

A műtrágyázás hatása a talajok könnyen oldható mikroelemtartalmára

DEBRECZENI BÉLA és CZECH RUDOLF

Pannon Agrártudományi Egyetem, Keszthely és Mezőgazdasági Kombinát Boly,
Szakszolgálati Állomása, Pécs-Daniczpuszta

A legtöbb mikroelem és nehézfém a talajban szervesen oldható vegyületként, vagy szerves anyaghoz, agyagásványhoz illetve vas-, mangán- és alumínium hidratált oxidjaihoz kötve van jelen. A szerves- és szervesen oldható kolloidok és az oxihidrálok - nagyobb szorpciós kapacitásukkal - csökkentik a tápelempotenciált, vagyis az említett fémek növények általi felvehetőségét. A cink, réz és nikkel toxicitása talajon keresztül gyakrabban, az ólom, kobalt, arzén és kadmium mérgező hatása azonban ritkábban fordul elő /FOY et al., 1978/.

Ez a tanulmány arra is utal, hogy a fitotoxicitás mértéke a fémek oldhatóságától, vagyis a nehezen és könnyen oldható vegyületek között lejátszódó egyensúlyi folyamatok intenzitásától függ. Ezt több talajtényező /pH, agyagásvány/ befolyásolja.

A fémionok talajbani aktivitása rendszerint pH-függő, mivel a savasság az adszorpciót és a kelátképződést is befolyásolja. Amennyiben a talaj savasodása a műtrágyázás következménye is, úgy figyelemmel kell lenni a műtrágyázás közvetett hatására, ami esetleg egyes oldható mikroelemek, és nehézfémek koncentrációjának megnövekedésében nyilvánulhat meg. A fémek mennyisége és oldhatósága a talaj agyagtartalmának és az agyagásvány minőségének is függvénye. A hazai Növény- és Talajvédelmi Szolgálat mérései szerint /5 millió ha-on 6000 minta alapján/ a talajok 0-30 cm-es rétegének átlagos nehézfém-tartalma - Lakanen-Erviö kivonatban - a következő volt: 0,11 ppm Cd; 0,01 ppm Cr; 0,18 ppm Hg; 4,43 ppm Ni; 6,43 ppm Pb és 0,41 ppm Se. Megállapították, hogy a karbonátosság növekedésével csökkent a Fe-, Mn-, Al-, Cu-, Zn-, Cr-, Ni-, Co- és Pb-tartalom, a Hg-, Se- és Cd-tartalom azonban nőtt /FEKETE, 1983/.

A talajok fémiontartalmán és oldhatósági viszonyain túl fontos lenne számba venni a fémek talajba kerülésének mértékét is. A mezőgazdaságban rendszeresen felhasznált anyagok /műtrágyák, peszticidek, meszező anyagok, szerves trágyák/ kevesebb, de az esetenként alkalmazott kommunális anyagok /szennyvíziszap, szemétkomposzt, szállópor/ nagyobb mennyiséget tartalmazhatnak nehézfémekből, mint az ásványi talajok. Műtrágyázással általában nagyon kis mennyiséggel, szennyvíziszappal ellenben jelentősen növelhető a talaj, illetve a növények nehézfém-tartalma /Cd, Pb, Hg, As és Ni/ évente /FOY et al., 1978; MÁTIÉ, 1987; SANERBECK és STYPEREK, 1983/. A műtrágyák közül a szuperfoszfát okozhat esetleg veszélyt, hiszen Cd-tartalmát 2-200 ppm között jelölik meg. A hazai szuperfoszfát átlagos Cd-tartalma mindössze 2-3 ppm.

A folyékonyműtrágya-gyártáshoz felhasznált MAP 5-40 ppm Cd-ot és 10 ppm Pb-ot tartalmazott /FEKETE, 1988/. COOKE /1972/ a mészammónsalétróm fémtartalmát a következő adatokkal jellemezte: Mn: 24; Cu: 22; Zn: 15; Ni: 2; Co: 0 mg/kg műtrágya. Az egyszerű szuperfoszfát fémtartalmára az alábbi adatokat találjuk az irodalomban: Mn: 194; Cu: 138; Zn: 138; Ni: 44; Co: 90; Pb: 14 mg/kg műtrágya.

A szuperfoszfát fémtartalma nagymértékben függ a felhasznált nyersfoszfáttól. Mivel a hazai szuperfoszfátok nyersanyagforrásai is változóak voltak, a kísérletünkben felhasznált műtrágyákkal csak becsüljük a fémek talajba került mennyiségét: a 441-es kódjelű kezelésben hektáronként a talajba jutott mintegy 4000 g Mn; 3000 g Cu és Zn; 1000 g Ni; 400 g Co és 300 g Pb.

Az ipari eredetű /fémkohók, szénkezelésű erőművek, vegyiparok/ aeroszolokban lévő szennyezés /Hg, Pb, Cd, Zn, Cu stb./ egy része a kibocsátás helyétől rövid távolságon belül /500-1500 m-ig/ kiülepedhet, mint ahogyan az autópályáktól 10-30 m távolságra az ólomszennyezés jelentősen megnövekedhet és ez a talajok felső szintjében visszamérhető /FEKETE, 1983/. Ez a fajta szennyezés tehát csak nagyon korlátozott területét érinti az országnak.

A környezet erősödő savasodásának komplex hatásával kapcsolatos hazai kutatások eredményeit foglalta össze az OKTH-MTA közös kiadványa, amelyben a talajra gyakorolt hatást MÁTÉ /1987/ értékelte. A talaj csak egy bizonyos határig terhelhető ill. képes az ipari, a mezőgazdasági eredetű szennyező anyagokat tárolni, lekötöni vagy átalakítani. Amit már nem tud pufferni, azt továbbadja a növényeknek, sőt a talajvíznek, ezzel esetleg súlyos és káros következményeket okozva a környezetnek.

Tanulmányunkban csak a műtrágyázás talajra gyakorolt hatásával foglalkozunk. Ehhez hasonló vizsgálattal az irodalomban nem találkoztunk. A talajba került műtrágyák lehetséges környezetkárosításának többféle folyamatát jellemezhetjük meg /DEBRECZENI, 1988/. Az esetleges káros hatások /növény táplálkozási zavarok, termékművelés-romlás, talajok savasodása, talajvizek nitrátosodása, toxikus elem-feldúsulás stb./ a szakszerűtlenség, a túladosolás eredményeként jelenhetnek meg. Ebből következik, hogy az esetleges káros hatások megelőzése, elhárítása vagy a hatás mérséklése elsősorban a műtrágyák optimális és racionális alkalmazási módjában jelölendő meg.

Anyag és módszer

A fentiekben megfogalmazott kérdésekre a PÁTE Agrokémiai és Talajtani Intézete /Keszthely/ által koordinált Országos Műtrágyázási Tartamkísérletekben /OMTK/ végzett talajvizsgálatok eredményei alapján keressük a választ. Az OMTK jellemzését /kísérleti helyek, -felelősök, talajok, forgók stb./ egy korábbi tanulmányban /DEBRECZENI és DVORACEK, 1989/ irtuk le. A szabadföldi kísérletek - amelyek talaját vizsgáltuk - 1968-ban kezdődtek. A 18. számú kísérletek A és B forgói és ezeken belül a 21 műtrágyázási kezelés is randomizáltan került elrendezésre. 20 évvel később 1988-ban vettük a mintákat, a felső 0-25 cm-es rétegből. A 18. számú műtrágyázási tartamkísérletekben A-18 /búza-kukorica-kukorica-borsó/ és B-18 /búza-kukorica-kukorica-búza/ forgókban azonos kezeléseket ill. növekvő N-, P- és K-adagokat alkalmaztunk. A 21 kezeléssel kísérlet hat /000, 111, 221, 331, 441, 542 kódjelű/ kezeléséből vett talajminták eredményeit ismertetjük. Ezek a következők: 000 /kontroll/, 111 /50-50-100/, 221 /100-100-100/, 331 /150-150-100/, 441 /200-200-100/ és 542 /250-200-200/ kg N-P₂O₅-K₂O/ha/év búza és kukorica alá. Az első négy évben adott kisebb adagok, valamint az A-forgóban a borsó alá adott kevesebb hatóanyag miatt az AB-átlagában 20 év alatt felhasznált hatóanyag-mennyiség az alábbi volt: 111 /832-932-1895/; 221 /1735-1865-1895/; 331 /2637-2798-1895/; 441 /3540-3730-1895/; 542 /4442-3730-3790/ kg N-P₂O₅-K₂O/ha. Az összes felhasznált hatóanyag-mennyiség, t/ha-ban a következő volt: 111: 3,66; 221: 5,10; 331: 7,33; 441: 9,16; 542: 12,00 t/ha.

Laboratóriumi elemzéshez az A és B kísérleti kezelések ismétléseiből külön-külön átlagmintát készítettünk. A kémiai vizsgálatok eredményeiből az - A és B forgó egyesítésével - variancia-analizist, illetve SzD-számítást végeztünk.

Laboratóriumi módszerek

A hazai agrokémiai /talajvédelmi/ szolgálat új egységes talajtápelem-/makro-, mikro- és nehézfém-/-tartalom meghatározására készül fel. Ennek során új extraháló oldatot és műszert kíván alkalmazni. Vizsgálataink ezért az új módszer gyakorlati bevezetését is elősegíthetik.

A Lakanen-Erviö kivonat összetétele: 0,5 N ammónium acetát; 0,5 N ecetsav; 0,08 N EDTA; pH: 4,63-4,67. A talaj-oldószer arány: 5 g/50 ml. Extrahálási idő: 0,5 óra. Műszer: a méréseket egy SPECTROFLAME-ICP-vel végeztük.

A mikroelem-tartalmat egyidejűleg KCl+EDTA-extraháló oldatban is meghatároztuk. A Mg-tartalmat három olcsószerben /1 N KCl, AL-oldat és Lakanen-Erviö-oldat/ a P- és K-tartalmat AL- és Lakanen-Erviö /LE/ kivonatban mérve hasonlítottuk össze.

A kísérleti helyek talajait az 1. táblázatban ismertetjük. Ezen adatokat, valamint a többi elemzéseket a Szakszolgálati Állomás laboratóriuma szolgáltatta. A talajok jellemzéséül megvizsgáltunk olyan fizikai és kémiai tulajdonságokat, amelyek jelentősen befolyásolják a fémek, az ún. oldható és-

1. táblázat

A talajok 0-25 cm-es rétegének fizikai és kémiai tulajdonságai /OMTK-AB 1820/

/1/ A talaj száma, típusa és a kísérleti hely	/2/ K _A	/3/ Agyag /<0,002/ %	/4/ hy	CaCO ₃ %	/5/ Y ₁ me/ 100 g	pH/KCl/	/6/ Hu- musz %
1. Karbonátos öntés talaj Mosonmagyaróvár	43	15	1,3	25,7	-	7,7	1,9
2. Mészlepedékes csernozjom Iregszemcse	37	18	2,8	7,9	-	7,2	2,6
3. Mészlepedékes csernozjom Nagyhörcsök	38	23	3,0	5,2	-	7,7	3,0
4. Réti talaj Hajdúböszörmény	54	30	5,2	1,2	-	6,7	5,3
5. Ramann-féle barna er- dőtalaj Keszthely	37	17	2,2	-	3,9	6,3	1,9
6. Csernozjom barna er- dőtalaj Bicsérd	45	27	3,2	-	5,8	5,7	2,1
7. Agyagbemosódásos barna erdőtalaj Putnok	41	24	3,6	-	8,8	4,9	2,0
8. Közepesen kilúgzott csernozjom Karcag	47	37	4,0	-	10,0	4,7	3,2
9. Csernozjom barna erdőtalaj Kompolt	44	38	4,2	-	16,6	3,9	2,7

ványi elemek mennyiségét, ill. a műtrágyázás közvetlen és közvetett hatását. A talajvizsgálati adatok /1. táblázat/ a két vetésforgó és a trágyázási kezeléseket átlagait jelentik.

A kísérleti telepek talajai közül az első három /1.-3. számú/ karbonátos - sőt a mosonmagyaróvári öntés talaj túlzottan karbonátos -, a hajdúböszörményi és keszthelyi talaj /4. és 5. számú/ enyhén savanyú, míg a többi /6.-9. számú/ erősen savanyú kémhatású. Miután a legtöbb könnyen oldható ásványi elem e tulajdonság függvénye is, az eredményközlő táblázatokban, a talajokat ebben a sorrendben ismertetjük.

Az eredmények

Műtrágyázás hatása a talajok Lakanen-Erviö szerint oldható mikroc- és nehézfém-tartalomra

A talajok réz-, cink- és bórtartalmát a 2. táblázatban ismertetjük. Megállapítható, hogy a réz mennyisége az egyes talajokban közel azonos, 4-6 ppm közötti, kivéve a 4. számú kötött réti talajt, amelyben átlagosan 9 mg/kg. A műtrágyázás megbízható eltérést négy helyen /1., 4., 6. és 9. számú talajok/ mutat, ahol is a talajokban a kioldott réz mennyisége, az emelkedő műtrágyaadaggal megbízhatóan csökkent.

A Zn-tartalomban talajonként jelentős különbségek vannak. Nagyobb mennyiséget érdekes módon két egymástól minden tulajdonságban eltérő talajtípus /az 1. és 5. számú/ tartalmaz. A műtrágyázás négy talajon /1., 4., 5. és 9. számú/ megbízhatóan emelte az oldható cink mennyiségét. A kiemelt néhány talaj kivételével a többi esetben a felvehető réz és cink mennyiségét a műtrágyázás megbízhatóan nem változtatta meg. A csökkenés /Cu/ ill. a növekedés /Zn/ nem magyarázható határozottan sem a kémhatással, sem e talajok Cu- és Zn-tartalmával.

A talajok bórtartalma 0,01 és 2,4 ppm között változik. A réti talaj 4. számú és a meszes talajok bórtartalma többszöröse a savanyú talajokénak. A műtrágyázás hatása a karbonátos talajokban nem nyilvánul meg, de hatására a savanyú talajokon jelentősen lecsökkent az oldható bórtartalom.

A talajok mangán, a vas és alumíniumtartalmát ugyancsak a 2. táblázat tartalmazza. Az oldható Mn-tartalom nagymértékben függ a talajok típusától. Mennyisége két kevésbé meszes, valamint több savanyú talajon /5., 7. és 9. számú/ 360-380 ppm, a többi esetben 70-170 ppm között változik. A műtrágyázás befolyása hol növekvő, hol csökkenő irányú, de nem jelentős. A savanyú talajok műtrágyázás okozta savasodása nem volt jelentős mértékű /4. táblázat/, ezért a mangán mennyiségében sem okozhatott jól mérhető növekedést, ellentétben a vassal és alumíniummal.

A vas és alumínium mennyisége a karbonátos talajokban kevesebb, mint a savanyú kémhatású talajokban, noha ezeken belül is jelentős az eltérés. A műtrágyázás közvetve megbízhatóan növeli ezen elemek - főleg az alumínium - mennyiségét, és mindenképp a savanyú talajokban.

A toxikus nehézfémek közül a Lakanen-Erviö-féle oldószerrel jól mérhető mennyiségű higanyt, szelént, arzént és krómot nem tudunk kimutatni egyik talajban sem. A higany 0,05, a szelén és króm 0,10, az arzén 0,30 ppm értékeket mutatott egységesen, ami jelentősen eltér a FEKETE /1988/ által közölt átlagoktól. A kadmium mennyisége a talajokban 0,17-0,24 ppm között változott. A műtrágyázás hatására - a szuperfoszfát alacsony Cd-tartalma /2-3 ppm/ miatt is - a talajok oldható kadmium mennyisége szignifikánsan nem változott, ezért a mérések eredményeit nem közöljük.

Ugyanakkor a műtrágyázási kezeléseket hatása és a talajtípusok közötti eltérések a kobalt, a nikkel és az ólom /3. táblázat/ mennyiségében ICP-vel is jól mérhetőek voltak. Az oldható Co-tartalom talajonként 1,0-4,3 ppm között

2. táblázat
A műtrágyázás hatása a talajok mikroelem-tartalmára /ppm/ /OMTK A és B 1820/

/1/ NPK-ke- zélé- kód- jele	/2/ A kísérletek talaja és száma *					/3/ A kísérletek talaja és száma *					/4/ A kísérletek talaja és száma *					/5/ A kísérletek talaja és száma *																								
	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.															
	Karbonátos	Gyengén savanyú	Erősen savanyú	Erősen savanyú	Erősen savanyú	Karbonátos	Gyengén savanyú	Erősen savanyú	Erősen savanyú	Erősen savanyú	Karbonátos	Gyengén savanyú	Erősen savanyú	Erősen savanyú	Erősen savanyú	Karbonátos	Gyengén savanyú	Erősen savanyú	Erősen savanyú	Erősen savanyú	Karbonátos	Gyengén savanyú	Erősen savanyú	Erősen savanyú	Erősen savanyú															
	száma					száma					száma					száma																								
	A. Cu-tartalom					B. Mn-tartalom					D. Fe-tartalom					F. Al-tartalom																								
000	6,98	5,06	3,97	9,44	5,95	6,90	4,69	5,28	5,26	183	372	369	72	368	404	140	366	139	221	6,83	5,05	4,23	9,28	5,77	6,69	4,57	5,33	5,15	177	379	395	69	369	386	148	373	125			
331	6,61	5,04	4,01	8,90	5,99	6,52	4,56	5,37	5,01	178	380	380	89	374	385	134	388	132	441	6,53	4,69	3,98	8,71	5,55	6,57	4,47	5,31	4,93	176	340	371	62	341	379	149	368	122			
542	6,27	4,90	4,14	-	5,77	6,53	4,50	5,32	4,89	175	366	391	-	361	375	134	379	126	a/	Átlag	6,64	4,95	4,07	9,08	5,81	6,63	4,56	5,32	5,05	178	368	381	73	363	386	141	375	129		
b/	SzD _{5%}	0,50	0,44	0,28	0,68	0,78	0,29	0,18	0,23	0,15	8	28	28	29	41	17	25	13	14	000	4,23	1,46	1,56	1,10	3,87	1,77	2,37	1,35	2,62	168	82,5	74,4	130	141	157	197	198	323		
221	4,57	1,41	1,84	1,49	3,79	1,03	2,05	1,43	3,15	171	84,5	79,0	188	157	163	228	207	340	331	4,37	1,49	1,67	1,29	4,93	1,88	2,13	1,48	3,25	167	83,6	77,8	189	170	179	244	219	343			
441	4,61	1,49	1,66	1,50	4,12	1,89	2,25	1,48	3,60	172	81,9	78,4	195	176	177	241	234	353	542	4,57	1,49	1,67	-	4,27	2,10	1,91	1,48	3,60	169	83,9	81,8	-	177	173	244	241	344			
a/	Átlag	4,47	1,47	1,68	1,35	4,20	1,54	2,14	1,45	3,04	169	83,5	78,3	176	165	170	231	165	341	b/	SzD _{5%}	0,34	0,14	0,22	0,20	1,29	1,02	0,39	0,18	0,42	5	2,8	3,5	39	13	10	20	13	13	
	E. B-tartalom					C. Zn-tartalom					D. Fe-tartalom					F. Al-tartalom																								
000	2,35	2,22	2,43	2,07	0,86	0,50	0,23	0,29	0,05	27,4	78,1	80,6	87	99	107	106	150	263	221	2,23	2,38	3,34	1,16	0,74	0,41	0,15	0,13	0,05	29,1	83,0	87,0	93	111	116	139	157	292			
331	2,14	2,32	2,40	1,24	0,49	0,30	0,07	0,15	0,05	28,7	81,0	87,3	94	115	139	163	171	319	441	2,24	2,06	2,31	1,20	0,33	0,33	0,06	0,06	0,05	32,1	83,0	86,7	101	127	150	161	215	339			
542	2,22	2,26	2,39	-	0,47	0,31	0,02	0,01	0,05	28,0	83,1	91,2	-	135	171	177	219	336	a/	Átlag	2,24	2,25	2,38	1,42	0,58	0,37	0,11	0,12	0,05	29,0	81,6	86,6	94	117	135	149	183	310		
b/	SzD _{5%}	0,17	0,17	0,24	0,11	0,24	0,13	0,06	0,03	0,05	3,7	5,6	4,5	5	24	11	24	29	22																					

*A talajok száma: lásd 1. táblázat

3. táblázat
A műtrágyázás hatása a talajok nehézfém tartalmára /ppm/
/OMIK A-B 1320/

/1/ NPK-kezelé- sek kódjele	/2/ A kísérletek talaja és száma*								
	/3/ Karbonátos			/4/ Gyengén savanyú			/5/ Erősen savanyú		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
	számu								
	A. Co-tartalom								
000	1,07	2,37	2,22	1,30	3,72	4,01	2,04	4,28	1,70
221	0,96	2,42	2,40	1,10	3,83	3,85	2,19	4,31	1,43
331	1,02	2,43	2,29	1,17	3,71	3,74	1,95	4,42	1,42
441	1,01	2,11	2,23	1,20	3,58	3,70	2,27	4,15	1,36
542	1,00	2,28	2,35	-	3,66	3,69	2,01	4,34	1,40
a/ Átlag	1,01	2,32	2,30	1,20	3,70	3,80	2,09	4,30	1,46
b/ SzD _{5%}	0,08	0,22	0,18	0,10	0,27	0,22	0,41	0,13	0,12
	B. Ni-tartalom								
000	1,94	3,84	3,78	5,13	4,87	4,82	3,75	9,71	5,95
221	1,79	3,82	3,92	5,51	4,88	4,78	3,71	9,63	5,94
331	1,82	3,36	3,76	5,76	4,95	4,93	3,86	9,55	5,96
441	1,76	3,37	3,62	5,50	4,55	4,86	3,80	9,69	5,66
542	1,70	3,61	3,79	-	4,72	4,75	3,68	9,71	5,66
a/ Átlag	1,80	3,70	3,78	5,49	4,80	4,83	3,76	9,66	5,83
b/ SzD _{5%}	0,13	0,30	0,44	0,72	0,67	0,39	0,16	0,29	0,35
	C. Pb-tartalom								
000	7,84	6,56	6,23	9,26	8,90	6,50	7,49	7,34	5,88
221	7,96	6,60	6,66	10,68	9,47	6,60	7,32	7,91	6,10
331	8,07	6,76	6,30	9,83	9,98	6,50	7,42	7,72	5,99
441	8,26	6,37	6,08	10,53	9,45	6,67	7,25	7,90	5,74
542	7,78	6,95	6,76	-	9,78	6,52	7,86	7,83	5,65
a/ Átlag	7,99	6,65	6,41	10,08	9,52	6,56	7,37	7,74	5,87
b/ SzD _{5%}	0,72	0,44	0,66	0,86	1,03	0,45	0,51	0,30	0,47

*A talaj száma: lásd 1. táblázat

ingadozik. Mennyiségét a műtrágyázás alig befolyásolta szignifikánsan. Szisztematikus eltérés csak három talajon /4., 6. és 9. számú/ tapasztalható, ami némi csökkenést jelentett. A talajokban az oldható Ni-tartalom 1,8-9,7 ppm között változik. A savanyú kémhatásúakban mértünk általában nagyobb Ni-mennyiséget. Feltűnő a karcaji réti csernozjom talaj nagy Co- és Ni-tartalma. A műtrágyázás hatására a Ni-tartalom kismértékű ingadozása figyelhető meg. Az oldható ólom mennyiségét a talaj típusa, savassága kevésbé befolyásolta. A műtrágyázásnak szintén nem volt törvényszerű hatása a Lakanen-Erviő-kivonatban talált Pb-mennyiségekre. Gyakrabban tapasztalunk némi növekedést, mint csökkenést.

A műtrágyázás savanyító hatása

A legtöbb műtrágya közvetlen /kémiai savasság pl. a szuperfoszfát/ vagy közvetett módon a növényvel és a talajjal való kölcsönhatás eredményeként /fiziológiai, biológiai, adszorpciós és kilúgzási savasság/ különböző mértékben talajt savanyító hatású. A terméssel kivont /felvett/ bázisok /fém-

kationok/ mennyisége is csökken, ami szintén hozzájárul a savasodáshoz. Ezen kedvezőtlen folyamatok csak a telítetlen és csekély pufferkapacitású talajokon észrevehetőek. 2,67 millió ha különböző mértékben savas talajt találunk ma Magyarországon /kb. 50 %/. De figyelemmel kell lenni a neutrális, vagy ahhoz közeli reakcióállapotot képviselő talajokra /kb. 12 %/ is /MÁTFÉ, 1987/. A savasodás jelenségét az OMTK savanyú talajain a hidrolitos savassággal és a KCl-os pH-val ellenőriztük /4. táblázat/. A mészammónsalétróm-, az egyszerű

4. táblázat
A műtrágyázás hatása a talaj savasodására

/1/ A talaj száma	/2/ Mutató	/3/ NPK-kezelések kódjele					/4/ SzD _{5%}
		000	221	331	441	542	
5.	a/ pH/KCl/	6,18	6,50	6,27	6,16	6,18	0,10
	b/ γ_1 , me/100 g	2,52	2,65	4,02	5,17	5,27	1,5
6.	a/ pH/KCl/	5,99	5,70	5,53	5,52	5,70	0,30
	b/ γ_1 , me/100 g	4,7	5,3	6,7	5,9	6,1	1,2
7.	a/ pH/KCl/	5,17	5,08	4,95	4,64	4,81	0,14
	b/ γ_1 , me/100 g	6,8	8,5	9,6	9,0	10,3	1,1
8.	a/ pH/KCl/	4,68	4,68	4,69	4,64	4,61	0,14
	b/ γ_1 , me/100 g	8,0	10,0	10,7	12,7	12,8	1,1
9.	a/ pH/KCl/	4,10	4,08	3,98	3,80	3,75	0,08
	b/ γ_1 , me/100 g	14,7	16,5	17,0	17,2	17,2	0,7

szuperfoszfát- és a káliumklorid-műtrágyák, igen nagy mennyiségük ellenére /az 542 parcellán 12 t/ha/ - nem okoztak jelentős további savasodást. Az is megfigyelhető, hogy a 441. kezelésben használt műtrágyaadag hatására több talajon a savasodás stabilizálódott, vagyis a max. adag azt már tovább nem fokozta. Az eltérés mértékét a talaj típusa jelentősen befolyásolta. A KCl-pH csökkenés a három barna erdőtalajon /6., 7. és 9. számú/ figyelhető meg. Egyidejűleg ezeken a talajokon -0,3-0,4 értékkel, ugyanezek a helyeken hidrolitos aciditás értéke +1,2+3,5-del emelkedett. A Ramann-féle barna erdőtalajon és közepesen kilúgzott csernozjomon /5. és 8. számú/ a pH nem változott, de ugyanakkor az γ_1 értéke 2,8-4,8 me/100 g talaj értékkel megemelkedett. A talaj savasodása maga után vont valamennyi savanyú kémhatású talajon az oldható Fe- és Al-mennyiség jelentős /30-70 %-os/ növekedését /2. táblázat/, a Ca- és Mg-tartalom nagyobb mértékű kilúgzódását is /8+10 %-os/ mérték /5. táblázat/. Ugyanebben a folyamatban a többlettermés által kivont kalcium és magnézium is szerepet kapott.

Oldószerek összehasonlító vizsgálata

A talajvizsgálatok gazdaságossága - tömegvizsgálat esetén - nagyban függ attól is, hogy egy-egy alkalmazott oldószer hány elem megbízható meghatározására alkalmas. Egy új, bevezetés előtt álló kivonatot /Lakanen-Erviö/ célszerű összehasonlítani más ma használatos konvencionális kivonatokkal.

Mikroelem-tartalom /6. táblázat/. - A kémiai vizsgálatok eredményei arra figyelmeztetnek, hogy a két oldószer eltérő mennyiségű mikroelemet von ki a talajból, a karbonátosság függvényében. A kivont réz, cink, a mangán és a

5. táblázat
Műtrágyázás hatása a savanyú talajok Ca- és Mg-tartalmára
/Lakanen Erviö szerint/

/1/ Kezelések kódjele	/2/ A talaj száma*				
	5.	6.	7.	8.	9.
	<u>Ca, ppm</u>				
000	3113	3530	3265	3904	4099
221	3198	3350	3327	3831	4074
331	3096	3337	3163	3745	3163
441	3040	3638	3288	3601	2622
542	3027	3653	3089	3492	2620
a/ Átlag	3095	3502	3226	3715	3316
b/ SzD _{5%}	156	355	108	233	1105
	<u>Mg, ppm</u>				
000	335	350	350	475	253
221	478	320	343	418	259
331	430	304	319	397	253
441	428	303	321	348	220
542	412	290	300	335	225
a/ Átlag	457	314	326	394	242
b/ SzD _{5%}	30	12	18	30	33

*Lásd 1. táblázat

vas mennyisége KCl-EDTA-ban mérve karbonátos talajban kevesebb, mint savanyú talajokban, Lakanen-Erviö oldószerben mérve ez fordítva van. Viszonyszámban mérve azt látjuk, hogy a Lakanen-Erviö kivonatban oldódó mikroelemek mennyisége a karbonátos talajokban 135-845 % között, savanyú talajokon pedig 53-10 % között alakult. A Lakanen-Erviö módszerrel történő tömegvizsgálatokra való áttérésnél alaposabban meg kellene vizsgálni az összefüggéseket befolyásoló tényezőket is, valamilyen korrekciós faktort kell alkalmazni.

Magnézium-tartalom /7. táblázat/. - LOCH /1988/ a több mint ezer mintán végzett összehasonlító-vizsgálat alapján bebizonyította, hogy az AL-módszerrel csak a savanyú talajok Mg-ellátottsága jellemezhető megbízhatóan. Méréseink eredményei /kontrollparcellák talajaiból/ szintén arra utalnak, hogy savanyú /5., 6., 7., 8., 9. számú/ és enyhén savanyú kémhatású talajokon /4. számú/ a Lakanen-Erviö, a N KCl és az AL-oldószer hatásaiban a különbség nem jelentős, ugyanakkor a mérsékelt karbonátos talajokon /2. és 3. számú/ és főleg a nagymennyiségű CaCO₃-ot tartalmazó öntéstalajon /1. számú/ az eltérés többszörös lehet.

A 7. táblázat adataiból tehát megállapítható, hogy savanyú kémhatású talajokon bármely vizsgált oldószerrel jellemezhető a Mg-ellátottság, de karbonátos talajon nagy az eltérés, ezért feltételezhető, hogy a N KCl-ből mért Mg alábecsüli, a AL-kivont túlbecsüli a felvehető készletet. A Lakanen-Erviö a kettő között foglal helyet.

Foszfor- és káliumtartalom /8. táblázat/. - A trágyázási szaktanács alapja a talajvizsgálat ill. a talajok oldható tápelemeinek a növények tápelemfelvétele szempontjából való minél megfelelőbb meghatározása. A mai hazai tömegvizsgálat e két elemre egy közös AL-kioldószerben méri a PK-potenciált. Ennek helyettesítéseként felmerült a Lakanen-Erviö módszer bevezetése. Kísérleti talajaink igen széles sávban /38-444 ppm AL-P₂O₅ ill. 100-540

6. táblázat
A talajok mikroelem-tartalma két oldószerben mérve
/5 műtrágyázási kezelés átlagában/

/1/ Oldó- szer	/2/ A talaj száma*									/3/ Átlag
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
<u>Cu, ppm</u>										
Lakanen- Erviö	6,64	4,95	4,07	9,08	5,81	6,63	4,56	5,32	5,05	5,79
KCl+EDTA	3,94	2,88	2,08	6,70	5,69	6,92	5,12	5,58	5,75	4,96
KCl+EDTA =100 % 169	172	196	136	102	96	89	95	88	123	
<u>Zn, ppm</u>										
Lakanen- Erviö	4,47	1,47	1,68	1,35	4,20	1,54	2,14	1,45	3,04	2,37
KCl+EDTA	3,32	1,03	1,12	1,28	5,85	2,08	2,77	1,84	3,92	2,58
KCl+EDTA =100 % 135	143	150	105	72	74	77	79	78	92	
<u>Mn, ppm</u>										
Lakanen- Erviö	178	368	381	73	363	386	141	375	129	266
KCl+ EDTA	47	127	130	61	463	530	252	515	261	265
KCl+EDTA =100 % 379	290	293	121	78	73	56	73	49	100	
<u>Fe, ppm</u>										
Lakanen- Erviö	169	84	78	176	165	170	231	220	341	182
KCl+ EDTA	20	18	17	126	253	255	371	346	502	212
KCl+EDTA =100 % 845	467	459	140	53	67	62	64	68	36	

7. táblázat
A talajok Mg-tartalma három oldószerben mérve /ppm/
/OMTK-A 1820 kontroll/

/1/ Oldószer megnevezése	/2/ A kísérletek talaja és száma*								
	/3/ Karbonátos			/4/ Gyengén savanyú			/5/ Erősen savanyú		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
	száma								
1 N KCl	106	168	174	513	297	382	369	513	579
AL-kivonat	4717	1920	1218	825	319	377	378	535	613
Lakanen-Erviö	1276	620	523	728	249	339	347	475	553

*Lásd 1. táblázat

8. táblázat
A talajok P- és K-tartalma két oldószerben mérve /ppm/
/OMTK-A 1820/

/1/ Oldószer és keze- lés kód	/2/ A kísérletek talaja és száma*								
	/3/ Karbonátos			/4/ Gyengén savanyú			/5/ Erősen savanyú		
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
	számú								
A. P ₂ O ₅ vizsgálatok: ppm-ben és LE/AL %-ban									
111 AL-P ₂ O ₅	283	287	195	130	171	126	117	142	178
LE-P ₂ O ₅	213	180	116	91	127	66	64	79	92
%	75	63	59	70	74	52	55	56	52
441 AL-P ₂ O ₅	314	404	454	339	444	295	173	214	270
LE-P ₂ O ₅	253	275	316	245	356	188	90	129	141
%	81	68	70	72	80	64	52	60	52
B. K ₂ O vizsgálatok - az 5 kezelés átlagában - ppm és %									
AL-K ₂ O	238	222	131	199	194	268	261	375	299
KE-K ₂ O	230	214	132	184	182	252	247	365	294
%	97	96	100	92	94	94	95	97	98

ppm AL-K₂O/ nyújtanak jó lehetőséget a vizsgálati módszerek összehasonlítására. Az ellátottságon kívül a talajok eltérő kémiai és fizikai tulajdonságaiban is keresni lehet a kioldószerek eltérő hatását.

A P-vizsgálatok eredménye jól mutatja, hogy az új oldószer /Lakanen-Erviö/ 19-48 %-kal kevesebbet old ki, mint az ammónium-laktátos kivonat. Karbonátos talajoknál az eltérés kisebb, mint savanyú talajoknál. A talajok P-tartalmának emelkedésével /441. kezelés/ a két oldószer közötti eltérés mérséklődik. Savanyú talajokon az új oldószer az évi 50 kg P-műtrágya hatóanyagfelhasználás esetén /111. kezelés/, vagyis a talajok AL-P szerinti gyenge-közepes ellátottságánál 52-56 %-ot, feltöltés után /441. kezelés/ 52-64 %-ot mutatott ki. Ugyanakkor meszes talajokon 111-es kezelés talajaiban 60-75 %-ot, a 441. kezelés talajaiban 68-81 %-ot. Az oldószerek közötti különbségek abszolút értékekben is jelentősek, hiszen 9 talaj átlagában 67 ppm /111 kezelés/ és 102 ppm-mel /441 kezelés/ többet oldott ki az AL-kivonat, mint a Lakanen-Erviö-oldat. Ebből következik, hogy az új oldószer használatára való átállásnál korrekciós faktort kell alkalmazni, amit főleg a pH és a CaCO₃-tartalom és részben a P-ellátottság határozhat meg.

A K-vizsgálatoknál az oldószerek összehasonlítása nem hozott a foszforhoz hasonló eltérést. Gyakorlatilag sem a talajok mechanikai összetételéből adódó mennyiségi különbségek, sem a kémhatása vagy karbonátossága nem idézett elő jelentős különbséget a két oldószer hatásában. A Lakanen-Erviö átlagosan 3-5 %-kal mutat kisebb értéket, mint az AL-oldószerből mért kálium. Ezért módosító faktorra nem lesz szükség.

Összefoglalás

A műtrágyázásnak a talajok néhány mikroelem- és nehézfém-tartalmára gyakorolt hatását az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek eltérő tulajdonságu talajainak elemzése alapján tanulmányoztuk. Az ország 9 helyén 1968-1988 között folyó 18. számú szabadföldi műtrágyázási kísérletek A és B forgóinak néhány kezeléséből /kódjelek: 000, 111, 221, 331, 441, 542, ahol a N és P₂O₅

50 kg/ha-os lépcsőben emelkedik, a K_2O 100 és 200 kg/ha volt/ vettünk talajmintát 1988-ban. A 20 év alatt összesen felhasznált műtrágya-hatóanyag 0 és 12,0 t/ha között változott. Az alkalmazott új extraháló oldat: Lakanen-Erviö /0,5 ammónium-acetát, 0,5 N ecetsav és 0,08 N EDTA/. Egyes elemek összehasonlító meghatározását ma használatos oldószerekkel /KCl+EDTA, 1 N KCl, AL-kivonat/ is elvégeztük. A mérések spektroflame-ICP műszeren történtek.

A fontosabb megállapításokat az alábbiakban összegezzük:

- A növekvő adagú műtrágyázás a talajok mikroelem-tartalmát /Cu, Zn, B, Mn, Fe, Al/ általában nem változtatták meg jelentős mértékben. Ki lehet azonban emelni, hogy amíg egyes talajokon /1., 4. és 9. számú/ a Cu-tartalom csökken, addig ugyanott a Zn-tartalom növekedett. Savanyú talajokon műtrágyázás hatására a talajok B-tartalma szintén csökkent, de a vas és aluminium mennyisége megemelkedett.

- A műtrágyázás a vizsgált nehézfémek /Cd, Co, Ni, Pb/ mennyiségét - néhány kísérlet kivételével - szignifikánsan se nem csökkentette, se nem növelte.

- A savanyú talajok további elsavasodása - 20 évi nagyadagú 12,0 t/ha NPK-műtrágyázás hatására - három barna erdőtalajon 0,3-0,4 pH-értékkel csökkent, ill. 1,2-3,5 pH -értékkel nőtt, miközben a Fe- és Al-tartalom nőtt, a Ca- és Mg-mennyiség a feltalajban csökkent.

- Megállapítottuk, hogy a Lakanen-Erviö oldószert karbonátos talajokban jóval több mikroelemet old ki, mint a KCl+EDTA, és savanyú talajokon az eltérés kisebb mértékű, de a KCl-EDTA javára.

- A talajok könnyen oldható Mg-tartalmát savanyú talajokon bármelyik oldószertől /Lakanen-Erviö, 1 N KCl, AL-oldat/ meghatározhatjuk, de meszes talajokon az eltérés igen jelentős.

- A P-oldószerek összehasonlító vizsgálataira arra az eredményre vezettek, hogy a Lakanen-Erviö-oldat a talaj P-tartalmától függően, 20-50 %-kal kevesebbet old ki, mint az AL-oldat. K-tartalom esetén az eltérés mindössze 2-8 % volt.

Irodalom

- COOKE, G. W., 1972. Fertilizing for maximum yield. Crosby Lock Wood. London.
- DEBRECZENI B., 1983. A műtrágyázás környezeti hatásai. Magyar Mezőgazdaság. 49. 3.
- DEBRECZENI B. és DVORACSEK M., 1989. A foszfor hatása a talajra és az őszi búza termésére. Agrokémia és Talajtan. 38. 337-348.
- FEKETE A., 1988. Nem esszenciális /toxikus/ elemek a hazai talajokban. In: Mikroelemek szerepe az agrárkörnyezetben. MAE Környezetvédelmi Szakosztály Ankétja. Gödöllő. /Szerkesztő: FEKETE J./ 93-112. MAE.
- FOY, C. D. et al., 1978. The physiology of metal toxicity in plants. Ann. Rev. Plant Physiology. 29. 511-660.
- LOCH J., 1988. Különböző talajvizsgáló módszerek felhasználása a magnézium-trágyázási szaktanácsadásban. Kutatási eredmények a gyakorlatnak. Tápanyaggazdálkodás. /Szerk.: DEBRECZENI B. és MIKLAY F-NÉ/ 23-27. AGROINFORM. Budapest.
- MÁTÉ F., 1987. A környezet erősödő savasodásának hatása a talajra. In: A környezet erősödő savasodása. /Szerk.: FÁBLÁN Gy./ 215-238. OKTH-MTA Kiadvány.
- SANERBECK, D. and STYPEREK, P., 1988. Heavy metals in soils and plants of 25 long-term field experiments treated with sewage sludge. In: Agricultural Waste Management and Environmental Protection. 4th Int. Symposium of CIEC. 439-452. Goettingen.

Érkezett: 1990. április 20.

Effect of Fertilization on the Readily Soluble Microelement Contents of Soils

B. DEBRECZENI and R. CZECH

Pannon University of Agricultural Sciences, Keszthely and Advisory Service of the Boly Agricultural Farm, Pécs-Daniczpuszta /HUNGARY/

Summary

The effect of fertilization on some of the microelement and heavy metal contents of soils in the National Long-Term Fertilization Trials /OMTK/ was studied. Soil samples were taken in 1988 from certain treatments in cycles A and B of field fertilization trial No. 18. The total quantity of fertilizer active agent applied during 1968 and 1988 ranged from 0 to 12 t/ha. The new extracting agent applied was Lakanen-Erviö /0.5 N ammonium acetate, 0.5 N acetic acid and 0.08 N EDTA/. Comparative determinations were carried out for some elements using KCl+EDTA, 1 N KCl, AL-extract. The major conclusions can be summarized as follows:

Rising fertilizer rates did not usually cause any substantial change in the microelement contents of soils. It is worth noting, however, that while in soils Nos. 1, 4 and 9 the Cu content dropped, the Zn content rose. On acidic soils there was a reduction in the B content as the result of fertilization, whereas the Fe and Al contents increased. With the exception of a few treatments, the quantity of the heavy metals examined was neither significantly increased or reduced by fertilization.

In acidic soils the high /12.0 t/ha/ NPK fertilizer rate applied over the 20 years resulted in a 0.3-0.4 reduction in the pH values and a 1.2-3.5 rise in the y_1 values on three brown forest soils, while the Fe and Al contents rose and the Ca and Mg quantities in the topsoil decreased.

The Lakanen-Erviö solvent extracted a far larger quantity of microelements from calcareous soils than EDTA, while on acidic soils the difference was smaller and in favour of EDTA. The readily soluble Mg content of acidic soils can be determined using any solvent /Lakanen-Erviö, 1 N KCl, AL-solution/, but on calcareous soils the deviations are considerable.

Comparative studies on P solvents indicated that, depending on the soil's P-content, the Lakanen-Erviö solution extracted 20-50% less than the AL-solution. For K content the difference was only 2-8%.

Table 1. Physical and chemical properties of the 0-25 cm layer of the soils /OMTK-AB 1820/. /1/ No. and type of soil and the experimental site. 1. Calcareous Danubian alluvial soil, Mosonmagyaróvár. 2. Chernozem soil with mycelia of lime, Iregszemcse. 3. Chernozem soil with mycelia of lime, Nagy-hörcsök. 4. Meadow soil, Hajdúböszörmény. 5. Ramann brown forest soil, Keszthely. 6. Chernozem brown forest soil, Bicsérd. 7. Brown forest soil with clay illuvation, Putnok. 8. Meadow chernozem, Karcag. 9. Chernozem brown forest soil, Kompolt. /2/ Upper limit of plasticity according to Arany. /3/ Clay /< 0.002/, %. /4/ Hygroscopicity of the soil. /5/ Hydrolytic acidity. /6/

Table 2. Effect of fertilization on the microelement content /ppm/ of the soils /OMTK AB 1820/. /1/ NPK treatments and codes. a/ Mean; b/ LSD_{5%}. /2/ Soil and No. of the experiments. /3/ Calcareous soil. /4/ Weakly acidic soil. /5/ Strongly acidic soil. A. Cu-content. B. Mn-content. C. Zn content. D. Fe content. E. B content. F. Al content. * See Table 1.

Table 3. Effect of fertilization on the heavy metal content /ppm/ of the soils /OMTK AB 1820/. /1/-/5/: See Table 2. A. Co content. B. Ni content. C. Pb content. * See Table 1.

Table 4. Effect of fertilization on soil acidification. /1/ No. of soil. /2/ Index. a/ pH/KCl/; b/ Hydrolytic acidity, me/100 g. /3/ Codes of NPK treatments. /4/ $LSD_{5\%}$. *See Table 1.

Table 5. Effect of fertilization on the Ca and Mg content of acidic soils /according to Lakanen-Erviö/. /1/ Codes of treatments. a/ Mean; b/ $LSD_{5\%}$. /2/ No. of soil. *See Table 1.

Table 6. Microelement contents of the soils as measured in two solvents /averaged over 5 fertilization treatments/. /1/ Solvent. /2/ No. of soil. /3/ Mean. *See Table 1.

Table 7. Mg content /ppm/ of the soils as measured in three solvents /OMTK A 1820 control/. /1/ Solvent. /2/ No. of experimental soil. /3/ Calcareous soil. /4/ Weakly acidic soil. /5/ Strongly acidic soil. *See Table 1.

Table 8. P and K contents /ppm/ of the soils as measured in two solvents /OMTK-A 1820/. /1/ Solvent and treatment code. /2/-/5/ See Table 7. A. P_2O_5 analyses: in ppm and as a %, LE/AL. B. K_2O analyses averaged over 5 treatments, ppm and %.