

## A mikroelemek felvételének tanulmányozása a keszthelyi rétlápon

### III. Fehér mustár, borsó (Lincoln), szójabab és köles

SZALAY SÁNDOR, SÁMSONI ZOLTÁN és SZILÁGYI MÁRIA

MTA Atommag Kutató Intézete, Debrecen

Előző közleményeinkben [1, 2] beszámoltunk a tőzegláptalajokon, ellenőrzött kísérleti körülmények között termesztett szudáni cirokfű és zab mikrotapelem felvételi nehézségeiről, továbbá ugyancsak tőzeglápokról begyűjtött néhány kultúr- és vadontermő növény mikrotapelem tartalmának vizsgálatáról [6, 9].

Jelen közleményünkben azokról az újabb növényházi vizsgálatainkról számolunk be, melyek során néhány, különböző növényesaládba tartozó újabb kultúrnövényen kívántuk ellenőrizni, hogy az oldhatatlan tőzeg-humusz-savak nehézfém kation megkötő sajátsága [5, 7, 8] okoz-e ezen növényeknél is nyomtapelem felvételi nehézségeket? Megvizsgáltuk továbbá azt is, hogy a hiányos felvétel pótolható-e a növények leveleire permetezett mikrotapelemekkel?

#### A kísérletek beállítása. Felhasznált növények és talajok

Kísérleteink céljaira ezúttal a címben felsorolt négy növényfajtát választottuk, amelyek három különböző növényesaládhoz tartoznak:

1. Fehér mustár (*Sinapis alba*): *Cruciferae*
2. Borsó (Lincoln) (*Pisum sativum*): *Compositae*
3. Szójabab (*Glycine max.*): *Compositae*
4. Köles (*Panicum miliaceum*): *Gramineae*.

Kísérleteinkhez az alábbi talajokat használtuk:

1. Keszthelyi újmajori tőzegláptalaj felső réteg: 0—10 cm
2. Keszthely újmajori tőzegláptalaj alsó réteg (ún. „rostos tőzeg”)  
30—60 cm
3. Debreceni mezőségi vályogtalaj (csernozjom)

A két különböző rétegszintű tőzegláptalaj alkalmazásának az volt a célja, hogy információt nyerjünk arra vonatkozólag is, hogy a levegővel közvetlenül érintkező és így kétségkívül bizonyos mértékű oxidáción már keresztül esett

felső 10 cm-es talajrétegen (oxidációs zóna) termesztett növények mikroelem tartalma milyen eltéréseket mutat az oxidációs hatástól sokkal jobban mentes alsó (30–60 cm) zónából vett talajon termesztett növények mikroelemtartalmához viszonyítva. A debreceni mezőségi vályogtalajon (csernozjom) termesztett növényeket összehasonlítási bázisként használtuk.

A kísérleti talajmintákat, egységesen azonos térfogatban helyeztük el, műanyag vödörökben:

1. Keszthelyi láptalaj felső szint (0–10 cm) 8 lit = 4,3 kg
2. Keszthelyi láptalaj alsó szint (30–60 cm) 8 lit = 4,0 kg
3. Debreceni csernozjom 8 liter = 7,0 kg

Valamennyi kísérleti edény (műanyag vödör) alján — víztároló réteg céljából — kb. 6–7 cm magasságban poliuretán műanyag habszivacsot helyeztünk el, középtű pedig egy, az alján perforált, 20 mm átmérőjű kemény PVC csövet állítottunk be függőleges helyzetben, az edény víznívójának ellenőrzésére. Az így előkészített edénybe helyeztük az előzetesen megmért talajmennyiséget, amely súlyának megfelelő mértékben a habszivacs réteget összepréselte.

1. táblázat

## Talajvizsgálati eredmények

(1) Talajminta megnevezése	(2) Nedvességtartalom %		pH		CaCO <sub>3</sub> %	(3) Hidrolitos (kicsérélhető) savanyúság	(4) Összes szerves anyag %	(5) Összes nitrogén %	(6) Laktátoldható	
	Eredeti	Higroszkópos	H <sub>2</sub> O	KCl					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg%	K <sub>2</sub> O mg%
a) Keszthelyi láptalaj 0–10 cm	61,5	14,05	7,2	6,5	csigahéjas	3,5	61,5	2,37	9,75	10,7
b) Keszthelyi láptalaj 30–60 cm	71,6	14,25	6,7	6,3	csigahéjas	5,5	73,7	2,38	17,65	19,2
c) Debreceni csernozjom	2,93	2,95	8,1	7,0	7,29	—	2,35	0,14	16,55	26,9

Megjegyzés: A szervesanyag nitrogén, továbbá a laktátoldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és K<sub>2</sub>O tartalom a 105 C°-on szárított anyagra vonatkoztatott értékek.

A kísérleti edények megtöltése előtt mindhárom talajt a szokásos talajvizsgálati előírások szerint megvizsgáltuk. A vizsgálatok összesítését az I. táblázaton tüntettük fel.

A táblázatban foglaltak alapján a következő műtrágyázást végeztük az egyes talajoknál:

$$\begin{aligned} \text{Keszthelyi láptalaj 0–10 cm: } N &= 0 \\ P_2O_5 &= 0,035 \text{ g(l)} = 0,175 \text{ g/l szuperfoszfát} \\ K_2O &= 0,070 \text{ g(l)} = 0,130 \text{ g/l } K_2OS_4 \end{aligned}$$

Keszthelyi láptalaj 30–60 cm: N = O  
 $P_2O_5 = 0,025 \text{ g(l)} = 0,123 \text{ g/l}$  szuperfoszfát  
 $K_2O = 0,042 \text{ g(l)} = 0,078 \text{ g/l}$   $K_2SO_4$

Debreceni csernozjom:  $N_2$  0,042 g/l = 0,140 g/l pétisó  
 $P_2O_5 = 0,018 \text{ g(l)} = 0,080 \text{ g/l}$  szuperfoszfát  
 $K_2O = 0,014 \text{ g(l)} = 0,029 \text{ g/l}$   $K_2SO_4$

Fenti tápanyag kiegészítést valamennyi kísérleti edény egységesen megkapta, a talajba homogéneen elkeverve. A kísérletünkhöz felhasznált talajok mikroelemtartalmát a 2. táblázaton mutatjuk be.

2. táblázat

A felhasznált légszáraz talajok mikroelem tartalma, ppm-ben

(1) T alaj	Fe	Mn	Zn	Cu	Co	Mo
a) Keszthelyi láptalaj 0–10 cm	4 750	292	161	8,1	1,61	10,8
b) Keszthelyi láptalaj 30–60 cm .....	1 780	136	20,6	4,6	0,55	27,0
Debreceni mezőségi vályog (csernozjom) .....	13 100	658	623	20,9	2,22	0,19

A 2. táblázat feltűnően mutatja a mikrotápelemek számottevő dúsulását a felső, 0–10 cm-es talajrétegben. Ez a jelenség tipikusan GOLDSCHMIDT-féle hatásra utal [3] GOLDSCHMIDT szerint e jelenség oka az, hogy az élő növények az altalajból a talajvízzel együtt felszívják a mikrotápelemeket és az őszi lombhulláskor a lombréteg korhadásával ezekből jóval nagyobb koncentráció kerül a felszíni talajrétegbe. Radioaktív nyomjelzéssel a talajok mikroelem-visszatartási tényezőit (R. F. értékeit) is meghatároztuk és e kísérleteink menetét az alábbiakban foglaltuk össze:

### A szorpciós kísérlet menete

A tenyészedény kísérlethez előkészített szárított és 2 mm-es szitaméretre darált tőzegeből, illetve talajból 1–1 g-ot szárazon bemértünk és 25 ml deszt. vízzel elkevertük, néhány órán át állni hagytuk. Ezután adtuk hozzá a szükséges mennyiségű nyomjelző izotópot néhány csepp 0,01 n HCl-oldatban. A meghatározások két-két párhuzamos mintával történtek. A kísérleti elegyek 5 napos várakozás (elegyítési idő) után kerültek pH-mérésre és szűrésre. Ezután mértük a szűréssel szétválasztott oldat és a szilárd fázis radioaktivitását sugárzásuk intenzitásával. Cu-64 esetében a szokásos módon annihilációt mértünk. Mo-re vonatkozóan nem mértük meg újból a visszatartási tényezőt, mert régebbi méréseink [7] mindössze R. F. = 200 visszatartási tényezőt mutattak. Korábbi irodalmi közlések és saját tapasztalataink is azt mutatták, hogy a láptalajok és flórájuk bővelkedik Mo-ben, inkább túlellátottnak minősül.

### Az ionszorpciós vizsgálatok értékelése

1. Mindkét láptalaj rétegben a Mn visszatartási tényezője a legnagyobb ( $10^4$  nagyságrendű) és a megvizsgáltak közül a Cu-é a legkisebb ( $10^3$  nagyságrendű). A többi fémek mindkét rétegben  $10^3$ – $10^4$  nagyságrendű visszatartási tényezőt mutatnak.

#### 3. táblázat

Nyomtápelemek visszatartási tényezői a természetési kísérleteink talajmintáin

(1) Talajminta	(2) Visszatartási tényező (R. F.)									
	$^{59}\text{Fe}^{2+}$		$\text{Mn}^{2+}$		$\text{Zn}^{2+}$		$\text{Cu}^{2+}$		$\text{Co}^{2+}$	
	$^{59}\text{Fe}^{2+}$	pH	$\text{Mn}^{2+}$	pH	$\text{Zn}^{2+}$	pH	$\text{Cu}^{2+}$	pH	$\text{Co}^{2+}$	pH
a) Keszthelyi láp 0–10 cm	$0,76 \cdot 10^3$	7,5	$1,0 \cdot 10^4$	7,75	$3,4 \cdot 10^3$	7,5	$5,3 \cdot 10^2$	7,5	$2,9 \cdot 10^3$	7,5
b) Keszthelyi láp 30–60 cm	$1,7 \cdot 10^3$	7,5	$2,3 \cdot 10^4$	7,6	$5,7 \cdot 10^3$	7,5	$7,7 \cdot 10^2$	7,2	$5,5 \cdot 10^3$	7,4
Debreceni mezőségi talaj	$4,7 \cdot 10^2$	8,1	$5,0 \cdot 10^2$	8,1	$2,6 \cdot 10^3$	8,1	nincs mérés		$2,3 \cdot 10^2$	8,1

Tapasztalataink szerint a tőzeg humuszsavak részben redukálják a  $\text{Fe}^{3+}$  ionokat  $\text{Fe}^{2+}$ -ionokká és így kötik meg. R.F. értékek (Retention Factor = visszatartási tényező) nevezi SZALAY és SZILÁGYI [7] az ionos állapotban levő mikroelem koncentrációjának megoszlási hányadosát szorpciós egyensúly esetén a talaj és a talajvíz között.

2. Zn, Co, Mn, Fe esetében nagyságrendi változás nélkül általában az alsó talajszinten megkétszereződik a visszatartás a felső talajszintre vonatkoztatva. Cu-64 esetében az alsó szintben a visszatartás növekedése csak 1,45-szörös.

3. Laboratóriumi kísérletekben a visszatartási tényezők szempontjából a kétféle szintből vett láptalajminta nem mutat nagyon jelentős eltérést, Ca-mal szemben a szorpciós kapacitásuk is egyforma (15,8 mg Ca/g száraz tőzeg, ami 0,78 mg ekv/g-nek felel meg).

4. A megvizsgált ásványi talajminta mind a fémtartalom, mind a visszatartási tényezők szempontjából lényegesen eltér a láptalajoktól, az R. F. érték nagyságrenddel kisebb.

A kísérleteket 1969. évben a Debreceni Agrártudományi Főiskola botanikus kertjében két részletben hajtottuk végre: I. rész: április 15–július 15: fehér mustár és borsó, II. rész: július 20–október 31: szójabab és köles. Valamennyi kísérletünket nyolcszoros ismétlésben végeztük.

Kísérleteinket polietilén fóliával fedett, házi készítésű tágas sátor alatt végeztük, állandóan ellenőrizve a levegő hőmérsékletét és relatív nedvesség tartalmát. Valamennyi kísérleti edénybe mért mennyiségű deszt. víz utánpótlással biztosítottuk a talaj szükséges nedvesség tartalmát. Az első sorozatnál edényenként átlagosan 14,1 liter, a másodiknál pedig 9,3 liter vizet használtunk fel az egész tenyészedény alatt. Ez megfelel az első sorozatnál 230 mm csapadéknak, a másodiknál 150 mm csapadéknak.

A mikrotápelemek permetezését mindkét sorozatnál 2–2 alkalommal végeztük olyan összetételű permetlével, amely 0,5% Mn-t, 0,1% Zn-et, 0,2% Cu-ot, 0,1% Co-at tartalmazott. A permetléhez 0,01 % mennyiségben „San-

## 4. táblázat

Mn, Zn, Cu és Co mikroelemekkel permeztett fehér mustár (*Sinapis alba*) és borsó (*Lincoln*) (*Pisum sativum*) minták analitikai eredményeinek összehasonlítása a frissen levágott minták vizes lemosása és ennek elmaradása esetén (ppm)

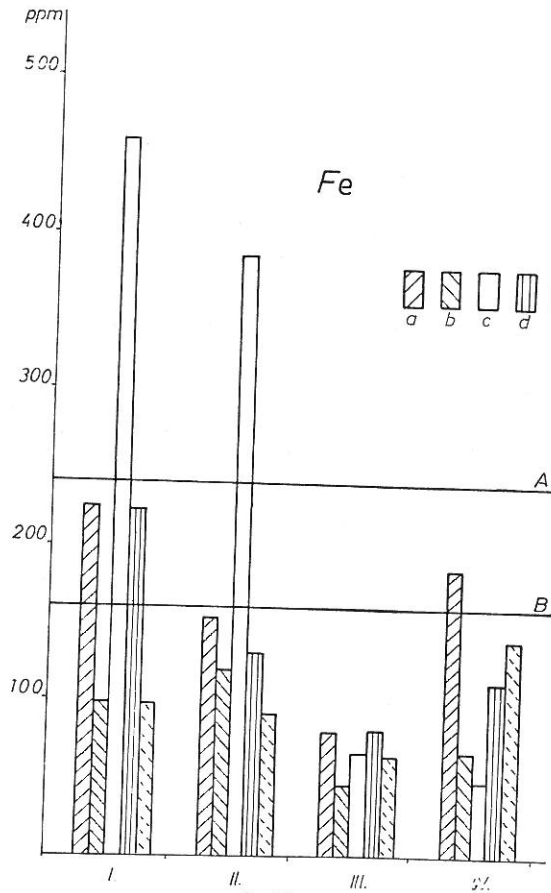
(1) Növény és talaj	(2) Kezelés	Fe	Mn	Zn	Cu	Co	Mo
<b>A) Fehér mustár</b>							
a) Keszthelyi lúp	c) lemosás nélkül	107 ± 26	688,1 ± 156,4	264,6 ± 62,4	147,5 ± 38,6	2,04 ± 0,81	2,24 ± 0,86
a) Keszthelyi lúp	d) lemosva	96 ± 17	481,6 ± 83,2	175,8 ± 20,5	84,6 ± 8,5	0,97 ± 0,22	6,35 ± 1,53
b) Debreceni csernoz- jom	c) lemosás nélkül	120 ± 40	993,9 ± 174,1	364,8 ± 48,8	161,0 ± 38,8	4,00 ± 0,26	5,91 ± 0,35
b) Debreceni csernoz- jom	d) lemosva	112 ± 22	551,7 ± 209,0	241,2 ± 55,3	109,7 ± 47,6	5,27 ± 2,01	6,74 ± 1,62
<b>B) Borsó</b>							
a) Keszthelyi lúp	c) lemosás nélkül	67 ± 16	270,9 ± 32,9	91,8 ± 13,5	33,3 ± 9,5	0,60 ± 0,08	12,17 ± 0,91
a) Keszthelyi lúp	d) lemosva	54 ± 2	215,7 ± 52,5	73,4 ± 10,6	31,7 ± 9,0	0,60 ± 0,12	5,52 ± 2,48
b) Debreceni csernoz- jom	c) lemosás nélkül	76 ± 3	270,8 ± 54,5	100,2 ± 12,6	44,1 ± 7,8	0,86 ± 0,14	1,01 ± 0,24
b) Debreceni csernoz- jom	d) lemosva	56 ± 9	238,3 ± 22,1	88,2 ± 9,8	32,9 ± 6,8	0,76 ± 0,23	3,96 ± 2,62

dovit" nedvesítőszert is adtunk. A permetezés üveg porlasztó edényből igen finom permet alakjában történt. Az első permetezéskor a lombosodásnak induló növényekre edényenként átlagosan 0,2 ml, a második alkalommal az erősen kifejlődött növényre pedig átlagosan 4,5 ml oldatot használtunk fel. Ügyeltünk arra, hogy a permetezés lehetőleg *lecsurgás nélkül* történjék.

A növénymintákat egységesen, közvetlenül a virágzást követően, a terméskötés kezdeti szakaszában vágtuk le és készítettük elő a további feldolgozásra.

### Az analitikai módszerek

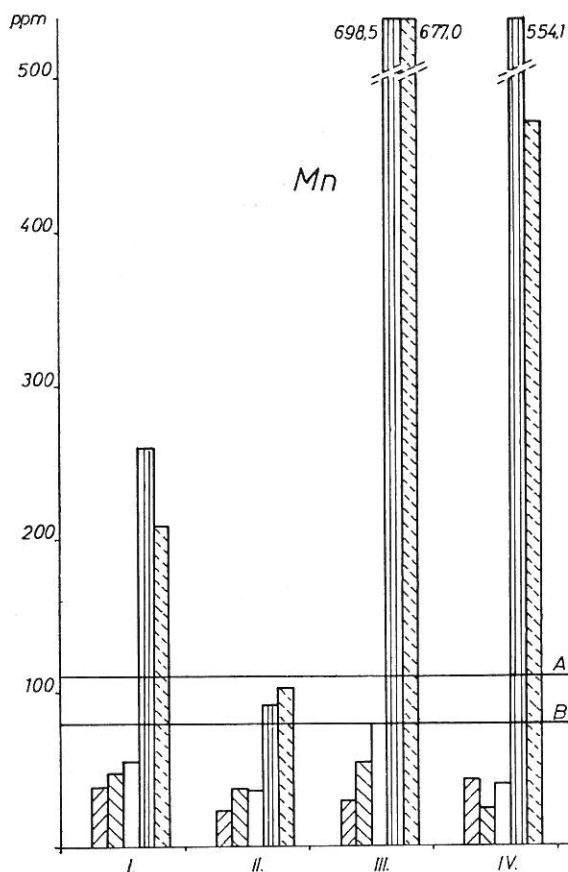
A növény- és talajmintáink feldolgozása és oldatbavitele érdekében az előző közleményeinkben [1, 2, 6, 9] ismertetett módon jártunk el. Csak annyi eltérés volt, hogy a frissen levágott növényminták közül a permetezett mintá-



I. ábra

A kísérleti növények vas tartalmának alakulása. I: Fehér mustár. II: Borsó. III: Szójabab. IV: Köles. Talajok: a) keszthelyi láptalajon 0–10 cm, b) 30–60 cm. c) Debreceni csernozjom. Mn, Zn, Cu és Co mikroelemekkel permetezett növények keszthelyi láptalajon: d) 0–10 cm. e) 30–60 cm. A = állati takarmányozás „normál” mikroelem szintje. B = 26 növénycsalád átlagos mikroelem szintje ásványi talajon.

kat kb. 1–1 percnyi időtartamra desztillált vízzel leöblítettük, hogy a növény felületén csak rászáradással rajta levő és a növény által ténylegesen nem értékesített mikroelem permetanyagot az analízis előtt eltávolítsuk. (Ezen mennyiség megállapítására egyébként külön összehasonlító kísérleteket is végeztünk.) Valamennyi edény növényhozamát külön, önálló mintának tekintve, elhamvasztva stb. egyenként 50 ml kb. 1,5 n HCl-as oldatot készítettünk az ásványi tartalmukból. A mintaoldatokból a Mn, Zn és Cu tartalmát az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetének tulajdonát képező UNICAM SP-90 típusú atomabszorpciós spektrofotométerrel határoztuk meg. A gerjesztés acetilén-levegő keverékének lángjában történt. Az alkalmazott rezonancia vonalak a következők voltak: Fe: 245,0 nm,; Mn: 279,5 nm, Cu: 324,8 nm, Zn: 213,8 nm. Ezeket a méréseinket folyamatosan ellenőriztük az idézett közleményeinkben ismertetett hagyományos spektrofotometriás módszerekkel is.  $\pm 25\%$ -on belüli egyezést a két vizsgálati módszer között a vas esetében az összes mérés 21,4%-ban, mangán esetében 82,0%-ban, cink esetében 73,5%-ban, réz esetében pedig 66,2%-ban észleltünk. A mangán-



2. ábra

A kísérleti növények mangán tartalmának alakulása. Jelzéseket lásd 1. ábra.

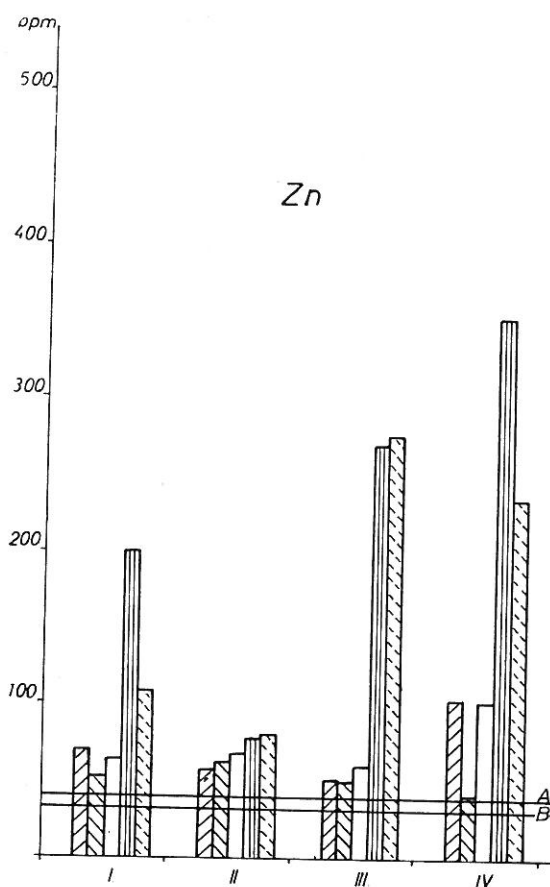
ra, cinkre és rézre vonatkozólag a két említett vizsgálati eljárás számtani átlagértékeit fogadtuk el és ezeket közöljük.

Tekintettel arra, hogy az említett atomabszorpciós spektrofotométer Co és Mo meghatározására kevésbé bizonyult alkalmasnak a mi esetünkben, továbbá a Fe mérési eredményei elfogadhatatlanul nagy eltéréseket mutattak a hagyományos fotometriás módszerrel összehasonlítva, ezért e három fémre vonatkozólag a már idézett közleményeinkben leírt spektrofotometriás eljárásokkal nyert eredményeket közöljük.

Valamennyi növényi mérési adatunk a növények talajsztint felett levágott teljes anyagára vonatkozik légszáraz állapotban és ppm (=mg/kg)értékekben.

### Az analitikai eredmények ismertetése és a levonható következtetések

Az 1–6. ábrákon mutatjuk be a két keszthelyi láptalajon és a debreceni csernozjom talajon termelt fehér mustár, borsó, szójabab és köles mintáink mikroelemtartalmát, egyrészt minden kezelés nélkül, másrészt mikro-tápelemekkel való permetezés után.



3. ábra

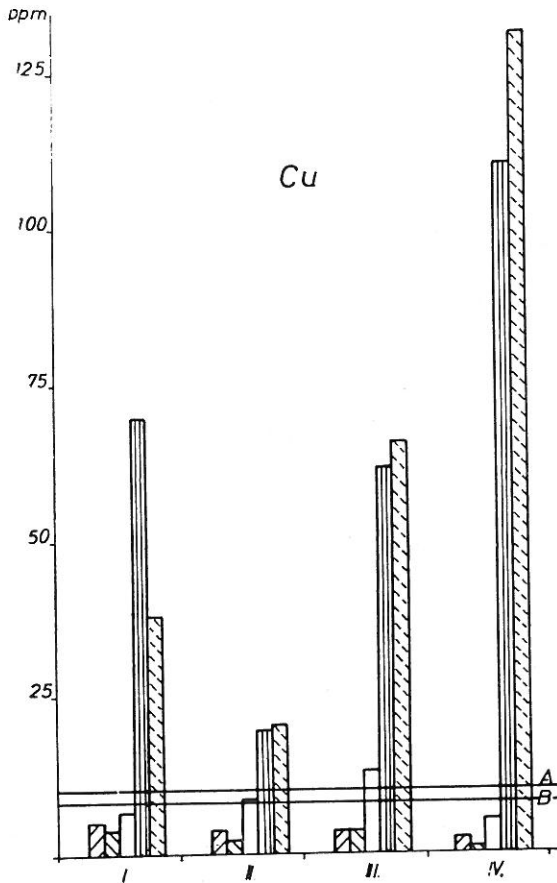
A kísérleti növények cink tartalmának alakulása. Jelzéseket lásd 1. ábra.



Az „A” nívójelzéssel láttuk el az egyes ábrákon az állati takarmányozás „normál” ellátottsági szintjének kívánatos értékét TÖLGYESI szerint [10, 11], „B” nívójelzéssel pedig az ugyancsak TÖLGYESI által megállapított 26 leggyakrabban vizsgált növény család ásványi talajokon mért átlagos mikroelem szintjét. A 4. táblázaton ismertetjük azoknak a vizsgálatainknak eredményét, melyekkel tájékoztatást kívántunk nyerni a permetezett növény minták mikroelem tartalmára, illetve analitikai eredményeire olyan esetben, amikor a zöld, frissen levágott mintákat előzetesen kb. 1 percig desztillált vízzel lemostuk, szembeállítva olyan mintákkal, ahol ez a lemosás nem történt meg.

Az analitikai eredményekből az alábbi következtetések vonhatók le:

1. A láptalajon termesztett növényeknél a mangán és réz felvételét akadályozzák legerősebben a humuszsavak. Ez a jelenség valamennyi vizsgált növénynél egyértelműen megállapítható. A vas felvétele sem volt kielégítő, különösen a mélyebbről (30—60 cm) vett rostos tőzegből és különösen szójabab esetében. Az előzőekben ismertetett két (A és B) „ellátottsági szint”-hez mint



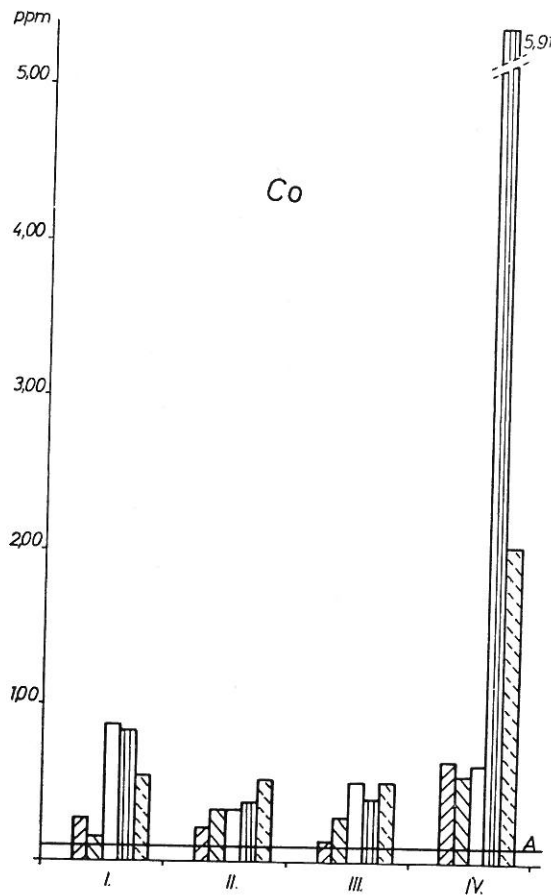
4. ábra

A kísérleti növények réz tartalmának alakulása. Jelzéseket lásd 1. ábra.

100%-hoz viszonyítottan a láptalajon termett növényeink Mn, Cu és Fe ellátottságát, alsó és felső tőzegréteg összevont középértékét az 5. táblázat tünteti fel.

2. Cinkben és kobaltban nem volt kimutatható hiány egyik megvizsgált növénynél sem.

3. Molibdénben a láptalajmintákon ismét kiugróan magas értékeket mértünk, tehát a már ismert és a láptalajokra jellemző molibdén túlfelvételt újból határozottan megerősítve látjuk. Egyes szerzők által az állati szervezetben észlelt Mo—Cu antagonizmus miatt, az egyidejű nagyon alacsony réztartalmak következtében ez a túlzottan nagy Mo tartalom kifejezetten káros hatású lehet az ilyen takarmányt fogyasztó állatokra. Ha a kívánatos Cu/Mo arányt TÖLGYESI alapján cca 5-nek vesszük [10, 11], akkor a kísérletünkben vizsgált láptalajon ez az arány a fehér mustárnál 0,16—0,08, a borsónál 0,08—0,02, a szójánál 0,09—0,08 és a kölesnél 0,49—0,32, tehát kirívóan alacsony értékek között mozog.



5. ábra

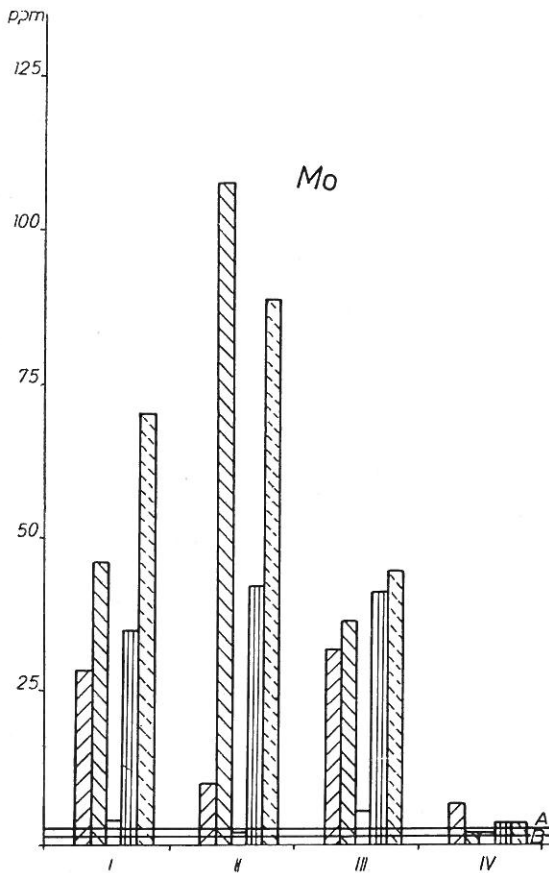
A kísérleti növények kobalt tartalmának alakulása. Jelzéseket lásd 1. ábra.

4. Megállapítottuk, hogy ha a hiányzó mikroelemeket (Mn és Cu) megfelelő nedvesítőszeres (Sandovit) permetezéssel a növényzet leveleire, szárára permetezzük, úgy kielégítő mértékben, sőt bőségesen képes a növény az életműködéséhez szükséges mikrotápelemeket felvenni.

5. Az erősen viaszos levélzetű borsó viszonylag a legkisebb mértékben vette fel a permetezés útján a mikrotápelemeket, de a felvétel így is elegendőnek bizonyult. Figyelemmel kell azonban lenni az ilyen erős viaszos levélzetű növények permetezésénél és esetleg a nedvesítőszer arányát a szükséges mértékben emelni kell.

6. Mikrotápelem permetezéssel kísérleteink jó eredményei, sőt egyes esetekben mutatkozó túlzottan magas felvételi értékei alapján úgy gondoljuk, hogy kisebb koncentrációjú egyszeri permetezés is elegendő lehet a növények számára szükséges Mn és Cu szükséglet biztosítására.

7. A permetezett minták desztillált vizes lemosási kísérleteinkből megállapítottuk, hogy a növényzet leveleire permetezett mikrotápelemek tekin-



6. ábra

A kísérleti növények molibdén tartalmának alakulása. Jelzéseket lásd 1. ábra.

## 5. táblázat

Kísérleti növényeink Mn, Cu és Fe ellátottsági szintjei  
%-ban kifejezve az állati takarmányozási „normál” szinthez  
(A) és az átlagos növényi mikroelem tartalomhoz (B) viszonyítva

(1) Elemek	(2) Ellátottsági nívósínt	(3) Fehér mustár	(4) Borsó	(5) Szójabab	(6) Köles
Mangán	A szint	55	39	53	43
	B szint	40	28	38	31
Réz	A szint	42	26	36	16
	B szint	53	32	45	20
Vas	A szint	100	85	39	80
	B szint	67	57	27	53

télyes hányada ténylegesen be is épült a növények szerkezetébe. A lemosás elmaradása permetezett mintáknál viszont egyes esetekben, növényfajtól és más körülményektől függően félrevezető adatokat szolgáltatathat a növény tényleges mikroelem tartalmára vonatkozólag.

E helyen kívánjuk köszönetünket kifejezni Halász Tibornak, a Debreceni Agrártudományi Főiskola docensének, hogy a botanikus kísérleti munkák megszervezésével és irányításával munkánkat elősegítette. Nem mulaszthatjuk el köszönetünket nyilvánítani Ferencz Vilmosnak, a MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet tudományos osztályvezetőjének, aki az atomabszorpciós spektrofotometriás méréseinkben nyújtott segítséget.

## Összefoglalás

Tenyészedénykísérletekkel bizonyítást nyert, hogy 4 újabb növényfaj (fehér mustár, borsó, szójabab, köles) az eddigi kísérleteinkhez hasonlóan mangánból, rézből és vasból nem képes kellő mennyiséget felvenni tőzegláptalajból. A felvett mennyiség nem fedezi az állati takarmányozás mangán réz és vas szükségletét. Cinkből és kobaltból a felvétel kielégítő volt, molibdénből viszont az ásványi talajhoz képest nagyfokú túlellátottság mutatkozott.

A levelekre rápermetezett nedvesítőszeres mikrotápelem oldatból e növények könnyen és bőséges mennyiségben felvették a mikrotápelemeket.

Ezek a megfigyelések, amelyeket összehasonlításként ásványi (cernozjom) talajon végzett tenyészedény kísérletekkel és radioizotópos ioncserés szorpciós vizsgálatokkal is kiegészítettek, jó összhangban állanak Szalay és Szilágyi régebbi megállapításaival: a tőzeg-láptalajok magas oldhatatlan humuszsav tartalma ioncserés megkötéssel erősen akadályozza a növények mangán, réz és vas felvételét. A visszatartási tényező (R. F. érték) láptalajon, tőzegen  $10^3$ – $10^4$  nagyságrendű, szemben az ásványi talajok sokkal kisebb,  $10^2$  nagyságrendű visszatartási tényezőjével.

## Irodalom

- [1] BELÁK, S., ET AL.: A mikroelemek felvételének tanulmányozása a keszthelyi rétlápon. I. Agrokémia és Talajtan. **18.** 263-288. 1969.
- [2] BELÁK, S., ET AL.: A mikroelemek felvételének tanulmányozása a keszthelyi rétlápon. II. Agrokémia és Talajtan. **19.** 27-38. 1970.
- [3] GOLDSCHMIDT, V. M.: The Principles of Distribution of Chemical Elements in Minerals and Rocks. Journ. Chem. Soc. (London) Part I., 655. 1937.
- [4] SZABÓ, I.: Kationok adszorpciója humuszpreparátumon. MTA Mat. Fiz. Oszt. Közl. **5.** 167. 1952.
- [5] SZALAY, S.: Vizsgálatok nagy atomsúlyú kationok adszorpciójára humusz kolloidokon. MTA Mat. Fiz. Tud. Oszt. Közlem. **4.** 3. 1954.
- [6] SZALAY, S., SÁMSONI, Z. & SZILÁGYI, M.: Összehasonlító vizsgálatok néhány magyarországi lápterület és ásványi talaj flórájának mikroelemtartalmáról. Agrokémia és Talajtan. **19.** 13-26. 1970.
- [7] SZALAY, A. & SZILÁGYI, M.: Laboratory Determination of the Retention of Micro-nutrients by Peat Humic Acids. Plant and Soil. **29.** 219. 1968.
- [8] SZALAY, S. & SZILÁGYI, M.: Nyomtáplemek szorpciója tőzeghumuszsavakon és jelentősége a gyakorlati mezőgazdaságban. MTA Agrártud. Közlem. **27.** 109. 1968.
- [9] SZALAY, S., SZILÁGYI, M. & SÁMSONI, Z.: Mikroelem hiányjelenségek az Enying környéki lápterületen. Agrokémia és Talajtan. **19.** 1-12. 1970.
- [10] TÖLGYESI, GY.: Applicability of Newer Knowledge on the Microelement Content of Plants in Different Fields of Agricultural Sciences. Acta Agron. Hung. **13.** 287. 1965.
- [11] TÖLGYESI, GY.: A növények mikroelem tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1969.

Érkezett: 1970. április 18.

### Investigation on the Problems of Micronutrient Uptake by Plants in Peat Soils of Keszthely

#### III. White mustard (*Sinapis alba*), Pea (*Lincoln*) (*Pisum sativum*), Soyabean (*Glycine max*) and Millet (*Panicum miliaceum*)

A. SZALAY, Z. SÁMSONI and M. SZILÁGYI

Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences, Debrecen

#### Summary

Pot experiments demonstrated that the named four plant species are unable to take up sufficient quantities of manganese, copper and iron from peat soils, in agreement with earlier experiments of the authors on other plant species. The uptake of Mn, Cu and Fe does not cover the requirements of animal fodder. Sufficient supply in Zn and Co and a substantial oversupply of Mo was observed, in comparison with a black mineral soil (chernosem).

A micronutrient spray onto the leaves supplied the plants copiously, when wetting agent was added to the spray.

These observations have been supplemented by experiments on a black chernosem mineral soil and by investigations of the sorption properties of both soils by isotope tracer techniques. They are in a very good agreement with our earlier observations [7, 8] concerning the ion exchange fixation of cations on humic acids of peat: The high insoluble humic acid content of peat inhibits the uptake of Mn, Cu and Fe in consequence of a cation exchange retention. The retention factor (R. F.) amounts to about  $10^3$ - $10^4$  on peat in contradiction with the much lower values of about  $10^2$  R. F. on black mineral soils.

Table 1. Soil analytical data. (1) Designation of soil sample: Peat soil from Keszthely, a) 0,10 cm, b) 30-60 cm. c) Chernosem from Debrecen. (2) Moisture content, %. (3) Hydrolytic (exchangeable) acidity. (4) Total organic matter, %. (5) Total N, %. (6) Lactate soluble  $P_2O_5$  and  $K_2O$ .

*Table 2.* Microelement content of air-dry soil samples, ppm. (1) Designation of soil samples see Table 1.

*Table 3.* Retention factors of micronutrients in the soil samples. (1) Designation of soil samples see Table 1. (2) Retention factor (R. F.)

*Table 4* Comparison of analytical data obtained with white mustard and pea sprayed with Mn, Zn, Cu and Co, after and without washing with water of the fresh-cut samples, ppm. (1) Plant and soil: A) White mustard. B) Pea. a) Peat soil from Keszthely. b) Chernosem from Debrecen. c) Without washing d) Washed.

*Table 5.* Levels of Mn, Cu and Fe supply in the plants examined, %, compared to the level of „normal” animal fodder (A) and to the average content of microelements in plants (B). (1) Microelements. (2) Level of supply. (3) White mustard (4) Pea. (5) Soyabean. (6) Millet.

*Fig. 1.* Fe uptake of test plants. I: White mustard. II. Pea. III. Soyabean. IV. Millet. Soils: Peat soil from Keszthely, a) 0–10 cm; b) 30–60 cm. c) Chernosem from Debrecen. Plants sprayed with Mn, Zn, Cu and Co, grown on peat soil from Keszthely: d) 0–10 cm; e) 30–60 cm. A: „Normal” microelement level in animal forage. B: Average microelement level of 26 plant families on mineral soil.

*Fig. 2.* Mn uptake of test plants. Explanations see Fig. 1.

*Fig. 3.* Zn uptake of test plants. Explanations see Fig. 1.

*Fig. 4.* Cu uptake of test plants. Explanations see Fig. 1.

*Fig. 5.* Co uptake of test plants. Explanations see Fig. 1.

*Fig. 6.* Mo uptake of test plants. Explanations see Fig. 1.

## Untersuchungen über die Aufnahme von Mikroelementen durch Pflanzen auf dem Moorboden von Keszthely

### III. Weisser Senf (*Sinapis alba*), Erbse (*Lincoln*) (*Pisum sativum*), Sojabohne (*Glycine max*) und Rispenhirse (*Panicum miliaceum*)

A. SZALAY, Z. SÁMSONI und M. SZILÁGYI

Institut für Atomkernforschung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Debrecen

#### Zusammenfassung

Es wurde mittels Treibhausexperimenten für vier weitere Pflanzenarten bewiesen, dass sie — im Einklang mit unseren früheren Beobachtungen — unfähig sind die notwendigen Mengen von Mn, Cu und Fe aus Torfboden aufzunehmen. Die aufgenommene Menge von Mn, Cu und Fe deckt nicht den Bedarf des Viehfutters. Die Aufnahme von Zn und Co war ausreichend, jene von Mo zu überreich.

Aus einer Besprühung der Blätter mit wässriger Lösung der Mikronährstoffe, bei Zugabe von Benetzungsmittel, versorgten sich die Pflanzen ausgiebig.

Diese Beobachtungen, die als Vergleich auch mit auf Mineralboden (Tschernosem) ausgeführten Versuchen und mit Ionenaustausch—Experimenten mittels radioaktiver Markierung ergänzt wurden, sind in gutem Einklang mit unseren früheren Ergebnissen [7, 8]. Der hohe Hu nussäuregehalt der Moorböden erschwert durch Ionenaustauschbindung die Mn- Cu- und Fe-Aufnahme der Pflanzen. Der Retentionsfaktor (R. F. Wert) von Moor- und Torfböden für diese Mikronährstoffe ist in der Größenordnung von  $10^3$ – $10^4$  gegenüber den viel kleineren R. F. Werten (cca.  $10^2$ ) der Mineralböden.

*Tab. 1.* Bodenanalytische Ergebnisse. (1) Benennung der Bodenproben: Moorböden von Keszthely, a) 0–10 cm, b) 30–60 cm. c) Tschernosem von Debrecen. (2) Feuchtigkeitsgehalt, %. (3) Hydrolytische (austauschbare) Azidität. (4) Gesamte org. Substanz, %. (5) Gesamter N, %. (6) Laktatlösliches  $P_2O_5$  und  $K_2O$ .

*Tab. 2.* Mikroelementengehalt der luftgetrockneten Bodenproben, ppm. (1) Benennung der Böden, s. Tab. 1.

*Tab. 3.* Retentionsfaktoren der Mikronährstoffe in den Bodenproben. (1) Benennung der Böden, s. Tab. 1. (2) Retentionsfaktor (R. F.)

*Tab. 4.* Vergleich von analytischen Ergebnissen der mit Mn, Zn, Cu und Co bespritzten Pflanzen (weisser Senf und Erbsen), mit und ohne Abwaschung der frisch geschnit-

tenen Proben, ppm. (1) Pflanze und Boden: A) Weisser Senf. B) Erbse. a) Moorböden von Keszthely. b) Tschernosem von Debrecen. (2) Behandlung: c) Ohne Abwaschung. d) Abgewaschen.

Tab. 5. Versorgungsniveau an Mn, Cu und Fe der Testpflanzen im Vergleich zum „normalen“ Niveau des Viehfutters A) und zum durchschnittlichen Mikroelementengehalt der Pflanzen B), %. (1) Mikroelemente. (2) Versorgungsniveau. (3) Weisser Senf. (4) Erbse. (5) Sojabohne. (6) Rispenhirse.

Abb. 1. Fe-Aufnahme der Testpflanzen. I. Weisser Senf. II. Erbse. III. Sojabohne. IV. Rispenhirse. Böden: Moorböden von Keszthely, a) 0—10 cm; b) 30—60 cm. c) Tschernosem von Debrecen. Mit Mn, Zn, Cu und Co bespritzte Pflanzen gewachsen auf Torfboden von Keszthely: d) 0—10 cm; e) 30—60 cm. A: „Normales“ Mikroelementenniveau des Viehfutters. B: Durchschnittliches Mikroelementenniveau von 26 Pflanzensorten auf Mineralboden.

Abb. 2. Mn-Aufnahme der Testpflanzen. Erklärungen s. Abb. 1.

Abb. 3. Zn-Aufnahme der Testpflanzen. Erklärungen s. Abb. 1.

Abb. 4. Cu-Aufnahme der Testpflanzen. Erklärungen s. Abb. 1.

Abb. 5. Co-Aufnahme der Testpflanzen. Erklärungen s. Abb. 1.

Abb. 6. Mo-Aufnahme der Testpflanzen. Erklärungen s. Abb. 1.

## Изучение усвоения микроэлементов растениями на болотистой почве в районе Кестхей

### III. Горчица (*Sinapis alba*), горох (*Pisum sativum*), соя (*Glicine max.*), просо (*Panicum miliaceum*)

Ш. САЛАИ, З. ШАМШОНИ и М. СИЛАДИ

Институт Ядерных Исследований Академии Наук Венгрии, Дебрецен

#### Резюме

Согласно предыдущим опытам, новые опыты заложенные в теплицах показали, что еще 4 вида растений не усваивают в достаточном количестве марганца и меди за торфяников. Усвоенное количество микроэлементов недостаточно для правильного кормления скота. Усвоение железа, кобальта и цинка проходило удовлетворительно, молибден усваивался в избытке по сравнению с минеральными почвами.

Растения в избытке усваивали микроэлементы из растворов, при опрыскивании ими листьев растений.

Эти наблюдения, дополненные опытами на минеральных почвах и лабораторными исследованиями ионного обмена, хорошо согласуются с выводами А. Салаи и М. Силади, о том, что в торфяниках нерастворимые гуминовые кислоты сильно препятствуют усвоению растениями марганца и меди в следствие ионно-обменной адсорбции. Фактор связывания (R. F.) в торфяниках был  $10^3$ — $10^4$ , в минеральных почвах намного меньше.

Tab. 1. Данные химического анализа почвы. (1) Название почвы: а) Болотная почва возле Кестхей, 0-10 см. (Болотная почва возле Кестхей, 30—60 см. с) Чернозем возле г. Дебрецена. (2) Влажность в %. (3) Гидролитическая (обменная) кислотность. (4) Общее органическое вещество, %. (5) Общий азот в %. (6) Фосфор и калий растворимые в лактате.

Tab. 2. Содержание микроэлементов в воздушно-сухих образцах почвы, в мг/кг. (1) Название почв смотри в таблице № 1.

Tab. 3. Факторы связывания микроэлементов в почвах опыта. (1) Образцы почв, обозначение смотри в таблице 1. (2) Фактор связывания (R. F.).

Tab. 4. Сопоставление аналитических данных образцов белой горчицы (*Sinapis alba*) и гороха (*Pisum sativum*) опрысканных растворами микроэлементов Mn, Zn, Cu, Co при смывании водой свежесрезанных образцов и без проведения этой операции, в мг/кг. (1) Растение и почва: А) Белая горчица. В) Горох. а) Болотная почва возле Кестхей. (Чернозем возле г. Дебрецена. с) Без смывания водой. d) Смывание водой.

Tab. 5. Уровень содержания микроэлементов в подопытных растениях в % от нормального уровня содержания, необходимого для правильного кормления скота. (А) и от среднего содержания микроэлементов в растениях (В). (1) Элементы. (2) Уровень

обеспеченности. (3) Белая горчица (*Sinapis alba*). (4) Горох (Lincoln) (*Pisum sativum*) (5) Соя (*Glicine max.*). (6) Просо *Panicum miliaceum*).

*Рис. 1.* Формирование содержания железа в подопытных растениях. I. Белая горчица. II. Горох. III. Соя. IV. Просо. Почвы: а) Болотная почва возле Кестхея, 0—10 см. б) 30—60 см. с) Чернозем возле Дебрецена. На болотных почвах с опрыскиванием микроэлементами Mn, Zn, Cu, Co. d) 0—10 см. е) 30—60 см. А = нормальный уровень содержания микроэлементов с точки зрения кормления скота. В = средний уровень содержания микроэлементов в 26 растительных семействах на минеральной почве.

*Рис. 2.* Формирование содержания марганца в подопытных растениях. Обозначение смстри на рисунке I.

*Рис. 3.* Формирование содержания цинка в подопытных растениях. Обозначение смстри на рисунке I.

*Рис. 4.* Формирование содержания меди в подопытных растениях. Обозначение смстри на рисунке I.

*Рис. 5.* Формирование содержания кобальта в подопытных растениях. Обозначение смстри на рисунке I.

*Рис. 6.* Формирование содержания молибдена в подопытных растениях. Обозначение смстри на рисунке I.