

Adatok a műtrágyáknak a növények mikroelemtartalmára és mikroelem dinamikájára gyakorolt hatásához

GYŐRI DÁNIEL

MTA Talajtan és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest

A mikroelem trágyázás szélesebb körű elterjedését ma még az is hátráltatja, hogy nem ismerjük eléggé más agrokémiai módszerek hatását a növények talajból történő mikroelem felvételére. Ezért gyakran nehéz megmagyarázni miért nem hatásosak a mikroelem trágyák egyes esetekben. Alig ismeretes pl., hogy hogyan hatnak a makroelem trágyák a mikroelemek mozgékonyására a talajban és a növények által történő felvehetőségre.

Ennélfogva célul tűztük ki, hogy megvizsgáljuk néhány egyszerű és összetett műtrágya hatását a mikroelemek felvehetőségére a talajból. Ilyen jellegű vizsgálatok az irodalomban csaknem teljesen hiányoznak.

AVDONYIN és munkatársai [1] 1960-ban végeztek kísérleteket azzal kapcsolatban, hogy trágyázás hatására hogyan változnak meg a gyepes podzol talajok jellemző kémiai tulajdonságai. Vizsgálataik szerint az istállótrágya hatására az Al, Mn és Zn mozgékonyasága csökken, műtrágyák hatására növekszik. Ezenkívül hosszabb ideig (8 év) csak műtrágyával kezelt parcellán a molibdén növelte a búza termését, míg a kontrollkísérletben a molibdénnel való kezelés hatástalannak bizonyult. A műtrágyák hatására nőtt a talajok kicserélhető savanyúsága, míg az istállótrágya nem okozott ilyen hatást. A különböző trágyák tehát különbözőképpen hatnak a talaj kémhatására és ezáltal is növelhetik, vagy csökkenthetik a mikrotápelemek felvehetőségét.

FEKETE és GYŐRI [3] megállapították, hogy a makroelem trágyák hatására (NPK) nő a cukorrépa mikroelem tartalma akkor is, ha a műtrágyákhoz nem adnak kiegészítésként mikrotápelemeket.

A műtrágyák tehát fokozzák a mikrotápelemek felvételét a talajból.

Kísérleti rész

A műtrágyák hatásának vizsgálata gyepes podzol talajon történt DEBRECZENI és DEBRECZENINÉ [2] által beállított kísérletben, akik egyszerű és kombinált műtrágyák foszfát hatásának összehasonlító vizsgálatát végezték. Az általuk rendelkezésemre bocsátott adatokért ezúton mondok köszönetet.

A szabadszíri kísérletet zabbal, rozssal és két fajta burgonyával végeztük, négyszeres ismétlésben. A műtrágyák jellemzése, az alkalmazott műtrágyamennyiségek és a kísérlet variánsai DEBRECZENI és DEBRECZENINÉ [2] által közölt kísérletben találhatóak.

A kísérletek elrendezése minden esetben véletlen blokk volt. Ismétlések száma 4. Parcella méret zabnál bruttó 300 m²; rozsnál 200 m²; burgonyánál

100 m². A műtrágyákat a gabonáknál vetés előtt szórtuk ki. A burgonyánál fészektrágyázás formájában alkalmaztuk.

A vizsgálatra a növénymintákat mind a négy ismétlésből vettük, azonban a vizsgálatot két-két minta összekeverése után vett mintából végeztük. Az összekeverésre azért volt szükség, mivel kevés mintaanyag állt rendelkezésre.

A növényi mintákat 105 C°-on kiszáritottuk, majd nedves roncsolás után, kémiai módszerekkel határoztuk meg a növények Mn-, Cu-, Zn-, Mo- és Co-tartalmát.

A módszerek hibáit egy előző közleményemben ismertettem (GYŐRI [4] 1960). Ennek alapján a középérték közepes (standard) hibája növényvizsgálatoknál 1,0—1,6 relatív % között változik.

Az egyes elemek meghatározása a következő módszerekkel történt:

Mn. Perszulfátos módszerrel.

Cu. Dietilditiokarbamáttal CCl₄-ban.

Zn. Ditizonnal CCl₄-ban.

Co. β -nitrozo- α -naftollal toluolban.

Mo. Rodanid formájában izoamilalkoholban.

Zab és rozs mikroelem dinamikája a vegetációs idő folyamán

A vizsgálat céljára három időpontban vettünk mintát: szárbaszökéskor, kalászoláskor és a termés betakarításakor (szalma és mag).

A szárbaszökés és kalászolás idején vett minták a növények teljes földfeletti részét tartalmazzák (levél, szár, kalászkedzdemény). A termés idején vett mintából külön vettük a szalmát és magot.

A kísérletet Moszkva környéki gyepes podzol talajon állítottuk be, melynek mikroelem készletét egyik előző közleményben ismertettem (GYŐRI [5]), ezért erre itt nem térek ki.

A növényvizsgálati adatokat az 1. és 2. táblázatban tüntettük fel.

A táblázatból látható, hogy a Mn, Zn és Cu legnagyobb mennyiségben található (egységnyi szárazanyagra számítva) a szárbaszökés idején. Ez különben teljesen egyezik a makroelem tartalom változással, melyet szintén vizsgáltunk. Ami a molibdént illeti, az inkább a kalászolás idején halmozódik fel nagyobb mennyiségben (2. táblázat).

Az 1. táblázatból látható, hogy a Mn elsősorban a zabszalmában halmozódik fel. Ez a Mn fiziológiai szerepével magyarázható. A Mn ugyanis javítja a sejtlégzést a levelekben és növeli a fotoszintézis intenzitását is. Ennélfogva érthető, hogy a levelek Mn szükséglete nagyobb a magképzési folyamat Mn szükségleténél. Másrészt a zab és rozs nagy Mn tartalma a fenti növények esetében a talaj savanyúságával magyarázható. Ismeretes, hogy erősen savanyú talajokon a Mn mozgékonyasága növekszik egyrészt az oldhatóság növekedése, másrészt a redukációs folyamatok előtérbe kerülése folytán.

A Zn és Cu felhalmozódása a zabszemekben ugyancsak kapcsolatban van ezen elemek specifikus növényélettani szerepével.

Irodalmi adatok szerint (VOJNAR [10] 1960) nagyobb mennyiségű Zn-t tartalmaz a búza, rozs és rizs korpa, a gabonaneműek és pillangósok magja. Jelenleg feltételezik, hogy a Zn fontos szerepet játszik a növények fehérje- és szénhidrát anyagcseréjében. A fehérjék és szénhidrátok pedig mint ismeretes, elsősorban a növények magjában halmozódnak fel.

Rézhiányban szenvedő növényeknél, különösen tőzegetalajon és gabonaféléknél nem képződik mag, a növények erős bokrosodást mutatnak és a termés lényegesen csökken. Ebből látható, hogy a magképződéshez a réz elengedhetetlenül szükséges, ennél fogva a Cu felhalmozódása a magban teljesen érthető.

Az 1. és 2. táblázat adataiból látható, hogy a növények mikroelem tartalmát a műtrágya kezelések befolyásolják.

1. táblázat

A zab mikroelemtartalmának változása a tenyésztő folyamán mg/kg szárazanyagban*

(1) Vizsgált anyag	(2) Kontroll	(3) Nitro- foszka, kifa- gyasz- tolt (35:45:42)	(4) NPK keverék (35:45:42)	(5) Nitro- foszka karbo- nizált (84:45:84)	(6) NPK keverék (84:145: 84)	SzD 5 ^o
<i>Mn tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	246	344	340	384	375	16,0
b) kalászláskor	135	234	227	224	245	12,9
c) éréskor (szalmában)	348	296	339	380		12,7
d) éréskor (magban)	177	174	182	187	183	15,0
<i>Zn tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	32,0	58,1	34,2	48,0	35,7	4,4
b) kalászláskor	18,0	22,1	21,3	24,5	26,0	1,3
c) éréskor (szalmában)	20,1	25,0	28,2	27,1	31,2	1,9
d) éréskor (magban)	60,0	45,0	48,5	48,5	75,0	4,9
<i>Cu tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	8,1	8,8	9,4	12,6	11,3	0,5
b) kalászláskor	5,7	8,2	7,1	8,6	7,9	0,3
c) éréskor (szalmában)	3,2	3,2	3,5	4,3		0,1
d) éréskor (magban)	10,3	9,1	9,7	8,9	8,3	0,2

* Az egyes kezelések műtrágyaaránya

N: P₂O₅: K₂O kg/ha.

A Mn-al kapcsolatban egyértelműen megállapítható, hogy mind az összetett, mind a keverék műtrágyák hatására szignifikánsan nőtt a zab és rozs Mn tartalma a kontrollhoz képest a szárbaszökés és kalászlás idején. A termés betakarításakor vett növényi mintáknál már más a helyzet, mivel a zabszalma és mag Mn tartalma nem mutat szignifikáns különbséget (kivéve a nagyobb adagú N és K esetén a 4 sz. kezelésnél, ahol a zabszalma Mn tartalma szignifikánsan több, mint a kontroll kezelésben).

A rozsnál jól látható, hogy elsősorban a nitrofoszka és a keverék NPK növeli a rozs Mn tartalmát, míg az NK és az N kezelésben a rozs lényegesen, még a kontrollnál is kevesebb Mn-t tartalmazott.

A fejlődés utolsó szakaszában a rozs és zab magvak Zn és Cu tartalma a kontroll parcellán nagyobb, mint a műtrágyával kezelt parcelláknál. Itt tehát a műtrágyák hatására csökkent a növények Zn és Cu tartalma. A rozs Mo tartalom változása hasonlít a Zn és Cu tartalom változáshoz, míg a Co tartalom a Mn tartalommal mutat párhuzamot. Azonban a Mo-nél és Co-nál nem számolhattuk ki a hibaszázalékot mivel a nagy anyagszükséglet miatt itt az analíziseket

ismétlés nélkül végeztük. A többi elemre a hibaszámítást SARKADI [8] által javasolt Hartley—Hänsel-féle közelítő módszerrel végeztük.

Bár a műtrágyák tartalmazznak mikroelemeket (3. és 4. tábl.) és pedig minden valószínűség szerint könnyen felvehető formában, ez a mennyiség nem tudja fedezni a növények mikrotápelem szükségletét. Mindenesetre feltehető, hogy a fejlődés kezdeti szakaszában a műtrágyák Cu-, Zn- és Co-tartalma jelentős lehet a növények mikrotápanyag ellátása szempontjából.

Ha összevetjük a műtrágyával a talajba adott és a növények által a talajból kivont mikroelem-mennyiséget (4. és 5. tábl.), látjuk, hogy a trágyával bevitt Co-mennyiség több, mint a növények által a talajból kivont mennyiség, míg a többi mikroelemnél a talajba adott mennyiség 1—30%/o-át teszi ki a kivont mennyiségnek.

2. táblázat

A rozs mikroelemtartalmának változása a tenyészidő folyamán mg/kg szárazanyagban*

(1) Vizsgált anyag	(2) Kontroll	(3) Nitro- foszka (francia) (20:20:23)	NPK (20:20:30)	NK (20:—:23)	N (20:—:—)	SzD 5%
<i>Mn tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	146	172	177	150		4,0
b) kalászoláskor	137	147	150	129	125	2,1
c) éréskor (magban)	97	145	115	90	89	2,8
<i>Zn tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	47,3	46,4	53,4	48,4		1,4
b) kalászoláskor	25,3	26,2	26,1	47,0	26,7	2,4
c) éréskor (magban)	40,3	35,8	35,7	34,5	35,8	1,0
<i>Cu tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	5,65	5,80	6,75	5,75		0,1
b) kalászoláskor	4,48	4,35	4,30	4,47	6,26	0,2
c) éréskor (magban)	4,45	4,47	5,45	5,15	4,70	0,1
<i>Mo tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	0,18	0,17	0,21	0,21		
b) kalászoláskor	0,35	0,28	0,48	0,47	0,35	
c) éréskor (magban)	0,22	0,16	0,18	0,18	0,17	
<i>Co tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	8,0	10,5	11,5	9,6		
b) kalászoláskor	6,0	6,6	7,3	6,8	5,6	
c) éréskor (magban)	9,0	11,5	8,3	12,9	5,5	

*Az egyenes kezelések műtrágyaaránya N: P₂O₅: K₂O kg/ha

Mindemellett meg kell jegyezni, hogy a növények nemcsak a felső, szántott talajrétegből táplálkoznak (ahova a műtrágya kerül), hanem mélyebb rétegekből is, valamint a növényi gyökerek nem szövik át a teljes egészében a szántott réteget, ezért a műtrágyában levő mikrotápelemeknek csak egy részét tudják felvenni.

Amint a 3. táblázatból látható a különböző műtrágyák mikroelem-tartalma különböző. A legnagyobb mikroelem-mennyiség található a szuperfoszfátban, ami elsősorban az apatit keletkezésének körülményeivel és a szuperfoszfát-készítés technológiájával magyarázható. A kálium műtrágyák, ill. kálisótelepek

3. táblázat

A műtrágyák mikroelem tartalma mg/kg

(1) Műtrágyák	Mn	Zn	Cu	Mo	Co
Nitrofoszka					
a) kifagyasztott (szovjet)	142	21,0	22,8	1,84	0,97
b) Nitrofoszka karbonizált (szovjet)	160	22,5	16,7	2,25	0,95
c) Nifosz (magyar)	104	31,7	25,7	2,10	1,05
d) Szuperfoszfát (szovjet)	156	57,3	37,6	2,95	1,67

keletkezésénél nincs lehetőség arra, hogy nehézfémek jelentősebb mennyiségben halmozódjanak fel a kálisókkal együtt, ezért a káliumműtrágyák és a kálisókat tartalmazó keveréktrágyák kevés mikroelemet tartalmaznak.

A nitrogénműtrágyák mikroelem-tartalma ugyancsak csekély, mivel szintetikus úton a levegő nitrogénjéből készülnek. A pétisónál ezért csupán a hozzákevert mészkő mikroelem-tartalma jöhet számításba. Következésképpen az összetett műtrágyák mikroelem-tartalmát csaknem kizárólag a bennük levő foszfátok, ill. járulékos elegyrészeik mikroelem-tartalma szabja meg.

4. táblázat

A műtrágyákkal a talajba juttatott mikroelem mennyiség g/ha

(1) Műtrágya adagok q/ha	Mn	Zn	Cu	Mo	Co
a) Nitrofoszka kifagyasztott 2,55 q	36,2	5,39	5,6	0,46	0,27
b) Nitrofoszka karbonizált 5,66 q	90,6	12,00	9,1	1,30	0,54
c) Nifosz (magyar) 1,0 q	10,4	3,17	2,5	0,10	0,21
d) Szuperfoszfát (szovjet) 2,36 q	36,8	13,00	8,7	0,68	0,39

Mint már feljebb említettük, a kísérleti növények mikroelem-felvétele egyes esetekben növekedett a műtrágyák hatására. Ez valószínűleg azzal magyarázható, hogy a makrotápanyagok (NPK) fokozhatják a növények fejlődését és ezzel együtt a gyökérrendszer fejlődését is. Ennek következtében megjavul és fokozódik a mikroelem-felvétel, ami növeli a biomassza szintetikus tevékenységét is.

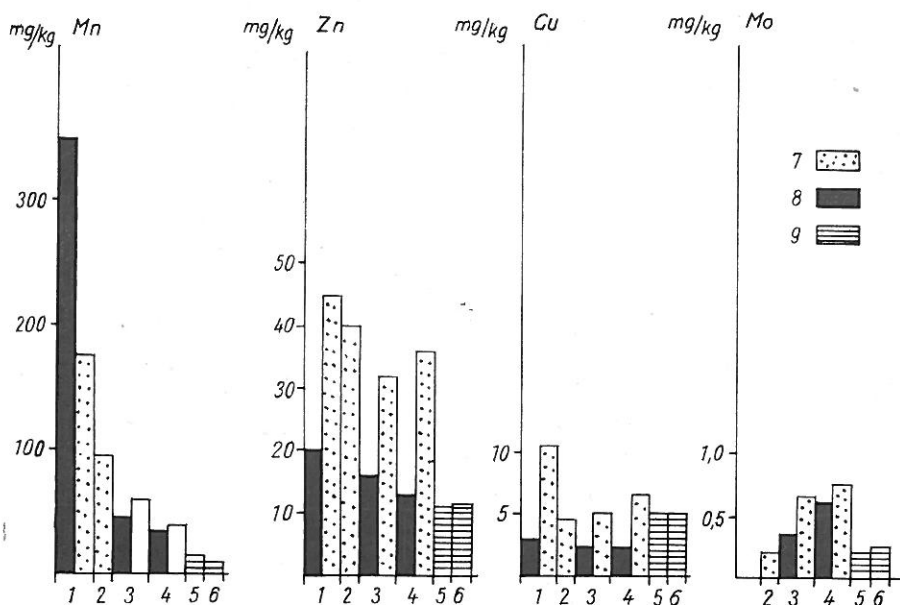
A mezőgazdasági gyakorlatban jól ismert az a tény, hogy a mikroelem-trágyák általában akkor hatásosak, ha egyúttal elegendő makrotápanyagot (NPK) adunk a növényeknek, mivel ilyen körülmények között a makrotápanyagok aránya megváltozik és relatív mikroelemhiány léphet fel.

A talaj kémhatása, a növényfajta és az alkalmazott műtrágyák hatása a növények által felvett mikroelem mennyiségre

Az 1. ábrán látható adatok módot nyújtanak arra, hogy összehasonlítsuk a különböző talajtípusokon termelt különböző növények mikroelem-tartalmát.

A zab, rozs és a két fajta burgonya Moszkva környéki gyepes podzol talajon termelt, a búza pedig magyarországi barna erdőtalajon, ill. karbonátos csernozjomon. (A talajok részletes jellemzését mikroelem szempontból egyik előző közleményemben ismertettem. GYÖRI [5].)

Az adatok összehasonlításából kitűnik, hogy a zab több Mn-t tartalmaz mint ugyanazon a talajon termelt rozs. Ugyanakkor a burgonyagumó Mn,



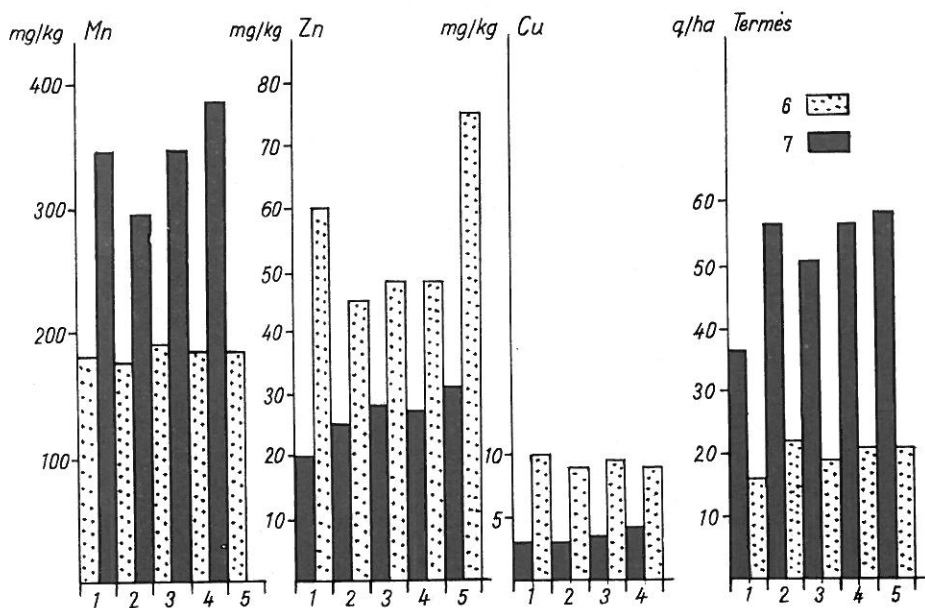
1. ábra

Különböző talajtípusokon termelt növények mikroelem tartalma (mg/kg száraz anyag). 1. zab gyepes podzol talajon, 2. rozs gyepes podzol talajon, 3. búza barna erdőtalajon, 4. búza csernozjomon, 5. burgonya (Lorch) gyepes podzol talajon, 6. burgonya (Berlichingen) gyepes podzol talajon, 7. szem, 8. szalma, 9. gumó

tartalma (ugyanazon a talajon) elég kicsiny. Itt kétségtelenül nehézséget okoz az összehasonlításban az, hogy a gabonáknál a mag Mn-tartalmát hasonlítottuk össze, míg a burgonyánál az adatok a gumóra, tehát a gyökérrendszer egy részére vonatkoznak. Ezzel kapcsolatban utalni kell arra, hogyha a növények termését úgy csoportosítjuk, hogy melyek kerülnek felhasználásra az emberi, ill. állati táplálkozásban, és a növények mely része kerül ki a talajból és mely része marad a talajban, akkor a mikroelem körforgalom, ill. utánpótlás kérdésében hasznos adatokat kaphatunk.

Ha csak a gabonaféléket figyeljük meg, akkor azt látjuk, hogy ezek Mn-tartalma erősen csökken a gyepes podzoltalaj — barna erdőtalaj — csernozjom sorrendben. Tehát a gabonafélék mikroelem-felvétele függ a talajtípustól és a talaj kemizmusától.

Érdekes megjegyezni, hogy míg a zabnál a szalma több Mn-t tartalmaz, addig a búzánál a magban volt több Mn, különösen a csernozjom-talajon termelt búzánál. A barna erdőtalajon termelt búzaszalma és mag Mn-tartalma csaknem egyforma. A búzaszalma kisebb Mn-tartalma feltehetően a csökkent Mn-felvétellel kapcsolatos és lehetséges, hogy a karbonátos csernozjomokon fiziológiai Mn-hiány áll fenn. Összehasonlítva ugyanis a gyepes podzoltalaj mozgékony Mn-tartalmával (114 ppm) a csernozjomok mozgékony Mn-tartalmát (7,6—23 ppm), látható, hogy a csernozjomtalajaink mozgékony Mn-tartalma meglehetősen kevés. Ez bizonyítja, hogy a karbonátos csernozjomok Mn-tartalma csak kismértékben hozzáférhető a növények számára a talaj lúgos kémhatása folytán.



2. ábra

A zab mikroelem tartalma (termése q/ha). 1. Kontroll, 2. nitrofoszka, kifagyasztott, 3. NPK (keverék), 4. Nitrofoszka, karbonizált, 5. NPK (keverék), 6. szem, 7. szalma

LEEPER [6] 1947 megállapította, hogy a mikroorganizmusok aktívan oxidálják a Mn-t pH 5,5 felett. Különösen nagy sebességgel megy végbe az oxidáció 6,0—7,5 pH intervallumban, minek következtében a növények számára a Mn rosszul felvehetővé válik.

A Zn hasonlóan a Mn-hoz jobban felhalmozódik a gabonafélékben, mint a burgonyában, azonban ez az elem elsősorban a növények magjában halmozódik fel és a szalma lényegesen kevesebbet tartalmaz belőle. Ez a törvényszerűség független a talajtípustól.

A vizsgált növények a Cu-t csaknem egyforma koncentrációban vették fel, függetlenül a talajtípustól és a növényfajtól, kivéve a zabot, amelynek a magja valamivel több rezet tartalmaz. Ugyanakkor a zab és búzaszalma Cu-tartalma között a vizsgált esetben gyakorlatilag nincs különbség.

A fenti növények Mo-tartalma elsősorban a talaj reakciójától függ. A karbonátos csernozjomokon a Mo mozgékonyasága és ezzel együtt a felvehetősége is

növekszik. Ezért a növényfajta csak kisebb szerepet játszik, mert pl. a rozs és burgonya csaknem azonos Mo-tartalommal rendelkezik.

Általában megállapítható, hogy a mikroelemek a gabonafélék magjában halmozódnak fel, kivéve a Mn-t, mely savanyú talajokban a levélben ill. szárban halmozódik fel.

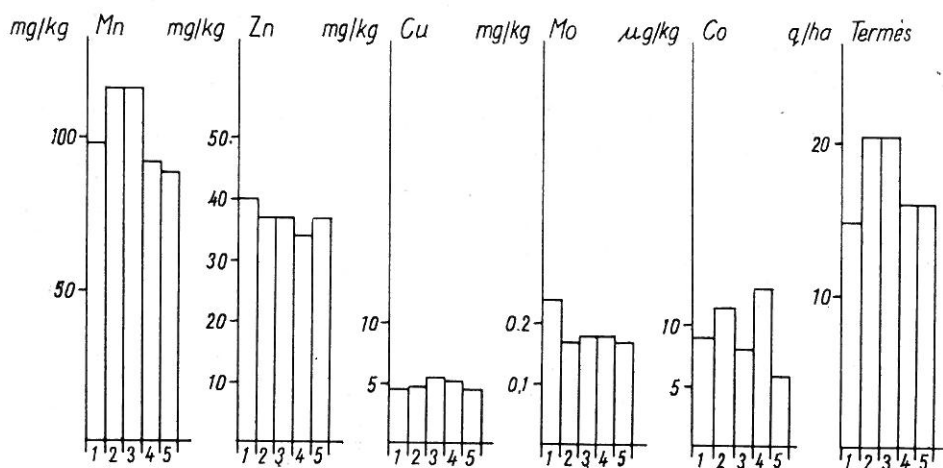
A fenti vizsgált növények mikroelem-tartalma tehát elsősorban a növény fajtától, másodsorban a talaj kémhatásától függ.

A Cu-el kapcsolatban más a helyzet, mivel itt csupán az erősen savanyú gyepes podzoltalajból vett fel több rezet a zab. A többi talajon termelt különböző növények réztartalma csaknem azonos.

A trágyáknak a mikroelemek felvételére gyakorolt hatásáról, a növények mikroelem-tartalma és a termés közötti összefüggésről tanúskodnak a 2., 3., 4. és 5. ábra adatai.

A 2. ábrán tüntettük fel a zabszalma és mag mikroelem-tartalmát, az 1. táblázatból vett adatok alapján.

A 2. ábrából látható, hogy a zab magjának Mn-tartalma nem változik szignifikánsan a műtrágyák hatására. A szalma Mn-tartalma sem mutat egyértelmű változást a műtrágyák hatására, csupán azt lehet megállapítani, hogy a nagyobb adag N és K hatására szignifikánsan nőtt a szalma Mn-tartalma. Ugyancsak nőtt a nagyobb adagú N és K hatására a zabszalma Zn-tartalma. A mag Zn-tartalma viszont legtöbb a kontroll és az 5-ös kezelésben. A Cu-tartalom csökkent a kezelt növényeknél a kontrollhoz képest.



3. ábra

A rozs mikroelem tartalma (termés q/ha). 1. Kontroll, 2. Nitrofoszka (francia), 3. NPK (keverék), 4. NK (keverék), 5. N

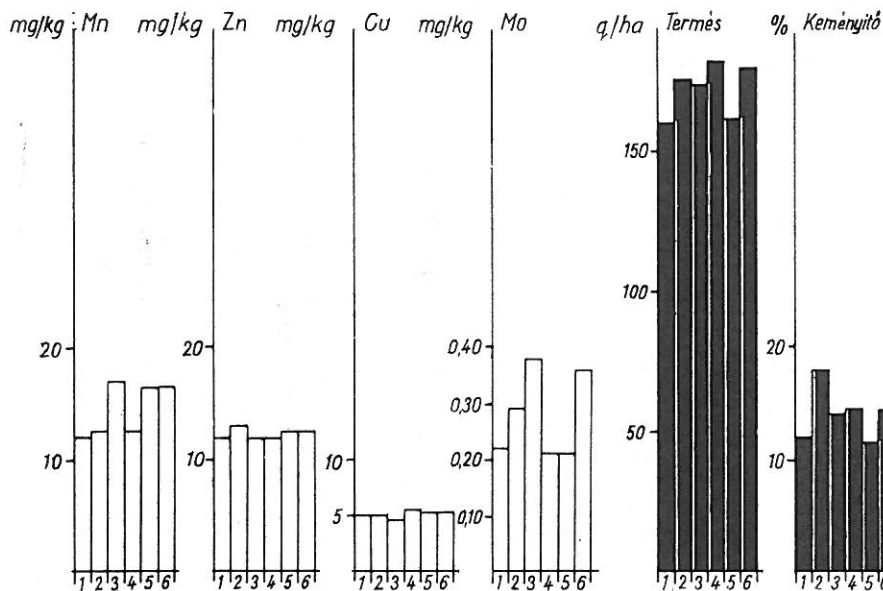
A 3. ábrán tüntettük fel a rozs mag 0/0-os mikroelem-tartalmát. A rozsra is az jellemző, hogy a mag mikroelem-tartalma kevés változást szenved a különböző műtrágyák hatására, ami arra utal, hogy a növényi magvak bizonyos kiegészítő (puffer) képességgel rendelkeznek.

Érdekes megjegyezni, hogy a magok Mn-tartalma és a termés mennyisége között pozitív korreláció mutatkozik. Ugyanakkor a különböző műtrágyakezelések a rozs Zn-, Cu-, Mo-tartalmát alig befolyásolják, bár mégis megállá-

pítható, hogy az összetett és keverék (NPK) műtrágyák (2., 3. variáns) kis-mértékben növelik a rozs Mn-, Cu- és Mo-tartalmát, míg az NK és különösen az N csökkenti a rozs mikroelem-tartalmát, gyakran még a kontrollhoz képest is.

A 2. és 3. ábra adatai alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a zab- és rozsmag mikroelem-tartalma lényegesen kisebb ingadozást mutat, mint a különböző fejlődési fázisokban vett növényi részek mikroelem-tartalma.

Úgy látszik a növényi magvak mikroelem-tartalma jellemző az adott növényfajtára és ezt kevésbé befolyásolják a különböző külső tényezők, mint pl. a trágyázás, talajviszonyok stb. Ezek a tényezők azonban igen nagy hatással vannak egy korai fejlődési fokon levő növény mikrotápelem-felvételére, amint azt az 1. és 2. táblázat adatai bizonyítják.



4. ábra

A burgonyagumók (Berlichingen fajta) mikroelem tartalma, termése q/ha és keményítő-hozam %. 1. Kontroll, 2. Nifosz magyar, 3. Nifosz olasz, 4. NP (keverék), 5. N, 6. NPK (keverék)

Két fajta burgonya (*Berlichingen* és *Lorch*) gumóinak $0/0$ -os mikroelem-tartalmát tüntettük fel a 4. és 5. ábrákban.

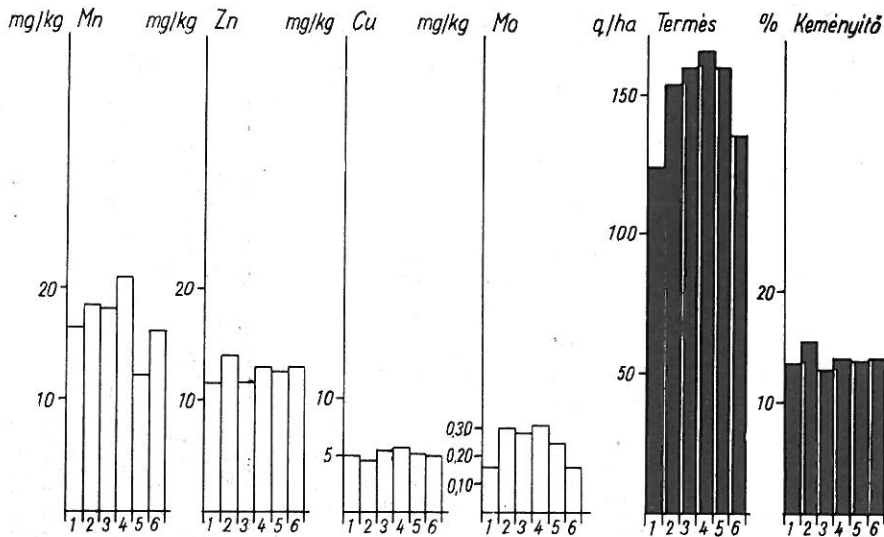
A 4. és 5. ábra adatai azt mutatják, hogy a műtrágyák hatása a burgonyagumó mikroelem-tartalmára nem egyértelmű, tehát nehéz jellemző törvényszerűséget megállapítani, kivétel ez alól a Mo, mely mint látható, minden esetben növekszik a keverék és összetett műtrágyák hatására és csökken az egyszerű N vagy NP, NK hatására.

Az 5. ábrából kitűnik, hogy a burgonya Zn-tartalma és a keményítő-tartalma között kapcsolat van: a nagyobb keményítő-tartalom nagyobb Zn-tartalommal jár együtt.

Ismeretes, hogy a Zn specifikus szerepet játszik a növények szénhidrát-anyagszerében, ami a keményítő és Zn-tartalom változás azonosságára utal.

SKOLNIK és GRESISCSEVA [9] megállapították, hogy a Zn és Mo fokozza a növényekben lejátszódó szintetikus folyamatok sebességét, növelik a szaharóz és keményítő-tartalmat és csökkentik a hidrolitikus folyamatok sebességét.

A fenti adatok alapján megállapítható, hogy a növények mikroelem-tartalma eléggé érzékeny indikátorként reagál a talaj kémhatására a trágyák és más tényezők hatására. Az adott körülmények között egyszer az egyik, máskor a másik tényező válik uralkodóvá. Ennélfogva nem várható mindig szigorú összefüggés a növények mikroelem-tartalma és a termés között. Ezenkívül a növényekre egyidőben sok különböző tényező fejt ki a hatását, nem csupán a mikroelemek.



5. ábra

A burgonyagumók (Lorch fajta) mikroelem tartalma, termése q/ha és keményítőhozama %. 1. Kontroll, 2. Nitrofoszka, kifagyasztott szovjet, 3. Nitrofoszka francia, 4. Nitrofoszka olasz, 5. NPK (keverék), 6. NK (keverék)

Előző cikkemben (GYŐRI [5]) foglalkoztam a talajok mozgékony mikroelem-tartalmával. Ezekben a kísérletekben nem találtunk korrelációt a talajok mozgékony mikroelem-tartalma és a növények mikroelem-tartalma között. A talaj mozgékony mikroelem-tartalma csupán a talaj kémizmusáról és geneziséről ad felvilágosítást. Jelenleg még nem rendelkezünk olyan módszerrel, mely megengedné a pontos korreláció megállapítását a talaj mozgékony mikroelem-tartalma és a növények által felvett mikroelem mennyisége között. MITCHELL [7] megjegyzi, hogy a tápanyagok mozgékony és felvett mennyisége között mind a mikro-, mind a makroelemeket tekintve igen nagy különbség van és ezek az értékek általában nem esnek egybe. Nem lehet ugyanis két olyan egyforma növényt találni, melyek egyforma mennyiségű tápelemet vennének fel ugyanazon talajból. Ezenkívül ma még nem tudjuk pontosan, hogy a növények gyökér-rendszere miképpen és milyen talajmélységből, milyen mikroelem vegyületformákat tud felvenni.

E hiányosságok ellenére is próbálunk felállítani bizonyos értékhatárokat a talajok mozgékony mikroelem-tartalmával kapcsolatban, melynek alapján következtethetünk arra, hogy az adott talaj rosszul vagy jól van-e ellátva a kérdéses mikrotápelemekkel.

A növények mikroelem-kivétele a talajból

A műtrágyák hatása a növények mikroelem-felvételére igen jól lemérhető az 5. és 6. táblázat adatai alapján. Az 5. táblázatból látható, hogy a zab kalászoslástól az érésig, azaz egy hónap alatt 5—10-szer több mikroelemet vett fel a talajból, mint a vetéstől a kalászoslásig (két hónap alatt). Ebből nyilvánvaló, hogy a zab mikroelem-szükséglete a kalászoslás után nagy mértékben fokozódik, bár az egységnyi szárazanyagra számított mikroelem-tartalom alig változik, sőt eszkenhet is.

5. táblázat

A zab által a talajból kivont mikroelem mennyiség g/ha*

(1) Vizsgált anyag	(2) Kontroll	(3) Nitrofoszka, kifagyasz- tott (35:45:42)	(4) NPK (keverék) (35:45:42)	(5) Nitrofoszka, karbo- nizált (84:45:84)	(6) NPK (keverék) (84:145:84)	SzD 5%
<i>A/ Termés q/ha</i>						
a) szárbaszökéskor	1,95	2,1	2,2	2,2	2,3	
b) kalászoslaskor	7,6	10,8	10,7	13,2	13,9	
c) éréskor (mag + szalma)	525	78,9	70,1	77,8	79,9	
<i>Mn-tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	48,5	72,3	73,0	82,2	86,2	6,2
b) kalászoslaskor	103	253	243	295	340	13,2
c) éréskor (mag + szalma)	1 550	2 079	2 288	2 370		198
<i>Zn-tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	6,24	12,20	7,30	10,50	8,05	1,3
b) kalászoslaskor	13,7	23,8	22,5	31,7	50,0	2,9
c) éréskor (mag + szalma)	168	240	236	257	339	32
<i>Cu-tartalom</i>						
a) szárbaszökéskor	1,57	1,86	2,01	2,77	2,60	0,8
b) kalászoslaskor	4,30	8,80	7,60	11,40	11,00	2,5
c) éréskor (mag + szalma)	28,3	37,5	36,7	43,0		3,8

* Az egyes kezelések műtrágyaaránya N : P₂O₅ : K₂O kg/ha.

A mikroelem-szükséglet növekedése a zab földfeletti részében a növény fejlődésének későbbi fázisában kapcsolatban van a gyökérrendszer növekedésével, melynek segítségével a növény a kalászoslástól az érésig hatalmas mennyiségű tápelemet képes felvenni a talajból.

Köztudomású, hogy a növények által kivont tápanyagok mennyisége két tényezőtől függ: 1. a termés nagyságától; 2. az egységnyi szárazanyagban levő mikroelem mennyiségtől.

E két tényező hatása azonban külön-külön egész sor talaj és növény-tulajdonság függvénye.

A zab pl. 7—10-szer több Mn-t von ki ugyanazon talajból, mint a burgonya.

A burgonya és zab által a talajból felvett Zn-tartalom gyakorlatilag azonos mennyiség, míg a burgonya kb. kétszer több Cu-t von ki a talajból, mint a zab. Ez érthetővé válik, ha figyelembe vesszük az egységnyi szárazanyag Zn-tartalmát és a termés mennyiségét e két növénynél.

A műtrágyák hatása a mikroelem-felvételre abban foglalható össze, hogy növeli a termés mennyiségét és gyakran a növények mikroelem-tartalmát is. Különösen az összetett, ill. kevert műtrágyáknak van hatása a fent említett két folyamatra. Az 5. és 6. táblázatban látható, hogy a műtrágyák minden esetben szignifikánsan növelték a talajból kivont mikroelem-mennyiséget mind a zab, mind pedig a burgonya esetében.

6. táblázat

A burgonyagumó által a talajból kivont mikroelem mennyisége g/ha

(1) Kezelések (N:P ₂ O ₅ :K ₂ O) kg/ha	(2) Termés q/ha	Mn	Zn	Cu	Mo
A) <i>Lorch fajta</i>					
a) Kontroll	124	207	143	62,0	1,98
b) Nitrofoszka kifagyasztott (20 : 20 : 23)	155	290	217	75,2	4,65
c) Nitrofoszka (francia) (20 : 20 : 23) ..	161	290	188	86,5	4,66
d) Nitrofoszka (olasz) (20 : 20 : 23) ..	167	356	219	93,0	5,18
e) NPK (keverék) (20 : 20 : 23)	161	198	188	86,7	3,70
NK (20 : — : 23)	136	217	179	68,0	2,17
SzD ₅ %		11,9	13,2	3,18	1,40
B) <i>Berlichingen fajta</i>					
a) Kontroll	158	184	186	79,0	3,79
b) Nifosz (magyar) (30 : 20 : —) ...	175	218	227	87,5	5,07
Nifosz (olasz) (30 : 20 : —)					
NP (30 : 20 : —)	182	224	218	103,1	3,82
N (30 : — : —)	162	270	198	82,2	3,57
NPK (keverék) (30 : 20 : 23)	180	300	219	91,8	6,47
		10,2	17,2	4,0	0,28

A műtrágyák hatására olyan esetben is szignifikánsan nőtt a kivont mikroelem mennyisége, amikor a növény 0/0-os mikroelem-tartalma nem növekedett szignifikánsan.

A műtrágyák hatására a talajból kivont nagyobb mikroelem-mennyiség alapján azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a talaj mozgékony mikroelem-készletében bizonyos mértékű elszegényedés várható, mivel a növények elsősorban a könnyen hozzáférhető készlet rovására vonják ki a mikroelemeket a talajból. A talaj nehezebben málló ásványi részeinek mikroelem-tartalma azonban nem teszi lehetővé a gyors utánpótlást, így csökken a mozgékony mikroelemformák mennyisége.

Ismert tény, hogy a mikroelemek csak megfelelő makrotápanyag szinten fejtik ki hatásukat. Azt is megfigyelték, hogy intenzíven műtrágyázott talajoknál gyakran fellép mikroelem-hiány a növényeknél. Ennek magyarázatát általában a nem megfelelő makro-, ill. mikrotápelem-arányban keresik. Ezzel azonban nehéz megmagyarázni miért nem lép fel hiány a műtrágyázás kezdetén, ill. kezeletlen talajon.

Vizsgálataim alapján feltehető, hogy AVDONYIN és munkatársai [1] valószínűleg azért kaptak jó hatást Mo-el a 8 évig műtrágyával kezelt talajon, mivel a műtrágyák hatására a talaj mozgékony, ill. könnyen felvehető Mo-tartalma csökkent, az adagolt Mo így hatásosnak bizonyult, míg a kontroll parcellán semmiféle hatást nem mutatott.

A közölt adatok tehát részben hozzájárulnak annak a kérdésnek a megoldásához, miért kapunk jobb mikrotápelem-hatást akkor, ha intenzíven műtrágyázunk. Ez különösen fontos hazai viszonylatban, mivel az intenzív műtrágyázás elterjedése következtében várható a mikroelem-hiány fellépése olyan területen is, ahol ez eddig még nem fordult elő.

Összefoglalás

Megvizsgáltuk a makroelemek (műtrágyák) hatását a zab, rozs és burgonya mikroelem-felvételére gyepes podzol talajon.

A kísérletek azt bizonyítják, hogy a műtrágyák (különösen az összetettek NPK) jelentősen befolyásolják a növények mikroelem-tartalmát és fokozzák a mikroelem-kivitelét a talajból.

Intenzív műtrágyázásnál és különösen nagy adagú összetett műtrágyák alkalmazásakor a mikroelem-trágyázás jelentőség növekszik és ilyen körülmények között az NPK makrotrágyák mikroelemekkel történő kiegészítése indokolt lehet.

Érkezett: 1962. október 1.

Irodalom

- [1] AVDONYIN, N. SZ., ARENSZ, J. P. & SZTEPANOVA, L. N.: Vlijanie udobrenij na szvojtiszva derново podzoliszlih pocsv. Pocsvovedenie (9) 25—34. 1960.
- [2] DEBRECZENI, B. & DEBRECZENI B.-NÉ: Összehasonlító kísérletek különböző egyszerű és kombinált műtrágyákkal. Agrokémia és Talajtan. **9.** 291—306. 1960.
- [3] FEKETE, B. & GYŐRI, D.: A teljes trágyázás hatása cukorrépánál. Növénytermelés. **6.** 27—32. 1957.
- [4] GYŐRI, D.: A Mn, Cu, Zn, Co és Mo tartalom meghatározása talajokban és növényekben. Agrokémia és Talajtan. **10.** 425—434. 1960.
- [5] GYŐRI, D.: A Mn, Zn, Cu, Mo és Co mikroelemek eloszlása és vegyületformái néhány talajtípusban. MTA Agrártud. Oszt. Közl. **21.** 53—71. 1962.
- [6] LEEPER, G. W.: The form and reactions of manganese in the soil. Soil Sci. **63.** 79—95. 1947.
- [7] MITCHELL, R. L.: in Bear, F. E.: Chemistry of the soil. Reinhold. New York. 1955.
- [8] SARKADI, J.: in Talaj és trágyavizsgáló módszerek. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1962.
- [9] SKOLNIK, M. JA. & GRESISCEVA, V. N.: Vlijanie mikroelementov na fotoszintez szoderzsanie uglevodov i peredvizsenie asszimilatorov v rasztenijah na fone nitratnovo i ammiasceno-pitanija. Experiment. Bot. **12.** 154—169. p. 1958.
- [10] VOJNAR, A. P.: Biologiceszkaja rol mikroelementov v organizme zsvotnih i csoloveka. Izd. Viszs. Skola. Moszkva. 1960.

К вопросу влияния удобрений на содержание у динамику микроэлементов в растениях

Д. ДЬЕРИ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии АН Венгрии, Будапешт

Резюме

Динамика микроэлементов в растениях за вегетационный период показывает, что агрохимические приемы, например внесение минеральных удобрений, влияют на поглощение микроэлементов растениями из почвы.

Содержание микроэлементов в растениях овса и ржи имеет свой максимум во время выхода в трубку, подобно динамике макроэлементов (N, P, K).

Количество поглощаемых из почвы микроэлементов, в пересчете на единицу поверхности и на всю биомассу, постепенно увеличивается к концу вегетационного периода и особенно сильно в период после колошения.

Накопление марганца в листьях и стеблях растений и накопление цинка и меди в семенах, находится в тесной связи со специфической, физиологической особенностью этих микроэлементов.

Под влиянием минеральных удобрений увеличивается урожай овса, ржи и картофеля, в отдельных случаях увеличивается содержание микроэлементов в пересчете на единицу сухого вещества.

Под влиянием тройных удобрений (N, P, K) наблюдается более интенсивное поглощение микроэлементов, чем под влиянием простых т. е. отдельно вносимых N, P, K.

Количество выносимых из почвы растениями микроэлементов во всех случаях увеличивается под влиянием внесения минеральных удобрений, это означает, что количество легкодоступных микроэлементов снижается, если минеральные удобрения в высоких дозах применяются в течение длительного времени. Поэтому становится понятным недостаток микроэлементов в этих почвах и получаемый эффект от внесения микроудобрений.

Табл. 1. Изменение содержания микроэлементов в овсе за вегетационный период в мг/кг сухого вещества. * Соотношения минеральных удобрений в отдельных вариантах N:P₂O₅:K₂O в кг/га. (1) Изучаемое вещество а) при выходе в трубку в) при колошении с) при созревании (солома), d) при созревании (в семенах). (2) Контроль. (3) Нитрофоска вымороженная. (4) Смесь N, P, K. (5) Нитрофоска карбонатная.

Табл. 2. Изменение содержания микроэлементов в растениях ржи в течение вегетационного периода в мг/кг сухого вещества. * Соотношение минеральных удобрений в отдельных вариантах. N:P₂O₅:K₂O в кг/га. (1) Изученное вещество. а) при выходе в трубку, в) при колошении, с) при созревании (в семенах). (2) Контроль. (3) Нитрофоска (французская).

Табл. 3. Содержание микроэлементов в минеральных удобрениях в мг/кг. (1) Минеральные удобрения. а) Нитрофоска вымороженная (советская). в) Нитрофоска карбонатная (советская). с) Нифос (венгерский). d) Суперфосфат (советский).

Табл. 4. Количество микроэлементов, вносимых в почву с минеральными удобрениями в гр/га. (1) Дозы минеральных удобрений в ц/га. а) Нитрофоска вымороженная. в) Нитрофоска карбонатная. с) Нифос (венгерский). d) Суперфосфат (советский).

Табл. 5. Количество микроэлементов выносимых из почвы овсом в гр/га. * Соотношение минеральных удобрений в отдельных вариантах N:P₂O₅:K₂O в кг/га. (1) Изучаемое вещество А) Урожай в кг/га. а) при выходе в трубку, в) при колошении, с) при созревании (семена + солома). (2) Контроль. (3) Нитрофоска вымороженная. (4) Смесь N, P, K. (5) Нитрофоска карбонатная.

Табл. 6. Количество микроэлементов, выносимых из почвы клубнями картофеля в гр/га. (1) Варианты. А) сорт Лорх. В) Сорт Берлихинген. а) Контроль, в) Нитрофоска вымороженная, с) Нитрофоска (французская), d) Нитрофоска (итальянская), Е) NPK (в смеси), f) Нифос (венгерский), g) Нифос (итальянский). (2) Урожай в ц/га.

Рис. 1. Содержание микроэлементов в растениях, выращенных на различных почвах. в мг/кг. сухого вещества. (1) Овес на дерново-подзолистой почве. (2) Озимая рожь на дерново-подзолистой почве. (3) Озимая пшеница на бурой лесной почве. (4) Озимая пшеница на черноземе. (5) картофель сорта Лорх на дерново-подзолистой почве. (6) Картофель сорта Берлихинген на дерново-подзолистой почве. (7) Семена (8) Солома. (9) Клубни.

Рис. 2. Содержание микроэлементов в овсе (урожай в ц/га.) 1. Контроль. 2. Нитрофоска вымороженная. 3. N, P, K. (в смеси). 4. Нитрофоска карбонатная. 6. N, P, K (в смеси). 6. Семена 7. Солома.

Рис. 3. Содержание микроэлементов во ржи (урожай ц/га). 1. Контроль. 2. Нитрофоска (французская). 3. N, P, K. (в смеси), 4. НК (в смеси). 5. азот.

Рис. 4. Содержание микроэлементов в клубнях картофеля сорта Берлихинген, урожай в ц/га и содержание крахмала в %. 1. Контроль. 2. Нифос (венгерский). 3. Нифос (итальянский). 4. NP (в смеси). 5. N, 6. N, P, K (в смеси).

Рис. 5. Содержание микроэлементов в клубнях картофеля сорта Лорх, урожай в ц/га и содержание крахмала в %. 1. Контроль. 2. Нитрофоска вымороженная (советская), 3. Нитрофоска (французская). 4. Нитрофоска (итальянская). 5. N, P, K. (в смеси). 6. N, K (в смеси).

Рис. 6. Содержание микроэлементов в клубнях картофеля сорта Лорх, урожай в ц/га и содержание крахмала в %. 1. Контроль. 2. Нитрофоска вымороженная (советская), 3. Нитрофоска (французская) 4. Нитрофоска (итальянская) 5. N, P, K. (в смеси). 6. N, K. (в смеси).

Contribution to the Effect of Chemical Fertilizers on the Amount and Dynamics of Trace Elements in Plants

D. GYÖRY

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

Summary

Dynamics of trace elements in plants during the vegetation period indicate that uptake of micronutrients by the plants is influenced by measures of agricultural chemistry used, e.g. by the application of chemical fertilizers.

Contents of trace elements in oats and rye displayed in the author's experiments a maximum at the period of shooting, similarly to the dynamics of the main plant nutrients (NPK).

Uptake of trace elements by the plants examined — as related to the unit area and to the whole of the so called biomass — continues to increase until the end of the vegetation period, exhibiting a particularly sharp rise in the period subsequent to earing.

Accumulation of manganese in the stems and leaves as well as accumulation of zinc and copper in the seeds are closely connected with the specific physiological function of the trace element in question.

Under the influence of chemical fertilizers the yield of oats, rye and potato and in some cases also the trace element content per unit of dry matter exhibited a marked increase.

Under the influence of application of combined chemical fertilizers (NPK) the uptake of trace elements is more intensive than in the case when N, P and K are given separately.

The amount of trace elements taken up from the soil by the plants was in each case higher subsequently to the application of chemical fertilizers, which means that upon prolonged application of a high rate of chemical fertilizers the readily available trace element contents of the soils substantially decrease. This accounts for the shortage of trace elements observed in soils which were given chemical fertilizers for a long period and for the high trace element nutrient effect obtained in soils that were given chemical fertilizers exclusively for a considerable time.

Table 1. The change in trace element content of oats during the vegetation period in mg/kg dry matter. * The chemical fertilizer ratio in the individual applications N: P₂O₅: K₂O kg/ha. 1. Material examined a) at shooting, b) at earing, c) in ripening (straw), d) in ripening (seed). 2. Control. 3. Nitrofosca, frozen out. 4. NPK mixture. 5. Nitrofosca, carbonized.

Table 2. The change in the trace element contents of rye during the vegetation period in mg/kg dry matter. * The chemical fertilizer ratio in the individual applications N : P₂O₅ : K₂O kg/ha. 1. Material examined *a)* at shooting, *b)* at earing, *c)* in ripening (seed). 2. Control. 3. Nitrofosca (French).

Table 3. Trace element contents of the chemical fertilizers mg/kg. 1. Chemical fertilizers. *a)* Nitrofosca, frozen out (Soviet). *b)* Nitrofosca, carbonized (Soviet). *c)* Nifos (Hungarian). *d)* Superphosphate (Soviet).

Table 4. Amount of trace elements incorporated in the soil g/ha. 1. Chemical fertilizer applications q/ha. *a)* Nitrofosca, frozen out. *b)* Nitrofosca, carbonized, (Soviet). *c)* Nifos (Hungarian). *d)* Superphosphate (Soviet).

Table 5. Amount of trace elements extracted from the soil by oats g/ha. * Chemical fertilizer ratio in the individual applications N : P₂O₅ : K₂O kg/ha. (1) Material examined. A) Yields q/ha. *a)* at shooting, *b)* at earing, *c)* in ripening (seed + straw). (2) Control. (3) Nitrofosca, frozen out. (4) NPK mixture. (5) Nitrofosca, carbonized.

Table 6. Amount of trace element absorbed from the soil by potato tubers g/ha. 1. Applications. (2) Variety Lorch. B) Variety Berlichingen. *a)* Control, *b)* Nitrofosca, frozen out. *c)* Nitrofosca (French). *d)* Nitrofosca (Italian). *e)* NPK (mixture). *f)* Nifos (Hungarian). *g)* Nifos (Italian). 2. Yield q/ha.

Figure 1. Trace element content of plants grown in different types of soil (mg/kg dry matter). 1. oats in grassy podsolic soil, 2. rye in grassy podsolic soil, 3. wheat in brown forest soil, 4. wheat in chernozem soil, 5. potato (Lorch) in grassy podsolic soil, 6. potato (Berlichingen) in grassy podsolic soil, 7. grain, 8. straw, 9. tuber.

Figure 2. Trace element content in oats (yield q/ha). 1. Control. 2. Nitrofosca, frozen out. 3. NPK (mixture). 4. Nitrofosca, carbonized. 5. NPK (mixture). 6. grain. 7. straw.

Figure 3. Trace element content of rye (yield q/ha). 1. Control. 2. Nitrofosca (French). 3. NPK (mixture), 4. NK (mixture). 5. N.

Figure 4. Trace element content yield q/ha and starch content % of potato tubers (variety Berlichingen). 1. Control. 2. Nifos (Hungarian). 3. Nifos (Italian). 4. NP (mixture). 5. N. 6. NPK (mixture).

Figure 5. Trace element content, yield q/ha and starch content % of potato tubers (variety Lorch). 1. Control. 2. Nitrofosca, frozen out (Soviet). 3. Nitrofosca (French) 4. Nitrofosca (Italian), 5. NPK (mixture). 6. NK (mixture).