

A FELSZÍNKÖZELI RÉTEGSOROK MOZGÉKONY MIKROELEMHÁZTARTÁSÁ-  
NAK VIZSGÁLATÁRA KIDOLGOZOTT "BFK"-MÓDSZER ES ALKALMAZÁSA-  
NAK TAPASZTALATAI

Bartha András - Fügedi P. Ubul - Kuti László

1. BEVEZETÉS

Az eddigi gyakorlat szerint az agrogeokémiai kutatások során általában csak a talaj felső, 20-50 cm-es rétege kerül vizsgálatra. Magyarország területének mikrotápelem mérlegei is csak a felső 20 cm-re készültek el. A földtanban /és ezen belül a geokémiában/ használatos hagyományos eljárásokkal nem állapítható meg, hogy a növényi táplálkozás szempontjait figyelembe véve milyen mélységekig célszerű az egyes rétegsorok vizsgálata, ill., hogy melyek azok, a talajosodással részben összefüggő felszínközeli folyamatok, melyek az üledékes rétegsorokban maradandó átalakulásokat hozhatnak létre.

Fenti, a földtani és az agrogeokémiai kutatások közötti, átmeneti jellegű problémák megoldására dolgoztuk ki -- jelentős részben Cigánd környéki munkáink során -- a felszínközeli rétegsorok mozgékony mikroelem-háztartásának vizsgálatára szolgáló BFK-módszert.

2. MÓDSZERTAN

2.1. A terepi mintavétel a felszínen telepített sekélyfúrásokból történik. A fúrási háló pont pontsűrűségét tájegységenként és talajtípusonként külön-külön kell meghatározni, a fokozatos ritkítás módszerével. Tapasztalataink szerint kiindulási alapul

az etalonterületeken a 200x200-es háló mindenképpen megfelelő. A fúrásokat a talajvíz jelentkezési szintje alá 2 m-rel, de legfeljebb 10 m mélységig érdemes mélyíteni. A rétegsorok terepi leírása és dokumentálása után az egyes fúrásokban makroszkóposan elkülönített valamennyi rétegből üledékföldtani vizsgálatra mintát kell gyűjteni. A nagy vastagságú homogén rétegekből általában 0,5, de legalább 1,0 m-es sűrűségben kell mintát venni. Fúrásonként legalább 5 mintából szükséges mikroelem vizsgálatot készíteni /A talaj "A" és "C" szintje, a talajviztartó rétegek, az állandó vízzel borított réteg és a talajvíz/, úgy, hogy a területen észlelt valamennyi földtani képződményből legalább 20-30 elemzésünk legyen. A nagy szervesanyag-tartalmú képződményekből /a talaj "A" szintje és az esetleges felszíni, ill. eltemetett tőzegszintek/ szervesanyag-vizsgálatokat is kell végezni.

A talajvízből két minta gyűjtése szükséges. Egy 1 l térfogató, "nyers" minta /változatlan állapotban/ hagyományos vizelemzésre, és egy, a helyszínen szűrt és tartósított vízminta pedig a mikroelem vizsgálatokra kerül.

A BFK-módszer kidolgozása során módszertani vizsgálatokat végeztünk a talajvíz, ill. a benne lebegtetett agyagos-iszapos összetételű zagy elemháztartása közötti összefüggések tisztázására. Megállapíthattuk, hogy a minták szabad levegőre hozatalakor a  $Fe^{++}$ -tartalom rövid időn belül  $Fe^{3+}$ -má oxidálódik és  $Fe/OH/3$  formájában kicsapódik. A kiváló vashidroxid kollektorként viselkedve magával ragadja a nyomelemek egy részét. A folyamatos jellege, sebessége és intenzitása sok, jelenleg még csak közelítőleg sem értékelhető tényező -- pl. a lebegtetett anyag összetétele, a Mn-koncentráció stb. -- együttes hatásának

függvényében alakul, ami a "nyers" vizmintákból készült nyomelemvizsgálati eredmények teljesen értelmezhetetlenné teszi. Ezért a mintákat szűrni és tartósítani kell.

Mivel a nemzetközi irodalomban a 0,45 nm-nél kisebb kolloid részecskéket már oldott komponensnek tekintik, a nyomelemvizsgálatokra szánt vizmintákat a terepen a pH meghatározása után ilyen pórusméretű szűrőn kell megszűrni, majd a szűrt vízhez valamilyen ásványi savat adagolni, amíg a pH-érték el nem éri az 1-et. Ezt a helyszínen indikátorpapir segítségével ellenőrizhetjük. Az ilyen módon szűrt, tartósított vizekből az egyes elemek a mintavétel után több hónappal is megfelelő biztonsággal határozhatók meg.

2.2. Analitika. Sok közlemény foglalkozik a talajok mozgékony nyomelemtartalmának különböző kivonószerek segítségével történő mobilizálásával. Így pl. alkalmaznak:

1 M	$\text{NH}_4\text{OAc}$	pH= 7,0
1 M	$\text{NH}_4\text{OAc}$	pH= 4.8
1 M	$\text{NH}_4\text{OAc}$	pH= 4,3
1 M	$\text{NH}_4\text{Ac}$	pH= 3,7
1 M	$\text{NH}_4\text{oxalát}$	pH= 3,2 /Tamm-oldat/
0,05 M	EDTA+1 M KCl	pH= 7,0
0,1 M	$\text{H}_2\text{SO}_4$	
2 M	$\text{HNO}_3$	
2 M	HCl stb. oldatokat	

Elég nehéz megítélni, hogy melyik kivonószert a legideálisabb. ANDERSSON /1975/ vizsgálatai szerint a híg ásványi savakkal szobahőmérsékleten végzett extrakció kioldhatja azt a nyom-

elem mennyiséget, amely a talajok felső rétegében felhalmozódott, vagyis a múltban mozgékony volt, de a talajképződési folyamatok során kivált. Az 1 M  $\text{NH}_4$  acetát pH=7,0 mellett a teljes Cu, Zn, Pb, Mn stb. mennyiségének csak kb 1%-át oldotta ki, míg pH=4,8 mellett már 1-5%-át. A 0,05 M EDTA kivonószer alkalmazása esetén az összes mennyiségnek akár a fele is kioldódhat -- természetesen a talajtypustól, ill. az az egyes elemek kötődési formáitól függően.

2 M saléltromsavval, 100°C-on végzett kivonatolással a nyomelemek teljes mennyiségének 80-90%-a is kivonható. Ez a módszer biztosan kioldja mindazt a mennyiséget, ami akár a legszélsőségesebb éghajlati és talajviszonyok mellett egyáltalán mobilizálódni képes.

Magyarországon eléggé elterjedt a 0,05 M EDTA + 0,1 M KCl tartamú kivonószer alkalmazása, ami jelentős részben annak köszönhető, hogy ez a szer eléggé aktív és az így kapott kivonatokból az egyes nyomelemek koncentrációk a Magyarországon széleskörűen hozzáférhető lángtechnikás atomabszorpciós módszerrel is meghatározhatók.

1982 évi vizsgálataink során összehasonlítottuk a talajvizek zagy tartalmából 2 M  $\text{HNO}_3$ -mal 100°C-on, 1 M  $\text{NH}_4\text{OAc}$ -tal pH=4,8 mellett és 0,05 M EDTA+0,1 M KCl-dal végzett kivonatolás eredményeit. Azt tapasztaltuk, hogy EDTA-s kivonószerrel a relatív különbségek nagyobbak, kontrasztosabban jelentkeznek.

A Magyar Szabvány/MSZ 08 0206/1-78, MSZ 08 0451-80/ előírásainak megfelelően a légszáraz, 2 mm szemcsenyagyság alá örölt talajmintákból 25-g-ot kell bemérni. Ehhez adagoljuk az 50 ml reagenst /0,05 M EDTA + 1 M KCl/. Az oldat tisztáját 1,5 óra

rázatas és 1 órán át, 2500 fordulat/perc-en történő centrifugálás után szűrhetjük le.

Eddigi munkáink során a mozgékony mikroelem-koncentrációk meghatározását lángtechnikás, ill. grafitkemencés atomabszorpció eljárással végeztük. Egyértelműen bebizonyosodott azonban, hogy nagyobb mintatömegek esetén az adott eljárások nem elég termelékenyek, ezért a jövőben az ICP-elemzéseket kívánjuk előnyben részesíteni és a pontosabb AAS-vizsgálatokat csak a kontroll-elemzésekhez vesszük igénybe.

A cigándi mintákból /talajmintából és vizmintából egyaránt/ a Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Mo, Ba, Sr, Ca, Mg került elemzésre. A "nyers" vizmintákból klaszikus vizelemzési módszerekkel a  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  komponenseket is meghatároztuk.

A szervesanyag mennyiségének becsléséhez kétféle vizsgálatot alkalmaztunk: az u.n. "nem oldható", valamint az "összes"  $\text{C}_{\text{org}}$  mennyiség meghatározását. Előbbi kloroformmal extrahált és karbonátmentesített, utóbbi pedig kezeletlen, "nyers" mintából készült. Ha a vizsgált minták gyakorlatilag karbonátmentesek -- mint Cigánd körzetében is -- a kétféle meghatározás különbségét szintén informatív adatsornak tekinthetjük. Az értékelés során ezt "oldható" szervesanyag-frakciónak neveztük el.

2.3. Adatfeldolgozás. A geokémiai adatok helyes értelmezése csak akkor valósítható meg, ha az "általános halmazt" oly módon sikerül homogén populációkra tagolnunk, hogy ennek során legalábbis ne kerüljünk ellentmondásban a rendelkezésünkre álló földtani ismeretekkel. Az ilyen tagolás eredményei -- mint ezt Cigánd térségében végzett tapasztalataink is mutatják -- jelen-

tős segítséget nyújtanak az egyes földtani képződmények elkülönítéséhez /a tözegek és a talaj "A" szintjének elhatárolása, eltemetett talajszint -- +3b" zóna -- kijelölése stb./. Heterogén eloszlásokból már a legalapvetőbb statisztikai karakterisztikák /várható érték, szórás/ meghatározása is nehezen leküzdhető akadályokban ütközik. A tagolás helyességét homogenitásvizsgálattal kell ellenőrizni. Erre a célra eddigi munkáink során a Dickson-Messey kritériumot használtuk.

A szakirodalom adatai szerint a földtani képződmények nyomelem-eloszlásai többnyire a normál, ill. a lognormál eloszlással közelíthetők. A mozgékony nyomelemtartalom eloszlására vonatkozóan korábbi adatokat nem ismerünk. Cigánd térségében végzett vizsgálataink szerint az egyes képződményekben az aktívan migráló elemek mozgékony koncentrációnak eloszlása a normál míg az adott képződményekben nem migráló, kötött állapotú elemek mozgékony mennyiségeinek eloszlása a lognormál eloszlással közelíthető jobban. /Az illeszkedésvizsgálathoz a  $\chi^2$ -módszert használtuk/. Az egyes képződményekben, ill. geokémiai zónákban tehát egyidejűleg normál és lognormál eloszlású elemek is előfordul/hat/nak.

A várható érték becsléseként a mediánt célszerű alkalmazni, mivel ez a különböző /számtani, mértani/ átlagokhoz képest számos előnnyel rendelkezik.

- értéke az eloszlás jellegétől, ill. az erre vonatkozó hipotézisünk helytállóságától független;
- stabilitása a ferde és a kevert eloszlásokban az átlagénál jobb;
- Kevésbé hatnak rá az olyan analitikai, mintavételi stb. hibák

melyek átlagai nem tartanak a zérushoz /szisztematikus, metrikus stb.hibák/;

- azonos biztonsággal határozható meg minden olyan esetben, amikor az elemzési eredmények legalább 50%-ra a kimutatási határ felett van.

Ugyancsak fenti okok folytán az egyes geokémiai zónákban az elemkoncentrációk változásai, valamint az egyéb tényezők közötti kapcsolatokat is rang-korrelációs módszerekkel kell vizsgálni. Ezek eredményei ugyanis az egyes változók eloszlásának jellegétől függetlenek és a linerális, ill. nem linerális jellegű összefüggések kimutatására egyaránt alkalmasak.

### 3.MÓDSZER ALKALMAZÁSA ÉS EREDMÉNYEI

Első kutatási területünket Cigándtól É-ra, a Korong- és a Korongi- leglők térségében jelöltük ki.

A terület felszinközeli képződményei holocén folyóvízi és ártéri üledékek /"A", "2", "3", "4" geokémiai zónák/. Az üledéksor valamennyi, a homok és az agyag közötti átmeneti közettípust tartalmazza, a szemcseösszetétel lefelé durvul.

Több fúrásban, a felszín alatt 1-3 m mélységben, két egykori folyómeder üledékeit harántoltuk /FM1, FM2 geokémiai zónák/. Ezek az ártéri rétegsor képződményeitől durvább szemcseösszetételükkel, az összetétel erős vertikális és horizontális változékonyságával, alacsony mozgékony  $\text{Cu}^-$ ,  $\text{Pb}^-$ ,  $\text{Co}^-$ ,  $\text{Ni}$ -tartalmukkal ütnek el.

A felszín kb. 1/3-án az erősen talajosodott, nagy humusz-tartalmu agyagra, kőzetlisztes agyagra tőzeg települt /"T" geokémiai zóna/. A felszín alatt kb. 2 m mélységben helyenként egy

foszilis, tőzeges talajszint nyomai is megfigyelhetők /"3b"/ zóna/.

Kb. 91,5-92,5 m tszf. magasságban egy vízszinteshez közeli települési, többször megszakadó, kb. 30 cm vastag mészakumulációs szintet harántoltunk.

A rétegsor felső részén a képződmények sárga, sárgászürke színűek, mészkonkréciókat, limonitfoltokat és esetenként vasborsókat is tartalmaznak. Egy, valószínűleg az állandó vízborítottság szintjével azonosítható felület alatt a limonitfoltok és a vasborsók kimaradnak, az üledékek színe zöldesszürkére vált. Ez a felület -- melyet "zöld vonalnak" nevezünk el -- a legpregnánsabban jelentkező geokémiai zónahatár. Ez alatt /a "4" zónában/ hirtelen, minden megfigyelhető átmenet nélkül a fedőképződményekhez képest 1,5-2-szeresére nő a mozgékony Ca és Mo, kevesebb, mint 1/3-ára csökken a Fe és Mn, stabilizálódik a Cu, Pb, Mg mennyisége/l.tábl./ . A "zöld vonal" helyzete gyakran a karbonátakkumulációs szint felső határával azonos, helyenként azonban ennél mélyebb, és éppen ezek azok a helyek, ahol a karbonátakkumulációs szint folyamatossága megszakad. Feltételezhető, hogy a "zöld vonal" helyenkénti mélyebb helyzete és a karbonátakkumulációs szint lokális megsemmisülése a közelmúltban végzett csatornázások hatására vezethető vissza.

Az egyes üledékföldtani képződmények, ill. geokémiai zónák egymásnak jól megfeleltethetők/2.tábl./ és határozott geokémiai különbségeket mutatnak. Az ártéri üledéksor felső részén a mozgékony Cu, Pb, Zn, Ni az agyagásványokhoz kötődik, a mozgékony Fe, Mn, Mo felhalmozódásai a rétegsor jó áteresztőképességű részein a limonitfoltokban, a mozgékony Ca, Sr, és Mg dúsulásai pe-



dig a gyenge átteresztőképességű szakaszon, a diagenizálatlan mészkiválásokban fordulnak elő. A "4" zónában az ismételt oldási- kicsapódási folyamatok hatására a Ca és Sr külön-külön, önálló, kevés "szennyező" elemet tartalmazó fázisokban halmozódik fel, a Fe, Mg /részben a Zn, Ni/ egy része pedig oldatba kerül és kimosódik.

A nagy szervesanyag-tartalmú képződményekben a Zn, Fe, Co, Ni, Mg jelentős része a szervesanyagfrakciókhoz kötődik/3.tábl./ Az EDTA-val mobilizálható réz mennyisége a humuszos, de különösen a tőzeges képződményekben az általános tendenciától eltérően igen csekély, mivel a Cu a humin- és fulvósavakkal egyaránt a többi kationnál lényegesen stabilabb komplexeket képez /GYŐRI D.1984/. A mozgékony réz koncentrációja és a szervesanyag /különösen az "oldható" frakció/ mennyisége között szignifikáns negatív korreláció mutatható ki/3.tábl./ Ez annak köszönhető, hogy az EDTA reagens nem képes a réz szerves komplexekből kivonni. Ennek tisztázására 5 fúrás 2-2 mintájából meghatároztuk a Cu és a Zn 2 mól/l  $\text{HNO}_3$ -mal kivonható "összes kioldható" mennyiségét a "2" zónában, valamint a fölötté települő humuszos képződményekben/4.tábl./

Megállapítható, hogy bár a salétromsavval mobilizálható réz mennyisége sokszorososan meghaladja a EDTA-val kioldható koncentrációkat, a "2" zónában sz. összes kioldható" réz mennyisége még így is kb. kétszer nagyobb a nagy szervesanyag-tartalmú képződményekben mérhetőnél. A leszálló vízmozgás kimosza a talaj felső szintjéből a kis polimerizációs fokú, vízoldható fulvósavas komplexeket. Ezek eredeti környezetükből kikerülve lebomlanak és a felszabaduló réz a "2" zónában az

agyagásványokon megkötődve másodlagosan felhalmozódik. Hasonló folyamatok a Ni, Zn/Pb/ esetében is végbemennek.

Egyértelmű tehát, hogy a talajképződési folyamatok geokémiai vizsgálata során nem ragaszkodhatunk görcsösen egy valamely előre meghatározott kivonószerhez, hanem azok alkalmazásának előre célszerűsége mindég a konkrét feladat függvényében kell elbírálni.

A talajvizek Cigánd térségében kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátosak, kalcium-szulfátosak, ill. a két szélső érték közötti, átmeneti jellegűek. Összsótartalmuk 700-2100 mg/l közötti.

A nagy sótartalom és az összetétel változékonysága alapján a talajvizet olyan lassan áramló telített oldatnak tekinthetjük, melynek vegyi összetétele mindenhol a vele kölcsönhatásba álló laza üledékek kemizmusának megfelelően alakul.

A nagy víztartalmú karbonátokkal egyensúlyban lévő talajvizben a  $\text{HCO}_3^-$ -ion állandó, a lehetséges maximális mennyiségben van jelen. Az oldott kationok mennyiségét azonban döntően a  $\text{SO}_4^{--}$ -anion határozza meg és a  $\text{FCO}_3^-$ -koncentráció csak a pH-val mutat szignifikáns pozitív kapcsolatot. Így feltételezhető, hogy a "zöld vonal" alatt a Ca egy része és a Sr többsége szulfátos formában válik ki. A Cu, Zn a Co és a Ni koncentrációinak alakulását döntően az üledékek adszorpciós kapacitása határozza meg.

Ismeretünk szerint Cigánd térségében végzett munkáinkat tekinthetjük az első, 5-10 m mélységben folytatott mozgékony mikroelem-vizsgálatnak. Az erre a célra kidolgozott, a korábbi

évek munkáin /KUTI, 1977, FÜGEDI-KUTI, 1982, BARTHA-KUTI, 1982/  
alapuló "BFK"-módszer a kutatási célok elérésére alkalmasnak bi-  
zonyult, bevezetés szélesebb körben is ajánlható.

Igazoltuk, hogy felszinközeli rétegekben erős vertikális  
geokémiai tagoltság figyelhető meg. Az egyes geokémiai zónák kö-  
zötti határ vonalakon a mozgékony elemkoncentrációk esetenként  
/"zöld vonal"/ ugrásszerű változásokat is mutathatnak. Követke-  
zőképp a talaj felső 20-50 cm-ére szorító vizsgálatok nem  
adhatnak megbízható képet a növények számára hasznosítható mik-  
roelem-mennyiségéről. A rétegsorokat a gyökérszóna mélységéig,  
ill. a talajvizszint ingadozási zónája alatt levő képződménye-  
kig kell vizsgálni.

## MEDIÁNOK /ppm/

1. táblázat

	Cu	Zn	Pb	Fe	Mn	Mo	Co	Ni	Sr	Ba	Ca	Mg	n
"T"	1.05	25.5	19.0	5083	54	87	2.83	17.25	12.1	0.95	2340	425	8
"A"	15.7	12.1	21.4	2160	73	38	1.75	12.6	9.1	3.7	1990	290	13
"2"	30.4	13.7	19.7	2200	89	52	1.7	18.1	10.2	2.8	3400	400	13
"3A"	14.3	4.85	11.45	2730	113	55	1.69	4.8	7.5	5.6	2670	294	16
"3B"	0.15	2.2	6.15	3195	487	30.5	1.355	7.3	7.7	5.05	2845	160.5	6
"4"	9.2	2.1	9.5	908	151	63	1.03	2.6	10.9	7.2	5540	161	19
FM1	5.75	1.5	8.55	2918	239.5	76	1.195	3.9	6.7	4.5	2275	176.5	12
FM2	6.0	1.3	6.4	408	142.5	39.5	0.975	1.55	11.45	4.45	5755	249.5	4

Megjegyzés: T= tőzegek; A= talaj "A" szint /="A" zóna/; FM= foszilis folyómeder

2. táblázat

A geokémiai zónák és a földtani képződmények kapcsolata

Geokémiai zóna		minta sz	Földtani képződmény mintaszám/db/
Tőzeg		11	Tőzeg /11/
"A" zóna	Humuszos talajszint	16	Agyag /15/ Kőzetlisztes agyag /1/
"2" zóna	Az ártéri üledéksor felső része	13	Agyag /6/ Kőzetlisztes agyag /3/ Agyagos kőzetliszt /1/ Kőzetliszt /3/
"3" zóna	Az ártéri üledéksor középső része. Az állandó vízborítottság szintje felett	16	Kőzetlisztes agyag /3/ Agyagos kőzetliszt /2/ Kőzetliszt /5/ Kőzetlisztes homok /1/
"3b" zóna	Az ártéri üledéksor alsó része az állandó vízborítottság felett	6	Kőzetliszt /2 Homokos kőzetliszt /2/ Kőzetlisztes homok /2/
"4" zóna	Az ártéri üledéksor állandóan vízzel borított képződményei	19	Kőzetlisztes agyag /1/ Agyagos kőzetliszt /1/ Kőzetliszt /10/ Homokos kőzetliszt /6/ Kőzetlisztes homok /1/
"Nyírségi homok"	fekü képződmény	2	Eolikus homok /2/
Eltemetett folyómeder a kutatási terület Ny-i részén	/FM1/	12	Kőzetliszt /3/ Homokos kőzetliszt /1/ Kőzetlisztes homok /4/ Folyóvízi homok /4/
Eltemetett folyómeder a kutatási terület ÉK-i részén	/FM2/	4	Agyagos kőzetliszt /2/ Kőzetliszt /1/ Kőzetlisztes homok /1/

A szervesanyagtartalom ill. az egyes mozgékony elemkoncentrációk korrelációs kapcsolatai

	Cold. org.	Cn.old. org.
Cu	- $\rho$ .57	- $\rho$ .69
Zn	+ $\rho$ .68	n.sz.
Pb	n.sz.	n.sz.
Fe	+ $\rho$ .71	n.sz.
Mn	n.sz.	n.sz.
Mo	n.sz.	n.sz.
Co	n.sz.	+ $\rho$ .56
Ni	+ $\rho$ .62	n.sz.
Sr	n.sz.	n.sz.
Ba	- $\rho$ .62	- $\rho$ .99
Ca	n.sz.	n.sz.
Mg	+ $\rho$ .73	n.sz.

Mintaszám: N= 10

$r^+$  szignifikancia-szintjei:

95 % --  $\rho$ .56

99 % --  $\rho$ .73

n.sz.= nem szignifikáns

## 4.táblázat.

EDTA-s, ill. salétromsavas feltárással kivonható Cu- és Zn-koncentrációk /ppm/ a felszíni képződményekben /1.jelű minták/, ill. alattuk, a "2" zónában

Minta sz.	Kivonószer	
	EDTA	HNO <sub>3</sub>
5/1.	0,18	24
5/2.	39,3	76
6/1.	0,35	29
6/2.	35,2	77
14/1.	1.6	22
14/2.	28.4	43
24/1.	1.3	28
24/2.	27.6	48
25/1.	0.3	32
25/2	21.2	39

Experiences with "BTK" method elaborated for  
testing of mobile micro-element regime of sub-  
surface layers

András Bartha - Ubul P. Fügedi - László  
Kuti

On the basis of testing of subsurface layers using Bartha-Fügedi-Kuti method, mobil micro-element regime of subsurface layers were characterised as follows: The concentration of elements change discontinuously with depth, at the boundaries of geochemical zones. The testing depth could be taken either as the depth of plant root zone or as the depth below the water table fluctuation zone for the determination of amount of microelements available for the vegetation.