C-szintje irányába fokozatosan csökken. Ez egyezik Vinogradov [27] adataival, melyek szerint a mélyreható növényi gyökerek az alsóbb talajrétegekből a mangánt a talaj felszínéhez közelfekvő rétegekbe hozzák, ezáltal növelik a felső talajszintek mangántartalmát. Teljesen ellentétes képet mutat a vizesfási réti talaj szelvénye, melynél ellenkező irányú folyamat játszódik le. Az altalajban a mészkonkréciók mellett vas- mangán-konkréciók is előfordulnak, melyek mangántartalma nagy, így érthető a talajszelvény alsó rétegében talált nagyobb mangántartalom. Bear [3] könyvében olvashatjuk, hogy a kalciumkarbonát konkréciók mellett található mangánnak csak csekély része redukálható, a növényi gyökerek tehát csak csekély mennyiségű mangánt tudnak felvenni. Ugyanez a helyzet a kicserélhető mangánnal is, amint Endrédy [5] megállapította. Vizsgálatai szerint nagyobb mennyiségű kicserélhető mangán csupán a savanyúbb és a nagyobb szervesanyag-tartalmú talajrétegekben található, míg semleges vagy lúgos (meszes) talajreakció esetén egészen csekély, vagy semmi kicserélhető mangánt nem találunk. A kicserélhető mangán kétértékű ionos formában van jelen a talajban. Meszes talajokban azonban a lúgos közeg miatt  $MnO_2$ -á, vagy háromértékű mangán-oxidhidráttá oxidálódik. Ez a talajvízben oldhatatlan lévén a kicserélő oldattal sem lép reakcióba, ha azonban redukáló anyag (elektron leadó szervesanyag) van jelen, a mangánnak a fenti formái kétesértékűvé redukálódnak, így oldatba kerülve



a növények számára felvehetővé válnak. A vizesfási szelvénynél feltételezhetően a kilúgzási folyamat intenzívebb, mint a növényi gyökerek által történő dúsítási folyamat, ezért állt elő az a jellegzetes egyensúlyi állapot, amihez még hozzájárult a konkrétó-képződéssel kapcsolatos talajdinamikai folyamat.

Tanulságos a derecskei szelvény, melynek B-szintjében a legnagyobb a mangántartalom, s ezzel mintegy átmenetet képezve a réti talajok és szikes talajok között, amire a talajtípus morfológiai és kémiai vizsgálat alapján történő elnevezése is utal. A vizsgálati adatokat összehasonlítva Sik és Keresztény [23] vizsgálataival teljesen hasonló tendencia mutatkozik. Az általuk megvizsgált degradált, illetve átmeneti szikeseknél az altalaj mangántartalma nagyobb, mint a feltalajoké (nálunk ez csak a vizesfási réti talajnál van így), az erdőtalajoknál viszont a feltalaj mangántartalma nagyobb, hasonlóan a 2. táblázat adataihoz. A mangánnal kapcsolatban Wallace [28] megemlíti, hogy meszes tőzegtalajokon nagy szervesanyag-tartalom és közeli talajvíz esetében gyakran lép fel mangánhiány. A keszthelyi láptalaj alacsony mangántartalmából arra következtethetünk, hogy mangán-trágyázás esetleg hatásos lehet.

#### A réz

A réz geokémiájának vizsgálatából ismeretes, hogy a gránit gneisz és más savanyú kőzetek Cu tartalma közepes, 10—100 mg/kg, míg a bázikus kőzeteké magasabb, 200 mg/kg. A 3. táblázat mutatja, hogy a litoszféra Cu tartalma lényegesen magasabb, mint a talajoké. A réz biokémiai fontossága már a XIX. században ismeretessé vált. Fontos szerepe van a sejtlégzési folyamatoknál és ezzel kapcsolatban különösen proteinekkel és polifenoloxidázokkal kombinálódik.

A talajok összes réztartalmát az alapkőzet szabja meg, ezenkívül a réz geokémiájánál fontos szerepet játszik az emberi tevékenység, mikor a különböző réztartalmú permetező és csávázó szerek alkalmazásával a talajok eredeti réz státusát megváltoztatja. Különösen fennáll ez a szőlőtalajok esetében. A réz kisebb-nagyobb mennyiségben minden talajban előfordul, amit a 2. táblázat adatai is bizonyítanak. Az egyes vizsgált talajok réztartalma között nincs nagy különbség. A keszthelyi tőzegtalaj réztartalma viszonylag csekély, ami várható is volt, mivel ismeretes, hogy a tőzegtalajok réztrágyázásra általában jól reagálnak, kicsiny réztartalmuk következtében. Vinogradov [27] megállapítása szerint azok a talajok, melyek kevés agyagos részt tartalmaznak, rézben szegények. Kevés rézet tartalmaz azonkívül a podzolos erdőtalajok felső A-szintje, ugyanakkor az alapkőzet kb. 2-szeres mennyiséggel rendelkezik. Minimális rézmennyiséget találunk az iváni szelvény 2—20 cm-es rétegében, valamint a kehidai szelvény 15—23 cm-es rétegében, ami teljes párhuzamot mutat a podzolosodási folyamattal. Az ördöghegyi szelvény réztartalma az alapkőzet felé fokozatosan növekszik, tehát itt a podzolosodási folyamat nem olyan erős. Ezzel szemben érdekes a debreceni mezőségi talaj réztartalma változása, mely a felső szintekben nagyobb, mint az alapkőzetben. Hasonló a helyzet a vizesfási szelvénynél, ahol ugyan az abszolút réztartalom valamivel nagyobb, de az alapkőzet és feltalaj között a különbség kisebb.

A derecskei réti szolonyec talaj réztartalma is közbülső, tehát átmeneti helyet foglal el a két ellentétes típus között, hasonlóan, mint a mangántartalom esetében láttuk. Vinogradov [27] a Szovjetunió talajainak vizsgálatánál hasonló eredményeket kapott. A megvizsgált podzoltalajok és csernozjom réztartalom változása a fentiekhez hasonló képet mutat. Megállapítja, hogy a podzolak illuviális szintje rézben elszegényedik, míg a bázikus humuszban gazdag talajok (csernozjomok, USA préri

talajok) A-szintje rézben gazdagabb. Az alapkőzet réztartalma már sokkal nagyobb változásokat mutat, előfordul, hogy nagyobb mint a talaj réztartalma vagy ugyanolyan értékű, sőt olyan eset is van, amikor az alapkőzet réztartalma kisebb, mint a talajé.

Debrecen környéki talajok vizsgálatával Vedródi [26] rendkívül magas réztartalmú talajokat talált. Ezzel szemben Sik és Keresztény [23] viszonylag alacsony réztartalmú talajokat vizsgáltak, itt azonban figyelembe kell venni, hogy a 0,1 n sósavval a teljes réztartalom nem vonható ki a talajból.

#### *A molibdén*

A molibdén geokémiája, valamint a föld területén való elterjedése kevésbé ismert, mint a többi elemké. A 3. táblázat alapján megállapítható, hogy a litoszféra és a talajok molibdén tartalma teljesen azonos értékű. Swaine [24] alapján termékeny talajok molibdén tartalma 0,1—0,3, mg/kg között van, ami a spektrográffal meghatározható érték alá esik.

A molibdén biokémiai szerepe az újabb időkben vált ismeretessé. Nagyon fontos a nitrogénkötő baktériumok pl. azotobakter stb. működésénél, tehát a pillangós növények szempontjából nélkülözhetetlen.

A vizsgálatok alapján látható, hogy az ördöghegyi szelvény kivételével mindenütt kimutatható volt a molibdén, bár csak nyomokban és nem mérhető mennyiségben. Rendkívül nagy azonban a keszthelyi tőzegtalaj molibdén tartalma. Ez a nagy molibdén tartalom már bizonyos szempontból kedvezőtlen lehet, sőt az állatok szempontjából már mérgező hatású. Ferguson és Lewis [8] Angliában 10—100 mg/kg molibdént találtak alsó triász kori mészkővön képződött talajokon. Ezek a területeken legeltetett állatoknál fellépett az ún. „teariness” betegség, mely azzal jár, hogy az állatok erősen leromlanak. Ez a betegség elsősorban kérődző állatoknál (szarvasmarha, juh) lép fel, más állatok pl. ló kevésbé érzékenyek rá. Ha a beteg állatokat olyan legelőre vitték, melynek talaja csak 1—5 mg/kg molibdént tartalmazott, az állatok meggyógyultak. Monier — Williams [17] szerint a molibdén mérgezés réz alkalmazásával bizonyos esetekben megszüntethető. A keszthelyi láptalajon legeltetett állatoknál is megfigyelték bizonyos fokú leromlást, amit talán a nagy molibdéntartalom toxikus hatásának következménye. Ennek eldöntésére azonban még további vizsgálatok szükségesek. A molibdén toxikusságára vonatkozóan megemlítjük, hogy irodalmi adatok szerint, Monier — Williams [17] kb. az arzénal azonos erősségű toxikus hatása van. Savanyú talajreakció esetén a toxikus hatás nem mutatkozik, sőt akkor sem, ha legeltetés helyett szárított széna formájában etetik a fűtermést. Hazai talajaink molibdén ellátottsága még kevésbé tanulmányozott kérdés, ezek az első tájékoztató jellegű adatok, melyek alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgálati módszer érzékenységét a molibdén kérdés eredményes tanulmányozása érdekében fokozni kell.

#### *A kobalt*

A kobalt geokémiai vizsgálatával kapcsolatban Vinogradov [27] úgy találta, hogy az ultrabázisos kőzetekben nagyobb mennyiségben található, a kőzetalkotó ásványok közül főleg a piroxének és az olivin tartalmazzák. A litoszféra kobalttartalma jóval nagyobb, mint a talajké.

A kobalt biológiai szerepe még nem teljesen tisztázott, a vizsgálatok szerint döntő szerepe van az állati élet szempontjából (a B<sub>12</sub> vitamin Co nélkül hatástalan), míg arra nézve nincs megbízható adat, hogy a növény számára is nélkülözhetetlen

lenne, bár a legtöbb növényben előfordul és az állatok is a növényeken keresztül fedezik kobaltszükségletüket.

A megvizsgált talajok között a derecskei réti szolonyec és a debreceni mezőiségi talaj alsó rétegében volt kimutatható mennyiség.

A vizsgálatokból megállapítható, hogy egyes elemeknél (pl. Co, Mo, Zn.) megfelelő dúsítási eljárásokkal az elemek koncentrációját növelni kell a módszer érzékenységének fokozására, ezenkívül a növényanalízis adatokkal is ki kell egészíteni a talajvizsgálókat, hogy a növények által a talajból kivont mennyiségeket megállapíthassuk.

### Általános talajtani következtetések

A következőkben néhány általánosan érvényes összefüggésre kívánom felhívni a figyelmet. Vizsgáljuk meg mit jelentenek a talajvizsgálóati adatok különösen a pH, hy, és humusztartalom az egyes elemeknek a növények által történő felvétele, valamint a talajrétegek mikroelem tartalma szempontjából.

A 2. ábrából látható, hogy a mikroelemek felvétele szempontjából melyik pH a legkedvezőbb :

5,0—6,5 pH között jól felvehető a B, Mn, Cu, Zn,

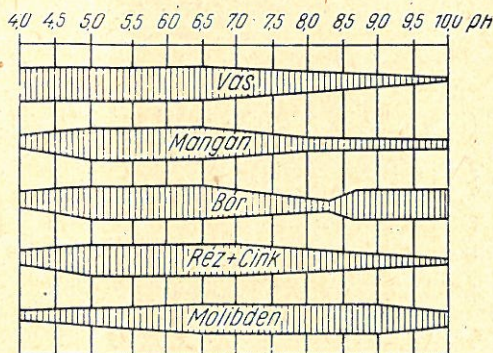
6,5—9,0 pH között jól felvehető a Mo.

8,7—10,0 pH között ismét felvehető a B,

6,5—9,0 pH között Mn, Cu, Zn, hiánylélphet fel.

Ez utóbbi pH intervallum nagyon lényeges a meszeszésnél. A túlmeszeszésnél bekövetkező pH emelkedés hatására ugyanis olyan talajokon is felléphetnek hiánybetegségek, melyek a meszeszés előtt nem fordultak elő. Mitchell [16] úgy találta, hogy Skóciában gyengén savanyú talajt meszeséssel csak 6,2 pH-ig célszerű semlegesíteni. Magyarországi viszonyok között ez a kérdés még vizsgálatra szorul, azonban az esetleges túlmeszeszésnél is gondoljunk arra, hogy a mikroelemtrágyák válogatás nélküli használata károkat okozhat. Csak megfelelő vizsgálatok alapján dönthetjük el, a növénytől, a vetésforgótól, a talajreakciótól és a mikroelem-tartalomtól függően, hogy szükséges-e mikroelemtrágyázás.

A 2. táblázat vizsgálatainak adataiból megállapítható, hogy bórhiány léphet fel a debreceni mezőiségi, a vizesfási réti, és az ördöghegyi erdőtalajon, míg a keszthelyi láptalaj nagyobb bórtartalma már hátrányos is lehet. Mangánhiány megjelenésével számolhatunk a keszthelyi láp és a vizesfási réti talaj esetében. Bár az utóbbi szelvény altalajában sok mangán van, ez azonban a nagy CaCO<sub>3</sub> tartalom okozta lúgosság miatt (pH 8,5) már nem hozzáférhető a növények számára. A többi talaj mangánkészlete megfelelőnek mondható, káros felesleg sem mutatkozik. Rézhiány léphet fel a keszthelyi láptalajnál. Kevésnek látszik a kehidai talajszelvény réztartalma, azonban a pH értékből azt következtethetjük, hogy hiánnyal nem kell számolni. A molibdén szem-



2. ábra

A talaj pH és a mikroelemek felvehetősege  
Tr u o g [25] szerint

pontjából nehezebb elbírálni az egyes talajokat, csupán azt állapíthatjuk meg, hogy a keszthelyi láptalaj nagy molibdéntartalma toxikus hatású lehet. A kobalt viszonyok megállapítására a vizsgálatok nem elegendők.

A vizsgálatok szerint a bór és mangántartalomváltozás bizonyos összefüggést mutat a humusztartalommal, a szikes és réti talajok kivételével. A réztartalom pedig inkább a talajok agyagtartalmával (hy) van kapcsolatban. Nagyobb szervesanyag, illetve agyagtartalom, nagyobb mikroelem tartalmat jelent. Nem állapítható meg ilyen kapcsolat a keszthelyi láptalaj esetében, mely nagy szervesanyag és csekély ásványi anyagtartalma folytán kivételes tulajdonságokkal rendelkezik.

Már e néhány talajtípus analízise is bizonyítja, hogy a mikrotápanyagellátottság szempontjából hazai talajaink nem egységesek. Vannak olyan talajaink, melyek mikroelem készlete megfelelőnek látszik, míg másoké oly kicsiny, hogy irodalmi adatok szerint már bizonyos növényeknél hiánytünetek megjelenésével, vagy legalábbis depresszióval kell számolnunk. További feladatunk, hogy felderítsük, az ország melyik részén léphetnek fel hiánybetegségek, vagy toxikus hatások.

### Összefoglalás

Megvizsgáltam néhány Magyarországi talaj mikroelem készletét, mivel ilyen irányú vizsgálatokat hazánkban még nem végeztek. A vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a különböző talajtípusok mikroelem készlete összefüggésben van a talaj alapkőzetével, humusztartalmával, agyagtartalmával és pH-jával. A vizsgálatokat összehasonlítva az irodalmi adatokkal, hasonló összefüggéseket állapíthatunk meg az azonos talajtípusok között. Néhány talajtípus kicsiny mikroelem tartalma arra utal, hogy ezeken a területeken hiánybetegségek fellépésével számolhatunk. A nagyobb mennyiségben jelenlevő elemek viszont toxikus hatásuk folytán károsak lehetnek.

Érkezett: 1957. október 29.

### Irodalom

- [1] *Ballenegger, R.*: Sur la composition chimique des sols de la Hongrie. Actes de la IV-ème Conférence Int. de pédol. Róma 419—433. 1926.
- [2] *Bauman, M.*: A réz, oink, mangán, bór és jód elemnyomok vizsgálata néhány legelőtalajban és azokon termelt szénákban. Agrokémiai Kutató Intézet Évkönyve 1. 53—57. 1952.
- [3] *Bear, F. E.*: Chemistry of the Soil. Reinhold, New York. 1955.
- [4] *Bear, F. E.*: Trace elements progress report on research with particular reference to New Jersey soils. J. Agric. Food Chem. 2. 244—251. 1954.
- [5] *Endrédy, E.*: A mangán előfordulása a talajok adszorpciós komplexusában. Mat. Term. Tud. Értesítő. 14. 240. 1940.
- [6] *Fekete, B. & Györi, D.*: A teljes trágyázás hatása cukorrépanál. Növénytermelés. 6. 27—32. 1957.
- [7] *Ferencz, V.*: A permetező trágyázás hatása a búza terméshozamára. Növénytermelés. 3. 203. 1954.
- [8] *Ferguson, W. S., Lewis, A. H. & Watshon, S. J.*: The teart pastures of Somerset. Bull. Jealott's Hill. Res. Sta. 1. 26. 1940.
- [9] *Husz, B.*: Megfigyelések az almafa törpezsártagúságáról. Kertészeti Akad. Évkönyve. 1. 11. 1940.
- [10] *Kúthy, S.*: A magyarországi mikroelem kutatásról. Agrokémia és Talajtan. 5. 273—279. 1956.
- [11] *Kúthy, S.*: Über die ungarischen Spurelementforschungen. Rapport du V. Assemblée générale du CIEC. Beograd 127—132. 1956.
- [12] *Lappi, L. & Mäkitie, O.*: Quantitative spectrographic determination of minor elements. Acta Agric. Scandivanica. 5. 69—75. 1955.
- [13] *Leeper, G. W.*: The forms and reactions of manganese in the soil. Soil Sci. 63. 29—92. 1947.
- [14] *Mika, J. & Török, T.*: Kémiai emissziós szinképelemzés műszaki és egyéb alkalmazása. Tankönyv Kiadó Budapest. 1954.

- [15] *Mitchel, R. L.*: The spectrographic analysis of soils plants and related materials. Techn. Commun. № 44. Harpenden. 1948.
- [16] *Mitchel, R. L.*: Trace elements and liming. Scottish Agricult. 34. 1—10. 1940.
- [17] *Monier—Williams, G. W.*: Trace elements in food. Chapman. London 1950.
- [18] *Nagymihály, F. és munkatársai*: Permetező trágyázás hatása a cukorrépára. II. Agrokémia és Talajtan. 3. 197—204. 1954.
- [19] *Sárosi, D.-né*: A mangántáplálás hatása a rozs és zab csíranövények káli és foszfor felvételére. Kertészeti Akad. Évkönyve. 10. 34. 1944.
- [20] *Sárosi, D.-né*: Klorózisos szőlőtőkék levél- és gyökéranalizise. Agrokémia és Talajtan. 5. 221—232. 1956.
- [21] *Seppo Wilska*: Trace elements in finnish ground and mine waters. II. Chemica 46. Helsinki 1952.
- [22] *'Sigmund, E.*: The chemical characteristics of soil leaching. First Intern. Congress of Soil Sci. 1. 60—90. Washington 1927.
- [23] *Sik, K. & Keresztény, B.*: A réz, cink és mangán elemnyomok vizsgálata hazai talajtípusokon. Mezőgazdasági Kísér. Közp. Évkönyve. 3. 168. 1951.
- [24] *Swaine, D. J.*: The trace element content of soils. Techn. Commun. № 48. Harpenden 1955.
- [25] *Truog, E.*: Soil reaction influence on availability of plant nutrients. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 11. 305. 1946.
- [26] *Vedrödi, V.*: Das Cupfer als Bestandteil der Sandböden und unserer Kulturgewächse. Chemiker Ztg. 17. 1932—40. 1893.
- [27] *Vinegradov, A. P.*: Geochimija reddkih i rasszejanih himiceszkih elementov v pocsvah. Akad. Nauk Moszkva 1950.
- [28] *Wallace, T.*: The diagnosis of mineral deficiencies in plants. Stationary. Off. London 1951.

## ЗАПАС МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В НЕКОТОРЫХ ПОЧВЕННЫХ ТИПАХ

Д. Дьери

Научно-исследовательский Институт Почвоведения и Агрохимии АН Венгрии, Будапешт

### Резюме

В Венгрии исследование микроэлементов проводилось недостаточно широко. Мы еще очень мало знаем о запасах микроэлементов в отдельных почвенных типах, о потребности во внесении микроэлементов в почву в отдельных районах страны, и о возможности токсического действия этих удобрений. Нами были начаты работы по выявлению запасов микроэлементов в главнейших почвенных типах. Первые данные этих исследований приводятся в данной статье.

Исследование проводили спектрографическим путем при помощи сравнительного стандартного метода. Содержание органического вещества образцов почвы удалялось прокаливанием при 450°. К образцу прибавляли основной стандартный раствор, соответствующий 200 мг платины на кг почвы. После высушивания приготавливали диски с диаметром 3 мм, и клали их в выбуренную чистую угольную палочку. Напряженность переменного тока 220 V, сила тока 6 А. Проводили определения бора, марганца, меди, молибдена, кобальта на самих почвенных типах. Чувствительность метода характеризуется данными таблицы № 1.

Почвенные типы приведены в первой колонке таблицы № 2, они следующие: 1. Глубоко-гумусовая черноземная почва из Дебрецена. 2. Солончаковой луговой солонец из Деречке. 3. Подзолистая бурая лесная почва из Иван. 4. Подзолистая лесная почва на паннонских отложениях. 5. Бурая лесная почва на андезите из Эрдэгхедь. 6. Луговая почва со слабо засоленной подпочвой. 7. Торфяно-болотная почва из Кестхей.

Согласно исследованиям, чувствительность спектрографического метода нельзя считать достаточно достоверной в отношении кобальта и молибдена.

По нашим наблюдениям имеется связь между изменением содержания бора и марганца с содержанием гумуса. В горизонтах почвы, содержащих больше гумуса, наблюдается повышенное содержание бора и марганца, особенно в случае подзолистых почв. Высокое содержание бора в торфяно-болотных почвах связано также с содержанием органического вещества.

Наблюдается связь между содержанием меди и глинистой фракции почвы. Более высокое содержание глины в почве одновременно указывает на повышенное содержание меди.

Содержание бора может быть недостаточным для растений черноземной почвы и лесной почвы из Эрдэгхедь. На торфяно-болотных почвах имеется опасность в недостатке марганца.

Особенно высокое содержание молибдена имеется на торфяно-болотных почвах из Кестхья. Состояние здоровья животных на таких пастбищах неудовлетворительно, что наверно связано с токсическим действием молибдена. Наши выводы соответствуют литературным данным и показывают на необходимость дальнейшего изучения запаса и недостатка микроэлементов в почвах Венгрии.

*Табл. 1.* Чувствительность спектрографических исследований.

*Табл. 2.* Запас микроэлементов в различных почвенных типах.

*Табл. 3.* Среднее содержание микроэлементов в литосфере и в почвенном покрове по Виноградову [27].

*Рис. 1.* Оценка содержания марганца по разности зачернения.

*Рис. 2.* Связь между доступностью микроэлементов и величиной рН почвы по Труогу (25).

## Supply of Trace Elements on Certain Soil Types

D. GYÓRI

Research Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

### Summary

Thus far, research work on trace elements was rather neglected in Hungary. No data are available as regards the content of trace elements in Hungarian soil types, the regions where the lack of trace elements would require an adequate fertilization and where eventually toxic effects of trace elements appear. Therefore, we set out to establish the content of trace elements in the main soil types. Data of investigation of the first group are disclosed here.

Investigations were carried out by spectrographic analysis, using the standard reference method. The content of organic substances was removed by igniting the soil samples at 450° C. A platinum standard solution corresponding to 200 mg/kg was added to the residue. When dried, tablets of 3 mm diameter were prepared and placed into holes inserted in carbon electrodes of spectral purity. Excitation by alternating current interrupted ac, at 220 v. and 6 amp. was applied. By this method, the content of B, Mn, Cu, Mo and Co was determined in seven different soil types. The sensitivity of the method is shown by Table I.

Types of soils in the consecutive order of the first column of Table 2 are as follows: 1. Debrecen, steppe soil (tshernosom) soil of deep humus layer, 2. Derecske, meadow solonetz of solontchak nature, 3. Iván, podsolic brown forest soil, 4. Kehida, podsolic forest soil on Pannonian sediment, 5. Ördöghegy, brown forest soil on andesite, 6. Vizesfás, meadow soil of slightly alkaline subsoil, 7. Keszthely, fen soil of peaty nature.

It can be stated on the basis of the data of investigations that in the case of Co and Mo the spectrographic method does not possess the sensitivity required.

As shown by the data, certain correlation exists between varying content of B and Mn of soils and their humus content in that layers of increased humus content indicate higher content of B and Mn, particularly in the case of podsolic soils. The high boron content of fen soil is similarly connected with the content of organic substances.

The content of Cu appears to be correlated with the clay content of soils, higher clay contents being connected with increased amounts of copper.

The meadow, steppe and the forest soil of Ördöghegy (samples 1, 2 and 5) appear to suffer from a lack of boron whereas the fen soil has an apparent deficiency of manganese.

The Keszthely fen soil showed a particularly high content of Mo. Cattle pastured in this region were in a poor condition, probably due to the toxic effect of molybdenum.

The above statements are in fair accordance with data of literature and also confirm the necessity of studying the problem of the supplies of trace elements in Hungary.

*Fig. 1.* Evaluation of manganese on the basis of differences in blackening.

*Fig. 2.* pH values and availability of trace elements according to Труог [25].

*Table 1.* Sensitivity of the spectrographic analysis.

*Table 2.* Supply of trace elements in different soil types.

*Table 3.* Mean content of trace elements in the lithosphere and in the soil layer according to Виноградов [27].