

A kálium és bór közötti kölcsönhatások vizsgálata napraforgó jelzőnövényrel, meszes homoktalajon

M. H. SHALABY és KÁDÁR IMRE

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete Budapest

A bór szerepét elsősorban a növényi szénhidrát-anyagcserében, a növekedési anyagok háztartásában, a megtermékenyülési folyamat elősegítésében hangsúlyozzák. Tekintettel arra, hogy a kellő bórellátottság és a bórtöbblet között nagyon szűk a határvonal, nagyon könnyen előfordulhat a túladagolás. A barnaszénnel tüzelő üzemekből szálló por is káros B-többletet okozhat, amennyiben a barnaszén hamujában viszonylag sok a bór [1].

Egyre gyakrabban figyelnek meg B-többlet okozta károkat bórtartalmú vízzel való öntözés esetén. Arid vidékeken inkább lehet B-többletre számítani, mint csapadékos tájakon. Ugyanakkor különösen a laza podzolos talajok szegényednek el B-ban a kimosódás következtében. Ismeretes, hogy a B felvehetőségét a meszesedés nagyon lecsökkentheti, olyannyira, hogy esetenként B-hiány léphet fel [3].

Igen nagyszámú B-trágyázási kísérletet végeztek a 30-as évektől kezdődően a Szovjetunióban [2, 5] és számos más országban. Az irodalomból ismert, hogy mely talajok és kultúrák B-igényesek, azonban a talajok B-terhelését, ill. a növények B-tűrését alig-alig vizsgálták. Jelen munkánkban a bórtrágyázásnak elsősorban a talajszennyező, a talaj termékenységét veszélyeztető hatására kívánunk néhány adatot szolgáltatni, mivel hazai viszonyaink között ez egyre időszerűbb kérdéssé válhat környezetvédelmi szempontból.

Anyag és módszer

Tenyészedény-kísérletünket 1983-ban állítottuk be split-plot elrendezésben, Koflor-2 fajtájú hibrid napraforgóval. A napraforgót 4—6 leveles korig, kb. 30—40 cm magasságig neveltük, majd meghatároztuk a növényminták súlyát és ásványi tápelemtartalmát 10 elemre. Edényenként 1,8 kg talajban 5—5 növényt hagytunk meg. A növénykísérletet megismételtük. A kiindulási talaj agrokémiai jellemzőit korábban már ismertettük [4].

Kísérletünkben 4 K- és 4 B-ellátottsági szintet hoztunk létre az 1. táblázatban bemutatott adagok felhasználásával. A K-, P-, B-trágyák teljes mennyiségét és a N-trágya 1/3-át a kísérlet beállításakor kevertük a talajba, míg a N második harmadát a 2

hetes, a harmadik harmadát a 4 hetes növényekre fejtrágyaként juttattuk ki. A nyári vetésű második növedék műtrágyázásban nem részesült. Előadásunkban a tavaszi vetésű első növedék adatait mutatjuk be.

I. táblázat

A kísérletben felhasznált tápelemek elemiben kifejezve, mg/talaj

Kezelés	Ellátottsági szintek				Műtrágyaforma
	0	1	2	3	
K	0	200	400	600	K_2SO_4
B	0	10	20	30	$Na_2BO_7 \cdot 10H_2O$
N	200	200	200	200	NH_4NO_3
P	200	200	200	200	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$

Kísérleti eredmények

A kálium- és a bórtrágyázás hatását a 4–6 leveles napraforgó föld feletti hajtásának és gyökerének szárazanyaghozamára a 2. táblázatban mutatjuk be. Amint az adatokból látható, az első B-adag még nem szignifikánsan, csupán tendenciájában csökkentette a hajtás termését, míg a második (20 ppm B) adag már közel felére, a legnagyobb B-adag pedig 1/7-ére. A K-trágyázás a hozamokat emelte e K-mal gyengén ellátott talajon, azonban a B mérgező hatását nem volt képes döntően ellensúlyozni. A gyökéren a K átlagos termésmenvelő hatása kevésbé, míg a B mérgező hatása kifejezettebben érvényesült. A legnagyobb B-adag a gyökér hozamát kevesebb mint 1/10-ére csökkentette.

Ahhoz, hogy betekintést nyerjünk a növényben végbemenő mechanizmusokba, a 3. táblázatban a makroelemek, a 4. táblázatban a mikroelemek felvételét kísérjük meg jellemezni. A káliumellátottság javulása nemcsak a hozamot növelte, hanem mintegy 5-szörösére emelte a hajtás K %-át is. Jelentősen nőtt azonban a K-koncentráció a B hatására is. A K- és a B-trágyázás együttes hatása eredményeképpen a K-koncentráció több mint 7-szeresére emelkedett.

A foszfortartalom tendenciájában enyhén csökkent magasabb K-ellátottságnál, mely csökkenés a nagyobb hozamokkal előálló hígulási effektus számlájára írható. A termédepressziót okozó B-adagok ugyanakkor 2–3-szorosára növelték a növények foszfortartalmát. A K—Ca ionantagonizmus hatása figyelhető meg a Ca-tartalom csökkenésén K hatására. A B-ellátottság ezzel ellentétesen hatott, a Ca koncentrációját bizonyíthatóan növelte. A K—Mg antagonizmus sokkal kifejezettebben nyilvánult meg, mint a K—Ca. A Mg koncentrációja 1/3-ára süllyedt a legnagyobb K-ellátottságnál, a K-mal nem trágyázott edényekhez viszonyítva (3. táblázat).

A bórax bóron kívül nátriumot is tartalmaz, tehát Na-forrás. A fiatal napraforgó Na-tartalma a K-mal gyengén ellátott talajon közel 8-szorosára, a közepesen ellátotton mintegy 5-szörösére, míg a jól és igen jól ellátott talajokon 3–4-szeresére emelkedett a bórax hatására. A K—Na kationok közötti antagonizmus a Na felvételét azonban még kifejezettebben befolyásolta, mint a Na-adagolás bórax formájában. Így

2. táblázat

Műtrágyázás hatása a 4—6 leveles napraforgó (Koflor-2) szárazanyaghozamára, g/edény

B-szintek	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	SzD _{5%}	Átlag	%
Első növedék (hajtás)							
B ₀	11,4	17,5	17,2	19,6	2,3	16,4	100
B ₁₀	11,8	16,8	16,6	18,1		15,8	96
B ₂₀	5,9	9,3	10,1	12,2		9,4	57
B ₃₀	1,6	1,3	3,1	3,3		2,3	14
SzD _{5%}			2,3			1,2	
Átlag	7,7	11,2	11,7	13,3	1,2	11,0	
%	100	145	152	173	16	143	
Első növedék (gyökér)							
B ₀	2,95	3,15	3,52	3,42	0,57	3,26	100
B ₁₀	2,63	3,55	2,91	2,91		3,00	92
B ₂₀	0,97	1,67	1,63	1,87		1,54	47
B ₃₀	0,21	0,16	0,35	0,43		0,29	9
SzD _{5%}			0,57			0,28	
Átlag	1,69	2,14	2,10	2,16	0,28	2,02	
%	100	127	124	128	16	120	
Hajtás/gyökér aránya							
B ₀	3,9	5,6	4,9	5,7	2,0	5,0	100
B ₁₀	4,5	4,7	5,7	6,2		5,3	106
B ₂₀	6,1	5,6	6,2	6,5		6,1	122
B ₃₀	7,6	8,1	8,8	7,7		8,0	160
SzD _{5%}			2,0			1,0	
Átlag	5,5	6,0	6,4	6,5	1,0	6,1	
%	100	109	116	118	18	111	

pl. a B nélküli edényekben a Na-tartalom mintegy ötödére, a B₁₀ kezelésben 1/10—1/15-ére, a B₂₀ kezeléseknél 1/20—1/30-ára esett vissza a legmagasabb K-szinteken. A legnagyobb B-adagnál a K-ellátás Na-tartalmát csökkentő hatása ismét mérséklődött (3. táblázat).

A mikroelem-tartalmakat a K-ellátás minden esetben csökkentette a K-mal nem trágyázott edényekhez viszonyítva. A K-mal legjobban ellátott talajon a Fe-tartalom 41—42, a Mn-tartalom 47, a Zn-tartalom 60—70, a Cu-tartalom 73—77, míg a B-tartalom 83—85%-ra esett vissza. Általában elmondható, hogy a kisebb B-adagok csökkentették, míg az erős B-mérgezést okozó nagyobb B-adagok már megbízhatóan növelték a vizsgált mikroelemek többségének koncentrációit a növényben, különösen a K-mal jobban ellátott talajokon. A K × B negatív kölcsönhatás érvényesült a B-tartalom változásában. Így pl. a K-mal gyengén ellátott talajon B-trágyázás hatására a B koncentrációja közel 24-szeresére, a K-mal közepesen és jól ellátottnál 13—14-szeresére emelkedett (4. táblázat).

3. táblázat

Műtrágyázás hatása a 4—6 leveles napraforgó (Koflor-2) föld feletti részének makroelem-tartalmára

B-szintek	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	SzD _{5%} *	Átlag	%
	K%						
B ₀	0,79	1,68	3,12	3,87		2,37	100
B ₁₀	0,82	1,80	3,21	4,12	0,64	2,49	105
B ₂₀	0,94	2,52	4,42	5,16		3,26	138
B ₃₀	1,25	3,82	4,99	5,99		4,01	169
Átlag	0,95	2,45	3,94	4,79	0,32	3,03	
%	100	258	415	504	34	319	
	P%						
B ₀	0,31	0,25	0,27	0,23		0,27	100
B ₁₀	0,34	0,25	0,27	0,28	0,10	0,29	107
B ₂₀	0,50	0,42	0,39	0,42		0,43	159
B ₃₀	0,63	0,64	0,62	0,62		0,63	233
Átlag	0,45	0,39	0,39	0,39	0,05	0,41	
%	100	87	87	87	11	91	
	Ca%						
B ₀	3,98	3,05	2,88	2,66		3,14	100
B ₁₀	3,75	2,87	2,59	2,80	0,22	3,00	96
B ₂₀	3,77	3,17	2,94	3,01		3,22	103
B ₃₀	4,15	3,60	3,49	3,20		3,61	115
Átlag	3,92	3,18	2,98	2,92	0,11	3,25	
%	100	81	76	74	3	83	
	Mg%						
B ₀	0,69	0,39	0,29	0,21		0,40	100
B ₁₀	0,72	0,40	0,28	0,23	0,07	0,41	102
B ₂₀	0,80	0,45	0,34	0,26		0,46	115
B ₃₀	0,73	0,39	0,35	0,25		0,43	108
Átlag	0,74	0,41	0,31	0,24	0,03	0,43	
%	100	55	42	32	4	58	
	Na ppm						
B ₀	213	80	81	45		105	100
B ₁₀	507	68	47	30	134	163	155
B ₂₀	1655	155	88	47		486	463
B ₃₀	1632	400	236	185		613	583
Átlag	1002	176	113	77	63	342	
%	100	18	11	8	6	34	

*SzD_{5%} értékei a sorokra és oszlopokra azonosak

4. táblázat

Műtrágyázás hatása a 4—6 leveles napraforgó (Koflor-2) föld feletti részének mikroelem-tartalmára

B-szintek	K ₀	K ₁	K ₂	K ₃	SzD _{5%} *	Átlag	%
Fe ppm							
B ₀	166	60	57	42		81	100
B ₁₀	152	56	45	55	59	77	95
B ₂₀	91	56	49	51		62	77
B ₃₀	139	98	79	78		99	122
Átlag	137	67	57	56	30	80	
%	100	49	42	41	22	58	
Mn ppm							
B ₀	85	40	36	33		48	100
B ₁₀	74	37	28	34	10	43	90
B ₂₀	60	33	29	32		38	79
B ₃₀	62	42	38	34		44	92
Átlag	70	38	33	33	5	44	
%	100	54	47	47	7	63	
Zn ppm							
B ₀	35	15	13	14		19	100
B ₁₀	17	13	11	17	7	14	74
B ₂₀	15	13	12	15		14	74
B ₃₀	26	17	16	19		20	105
Átlag	23	15	13	16	3	17	
%	100	65	57	70	13	74	
Cu ppm							
B ₀	6,1	3,8	3,8	3,5		4,3	100
B ₁₀	4,7	4,5	3,8	4,0	1,8	4,2	98
B ₂₀	4,8	7,0	4,2	5,0		5,2	121
B ₃₀	8,5	8,3	6,5	5,0		7,1	165
Átlag	6,0	5,9	4,6	4,4	0,9	5,2	
%	100	98	77	73	67	87	
B ppm							
B ₀	33	41	51	59		46	100
B ₁₀	207	114	148	263	113	183	398
B ₂₀	433	316	324	368		360	783
B ₃₀	780	526	720	523		637	1385
Átlag	363	249	310	303	57	306	
%	100	69	85	83	16	84	

* SzD_{5%} értékei a sorokra és oszlopokra azonosak

Már 10 mg/kg B-adag tendenciájában terméscsökkenést okozott tenyészedeny-kísérletünk körülményei között. A 20 mg B a napraforgó termését átlagosan felére, amíg a 30 mg B-adag közel 1/10-ére csökkentette. A növény összetételét vizsgálva megállapítottuk, hogy a K-trágyázás mintegy 5-szörösére növelte a K %-os mennyiségét, a legnagyobb hozamú edényekben a növények K-tartalma az irodalomban is kielégítőnek tekintett 4% körüli értékre emelkedett. Az egyéb makroelemek koncentrációi a K-ellátottság javulásával csökkentek: a Na 8, a Mg 32, a Ca 74, a P 87%-ra esett vissza. A bórax-szal végzett B-trágyázás hatására a vizsgált makroelemek mennyisége emelkedett az alábbi sorrendben: Na (580%), P (230%), K (170%), Ca (115%), Mg (110%). A K × bórax kölcsönhatás eredményeképpen a Na-tartalom 30—40, a K 7—8, a Mg 3—4, a P 2—3-szoros, míg a Ca mintegy 50%-os változást szenvedett (3. táblázat).

A K-ellátás javulásával a vizsgált mikroelemek koncentrációi csökkentek. A káliummal nem trágyázott edények növényeiben mért tartalmakat 100-nak véve, a K-mal igen jól ellátott növényekben az alábbiak szerint alakultak: Fe és Mn 40—50%; Zn és Cu, valamint B 70—80%. A bórax-trágyázás elsősorban a B-tartalmakat növelte, egyéb mikroelemek koncentrációit kevésbé befolyásolta (4. táblázat).

Összefoglalás

Megállapítható, hogy a lineárisan növekvő B-adagok hatására közel exponenciálisan nőtt a növények B-tartalma, különösen a K-ban szegény talajon. A 100—150 ppm B-tartalom feletti tartományt mérgezésnek tekinthetjük, az irodalmi adatokkal megegyezően, amely kifejezett terméscsökkenéshez, a talajtermékenység csökkenéséhez vezethet. A talaj kielégítő K-ellátottsága bizonyos fokig ellensúlyozni képes a bórax-szal végzett túltrágyázás kedvezőtlen hatását. Növényanalízis segítségével az esetleges bórtöbbletek, -mérgezések felderíthetők, diagnosztizálhatók. A vizsgált talajban a B nem kötődik meg a növény számára felvehetetlen formában, ezért az esetleges nagyobb adagú vagy rendszeres B-trágyázás nagy elővigyázatosságot igényel.

Irodalom

- [1] BERGMANN W.: Termesztett növények táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1979.
- [2] JAKOVLEVA, V. V.: Rezultatü izucsenija effektivnosztyi bornüh udobrenij. In: Vlijanie mikroelementov na urozsaj i obmen vescesztyv szel'szkohozajsztvennüh kultur. (Szerk.: V. G. MINEEV) 13—36. Trudü. VIUA N. 53. Moszkva. 1972.
- [3] MENGEL K.: A növények táplálkozása és anyagcseréje. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1976.
- [4] SHALABY M. H. & KÁDÁR I.: A foszfor- és a cinktrágyázás közötti kölcsönhatások vizsgálata meszes homoktalajon. Agrokémia és Talajtan. 33. 261—267. 1983.
- [5] USAKOVA, V. F.: Obezpecsennosz't pocsv borom, molibdenom i margancem pri dlitel'nom primenenii organicseszkih i mineral'nych udobrenij. In: Udobrenie i plodorodie pocsvü. (Szerk.: P. G. NAJDIN) 189—262. Izd. Kolosz. Moszkva. 1966.