

## Néhány nem esszenciális mikroelem koncentrációja és felhalmozódásának dinamikája kölesben (*Panicum miliaceum* L.)

LÁSZTITY BORIVÓJ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

### Bevezetés

A növények összetételében a természetben előforduló kémiai elemek nagy többsége kimutatott, de a hiányzó rész jelenléte is valószínűsíthető (KABATA-PENDIAS & PENDIAS, 1984). Ezeknek a kémiai elemeknek a jelentősége nem azonos, többségének szerepe, fontossága ez ideig még nem tisztázott (MENGEL & KIRKBY, 1987; KASTORI, 1990). A növény-állat-ember táplálékláncban elfoglalt helyük miatt vizsgálatuk mégis indokolt. Az ásványi elemek felvételének, felhalmozódásának ismerete nemcsak elméleti, hanem gyakorlati jelentőséggel is bír. Némelyek nélkülözhetetlenek, mások serkentőleg hatnak, míg egyes elemek – kiemelten a nehézfémek – nagyobb koncentrációkban fitotoxikus hatásúak (CSATHÓ, 1994; SZABÓ & KÁDÁR, 1994). Az ásványi elemek a nagy körforgalom részei és a tápláléklánc fontos összetevői, tanulmányozásuk időszerű feladat (TÖLGYESI, 1969). A növényben az ásványi elemek ismerete fontos, ugyanis a növény képes jelezni a toxikus többleteket és a jelentkező hiányokat. Egyes növények hasznosíthatók a talajok dekontaminálására a toxikus többletben található elemek esetében.

A téma fontosságát figyelembe véve, kásaköles növényben a tenyészidő folyamán vizsgáltuk néhány nem esszenciális mikroelem koncentrációját és felhalmozódását az idő és a tápláltság függvényében.

### Anyag és módszer

A vizsgált föld feletti növényi mintaanyag egy szabadföldi műtrágyázási tartamkísérletből származik. A kísérlet a hatvanas évek elején került beállításra (EGERSZEGI, 1971) gyengén humuszos karbonátos homokon. A kísérlet talajának főbb agrokémiai jellemzőit előző dolgozatunkban (LÁSZTITY & SZEMES, 1992) ismertettük. A kísérleti telepen (Órbottyán) a LAKANEN és ERVIÖ (1971) módszerrel végzett vizsgálatok a szántott rétegben a tanulmányozott elemekből a következő mennyiségeket mutatták: Al 34; Pb 2; Ni 1,4; Se 0,09; Cd 0,09

mg/kg (KÁDÁR, 1995). A kezeléseken felhasznált műtrágyákban a cc. salétromsav + hidrogén-peroxidos feltárás után a pétisó a következő elemmentiségeket tartalmazta (mg/kg): Ba: 78; Sr: 23 és Cd 0,9; a szuperfoszfát esetében: Ba: 206; Sr: 11400; Cd: 1,2; Cr: 5; Pb: 14 és Ni: 1 mg/kg; a kálisónál pedig: Ba: 3; Cd: 1,3; Sr: 24 és Ni: 1 mg/kg (KÁDÁR, 1992). A növénymintákat a fejlődés legfontosabb fenofázisaiban vettük (4-6 leveles korban, bugahányáskor, virágzáskor, a teljes és a teljes érés időpontjában) 4-4 folyóméter felületről. A köles fajtája a Lovászpatonai piros magvú volt. A növények kémiai összetételét a salétromsavas és a hidrogén-peroxidos feltárást követően ICP technikával határoztuk meg. A biometriai értékelést variancia-analízissel végeztük.

### Eredmények

#### *Az elemkoncentrációk változása a vegetáció során (1. táblázat)*

A báriumkoncentráció a vegetatív periódusban csökkenő, a generatív szakaszban növekvő tendenciát mutatott. A teljes éréskor a szalmában több található. A szemben csupán század mg/kg mennyiség mérhető. A műtrágyázás a fejlődés kezdetén csökkentette, míg betakarításkor a szalmatermésben igazolhatóan növelte a Ba-mennyiséget a kezeletlenhez viszonyítva.

Az alumíniumtartalom a növényben megközelítette a háromszáz mg/kg nagyságot is. Mennyisége a vegetatív szakaszban csökkenő, a generatív periódusban pedig gyorsan nőtt, majd gyakorlatilag nem változott. A nagyobb koncentrációkat itt is a szalmában mértük. A műtrágyázás alig hatott, de betakarításkor az NP-kezelésben szignifikánsan csökkentette az Al-tartalmat a kontrollhoz képest.

A stronciumtartalom a tenyészidőszak alatt csökkenő tendenciát mutatott. A beéredés folyamán a szalmában dúsulás mutatható ki. A szalmában mért értékek átlagosan hétszer nagyobbak voltak, mint a szemtermésben. A műtrágyázás, ezen belül a szuperfoszfát következetesen növelte valamennyi időpontban a Sr-koncentrációkat.

A nikkellkoncentrációk alacsonyak, általában 1 mg/kg érték körül változtak. Teljes éréskor a nagyobb Ni-tartalmakat a szemtermésben kaptuk, mintegy háromszorosát a szalmában mértnek. A műtrágyázási kezeléseknél a szemtermésben az egymagában adott nitrogén szignifikáns Ni-növekedést eredményezett, ami a nikkell feltételezett élettani funkciójával magyarázható (PETROVIC & KASTORI, 1979).

Az ólom koncentrációja a köles föld feletti részeiben általában 1 mg/kg alatt volt. Egyes kezeléseken és a szemtermésben a mért érték csupán 0,01 mg/kg. Az ólomtartalom a vegetatív fejlődés során minimumot mutatott, majd betakarításkor ismét lecsökkent. A műtrágyázás hatása nem volt igazolható.

A szeléntartalmak a föld feletti részben a kettő és a tized mg/kg nagyságok között találhatóak. A szelén mennyisége csaknem folyamatos növekedést mutató

tott a 4-6 leveles kortól a tejes érésig. A nagyobb koncentrációk a szalmában találhatóak, ez mintegy kétszerese a szemben találtnak. A műtrágyázási kezelések hatása nem volt statisztikailag igazolható.

## 1. táblázat

A műtrágyázás hatása a köles elemtartalmára a tenyészidő folyamán  
(Lovászpatonai fajta, Órbottyán, 1995)

(1) Kezelés	(2) A mintavétel időpontja						
	jún. 4.	jún. 28.	júl. 10.	júl. 27.	aug. 17	aug. 27.	
	(3) Teljes föld feletti rész					(4) Szem	(5) Szalma
	<i>Ba, mg/kg</i>						
1. Ø	9,7	7,9	3,7	3,8	5,5	0,01	8,65
2. N	7,1	8,1	4,0	6,8	6,8	0,01	10,95
3. NP	6,9	7,1	4,2	4,6	4,7	0,03	9,71
4. NPK	7,0	6,5	3,4	3,4	6,1	0,09	10,80
a) SzD <sub>5%</sub>	1,1	1,1	0,8	2,1	1,3	NS	0,54
b) Átlag	7,7	7,4	3,8	4,6	5,8	0,04	10,03
c) CV %	8,7	9,4	13,9	28,1	14,6	-	3,4
	<i>Al, mg/kg</i>						
1. Ø	215	254	61	43	161	5,5	232
2. N	216	295	64	67	204	5,0	219
3. NP	180	225	55	33	193	3,5	117
4. NPK	264	199	51	40	121	4,5	223
a) SzD <sub>5%</sub>	NS	NS	NS	23	43	0,9	70
b) Átlag	219	243	58	46	175	4,6	197
c) CV %	-	-	-	31,2	13,8	12,0	22,2
	<i>Se, mg/kg</i>						
1. Ø	0,68	0,57	2,44	1,58	1,52	0,68	1,46
2. N	1,05	1,34	0,47	0,88	1,36	0,75	1,23
3. NP	0,39	0,88	1,22	0,75	1,78	0,14	1,11
4. NPK	0,01	1,16	0,74	1,87	1,57	1,16	1,46
a) SzD <sub>5%</sub>	NS	NS	NS	0,78	0,87	0,64	0,72
b) Átlag	0,53	0,99	1,22	1,27	1,56	0,68	1,31
c) CV %	-	-	-	38,3	34,9	58,6	28,7
	<i>Cd, mg/kg</i>						
1. Ø	0,04	0,20	0,07	0,12	0,09	0,08	0,07
2. N	0,07	0,13	0,05	0,15	0,08	0,08	0,12
3. NP	0,07	0,18	0,18	0,21	0,13	0,07	0,10
4. NPK	0,10	0,09	0,11	0,14	0,09	0,08	0,12
a) SzD <sub>5%</sub>	NS	0,08	NS	0,07	0,02	0,06	NS
b) Átlag	0,07	0,15	0,08	0,16	0,10	0,08	0,10
c) CV %	-	32,4	-	29,6	12,4	40,3	-

1. táblázat folytatása

(1) Kezelés	(2) A mintavétel időpontja						
	jún. 4.	jún. 28.	júl. 10.	júl. 27.	aug. 17	aug. 27.	
	(3) Teljes föld feletti rész					(4) Szem	(5) Szalma
	<i>Cr, mg/kg</i>						
1. Ø	0,57	0,64	0,28	0,36	0,51	0,28	0,62
2. N	0,53	0,81	0,25	0,39	0,49	0,24	0,61
3. NP	0,44	0,40	0,18	0,32	0,78	0,16	0,28
4. NPK	0,65	0,67	0,24	0,16	0,29	0,22	0,44
a) SzD <sub>5%</sub>	NS	NS	NS	NS	0,20	0,15	0,10
b) Átlag	0,55	0,63	0,24	0,31	0,52	0,23	0,49
c) CV %	-	-	-	-	24,6	34,1	12,7
	<i>Sr, mg/kg</i>						
1. Ø	32,5	23,7	12,4	11,5	13,1	0,35	25,9
2. N	22,8	22,8	14,7	15,4	15,1	0,55	32,6
3. NP	51,6	48,5	34,2	31,7	36,1	1,10	66,4
4. NPK	40,5	39,8	24,1	19,5	25,2	0,75	62,7
a) SzD <sub>5%</sub>	9,5	6,3	6,9	6,0	3,9	0,12	13,9
b) Átlag	36,8	33,7	21,3	19,5	22,4	0,69	46,9
c) CV %	15,3	11,7	20,3	19,3	11,0	10,6	18,6
	<i>Ni, mg/kg</i>						
1. Ø	1,6	2,5	1,5	3,5	1,2	2,9	0,9
2. N	1,8	3,1	0,9	2,7	1,3	4,6	1,3
3. NP	2,1	3,7	1,5	3,3	1,9	2,9	0,4
4. NPK	2,2	3,2	1,3	2,9	1,4	2,9	0,9
a) SzD <sub>5%</sub>	NS	0,8	NS	NS	0,5	0,5	0,2
b) Átlag	1,9	3,1	1,3	3,1	1,4	3,3	0,9
c) CV %	-	15,4	-	-	22,5	9,2	12,0
	<i>Pb, mg/kg</i>						
1. Ø	0,86	0,72	0,05	0,01	0,69	0,01	0,17
2. N	0,49	1,08	0,01	0,16	0,31	0,01	0,45
3. NP	0,54	0,01	0,21	0,01	1,13	0,01	0,01
4. NPK	0,63	0,26	0,28	0,16	0,52	0,01	0,68
a) SzD <sub>5%</sub>	NS	NS	NS	NS	0,25	NS	0,64
b) Átlag	0,63	0,51	0,13	0,08	0,66	0,01	0,58
c) CV %	-	-	-	-	23,9	-	70,5

NS = nem szignifikáns; N = 80 kg/ha; P = 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha; K = 80 kg K<sub>2</sub>O/ha

A kadmium a köles föld feletti részében csak tized mg/kg nagyságrendben volt kimutatható. A vegetáció alatti változások nem mutatnak egységes irányt. Betakarításkor a szalmában valamivel nagyobb mennyiségeket mértünk, mint a szemben. A műtrágyázás igazolhatóan nem hatott a koncentrációk alakulására.

A krómkoncentrációk nem érték el az 1 mg/kg nagyságot. A tenyészidő alatti változások kicsik. Betakarításkor a nagyobb koncentrációk a szalmában találhatóak, mintegy kétszerese a szemben mértnek. Az NP-trágyázás a teljes éréskor növelte, a betakarításkor viszont a szemben és a szalmában csökkentette a Cr-koncentrációt a trágyázatlanhoz viszonyítva.

#### *A felhalmozódás dinamikája (2. táblázat)*

A kölesnövényben felhalmozódott *bárium* mennyisége a föld feletti részekben betakarításkor meghaladta az 50 g/ha mennyiséget a kezelések átlagában. A tenyészidő folyamán a felhalmozódás folyamatos. Intenzitása a generatív fázistól a betakarításig a legnagyobb. Az összes felhalmozott mennyiség csaknem teljes része a szalmában található. A műtrágyázási kezelések a szalmában való felhalmozódást az összes vizsgálati időpontban szignifikánsan megnövelték a kezeletlenhez képest. Ez a növekedés elsősorban a száraz anyag tömegének változásával magyarázható (LÁSZITTY, 1997).

Az *alumínium*ból a felhalmozódott tömeg a tenyészidőszak végére megközelítette az ezer g/ha-t. A felhalmozódás folyamatos növekedést mutat a tenyészidő végéig. A felhalmozódott mennyiség csaknem egésze a szalmában helyezkedett el. Az intenzív szakasz a bugahányást követően jelentkezett. Az NPK-műtrágyázás valamennyi vizsgálati időpontban szignifikánsan növelte a felhalmozódást a föld feletti részekben. A N- és NP-kezelések csak a zöldnövényben.

A hektáronként felhalmozódott *stroncium* mennyisége a teljes éréskor megközelítette a 300 g-ot. A teljes érés kori mintavételtől eltekintve, a felhalmozódás folyamatos növekedést mutatott. Az intenzív periódus a generatív szakaszban következett be, és a maximumot betakarításkor mértük. A stroncium döntő része a szalmában halmozódott fel. A foszforos műtrágyakezelések minden esetben szignifikánsan növelték a felhalmozódást. Bizonyára a szuperfoszfátban található stroncium következtében.

A nehézfémek közül a *nikkel* kis mennyiségben, 10 g/ha nagyságrendben található a köles föld feletti részeiben. A felhalmozott nikkel mennyisége a többiektől eltérően már a virágzás idején elérte a maximumot, ami után jelentős csökkenés következett be. A gyors felhalmozási szakasz a bugahányás és a virágzás között található. A teljes éréskor a felhalmozódott nikkel közel kétharmada a szemben található. Ez jellemző erre az elemre. A műtrágyázás növelő hatása minden esetben igazolható. Oka valószínűleg a száraz anyag gyarapodása.

Az *ólom* felhalmozott mennyisége hektáronként csupán pár g-ot ért el. A kezelések és az időpontok többségében csupán századrésznyi mennyiségű. Az intenzív felvételi szakasz a virágzást követően van. A felhalmozott mennyiség a teljes éréskor érte el a maximumot. Utána elemcsökkenést regisztrálhattunk, bizonyára a beérés folyamatában bekövetkezett levélvesztés miatt. Betakarításkor a felhalmozódott tömeg csaknem egésze a vegetatív részekben található. A

műtrágyázás hatása általában nem igazolható, csupán két mintavétel esetén egy-egy kezelésben találtunk különbséget.

## 2. táblázat

A műtrágyázás hatása az elemfelhalmozódásra a tenyészidő alatt  
(Köles, Lovászpatonai fajta, Órbottyán, 1995)

(1) Kezelés	(2) A mintavétel időpontja							
	jún.6.	jún.28.	júl.10.	júl.27.	aug.17.	aug. 27.		
	(3) Teljes föld feletti rész					(4) Szem	(5) Szalma	(6) Összes
	<i>Ba, g/ha</i>							
1. Ø	2,6	5,7	8,1	19,2	22,2	0,02	32,8	32,82
2. N	2,1	9,5	16,3	46,2	31,0	0,02	45,3	45,32
3. NP	3,1	8,7	19,3	37,9	22,9	0,08	57,9	57,98
4. NPK	4,5	9,8	11,8	29,3	30,9	0,21	63,6	63,81
a) SzD <sub>5%</sub>	0,9	2,0	3,6	13,4	8,2	0,02	7,3	8,67
b) Átlag	3,2	8,6	13,8	33,0	26,8	0,09	50,9	51,18
%	6	17	27	65	52	1	99	100
	<i>Al, g/ha</i>							
1. Ø	58	183	134	217	648	21	879	900
2. N	64	345	261	455	930	21	907	928
3. NP	81	277	253	272	940	21	697	718
4. NPK	169	300	182	345	612	27	1313	1340
a) SzD <sub>5%</sub>	49	105	79	141	252	6	299	263
b) Átlag	89	282	208	330	782	23	973	996
%	9	28	21	33	78	2	98	100
	<i>Sr, g/ha</i>							
1. Ø	8,8	17,1	27,2	58,0	52,8	7,3	98,2	105,5
2. N	6,8	26,7	60,0	104,6	68,9	13,4	135,0	148,4
3. NP	23,2	59,7	157,3	261,2	175,8	30,8	395,7	426,5
4. NPK	25,9	60,1	83,4	168,3	127,5	17,8	369,3	387,1
a) SzD <sub>5%</sub>	6,1	10,8	26,4	49,4	28,8	4,4	69,8	65,1
b) Átlag	16,2	40,9	82,0	148,0	106,2	17,3	249,5	266,8
%	6	15	31	55	40	6	94	100
	<i>Ni, g/ha</i>							
1. Ø	0,4	1,8	3,3	17,6	4,8	4,3	3,4	7,7
2. N	0,5	3,6	3,7	18,3	5,9	11,2	5,4	16,6
3. NP	0,9	4,5	6,9	27,1	9,3	8,1	2,4	10,5
4. NPK	1,4	4,8	4,5	25,0	7,1	6,9	5,3	12,2
a) SzD <sub>5%</sub>	0,4	1,1	1,9	5,9	2,7	1,8	1,6	3,5
b) Átlag	0,8	3,7	4,6	22,2	6,8	7,6	4,1	11,7
%	4	17	21	100	31	(65)	(35)	53

2. táblázat folytatása

(1) Kezelés	(2) A mintavétel időpontja							
	jún.6.	jún.28.	júl.10.	júl.27.	aug.17.	aug. 27.		
	(3) Teljes föld feletti rész					(4) Szem	(5) Szalma	(6) Összes
	<i>Pb, g/ha</i>							
1. Ø	0,23	0,52	0,11	-	2,78	0,02	0,64	0,66
2. N	0,15	1,26	-	1,09	1,41	0,02	1,86	1,88
3. NP	0,24	-	0,97	-	5,50	0,03	-	-
4. NPK	0,40	0,39	0,97	1,38	2,63	0,02	4,00	4,02
a) SzD <sub>5%</sub>	0,17	NS	NS	NS	1,23	NS	NS	NS
b) Átlag	0,25	0,72	0,68	1,23	3,08	0,02	2,16	2,18
%	8	23	22	40	100	(1)	(99)	71
	<i>Se, g/ha</i>							
1. Ø	0,18	0,41	5,34	7,96	6,12	1,41	5,53	6,94
2. N	0,31	1,57	3,59	9,23	6,20	1,82	5,09	6,91
3. NP	0,17	1,08	5,61	6,18	8,67	1,99	6,61	8,60
4. NPK	0,22	1,75	2,56	6,47	7,94	2,76	8,60	11,36
a) SzD <sub>5%</sub>	NS	0,61	NS	3,52	3,51	1,19	2,46	3,67
b) Átlag	0,22	1,20	4,27	7,46	7,23	2,00	6,45	8,45
%	3	14	51	88	77	24	76	100
	<i>Cd, mg/ha</i>							
1. Ø	11	144	153	605	363	208	265	473
2. N	21	152	204	1018	365	194	496	690
3. NP	32	221	828	1730	633	197	596	793
4. NPK	64	136	381	1208	455	190	707	897
a) SzD <sub>5%</sub>	NS	72	NS	454	132	105	188	284
b) Átlag	32	163	391	1140	454	197	516	713
%	3	14	34	100	40	(28)	(72)	63
	<i>Cr, mg/ha</i>							
1. Ø	153	460	613	1814	2055	582	2349	2831
2. N	159	947	1820	2648	2234	583	2525	3108
3. NP	198	492	828	2637	3798	448	1669	2117
4. NPK	416	1011	830	1381	1467	524	2592	3116
a) SzD <sub>5%</sub>	129	NS	458	1124	781	256	532	927
b) Átlag	231	727	1023	2120	1938	534	2283	2817
%	8	26	36	75	69	19	81	100

Annak ellenére, hogy a köles nem a szelénkedvelő kultúrák közül való, viszonylag nagyobb mennyiséget halmozott fel. A vegetáció alatt a felhalmozódás folyamatosnak mondható. A teljes mennyiség egy és háromnegyedes megoszlást mutatott a szem- és szalmatermésben. Az NP- és NPK-műtrágyázás a mintavételek többségében szignifikáns többleteket eredményezett.

*Kadmiumból* a vizsgált köles csak mg-nyi mennyiségeket halmozott fel hektáronként. A felhalmozódás gyors ütemű. A vegetatív fejlődés időszakában érte el a maximumát, utána a teljes érés fenofázisáig elemvesztést mutathattunk ki. Betakarításkor a felhalmozódott mennyiség kb. egy és kétharmad megoszlást mutatott a szem- és szalmatermés között. A N-műtrágyázás a mintavételek többségében statisztikailag igazolhatóan növelte a felhalmozott Cd mennyiségét.

A felhalmozódott *króm* mennyisége már a vegetatív fejlődés időszakában elérte az ezer mg-ot hektáronként. A felhalmozódás csaknem folyamatos a betakarításig. A teljes Cr-mennyiség nagyobb része, mintegy négyötöde a szalmában helyezkedett el. A műtrágyázás a kontrollhoz viszonyítva a mintavételek többségében szignifikánsan növelte a Cr-felhalmozást.

### Összefoglalás

Műtrágyázási tartamkísérletben karbonátos, gyengén humuszos homokon vizsgáltuk néhány nem esszenciális elem (Ba, Al, Sr, Ni, Se, Pb, Cd, Cr) koncentrációját és felhalmozódását a köles föld feletti részeiben a tenyészidő folyamán. A növénymintákat hat időpontban, 4-4 folyóméterről vettük a fontosabb fejlődési fázisokban. A kapott mérési eredmények alapján a vizsgált elemek és a köles növény-specifikus kapcsolatáról a következő fontosabb megállapítások tehetők.

– A Ba, Al, Sr és Ni elemek koncentrációja a vegetáció során a teljes érésig csökkent. Az ólom koncentrációja a teljes érésig csökkent, a szelénkoncentráció viszont növekedett. A Cd és a Cr elemeknél nem tudtunk változást kimutatni.

– Teljes éréskor a Ba, Al, Sr, Se, Pb és Cr elemek koncentrációja a vegetatív részekben legnagyobb. A nikkel és a króm megközelítően azonos koncentrációja mérhető a szem- és a szalmatermésben.

– A P-műtrágyázás a Sr-tartalmat valamennyi esetben szignifikánsan növelte a zöldnövényben, néhány időpontban pedig a Ba-, Al-, Ni-, Pb- és Cr-tartalmat is.

– A felhalmozódás a Ba, Al, Sr, Se és Cr elemeknél a teljes érésig tartott. A nikkel és kadmium virágzáskor, míg az ólom a teljes éréskor érte el a maximumot.

– A Ba, Al, Sr, Se, Pb, Cd és Cr elemekből felhalmozott tömeg nagyobb része a szalmában, a nikkel túlnyomó része pedig a szemtermésben helyezkedett el.

– A műtrágyázás az ólom kivételével szignifikánsan növelte a felhalmozódást.



## Irodalom

- CSATHÓ P., 1994. A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. MTA TAKI. Budapest.
- EGERSZEGI S., 1971. A homoktalajok művelésének és termőképességük növelésének főbb szempontjai. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **30**, 493–505.
- KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H., 1984. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- KASTORI, R., 1990. Nephodni mikroelementi – Fizioloska uloga I znacaj u biljnoj proizvodnji Naucna knjiga. Beograd.
- KÁDÁR I., 1992. A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI. Budapest.
- KÁDÁR I., 1995. A talaj–növény–állat–ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. Környezet- és Természetvédelmi Kutatások. KTM – MTA TAKI. Budapest.
- LAKANEN, E. & ERVIÖ, R., 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available microelements in soils. Acta Agr. Fenn. **123**, 223–232.
- LÁSZITY B., 1997. A köles (*Panicum miliaceum* L.) szárazanyag- és makrotápelem-tartalmának változása a tenyésztő folyamán. Növénytermelés. **46**, 203–208.
- LÁSZITY B. & SZEMES I., 1992. Homokjavítás tartamhatásának vizsgálata karbonátos homokon. Növénytermelés. **42**, 349–360.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E. A., 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute. Bern.
- PETROVIC, N. & KASTORI, R., 1979. A nikkkel eloszlása és retranszlokációja fiatal napraforgó növényekben. Agrokémia és Talajtan. **28**, 157–166.
- SZABÓ, L. & KÁDÁR, I., 1994. Effect of heavy metal load on soil and crops. XXXVI. Georgikon Napok. PATE. Keszthely. 146–153.
- TÖLGYESI GY., 1969. A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

Érkezett: 1998. január 10.

## Concentrations of Certain Non-essential Microelements and the Dynamics of Accumulation in Millet (*Panicum miliaceum* L.)

B. LÁSZTITY

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

### Summary

In a long-term fertilization experiment set up on a calcareous weakly humous sandy soil, studies were made on the concentration and accumulation of certain non-essential elements (Ba, Al, Sr, Ni, Se, Pb, Cd, Cr) in the aboveground organs of millet in the course of the vegetation period. Plant samples were taken on six occasions in major developmental phases, each from 4-metre rows. On the basis of the measurement data the following conclusions can be drawn on the plant-specific relationship between the elements examined and millet.

– The concentrations of Ba, Al, Sr and Ni decreased throughout the vegetation period up till full maturity. The lead concentration decreased up till milky ripening, while the selenium concentration rose. No change could be demonstrated for Cd or Cr.

– At full ripening the concentrations of Ba, Al, Sr, Se, Pb and Cr were greatest in the vegetative parts. Nickel and chromium were present in approximately equal concentrations in the grain and straw yield.

– P fertilization led to a significant increase in the Sr content of the green plant in all cases, and to those of Ba, Al, Ni, Pb and Cr at some sampling dates.

– Accumulation continued up till full ripening for Ba, Al, Sr, Se and Cr. Nickel and cadmium reached a maximum at flowering and lead at milky ripening.

– The majority of the Ba, Al, Sr, Se, Pb, Cd and Cr accumulated was to be found in the straw, while most of the nickel was located in the grain yield.

– Fertilization significantly increased the accumulation, with the exception of lead.

*Table 1.* Effect of fertilization on the element contents of millet in the course of the vegetation period (variety Lovászpátonai, Órbottyán, 1995). (1) Treatment. a) LSD<sub>5%</sub>; b) Mean; c) CV %. (2) Sampling dates. (3) Whole aboveground part. (4) Grain. (5) Straw. NS = non-significant.

*Table 2.* Effect of fertilization on element accumulation in the course of the vegetation period (Millet, variety Lovászpátonai, Órbottyán, 1995). For (1)-(5): see Table 1.