

**Könnyen oldódó mikroelem-
tartalmak eloszlása mezőhegyesi
csernozjomok és szoloncsákos
réti talajok szelvényében**

KERESZTÉNY BÉLA és MÜLLERNÉ, BEÖTHY ZSUZSA

*KATE Mosonmagyaróvári, Mezőgazdaságtudományi Kar,
Kémiai-Talajtan Tanszék és Mezőhegyesi Állami Gazdaság
Laboratóriuma, Mezőhegyes*

Könnyen oldódó mikroelem-tartalmak csernozjomtalajok szelvényében előforduló függőleges eloszlását DOBROLJUBSZKIJ és KOZULJA [4], GYÓRI [9], PALAVEEV [25], SZÜCS és ELEK [39], TONKONOSZENKO [40], VLASZJUK [41], réti talajokban megfigyelhető eloszlásukat pedig GJUL'AHMEDOV és PEJSZAHOV [6], KERESZTÉNY [12, 13, 15, 15], SIX [29, 30, 31, 32], TONKONOSZENKO [40] és VLASZJUK [41] írták le.

Az eloszlások törvényszerűségeit többnyire összefüggésvizsgálattal szokták tanulmányozni. ÉJNTROP és munkatársai [5] a faktoranalízist ajánlják e célra. Köztudomású azonban, hogy az összefüggés nem mindig jelent közvetlen ok-okozati függést. Különösen talajszelvények adataira érvényes ez a megállapítás, mivel ott a talajfejlődés folyamán függőleges irányban több folyamat párhuzamosan megy végbe, köztük tehát lehet akkor is összefüggés ha közvetlenül nem egymástól, hanem egy harmadik vagy negyedik párhuzamosan ható tényezőtől vagy folyamattól függenek. Ki lehetett mutatni, hogy csak feltalajmintákban megfigyelt összefüggések regressziós együtthatói gyakran szignifikánsan eltérnek ugyanazon területről származó talajszelvények mintáin megfigyelt összefüggések regressziós együtthatóitól [18].

Kiderült az is, hogy egyes talajszelvényekben a könnyen oldódó B- és Mn-tartalmak megnövekedése a feltalajban nincs közvetlen szoros összefüggésben a humusztartalommal, hanem annak oka ugyanúgy a biológiai felhalmozódás, mint a humuszfelhalmozódás [19]. Érdemes tehát matematikai-statisztikai számításokat végezni további talajszelvények könnyen oldódó mikroelemtartalmi értékeinek függőleges megoszlására vonatkozóan.

Vizsgálati anyag és módszer

A Mezőhegyesi ÁG területéről 5 mészlepedékes csernozjom-, 3 réti csernozjom- és 2 szoloncsákos réti talaj szelvényét vizsgáltuk. A terület részletes talajföldrajzi leírása MÜLLERNÉ BEÖTHY Zs. [24] közlésében és „A Mezőhegyesi Állami Gazdaság Genetikus Talajterképé”-ben [1] megtalálható. A feltalajminták vizes szuszpenzióban mért pH-értéke 7,7–8,6 között ingadozott, a mélyebb szintekben azonban 8,7 pH-érték is előfordult. A feltalaj

szervesanyag-tartalma egy szelvénytől eltekintve 3,7–5,2%-ot tett ki, és valamennyi szelvényben folyamatosan csökkent felülről lefelé, az ARANY szerint meghatározott kötöttségi szám pedig 37–51 között váltakozott a mélyebb szinteket is beleértve. A szoloncsákos réti talajok felső szintjében 0,1% körüli volt az összes sótartalom, a mélyebb szintekben azonban megközelítette a 0,3%-ot.

Valamennyi szelvény felső szintje tartalmazott néhány % meszet, mely egyes esetekben a mélyebb szintekben 20–35%-ra növekedett. Főképpen a réti csernozjomtalajok B- és C-szintjében volt erőteljes a mészfelhalmozódás.

Meghatároztuk valamennyi mintának a könnyen oldódó mikroelem-tartalmát a KGST államok által ajánlott kivonási körülmények betartásával. A bórtartalmat forró vízzel oldottuk ki Berger és Truog módszerével JACKSON [11] leírása szerint, a szuszpenziókat azonban nem hagytuk kihűlni, hanem azonnal szűrtük [14]. A rezet WESTERHOFF [42] szerint 0,42 n salétromsavval, a mangánt SCHACHTSCHABEL [27] szerint 8 pH-jú, szulfitot tartalmazó n magnézium-szulfátoldattal, a molibdént GRIGG [8] szerint 3,3 pH-jú, ammónium-oxalátra 0,35 n, oxálsavra 0,2 n tompítóoldattal vontuk ki, a talaj-oldószerarányt GORLACH [7] szerint 1 : 5-re leszűkítve, a cinket pedig PEJVE és RIN'KISZ [26] szerint n KCl-al oldottuk ki.

A matematikai-statisztikai számításokat SNEDECOR [33] nyomán végeztük. Az egyes talajtípusok szelvényére jellemző átlagos mikroelem-tartalmi értékekhez úgy jutottunk, hogy az egyes szelvények 10 cm-enkinti rétegeihez tartozó mikroelem-tartalmak középértékét kiszámítottuk, az azonos talajtípushoz tartozó adatokat pedig ismétléseknek tekintettük, és szignifikáns különbséget is számítottunk.

Vizsgálati eredmények

A mészlepedékes csernozjomtalajok könnyen oldódó mikroelem-tartalmi értékei (1. táblázat) arról tanúskodnak, hogy mind az öt talajszelvény jelentős mennyiségű vízben oldódó bórt tartalmaz, és annak mennyisége a C-szintig fokozatosan csökken, de még 2 m mélységben is van belőle annyi, amennyi a KERESZTÉNY és NAGY [21] által vizsgált barna erdőtalajok A-szintjében szokott átlagosan előfordulni. A könnyen oldódó réztartalom is elegendő, még a mélyebb szintekben is, kivéve a 126. és a 94. sorszámúakat, ahol a nagy mésztartalom (20–25%) a Westerhoff-féle oldószert közömbösítette. A szulfit-mangántartalom valamennyi szelvényben felülről lefelé csökkent. A könnyen oldódó Mo- és Zn-tartalom szelvénybeli eloszlásában nem mutatkozott szabályosság.

A réti csernozjomtalajok szelvényeinek könnyen oldódó mikroelem-eloszlása (2. táblázat) hasonló képet mutat. Feltűnő azonban hogy 150 cm alatt mindhárom szelvényben jelentősen megnövekszik a kicserélhető Zn-tartalom. Az 1 m alatti szintekben kismértékű forró vízben oldódó bórfeldúsulás is észlelhető.

A szoloncsákos réti talajok tanulmányozott szelvényeire jellemző a 3. táblázat szerint a mélyebb szintekben jelentős mértékű forró vízben oldódó bórfelhalmozódás, a meglehetősen nagy savban oldódó réztartalom, mely a 119. szelvény 1 m alatti rétegében sem csökken, továbbá ugyanezen talajszelvényben a szulfit-mangántartalmak csaknem azonos mennyisége az egész szelvényben.

1. táblázat

Mészlepedékes csernozjomtalajok szelvényeinek könnyen oldódó mikroelem-tartalma (mg/kg)

(1) Sorszám	(2) Mélység cm	B	Cu	Mn	Mo	Zn
121	0— 6	1,39	5,7	77	0,07	0,09
	6— 20	0,64	3,6	46	0,06	0,05
	20— 35	1,67	5,3	39	0,08	0,08
	35— 50	1,18	3,8	30	0,13	0,04
	50— 70	0,95	3,1	26	0,04	0,03
	70— 85	0,88	2,6	23	0,09	0,06
	85—100	0,95	4,0	19	0,08	0,06
	100—118	0,79	4,0	17	0,03	0,05
	118—135	0,58	5,3	19	0,10	0,13
	135—150	0,61	4,0	28	0,11	0,05
	150—170	0,64	5,3	17	0,12	0,06
125	0— 3	1,26	6,0	63	0,14	0,05
	3— 20	1,72	5,8	47	0,14	0,01
	20— 35	1,44	5,8	40	0,20	0,06
	35— 50	1,53	5,7	30	0,17	0,07
	50— 70	1,25	5,8	26	0,13	0,05
	70— 90	1,04	5,8	23	0,11	0,06
	90—105	0,77	6,1	23	0,06	0,05
	105—120	0,63	6,4	23	0,08	0,05
	120—135	0,37	6,0	21	0,09	0,05
	135—150	0,63	5,7	16	0,06	0,05
	150—185	0,56	5,5	13	0,06	0,08
	185—210	0,70	5,5	16	0,12	0,06
	126	0— 12	1,65	4,0	39	0,07
12— 33		1,44	4,4	30	0,09	0,08
33— 53		0,91	1,8	21	0,06	0,08
53— 68		1,17	1,4	13	0,01	0,06
68— 82		1,10	0,6	16	0,04	0,07
82— 96		0,91	0,2	11	0,08	0,06
126	96—116	0,63	0,2	13	0,05	0,06
	116—135	0,70	0,1	13	0,04	0,04
	135—155	0,63	0,2	16	0,03	0,05
	155—180	0,56	0,1	13	0,07	0,10
	180—200	0,56	0,2	13	0,17	0,04
	200—230	0,91	0,2	9	0,16	0,05
94	0— 20	1,78	5,0	29	0,28	0,01
	20— 35	1,71	4,4	29	0,35	0,11
	35— 49	1,45	3,6	26	0,25	0,06
	49— 68	1,14	1,6	20	0,20	0,12
	68— 81	1,26	0,6	24	0,24	0,07
	81— 97	1,20	0,8	15	0,32	0,08
	97—113	1,20	0,1	18	0,45	0,18
	113—129	1,58	0,1	18	0,32	0,07
	129—140	1,33	0,1	13	0,19	0,05
	140—160	1,26	0,1	13	0,17	0,05
	160—190	1,20	0,2	9	0,15	0,05
	190—230	0,72	0,2	9	0,06	0,08

1. táblázat folytatása

(1) Sorszám	(2) Mélység cm	B	Cu	Mn	Mo	Zn
107	0—27	1,45	5,2	40	0,17	0,01
	27—41	0,98	4,4	40	0,10	0,01
	41—55	1,04	2,0	26	0,10	0,10
	55—67	1,33	1,8	24	0,19	0,11
	67—81	1,14	2,6	22	0,12	0,07
	81—95	1,20	1,2	15	0,15	0,06
	95—114	0,98	0,1	24	0,17	0,07
	114—133	0,93	2,0	22	0,15	0,05
	133—155	0,83	1,8	20	0,19	0,07
	155—180	0,88	5,9	20	0,15	0,07
	180—210	0,98	5,7	20	0,12	0,05

Rendkívül nagy oxalátpufferben oldódó molibdéntartalom-feldúsulás tapasztalható a 119. szelvény 37—67 cm-es és 97—115 cm-es szintjében, hiszen ásványi talajainkban ritka még az 1 mg/kg-nál nagyobb összes molibdén-

2. táblázat

Réti-csernozjomtalajok szelvényeinek könnyen oldódó mikroelem tartalma (mg/kg)

(1) Sorszám	(2) Mélység cm	B	Cu	Mn	Mo	Zn
9	0—25	0,78	3,4	32	0,06	0,09
	25—40	0,95	2,6	18	0,09	0,08
	40—60	0,79	0,1	18	0,10	0,08
	60—80	0,41	0,4	16	0,06	0,06
	80—100	0,34	0,1	16	0,06	0,06
	100—120	0,41	0,2	16	0,06	0,09
	120—150	0,72	1,2	11	0,04	0,08
	150—170	0,64	4,3	16	0,06	0,20
120	0—15	1,98	0,4	56	0,08	0,11
	15—30	1,45	1,3	24	0,10	0,06
	30—50	0,95	0,6	13	0,07	0,10
	50—70	1,24	1,3	13	0,08	0,06
	70—90	0,88	4,8	16	0,06	0,04
	90—110	0,04	0,9	18	0,08	0,05
	110—130	0,88	0,9	13	0,07	0,02
	130—150	0,95	0,2	8	0,04	0,07
150—175	0,50	0,4	8	0,11	0,25	
123	0—9	1,20	2,8	49	0,08	0,13
	9—19	1,10	1,8	37	0,08	0,13
	19—30	1,10	2,7	37	0,09	0,07
	30—45	0,77	1,3	27	0,02	0,10
	45—55	1,04	0,4	24	0,05	0,06
	55—67	0,70	1,2	19	0,04	0,06
	67—87	0,19	0,7	12	0,08	0,09
	87—107	0,84	0,2	12	0,02	0,09
	107—124	0,56	1,2	9	0,03	0,06
	124—154	0,56	0,1	9	0,07	0,04
	154—174	1,04	0,2	6	0,10	0,14

3. táblázat

Szoloncsákos rétitalajok könnyen oldódó mikroelem tartalma (mg/kg)

(1) Sorszám	(2) Mélység cm	B	Cu	Mn	Mo	Zn
119	0— 15	1,98	6,8	51	0,23	0,11
	15— 37	0,72	7,8	29	0,45	0,36
	37— 50	1,03	10,0	34	7,60	0,18
	50— 67	0,79	9,3	32	2,72	0,08
	67— 77	0,41	7,7	40	0,69	0,08
	77— 87	0,41	7,7	34	0,52	0,07
	87— 97	0,58	7,7	29	0,87	0,06
	97— 115	0,42	7,7	32	1,11	0,05
	115— 128	1,38	7,8	32	0,30	0,08
124	0— 10	2,04	7,7	44	0,09	0,08
	10— 25	1,82	7,0	30	0,16	0,45
	25— 40	1,53	6,6	24	0,25	0,19
	40— 50	1,35	5,3	19	0,17	0,20
	50— 60	1,10	5,3	17	0,19	0,30
	60— 74	1,35	2,7	14	0,37	0,10
	74— 86	1,44	1,2	9	0,23	0,13
	86— 109	1,44	0,1	9	0,21	0,06

tartalom is, könnyen oldódóból pedig GYÖRI [10] és KERESZTÉNY [17] adatai szerint még láptalajaink sem tartalmaznak 1 mg/kg-nál többet.

Kisebbsérvű, de ugyancsak igen jelentős felhalmozódás fordul elő a 124. szelvény 25—40 cm-es és 60—74 cm-es szintjeiben is. Mindkét szelvényben megfigyelhető azonkívül a kicserélhető cinktartalomnak a 20 cm körüli talajrétegben való erőteljes megnövekedése.

A tanulmányozott talajtípusok átlagos könnyen oldódó mikroelem-tartalmainak szelvénybeli eloszlása (4. táblázat) szerint a forró vízben oldódó bórtartalom mindhárom talajtípus szelvényében felülről lefelé csökken, de a mészlepedékes csernozjomtalajokban 80 cm, a réti csernozjom talajokban 40 cm, a szoloncsákos réti talajokban pedig 20 cm alatt nem szignifikáns a további csökkenés.

A WESTERHOFF szerint kivont réztartalmaknak a feltalaj irányában való növekedése egyedül a mészlepedékes csernozjomtalajokban szignifikáns, a másik két talajtípusban csak tendenciaszerű. A szulfít-mangántartalmaknak a felülről lefelé csökkenő irányzata a mészlepedékes csernozjomokban 60 cm, a réti csernozjomokban 40 cm, a szoloncsákos réti talajokban pedig 20 cm mélységig jelentős és szignifikáns csupán. Hasonló mangáneloszlást figyelt meg BAJESCU és CHIRIAC [2] is csernozjomtalajok szelvényében.

A könnyen oldódó molibdéntartalom az adatok erős szórása miatt mindössze a mészlepedékes csernozjomtalaj 20—40 cm-es rétegében különbözik szignifikánsan más rétegetől, a cinktartalom pedig a réti csernozjomtalajok 140 cm alatti rétegében, illetőleg a szoloncsákos réti talaj 20—40 cm-es rétegében halmozódott fel.

Mind az öt könnyen oldódó mikroelem-tartalomtól legtöbb a szoloncsákos réti talaj, legkevesebb pedig a réti csernozjomtalaj felső rétegeiben található.

4. táblázat

A vizsgált talajszelvények talajtípusonkénti átlagos könnyen oldódó mikroelem tartalma (mg/kg)

(1) Talajtípus	(2) Mélység cm	B	Cu	Mn	Mo	Zn
A) Mészlepedékes csernozjom	0— 20	1,51	5,0	42	0,15	0,04
	20— 40	1,44	4,7	38	0,17	0,07
	40— 60	1,17	3,1	25	0,12	0,07
	60— 80	1,13	2,6	22	0,12	0,09
	80—100	1,03	2,3	17	0,15	0,06
	100—120	0,89	2,3	19	0,14	0,07
	120—140	0,82	2,7	18	0,13	0,07
	140—160	0,79	2,5	18	0,11	0,06
	SzD _{5%}	0,28	1,3	7	0,06	0,04
B) Réti csernozjom	0— 20	1,30	2,1	44	0,07	0,10
	20— 40	1,00	2,0	25	0,07	0,09
	40— 60	0,93	0,7	19	0,09	0,08
	60— 80	0,64	1,5	16	0,07	0,06
	80—100	0,54	1,2	15	0,06	0,07
	100—120	0,63	0,6	14	0,05	0,07
	120—140	0,72	0,6	10	0,06	0,06
	140—160	0,74	1,1	10	0,07	0,13
	SzD _{5%}	0,45	2,4	10	0,04	0,06
C) Szoloncsákos réti talaj	0— 20	1,96	7,1	45	0,18	0,19
	20— 40	1,20	7,3	29	0,33	0,35
	40— 60	1,07	7,5	26	2,68	0,19
	60— 80	1,00	5,3	24	1,01	0,10
	80—100	0,97	4,2	21	0,46	0,08
	SzD _{5%}	0,70	5,1	15	3,66	0,22

Az egyes talajtípusok szelvényében megfigyelhető különbségek okait vizsgálva korrelációs együtthatókat számítottunk. Az 5. táblázat adataiból látható, hogy a könnyen oldódó B-, Cu- és Mn-tartalmak általában negatív összefüggésben vannak a mintavételi mélységgel és a mésztartalommal, a két-féle csernozjontalajban a B-, és a Mn-tartalom a kötöttségi számmal és a szervesanyag-tartalommal, a Cu-tartalom pedig csak a szervesanyag-tartalommal van összefüggésben. A Mo- és a Zn-tartalmak általában nem függnek más talajtulajdonságoktól. SZUKALSKI és munkatársai [37] azonban savanyú és semleges talajokban ettől eltérő összefüggéseket is megfigyeltek.

A kölcsönös összefüggések zavaró hatásának kiküszöbölése céljából többszörös regressziós összefüggéseket is vizsgáltunk. Mivel a mélységgel nem egyenesvonalúan függnek az egyes mikroelem-tartalmak, annak 0,5 hatványát (négyzetgyökét) is számításba vettük független változóként. Az így nyert

5. táblázat

A vizsgált talajminták könnyen oldódó mikroelem-tartalmi értékei, valamint alapvizsgálati adatai és a mintavétel mélysége közötti összefüggéseket jellemző korrelációs együtthatók

(1) Talajtípus	(2) Összefüggő adatpárok	B	Cu	Mn	Mo	Zn
A) Mészlepedékes csernozjom	a) Kötöttségi szám	0,30	-0,02	0,21	0,00	-0,15
	v) Szervesanyag, %	0,67	0,43	0,79	0,08	-0,09
	c) Mész tartalom	-0,12	-0,92	-0,61	0,23	0,23
	d) Mintavételi mélység	-0,65	-0,31	-0,73	-0,08	0,04
	Szr _{5%}	0,26				
B) Réti csernozjom	a) Kötöttségi szám	0,03	0,06	0,18	0,00	-0,26
	b) Szervesanyag %	0,62	0,27	0,85	0,23	-0,08
	c) Mész tartalom	-0,34	-0,32	-0,69	-0,15	-0,22
	d) Mintavételi mélység	-0,51	-0,24	-0,77	-0,12	0,22
	Szr _{5%}	0,37				
C) Szoloncsákos réti talaj	a) Kötöttségi szám	0,21	-0,54	-0,54	-0,35	0,44
	b) Szervesanyag %	0,22	0,01	0,04	-0,18	0,65
	c) Mész tartalom	0,10	-0,96	-0,82	-0,30	-0,07
	d) Mintavételi mélység	-0,17	-0,23	-0,38	-0,18	-0,54
	Szr _{5%}	0,47				

egyenletek regressziós együtthatóit nem közöljük, előjelüket azonban a szövegben ismertetjük, a megbízhatóságukat jellemző P-értékeket pedig a 6. táblázatban tüntettük fel. Eszerint a forró vízben oldódó B-tartalmak ingadozásait a kétféle csernozjomtípusban a szervesanyag- és a mésztartalom (mindkettő pozitív értelemben), a szoloncsákos réti talajban pedig a mintavételi mélység és az ARANY szerint meghatározott kötöttségi szám határozza meg elsősorban.

A könnyen oldódó réztartalmak nagysága a mészlepedékes csernozjomtalajokban és a szoloncsákos réti talajokban döntően a mésztartalomtól függ (negatív értelemben).

A szulfít-mangántartalmak eloszlásában mindhárom talajtípus szelvényében a mintavételi mélység játssza a legnagyobb szerepet, a mészlepedékes csernozjomtalajokban és a szoloncsákos réti talajokban ezenkívül a mésztartalom (negatív értelemben) is szignifikánsan befolyásolja a könnyen oldódó mangántartalmat.

A könnyen oldódó molibdéntartalmak egyedül a mészlepedékes csernozjomtalajok mésztartalmával (pozitív értelemben), a cinktartalmak pedig a réti csernozjomtalajokban a mintavételi mélységgel vannak szignifikáns összefüggésben.

A szoloncsákos réti talajok mikroelem-tartalmi értékeinek az összes sótartalommal megfigyelhető összefüggéseit is tanulmányoztuk. Bár az összes

6. táblázat

A többszörös regressziós együtthatók megbízhatóságát jellemző P-szintek

(1) Talajtípus	(2) Összefüggő adatpárok	B	Cu	Mo	Mo	Zn
A) Mészlepedékes csernozjom	d) Mintavételi mélység (M) M ^{0,5}	—	0,01	0,001	—	0,40
	a) Kötöttségi szám	—	0,10	0,001	0,40	0,40
	b) Szervesanyag %	0,05	—	0,40	0,40	0,20
	c) Mész tartalom	0,01	0,001	0,001	0,01	0,40
	e) Determinációs együttható (R ²)	0,56	0,89	0,88	0,14	0,12
B) Réti csernozjom	d) Mintavételi mélység (M) M ^{0,5}	0,20	—	0,05	0,40	0,01
	a) Kötöttségi szám	—	0,50	0,01	—	0,05
	b) Szervesanyag %	0,40	—	0,10	—	—
	c) Mész tartalom	0,01	—	0,50	0,20	0,50
	e) Determinációs együttható (R ²)	0,01	0,50	—	0,40	0,10
C) Szoloncsákos réti talaj	d) Mintavételi mélység (M) M ^{0,5}	0,71	0,14	0,92	0,21	0,52
	a) Kötöttségi szám	0,001	—	0,001	0,20	0,20
	b) Szervesanyag %	0,001	—	0,001	0,20	0,10
	c) Mész tartalom	0,05	0,20	—	0,50	—
	e) Determinációs együttható (R ²)	—	0,20	0,05	—	0,20
		0,20	0,001	0,001	—	—
	e) Determinációs együttható (R ²)	0,88	0,93	0,95	0,30	0,55

sótartalom szoros ($r = -0,90$) összefüggésben van a könnyen oldódó réz- és mangántartalommal, de egyúttal még szorosabb összefüggésben ($r = 0,93$) a mésztartalommal is. A többszörös regressziós egyenletben azonban még csak meg sem közelítette a szignifikanciát a mikroelem-tartalmak és a sóttartalom összefüggése, ezért a továbbiakban nem számoltunk e tényezővel. Az összes sóttartalom és a B-tartalom közötti összefüggés hiánya meglepő, mivel MILJKOVICA [22] szoloncsáktalajokban összefüggést talált szelvénybeli elhelyezkedésükben.

A többszörös regressziós egyenletek lehetőséget adtak arra, hogy kiszámítsuk az egyes mikroelem-tartalmak függőleges eloszlását arra az esetre, ha az ARANY-féle kötöttségi szám, a szervesanyag- és a méasztartalom az egész szelvényben állandó lenne, és megfelelné az egyes típusok mintáira vonatkozó középértékükkel. Az így számított mikroelem-tartalmak (7. táblázat) szemléletesen mutatják, hogyha a szervesanyag, a méasztartalom és a talajszövet szelvénybeli eloszlásától eltekintünk, ha tehát e tényezők nem hatnak, akkor a forró vízben oldódó B-tartalom a mészlepedékes csernozjomtalaj szelvényében állandó nagyságú, a réti csernozjomtalajban lefelé erősen növekszik, a szoloncsákos réti talajban pedig felülről lefelé erősen csökken. A WESTERHOFF szerint kioldott réztartalom a mészlepedékes csernozjomtalajoknak alsó, a réti

7. táblázat

A könnyen oldódó mikroelem tartalmak számított eloszlása a tanulmányozott talajtípusok szelvényében állandó, átlagos Arany-féle kötöttségi szám, szervesanyag tartalom és mésztartalom mellett

(1) Talajtípus	(2) Mélység cm	B	Cu	Mn	Mo	Zn
		mg/kg				
A) Mészlepedékes csernozjom	0–20	1,04	3,2	52	0,05	0,07
	20–40	1,04	2,8	37	0,09	0,07
	40–60	1,05	2,7	27	0,11	0,07
	60–80	1,05	2,8	23	0,13	0,07
	80–100	1,05	2,9	19	0,14	0,07
	100–120	1,05	3,1	16	0,15	0,07
	120–140	1,05	3,3	14	0,16	0,07
	140–160	1,05	3,5	13	0,17	0,06
	160–180	1,05	3,7	12	0,18	0,06
B) Réti csernozjom	0–20	0,15	3,1	39	0,02	0,14
	20–40	0,35	2,0	27	0,04	0,08
	40–60	0,55	1,5	21	0,05	0,06
	60–80	0,76	1,1	17	0,06	0,06
	80–100	0,97	0,8	15	0,08	0,06
	100–120	1,18	0,6	13	0,10	0,08
	120–140	1,38	0,4	12	0,11	0,10
	140–160	1,59	0,3	11	0,13	0,12
	160–180	1,80	0,2	10	0,14	0,14
C) Szoloncsákos réti talaj	0–20	1,97	7,5	45	0,69	0,07
	20–40	1,21	6,9	31	1,77	0,17
	40–60	0,95	6,5	25	1,72	0,19
	60–80	0,88	6,2	23	1,26	0,19
	80–100	0,92	5,9	22	0,55	0,18

csernozjom-, továbbá a szoloncsákos réti talajoknak pedig a felső szintjeiben halmozódik fel. A szulfít-mangántartalom mindhárom talajtípus szelvényeiben felülről lefelé kezdetben rohamosan, majd a mélyebb szintekben mind lassabban csökken.

A mészlepedékes csernozjomtalajokban a GRIGG – GORLACH szerint kioldott molibdéntartalom, a réti csernozjomtalajokban pedig ezenkívül a kicserélhető cinktartalom is felülről lefelé növekszik, ha eltekintünk a szövet, a szervesanyag és a mész hatásától. A szoloncsákos réti talajok szelvényében a könnyen oldódó molibdéntartalom a 20–80 cm-es rétegben, a cinktartalom pedig a 20–100 cm-es rétegben halmozódott fel.

Az eredmények megvitatása

Valamennyi adat bizonyítja a talaj vízviszonyainak igen erőteljes hatását a könnyen oldódó mikroelem-tartalmak mennyiségére és szelvénybeli eloszlására. Jól szemlélteti ezt a 8. táblázat is, melyben feltüntettük az egyes talajtípusok szelvényeinek különböző mélységeig számított átlagos mikroelem-tartalmát. Az adatok azt igazolják, hogy a szoloncsákos réti talajok kimagaslóan több könnyen oldódó Cu-t, Mo-t és Zn-et, és a legtöbb B-t tartal-

8. táblázat

A tanulmányozott talajtípusok különböző mélységű rétegének átlagos könnyen oldódó mikroelem tartalma (mg/kg)

(1) Talajtípus	(2) Rétegvastagság cm	B	Cu	Mn	Mo	Zn
A) Mészlepedékes csernozjom	0—40	1,48	4,9	40	0,16	0,06
	0—60	1,37	4,3	35	0,15	0,06
	0—100	1,26	3,5	29	0,14	0,07
B) Réti csernozjom	0—40	1,15	2,1	35	0,07	0,10
	0—60	1,08	1,6	29	0,08	0,09
	0—100	0,88	1,5	24	0,07	0,08
C) Szoloncsákos réti talaj	0—40	1,58	7,2	37	0,26	0,27
	0—60	1,41	7,3	33	1,06	0,24
	0—100	1,24	6,3	29	0,93	0,18

mazzák felső 60 cm-es rétegükben a másik két talajtípushoz viszonyítva. Minden valószínűséggel a talajvíz halmozta fel ezeket a mikroelemeket az erősen pozitív vízmérleg, az azzal együtt járó bepárlódás következtében. A legkevesebb B-t, Cu-t Mn-t és Mo-t pedig a réti csernozjomtalajok tartalmazzák, nyilvánvalóan kilúgzódási folyamatok hatására.

Nagyon szemléletesen mutatja a vízmozgás hatását a forró vízben oldódó B-tartalomra a 7. táblázat is. A szoloncsákos réti talajban, ahol a felfelé irányuló vízmozgás az uralkodó [34], a felső szintekben halmozódott fel a bór, ha a többi tényező (szövet, szervesanyag, mész) hatását figyelmen kívül hagyjuk, a réti csernozjomtalajokban pedig, melyekben Szűcs [38] szerint a lefelé irányuló vízmozgás az uralkodó, az alsó szintekben történik a felhalmozódás. A mészlepedékes csernozjomtalajokban ezzel szemben a fluktuáló vízmozgás következtében nincs egyirányú mozgása a forró vízben oldódó bórnak. Szoloncsáktalajok vízben oldódó bórtartalmának a talaj víztartalmával való együttes vándorlását egyébként BANDYOPADHYA [3] is megfigyelte. Nagyon hasonló a kicserélhető cinktartalom viselkedése, csak annak felhalmozódása a molibdénéhez hasonlóan a szoloncsákos réti talajnak a felszín alatti rétegeiben történt.

A könnyen oldódó molibdéntartalom vonatkozásában nem ilyen egyértelmű a vízmozgás hatása. A 3. táblázat adatai azonban a 119. szelvényben két szintben óriási, a 124. szelvényben pedig ugyancsak két szintben határozott felhalmozódást jól szemléltetnek. VLASZJUK [41] is közölt vizsgálati adatokat szoloncsákos réti és csernozjomtalajokról, melyek egyes szintjeiben szintén nagy volt a molibdéntartalom. Úgy látszik tehát, hogy a szoloncsákosodás általánosan együtt jár a könnyen oldódó molibdén felhalmozódásával. Ez főképpen úgy képzelhető el, hogy a talajvizek molibdéntartalma valamelyik talajrétegben vagy talajrétegekben folyamatosan bepárlódik. Ez tehát nem szervesanyaghoz kötött molibdénfelhalmozódás, annál is inkább, mert KERESZTÉNY és NAGY [20] szerint a humusz meghatározott, SZALAY és SZILÁGYI [35] szerint nem nagy mennyiségű molibdént tud csak megkötni. MIRCSEV [23] adatai is arról tanúskodnak, hogy a molibdénnek meglehetősen kis százaléka

szokott csak szervesanyaghoz kötve előfordulni a talajokban. A 119. szelvényben egyébként olyan nagy a GRIGG szerint kioldható molibdéntartalom, hogy az esetleg a láptalajokhoz hasonló molibdénmérgezési tüneteket idézhet elő a legelő állatokban

Az a tény, hogy a többszörös regressziós számítások során nem lehetett összefüggést találni az öt könnyen oldódó mikroelem-tartalom, valamint az összes sótartalom között, arra mutat, hogy e mikroelem-tartalmak mozgékony-sága a talajban nem olyan erőteljes, mint a sóké, hiszen az utóbbi esetben azonos szintekben halmozódtak volna fel. A cinkre vonatkozólag ezt valószínűsítik SINGH és SHUKLA [28] izotópos vizsgálatának eredményei is, melyek szerint az oldott cink mindössze 1–4 cm távolságra vándorolt homokos vályogtalajban vízmozgás hatására.

A könnyen oldódó réztartalmaknak a réti csernozjomtalajok szelvényében a mélyebb szintek irányában megfigyelhető csökkenése az adatokból nem magyarázható.

Nagyon jellemző viszont, hogy a könnyen oldódó mangántartalom eloszlása a vízmozgásnak valószínűleg nem függvénye, mivel könnyen oldódó mennyisége mindhárom talajtípusban felülről lefelé csökken, akár figyelembe vesszük az egyéb talajtulajdonságokat, akár nem. A többi tényezőik közül is csupán a mésztartalomtól függ egyértelműen, annak oka is valószínűleg analitikai (a szulfid kicsapódása a talaj mésztartalmán, és ezáltal oldóhatásának csökkenése).

Összefoglalás

Egy gazdaságból származó mészlepedékes csernozjom, réti csernozjom és szoloncsákos réti talajszelvények vizsgálati eredményeiből és matematikai-statisztikai számítások alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

1. A könnyen oldódó B-, Cu-, Mo- és Zn-tartalom a vizsgált talajok vízviszonyainak függvénye, mivel felhalmozódásuk a szoloncsákos réti talajokban kiugróan nagy érték, ahol a talajvizek állandó bepárlódásával lehet számolni a talajképződés folyamán, legkisebb pedig a réti csernozjomtalajokban, valószínűleg a kilúgzódás következtében. A fluktuáló vízmozgású mészlepedékes csernozjomtalajok e tekintetben közbenső helyet foglalnak el.

2. A szulfid-mangántartalmak mennyiségében és eloszlásában nem volt kimutatható a vízmozgás hatása.

3. A többszörös regressziós számítások során nem lehetett kimutatni összefüggést a könnyen oldódó mikroelem-tartalmak és az összes sótartalom között a szoloncsákos réti talajok két szelvényében, e felhalmozódások tehát hosszantartó folyamatok (elsősorban a talajvíz állandó bepárlódása) eredményei.

4. A szoloncsákos réti talajok egyes szintjeiben olyan nagymértékű a molibdénfelhalmozódás, hogy az a rajta termelt takarmánynövények mérgező Cu/Mo arányát okozhatja.

Irodalom

- [1] A Mezőhegyesi Állami Gazdaság Genetikus Üzemi Talajterképe. A Mezőhegyesi ÁG Laboratóriuma. Kézirat. 1975.
 [2] BĂJESCU, I. & CHIRIAK, A.: Repartitia microelementelor in solurile zonale din sudul R. P. Romine. Stiinta Solului. 2. 115–127. 1964.

- [3] BANDYOPADHYA, A. K.: Seasonal variation of boron in saline-sodic soils. *Annls. Arid. Zone.* **13.** 125—128. 1974.
- [4] DOBROLJUBSZKIJ, O. K. & KOZULJA, T. M.: Szoderzsanie medi v nekotorüh csernozemah i szelszkohozajsztvennüh kul'turah juga Ukrainü. *Agrohimiya.* (3) 80—88. 1966.
- [5] ÉJNTROP, R. V., SEJNINA, G. A. & TOJKKA, N. A.: Primenenie faktornogo analiza dlja kolicesesztvennoj ocenki roli pocsevvennüh processzov v raszpredelenii mikroelementov. *Poesvovedenie.* (8) 139—144. 1976.
- [6] GJUL'AHMEDOV, A. N. & PEJSZAHOV, JA. M.: Szoderzsanie bora v pocsvah vino-gradnikov Derbentszkogo rajona DASzSzR i effektivnoszt' bornüh udobrenij. *Poesvovedenie.* (6) 111—116. 1968.
- [7] GORLACH, E.: O pewnym uproszczeniu metody Grigga oznaczania przyswajalnego molibdenu w glebie. *Roczn. Glebozn.* **14.** 15—26. 1964.
- [8] GRIGG, J. L.: A rapid method for the determination of molybdenum in soils. *Analyst.* **78.** 470—473. 1953.
- [9] GYÓRI, D.: A Mn, Zn, Cu, Mo, Co mikroelemek eloszlása és vegyületformái néhány talajtípusban. *MTA Agrártud. Oszt. Közlem.* **21.** 53—71. 1962.
- [10] GYÓRI, D.: The trace element conditions of some moor areas in Hungary. *Acta Agron. Hung.* **16.** 87—94. 1967.
- [11] JACKSON, M. L.: Soil chemical analysis. Englewood Cliffs. N. J. Prentice-Hall. 1958.
- [12] KERESZTÉNY, B.: Néhány talajszelvény forróvízben oldható bórtartalma. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közlem.* **11.** (1) 25—29. 1968.
- [13] KERESZTÉNY, B.: Mosonmagyaróvár környéki talajszelvények könnyen oldható molibdén tartalma. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közlem.* **11.** (2) 135—140. 1968.
- [14] KERESZTÉNY, B.: A bórmeghatározáshoz szükséges forró vizes talajkivonat készítési körülményeinek vizsgálata. *Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közlem.* **12.** (3) 17—24. 1969.
- [15] KERESZTÉNY, B.: Mosonmagyaróvár környéki talajszelvények könnyen oldható réztartalma. *Agrártud. Egy. Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtud. Kar Közlem.* **13.** (3) 5—30. 1970.
- [16] KERESZTÉNY, B.: Mosonmagyaróvár környéki talajszelvények könnyen oldható mangántartalma. *Agrártud. Egy. Keszthely. Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtud. Kar Közlem.* **14.** (3) 5—28. 1971.
- [17] KERESZTÉNY, B.: Mosonmagyaróvár környéki talajtípusok szántott rétegének könnyen oldódó B-, Cu-, Mn- és Mo-tartalma. *Agrokémia és Talajtan.* **21.** 172—192. 1972.
- [18] KERESZTÉNY, B.: Talajtulajdonságok és mikroelem tartalom összefüggései a kisalföldi talajokban. *MTA Agrártud. Közlem.* **33.** 577—587. 1974.
- [19] KERESZTÉNY, B.: A biológiai felhalmozódás szerepe a talajszelvények mikroelem-tartalmának eloszlásában. *KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtud. Kar Közlem.* **19.** (3) 1976. (Közlésre elfogadva.)
- [20] KERESZTÉNY, B. & NAGY, L. I.: Néhány talaj szervesanyaghoz kötött molibdén-tartalmának vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan.* **9.** 495—500. 1960.
- [21] KERESZTÉNY, B. & NAGY, L.: A Marcal-medence, a rábántúli kavicstakaró és a Bakony barna erdőtalajainak könnyen oldódó B-, Cu- és Mn-tartalma. *KATE Mosonmagyaróvári Kar Közlem.* **16.** 3/a. 49—74. 1973.
- [22] MILJKOVICA, N.: Karakteristike vojvodinskih slatina i problem bora u njima. *Izd. Saveza Zajednica NRS. Novi Sad.* 1963.
- [23] MIRCSEV, SZV. SZT.: Szödörzsanie, raszpredelenie, podviznoszt i szorbciya na molibdena v pocsvite na Bölgarija. *Avtoreferat na dizertacija za prizözsdane na naucsната sztepen „Kandidat na szelszkoszopranszkite nauki”.* Szofija. 1975.
- [24] MÜLLER, L.-né BEÖTHY, Zs.: Gyümölcsfák sárgulása talajtani okának vizsgálata a Mezőhegyesi Állami Gazdaságban. *Egyetemi doktori értekezés.* Keszthely. 1970.
- [25] PALAVEEV, T.: Bor v csernozemah i szerüh lesznuh pocsvah szevernoj Bolgarii. *Poesvovedenie.* (9) 116—122. 1958.
- [26] PEJVE, JA. V. & RIN'KISZ, G. JA.: Metodü büsztrogo opredelenija dosztupnüh rasztenijam mikroelementov (Cu, Zn, Mn, Co, Mo i B) v pocsvah. *Poesvovedenie.* (9) 65—72. 1959.
- [27] SCHACHTSCHABEL, P.: Die Bestimmung des Manganversorgungsgrades von Böden

- und seine Beziehung zum Auftreten der Dörrfleckenkrankheit bei Hafer. Z. Pfl.-Ernähr. Düng. **78**. 147-167. 1957.
- [28] SINGH, R. & SHUKLA, U. C.: Studies of ^{65}Zn movement in soil columns under laboratory conditions. Geoderma. **15**. 313-321. 1976.
- [29] SIX, L.: Duna és Rába menti talajok mozgékony cinktartalmának vizsgálata. Mosonmagyaróvári Agrártud. Főisk. Közlem. **10**. 39-43. 1967.
- [30] SIX, L.: Rábaöntésen kialakult talajszelvények Zn-tartalmának vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. **19**. 311-322. 1970.
- [31] SIX, L.: A Kisalföld Duna-öntésen kialakult néhány talajszelvényének Zn-tartalom vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. **20**. 107-118. 1971.
- [32] SIX, L.: A Marcal-völgy néhány talajszelvényének cinktartalom vizsgálata. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtud. Kar Közlem. **14** (3) 29-51. 1971.
- [33] SNEDECOR, G. W.: Statistical Methods. Iowa State College. Ames. 1957.
- [34] STEFANOVITS, P.: Talajtan. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1975.
- [35] SZALAY, A. & SZILÁGYI, M.: Laboratory experiments on the retention of micro-nutrients by peat humic acids. Plant and Soil. **29**. 219-224. 1968.
- [36] SZILÁGYI, M.: O szorbecii molibdena na guminovüh preparatah. Geohimija. **12**. 1489-1492. 1967.
- [37] SZUKALSKI, Z. et al.: Zawartosc mikroskladników oraz inne wlasciwosci gleb zd IUNG malyszyn i wierzbno. Pam. Pulawski Prace IUNG. **32**. 181-195. 1968.
- [38] SZÚCS, L.: A hazai csernozjom talajok osztályozása. Agrokémia és Talajtan. **8**. 83-92. 1959.
- [39] SZÚCS, L. & ELEK, É.: Adatok a hazai csernozjom talajok mikroelem-tartalmáról. Agrokémia és Talajtan. **11**. 311-322. 1962.
- [40] TONKONOZENKO, E. V.: Molibden i marganee v pocsvah Kubani. Poesvovedenie. (1) 79-85. 1964.
- [41] VLASZJUK, P. A.: Szoderzsanie mikroelementov v pocsvah Ukrainszkoj SzSzR. Naukova Dumka. Kiev. 1964.
- [42] WESTERHOFF, H.: Beitrag zur Kupferbestimmung im Boden. Landw. Forsch. **7**. 190-193. 1955.

Érkezett: 1976. október 26.

Distribution of Easily Soluble Microelements in Some Chernozem and Meadow Soil Profiles

B. KERESZTÉNY and ZS. BEÖTHY-MÜLLER

Agricultural University, Faculty of Agronomy, Chemistry - Soil Science Department, Mosonmagyaróvár and Laboratory of State Farm Mezőhegyes (Hungary)

Summary

The easily soluble B, Cu, Mn, Mo and Zn content of 6 calcareous chernozem, 3 meadow chernozem and 2 solonchak meadow soil profiles have been determined in the area of the State Farm Mezőhegyes. Comecon pattern analytical methods were used in the investigation. The average microelement content of the soil horizons were calculated from the analytical data. Single- and multiple regression analysis were applied in studying the correlation between the microelement content and the depth of sampling, humus content, CaCO_3 content, soil texture, respectively. The depth of sampling is considered in the form of a quadratic equation. The distribution of microelements in the soil profiles were calculated by regression equations on the base of the equality of other investigated factors (humus content, CaCO_3 content and soil texture). The next conclusions can be drawn from the results:

1. The hot water soluble B, the soluble Cu (according to WESTERHOFF), the soluble Mo (according to GRIGG) and the normal KCl soluble Zn contents are the functions of the water movement in the investigated soil profiles. The accumulation of these microelements is distinguishedly high in the solonchak meadow soils due to the periodically upward tending water movement and the drying processes. The accumulation of microelements is the smallest in the meadow chernozem soils owing to the leaching and intermediate in the calcareous chernozem soils as a consequence of the fluctuating water movement.

2. The sulfite-Mn content of the soils is not effected by the water movement.

3. There is no relationship between the easily soluble microelement content and the total salt content of the solonchak meadow soil profiles concluding from the multiple regression analysis data. Consequently the accumulation of the microelements is the result of long-continued processes (mainly persistent drying effects).

4. The extremely high Mo accumulation in some of the solonchak meadow soil horizons may cause toxic Cu/Mo ratio in the fodder plants.

Table 1. Easily soluble microelement contents of the calcareous chernozem soil profiles, (1) Number. (2) Depth.

Table 2. Easily soluble microelement contents of the meadow chernozem soil profiles, (1) Number. (2) Depth.

Table 3. Easily soluble microelement contents of the solonchak meadow soil profiles, (1) Number. (2) Depth.

Table 4. Average easily soluble microelement contents of the soil types. (1) Soil type. (2) Depth of sampling. *A)* Calcareous chernozem. *B)* Meadow chernozem. *C)* Solonchak meadow soil.

Table 5. Correlation coefficients between the easily soluble microelement content and the depth of sampling, and some soil characteristics, respectively. (1) Soil type. (2) Joint pairs of data. *A)* Calcareous chernozem; *B)* Meadow chernozem. *C)* Solonchak meadow soil. *a)* Sticky point according to ARANY. *b)* Humus content. *c)* CaCO₃ content. *d)* Depth of sampling.

Table 6. Levels of probability for multiple regression coefficients. *e)* Determination coefficient, other signs see in Table 5.

Table 7. The average easily soluble microelement contents of the soil profiles calculated for a constant, average humus content, sticky point and CaCO₃ content. Signs see in table 4.

Table 8. Average microelement contents of the investigated soil types. Signs see in Table 4.

Verteilung der leichtlöslichen Mikroelemente in Bodenprofilen von Tschernosem- und Wiesenböden in der Umgebung von Mezőhegyes

B. KERESZTÉNY und ZS. BEÖTHY-MÜLLER

Lehrstuhl für Chemie und Bodenkunde, Landwirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität
für Agrarwissenschaften Mosonmagyaróvár und Laboratorium des Staatsgutes zu Mezőhegyes (Ungarn)

Zusammenfassung

Der leichtlösliche B-, Cu-, Mn-, Mo- und Zn-Gehalt von verschiedenen Bodenprofilen (d.h. 6 Proben von Tschernosjom mit Kalkhüllen, 3 von Wiesenschernosem- und 2 von Solontschak-Wiesenböden) von dem Gebiet des Staatsgutes zu Mezőhegyes wurde bestimmt. Bei der Analyse wurden die in den RGW-Vereinbarungen vorgeschlagenen Extraktionsmethoden verwendet. Der durchschnittliche Mikroelementengehalt der einzelnen Horizonte der verschiedenen Bodentypen wurde berechnet. Es wurden einfache und mehrfache Regressionsanalysen durchgeführt um die Zusammenhänge zwischen den Mikroelementgehalten einerseits und der Tiefe der Probenahme, dem Gehalt an organischen Stoffen, dem Kalkgehalt, sowie der Bindigkeitszahl nach ARANY andererseits zu studieren. Die Tiefe der Probenahme wurde in Form einer Gleichung zweiten Grades in Betracht gezogen. Mit Hilfe der mehrfachen Regressionsgleichungen wurde die Mikroelementenverteilung im Profil für den Fall berechnet, wenn alle anderen Bodenkennwerte (organischer Stoff-, Kalkgehalt, Bindigkeitszahl) im ganzen Profil unverändert bleiben. Aus diesen Ergebnissen konnte das folgende festgestellt werden:

1. Der in heissem Wasser lösliche B-, der nach WESTERHOFF bestimmte Cu-, der nach GRIGG extrahierte Mo-, und der mit N KCl extrahierte Zn-Gehalt der untersuchten Böden war in grossem Masse von der Richtung und Intensität der Wasserbewegung in den Böden abhängig. In den Solontschak-Wiesenböden, wo im Laufe der bodenbildenden Vorgänge mit der Verdunstung des Grundwassers gerechnet werden kann, ist die Anhäu-

fung der obigen Elemente äusserst gross, in den Wiesenschernosemböden ist sie — wahrscheinlich als Folge von Auswaschungsvorgängen — sehr gering. Die Tschernosemböden mit Kalkhülle nehmen mit ihrer fluktuierenden Wasserbewegung einen mittleren Platz ein.

2. In der Verteilung der mit Sulfitbehandlung gewonnenen Manganmengen war der Einfluss der Wasserbewegung nicht nachweisbar.

3. Mit Hilfe der mehrfachen Regressionsanalyse konnte kein Zusammenhang zwischen den leichtlöslichen Mikronährstoffmengen und dem gesamten Salzgehalt in den Profilen der Solontschak-Wiesenböden nachgewiesen werden, die Anhäufung der Mikroelemente scheint also ein Ergebnis andauernder Vorgänge (hauptsächlich einer ständigen Verdunstung des Grundwassers) zu sein.

4. In einigen Horizonten der Solontschak-Wiesenböden ist die Anhäufung des Molybdäns so bedeutend, dass dadurch das toxische Cu/Mo-Verhältnis in den dortgewachsenen Futterpflanzen hervorgerufen werden kann.

Tab. 1. Leichtlöslicher Mikroelementengehalt der Bodenprofile von Tschernosemböden mit Kalkhülle. (1) Laufende Nummer. (2) Tiefe.

Tab. 2. Leichtlöslicher Mikroelementengehalt der Bodenprofile von Wiesenschernosemböden. (1) Laufende Nummer. (2) Tiefe.

Tab. 3. Leichtlöslicher Mikroelementengehalt der Bodenprofile von Solontschak-Wiesenböden. (1) Laufende Nummer. (2) Tiefe.

Tab. 4. Durchschnittlicher leichtlöslicher Mikroelementengehalt in den Bodenprofilen der einzelnen Bodentypen. (1) Bodentyp. (2) Tiefe. *A)* Tschernosemboden mit Kalkhülle. *B)* Wiesenschernosem. *C)* Solontschak-Wiesenboden.

Tab. 5. Korrelationskoeffizienten charakteristisch für die zwischen den Mikroelementengehalten und den wichtigsten Bodenkennwerten, sowie der Tiefe der Probenahme bestehenden Zusammenhänge. (1) Bodentyp. (2) Datenpaare. *A)* Tschernosemboden mit Kalkhülle. *B)* Wiesenschernosem. *C)* Solontschak-Wiesenboden. *a)* Bindigkeitszahl. *b)* Organische Stoffe, %. *c)* Kalkgehalt. *d)* Tiefe der Probenahme.

Tab. 6. Die Signifikanz der die mehrfachen Regressionskoeffizienten bestimmenden Probabilitätsstufen. *e)* Determinationskoeffizienten. Die übrigen Bezeichnungen s. unter Tab. 5.

Tab. 7. Berechnete Verteilung der leichtlöslichen Mikroelementengehalte in den untersuchten Bodenprofilen für den Mittelwert der Bindigkeitszahlen nach Arany, des organischen Stoffgehaltes und des Kalkgehaltes, Bezeichnungen s. unter Tab. 4.

Tab. 8. Mittelwerte der leichtlöslichen Mikroelementengehalte in den verschiedenen Horizonten der untersuchten Bodentypen. Bezeichnungen s. unter Tab. 4.

Распределение содержания легкорастворимых микроэлементов в черноземах и луговых почвах Мезёхедша

Б. КЕРЕСТЕНЬ и Ж. МОЛЛЕР-БЕОТИ

Кестхейский Аграрный Университет, Сельскохозяйственный Факультет, кафедра химии и почвоведения Мошонмадьярвар, и Лаборатория Мезёхедешского государственного хозяйства, Мезёхедеш (Венгрия)

Резюме

Изучали содержание легкорастворимых В-, Си-, Мп-, Мо-, Zn в шести разрезах чернозема, в трех разрезах лугового чернозема и в двух разрезах солончаковатой луговой почвы, заложенных на территории Мезёхедешского государственного хозяйства. Применяли методы вытяжек, предложенные странами-членами СЭВ. Рассчитали среднее содержание микроэлементов для горизонтов отдельных типов почвы. Провели однократные и многократные регрессивные анализы, с целью определения взаимосвязи между содержанием отдельных микроэлементов, глубиной взятия образцов, содержанием органического вещества в почве, содержанием извести и числом связности. Глубину взятия образцов принимали во внимание в форме квадратного уравнения. С помощью многократных регрессионных уравнений рассчитали распределение микроэлементов вниз по почвенному профилю для того случая, когда все остальные показатели (содержание органического вещества, извести, число связности) одинаковы во всем разрезе. Полученные результаты позволили сделать следующие заключения:

1. Содержание В-, растворимого в горячей воде, Сu-, растворимого по методу Вестерхофа, Мп-, растворимого по Григгу, Zn растворимого в н. КСI, находится в зависимости с водным режимом изученных почв, поскольку оно весьма велико в солончакватых луговых почвах, где поднятие и испарение грунтовых вод играет большую роль в почвообразовательном процессе; самое незначительное содержание легкорастворимых микроэлементов наблюдали в луговых черноземах, по всей вероятности, в результате процесса выщелачивания. Мицелярные черноземы с флуктуальным движением воды в этом отношении занимают промежуточное место.

2. Не обнаружили влияния движения воды на количественное содержание и на распределение по профилю сульфитов марганца.

3. В ходе многократных регрессионных расчетов не нашли зависимости между содержанием легкорастворимых микроэлементов и общим содержанием солей в солончакватых луговых почвах, таким образом, накопление микроэлементов является результатом весьма продолжительного процесса (в первую очередь, постоянного испарения грунтовой воды).

4. В отдельных горизонтах солончакватых луговых почв наблюдали такое высокое накопление молибдена, которое может вызывать токсичное соотношение Сu/Мо в растениях, выращиваемых на этих почвах.

Табл. 1. Содержание легкорастворимых микроэлементов в мицелярных черноземах. (1) Номер по порядку. (2) Глубина.

Табл. 2. Содержание легкорастворимых микроэлементов в луговых черноземах. (1) Номер по порядку. (2) Глубина.

Табл. 3. Содержание легкорастворимых микроэлементов в солончакватых лугопочвах. (1) Номер по порядку. (2) Глубина.

Табл. 4. Среднее содержание легкорастворимых микроэлементов по отдельным типам почвы. (1) Тип почвы. (2) Глубина. А) Мицелярный чернозем. В) Луговой чернозем. С) Солончакватая луговая почва.

Табл. 5. Величины содержания легкорастворимых микроэлементов в изученных образцах почвы, а также коэффициенты корреляции, характеризующие зависимость между результатами основных анализов и глубиной взятия образцов. (1) Тип почвы. (2) Пары показателей, находящиеся в зависимости. А) Мицелярный чернозем. В) Луговой чернозем. С) Солончакватая луговая почва. а) число связности, б) содержание органического вещества в %. с) содержание извести, d) глубина взятия образцов.

Табл. 6. Уровни R, характеризующие достоверность коэффициентов многократной регрессии. е) Коэффициент детерминации. Остальные обозначения смотри в таблице 5.

Табл. 7. Расчитанное распределение содержания легкорастворимых микроэлементов в изученных типах почвы при постоянном содержании в них органического вещества, извести и постоянном числе связности по Арань. Обозначения смотри в таблице 4.

Табл. 8. Среднее содержание легкорастворимых микроэлементов в различных горизонтах изученных типов почвы. Обозначения смотри в таблице 4.