

A tápláltság hatása az őszi búza molibdén-felhalmozására karbonátos csernozjom talajon

LÁSZTITY BORIVÓJ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A molibdén nélkülözhetetlenségét, illetve esszenciális voltát a növényben még 1939-ben ARNON és STAUT mutatták ki. Gazdasági jelentőségét a növénytermesztésben gyakorlatilag a II. Világháború után ismerték fel, amikor még a korábbról (1924) ismert karfiol "whitpail" betegség okáról sikerült bizonyítani, hogy az a molibdénhiány következménye. Azóta számos közlemény, köztük összefoglaló jellegű munka jelent meg a molibdén felvehetőségéről a talajban, szerepéről a növény életében, és a molibdéntrágyázás fontosságáról a növények természetében (GUPTA, 1971; GUPTA & LIPSETT, 1981; MENGEL & KIRKBY, 1987; BERGMANN, 1988).

A talajokban a molibdén 0,1-27,5 mg/kg határok között fordul elő; átlagosan 1,9 mg/kg mértékben (BOWEN, 1982). Magyarországon csernozjom talajon 0,31-1,48 mg/kg, homokon 0,34-0,50, míg láptalajon 4,38 mg/kg mennyiségű összes molibdén található GYÖRI (1984) közlése alapján.

A "felvehető" Mo-tartalom a talajban jelentősen kisebb, 0,07-0,8 mg/kg határok között mozog talajtípustól, ellátottságtól függően. Az MTA TAKI Nagyhorcsöki Kísérleti Telepén mészlepedékes csernozjom talajban a "felvehető" (LAKANEN-ERVIÖ, 1976) Mo-tartalom 0-0,163 mg/kg nagyságok között volt mérhető.

A molibdén szerepe a növények életében már közel fél évszázada ismert. Ez a szerep az enzim és katalitikus tevékenységben nyilvánul meg és kapcsolódik a fehérje szintézishez (KASTORI, 1984; MENGEL & KIRKBY, 1987).

A különböző növények Mo-igénye jelentősen eltérő lehet. A szántóföldi kultúrák között a bab, borsó, lucerna, répa érzékeny a Mo-hiányra, míg a gabonafélék erre kevésbé reagálnak. Hiánybetegség vagy tünet általában abban az esetben jelentkezik, ha a levélben a Mo-tartalom 0,1 mg/kg-nál kevesebb (SZABÓ et al., 1987; BERGMANN, 1988).

KLUGE (1983) szerint a növények élete szempontjából a toxikus határok a talajban a 150-200, a növényben 600-1000 mg/kg értékeknél jelentkeznek. Németországi adatok alapján (BERGMANN, 1988) a rozs esetén a kielégítő ellátottság határa 0,1-0,4, a borsó esetén 0,3-0,1 mg/kg.

A növények genetikai sajátosságai mellett számos külső tényező - pl. tápanyag-ellátás, egyéb talajtulajdonságok (kötöttség, pH) - befolyásolja nagymértékben a Mo-tartalom alakulását a növényben (HAWES et al., 1976; NÉMETH et al., 1987). GYÓRI és TÖLGYESI (1968) vizsgálati adatai szerint ugyanaz a növény rétlápon 16,2, réti jellegű homoktalajon pedig csupán 0,008 mg/kg koncentrációban tartalmazott molibdént. Mivel a molibdén anion formában kerül felvételre a növényben, felhalmozása a lúgos talajokban kedvezőbb, illetve nagyobb fokú (GUPTA & LIPSETT, 1981).

Munkánkban egy hazai karbonátos csernozjom talajon termesztett őszibúza-növényben bemutatjuk a Mo-koncentrációk és -felhalmozás alakulását a tápláltság (NPK) és a tenyészidő függvényében.

Anyag és módszer

A vizsgálati anyag szabadföldi trágyázási kísérletből származott. A kísérletet mészlepedékes csernozjom talajon állítottuk be négy ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben.

A kísérlet talajának néhány talajtani-agrokémiai jellemzője: Leiszapolható rész (< 0,02 mm) 40 %; átlagos humusztartalom 3,5 %; CaCO₃-tartalom 6,3 %; pH (KCl) 7,4; pH (H₂O) 7,8; AL-P₂O₅-ellátottsága gyenge (130 mg/kg); AL-K₂O-ellátottsága (140 mg/kg) közepes volt.

A kezelésekből a nitrogén, foszfor és kálium különböző kombinációit alkalmaztuk (1. táblázat). A PK- és N-műtrágya felét ősszel alap-, a másik felét tavasszal fejrággyaként szórtuk ki. Műtrágyaként pétisót (28 % N), szuperfoszfátot (17 % P₂O₅) és 40 %-os kálisót használtunk. Az Mv-8 fajtájú őszi búza művelését a gyakorlatban elfogadott agrotechnikai eljárások alkalmazásával végeztük.

A növényi mintaanyagot parcellánként 0,5-0,5 m² területről vettük, a teljes föld feletti részt felhasználva. A mintavételeket tíz időpontban, általában tíznaponként végeztük. A mintaanyag előkészítését (szárítás, darálás) követően a kioldás zárt térben két normál sósavas hidrolízissel történt (VARJÚ & ZSOLDOS, 1974). A mérést ICP készülékkel (FODOR, 1984) a NAÁ Debreceni Laboratóriuma végezte. A biometria értékelést variancia-analízissel végeztük SVÁB (1981) szerint.

Eredmények

A koncentrációk (1. táblázat) a tenyészidő folyamán a kezelések átlagában - az irodalmi adatokkal megegyezően (ANKE et al., 1989) - a virágzásig fokozatosan csökkentek. A tendencia az egyes kezelésekből általában azonos volt, csupán a mértékben mutatkozott eltérés. A virágzás fenofázisát követően különösen a szem-

1. táblázat
A műtrágyázás hatása az őszi búza molibdén-koncentrációk ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
változására a tenyészidő folyamán (Nagyhörcsök, 1982; föld feletti rész)

(1) Ke- ze- lés	(2) Bokrosodás		(3) Szárbaingulás			(4) Kalá- szo- lás	(5) Virágzás		(6) Tejes érés	(7) Teljes érés júl. 15.	
	ápr.	ápr.	ápr.	máj.	máj.	máj.	jún.	jún.	jún.	(8)	(9)
	6.	16.	26.	6.	17.	27.	7.	17.	28.	szem	szal- ma
1.	228	360	372	254	208	240	284	276	220	460	169
2.	419	484	379	308	310	228	230	164	301	420	258
3.	288	294	228	156	386	259	154	326	370	350	176
4.	163	196	346	367	209	196	161	214	190	160	162
5.	288	392	280	261	272	214	274	227	146	480	218
6.	314	352	274	281	234	310	318	208	220	180	82
7.	366	379	307	186	291	145	143	282	326	370	106
a) SzD _{5%}	132	141	38	NS	88	99	66	NS	84	190	80
b) Átlag	295	351	312	259	273	227	223	243	239	340	162

Kezelések: 1. \emptyset ; 2. N; 3. P_1K_1 ; 4. NP_1 ; 5. NK_1 ; 6. NP_1K_1 ; 7. NP_2K_2 .

N = 200 kg/ha; P_1 = 500 kg/ha; P_2 = 1000 kg/ha; K_1 = 500 kg/ha; K_2 = 1000 kg/ha; NS = nem szignifikáns

termésben figyelhettünk meg dúsulást. A tápláltság hatását elemezve, a vegetatív növekedés szakaszában jól nyomon követhető a N-műtrágyázás pozitív hatása, ugyanakkor jelentkezett a foszforos kezelések negatív (csökkentő) befolyása. Ez a hatás feltehetően nem a foszforhoz kapcsolódik, hanem a szuperfoszfátban található szulfát jelenlétével magyarázható (GUPTA & CUTCLIFFE, 1968; FIEDLER & MÜLLER, 1970).

A tápláltság kiegyensúlyozottságának egyik mutatója lehet az elemek aránya. Jelentősége kiemelkedően fontos lehet a növény fejlődésének meghatározott szakaszában, valamint az egyes élettanilag meghatározó elemek és azokkal szorosabb kölcsönhatásban lévő elemek arányainál.

Jelen munkánkban a Mo, valamint a N, P, Fe, S és Cu elemek számított arányait mutatjuk be (2. táblázat) a szárbaszökés fenofázisában az előző közleményeinkben közölt adatok felhasználásával (LÁSZTITY, 1987/1988; 1991).

2. táblázat
 A műtrágyázás hatása az őszi búza fajlagos Mo-tartalmára és néhány tápelemarányra a szárbaszökés fenofázisában (május 6)
 (Őszi búza, Mv-8. fajta, Nagyhörccsök, 1982)

(1) Kont- roll	N	P ₁ K ₁	NP ₁	NK ₁	NP ₁ K ₁	NP ₂ K ₂	(2) SzD _{5%}	(3) Átlag	
			N/Mo arány (1000)						
135,0	144,5	174,5	105,7	166,3	140,0	203,0	41,3	128,1	
			P/Mo arány (1000)						
16,5	14,0	23,0	12,5	11,0	15,7	22,6	3,1	16,5	
			S/Mo arány (1000)						
9,4	10,1	12,8	9,3	11,9	10,7	10,8	2,1	10,7	
			Fe/Mo arány						
905	791	1167	613	820	669	1124	484	870	
			Cu/Mo arány						
42,1	31,2	67,0	28,3	37,9	36,3	54,8	10,9	42,5	
	A. Fajlagos Mo-tartalom (1 t szem + melléktermékekben), mg								
648	702	544	343	727	265	474		505	

Az NP-kezelésben megfigyelhető valamennyi felsorolt arány csökkenése a kontrollhoz viszonyítva, mely az illető elemeknek a molibdénhez viszonyított túlsúlyának mérséklődését jelentette. Ugyanakkor a N-hiányos (PK) és a nagyadagú (NP₂P₂) kezelésekben a trágyázatlanhoz viszonyítva az arányok növekedtek, és maximális értéket mutatva jelezték a molibdénrel szembeni túlsúly emelkedését. Az arányok ilyen irányú változása egyrészt a trágyázás eredményeként jelentkezett, másrészt az elemek közötti antagonisták hatásokkal volt magyarázható.

A fejlődés különböző szakaszaiban felvett Mo-mennyiségeket, valamint a felhalmozott száraz anyagot a 3. táblázatban mutatjuk be. A felhalmozott molibdén az őszi búza növényben párhuzamosan a szárazanyag-mennyiséggel a tenyészidő múlásával fokozatosan nőtt a betakarítás időpontjáig, amikor elérte a maximumát. Megállapítható volt, hogy a szárbaindulástól a virágzás fenofázisáig tartó időszak bizonyult az intenzív gyors felhalmozás időszakának. Fokozatosan gyors volt a felhalmozás a kalászoláskor, amikor tíz nap alatt a teljes felhalmozott mennyiség

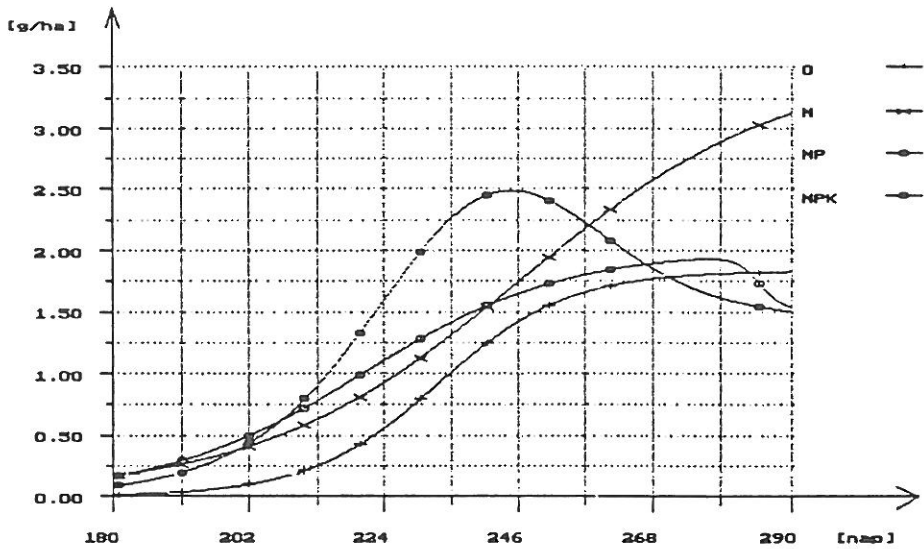
3. táblázat
 A műtrágyázás hatása az őszi búza molibdénfelvételére (mg/ha)
 Nagyhörcsök, 1982. (Föld feletti rész)

(1) Keze- lés	(2) Bokrosodás		(3) Szárbaindulás		(4) Kalá- szolás		(5) Virágzás		(6) Tejes érés		(8) Tejes érés júl. 15.	
	ápr. 6.	ápr. 16.	ápr. 26.	máj 6.	máj 17.	máj 27.	jún. 7.	jún. 17.	jún. 28.	(7) szem	(9) szal- ma	(10) Ösz- sze- sen
1.	75	149	190	208	381	682	1363	1709	1426	1370	561	1931
2.	192	314	331	470	958	1121	1777	1347	2769	1764	1186	2950
3.	139	216	189	200	865	871	821	2055	1961	1260	697	1957
4.	85	177	512	932	969	1204	1408	1875	1836	811	928	1739
5.	106	206	168	334	840	999	2367	1779	1327	2069	1066	3135
6.	162	293	449	685	1159	2004	2829	1963	2362	1008	477	1485
7.	219	332	407	429	1117	1057	1606	2833	3337	1957	623	2580
a) SzD5%	78	NS	187	359	413	551	500	672	801	490	320	1024
b) Átlag %	140	241	321	465	898	1134	1739	1937	2145	1463	791	2254
c) Száraz anyag, t/ha %	6	10	14	20	40	50	69	77	95	65	35	100
	0,5	0,7	1,0	1,7	3,4	4,8	7,6	8,1	8,9	4,4	4,9	9,3
	5	8	11	19	36	52	82	87	96	48	52	100

Kezelések: lásd 1. táblázat.

egynegyedét gyűjtötte be a növény. A betakarításkor a felvett molibdén nagyobb része a szemtermésben raktározódott.

Az NPK-műtrágyázás egy mintavétel kivételével a trágyázatlanhoz képest szignifikáns növekedést mutatott. Az egyes kezeléseket tekintve a vegetatív fejlődés szakaszában az NPK- mellett a N- és NP-kezelések, míg a generatív periódusban csupán az NPK-kezelés bizonyult statisztikailag igazolhatóan növelő hatásúnak



1. ábra

Az őszi búza Mo-felhalmozása (Mv-8. fajta, Nagyhörcsök, 1982) Függőleges tengely: Mo-felhalmozás, g/ha. Vízszintes tengely: Napok száma.

a kontrollhoz viszonyítva. Betakarításkor a szemtermésben az NK- és NP_2K_2 -kezelések, a szalmatermésben és a teljes felhalmozásnál a N- és NK-kezelések hatása bizonyult szignifikáns növelő hatásúnak a trágyázatlanhoz képest (3. táblázat).

A rendelkezésre álló adatok segítségével kiszámítottuk a fajlagos (1 t szem és a hozzá tartozó melléktermékek) Mo-tartalmakat, amit a 2. táblázatban adunk meg.

Látható, hogy a műtrágyázás a kontroll és egymagában adott N-kezeléshez viszonyítva valamennyi kombinációban csökkenést mutatott. A csökkenés nem általában a műtrágyázáshoz, hanem elsősorban a foszforos kezelésekhez kapcsolódott.

Összefoglalás

Egy karbonátos mészlepedékes csernozjom talajon beállított N-, P-, K-műtrágyázási kísérletben vizsgáltuk az őszi búza molibdén-koncentrációinak és -felhalmozásának dinamikáját a tenyészidő folyamán. Szárbaszökéskor tanulmányoztuk néhány tápelemarány és a műtrágyázás viszonyát. Kiszámítottuk a fajlagos tartalmakat az egyes műtrágyázási kombinációkban. A kapott eredmények alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- A Mo-koncentrációk a teljes föld feletti növényben a virágzás fenofázisáig a hígulás folytán csökkentek, ugyanakkor a beéredés során főként a szemtermésben növekedtek.

- A műtrágyázás a kontrollhoz viszonyítva általában szignifikáns változásokat eredményezett a koncentrációkban. A hatás a nitrogén esetében növekvésben, szuperfoszfátos kezelésekben csökkenésben mutatkozott.

- Szárbaszökéskor a N/Mo, P/Mo, S/Mo, Fe/Mo és Cu/Mo tápelemarányok a PK-kezelésekben emelkedtek, a NP-trágyázás hatására pedig csökkentek.

- A Mo-felhalmozás folyamatosan a tenyészidő végéig tartott, és az intenzív időszak a szárbaindulás és a kalászolás fenofázisaira esett (1. ábra).

- A műtrágyázás szignifikánsan növelte a búza Mo-felhalmozását elsősorban a szárazanyag-termelésen keresztül a nitrogénes (N, NP, NPK) kezelésekben.

- A kísérletben a talaj Mo-szolgáltatása a közepesen Mo-igényes őszi búza szükségletét biztosította; nem bizonyult terméskorlátozó tényezőnek.

Irodalom

- ANKE, M. et al., 1984. Molybdän gehalt und versorgung der Flora und Fauna. *Wiss. Z. Karl Marx Univ. Leipzig. Mat. Wiss. R.* **33.** 135-147.
- ARNON, D. I. & STOUT, P. R., 1939. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology.* **145.** 371-375.
- BERGMANN, W., 1983. Ernährung störungen bei Kulturpflanzen Entstellung und Diagnose. VEB. Gustav-Fischer Verlag. Jena.
- BERGMANN, W., 1988. Ernährungstörungen bei Kulturpflanzen. VEB Gustav-Fischer Verlag. Jena.
- BOWEN, H. J. M., 1982. Environmental chemistry of the elements. Vol. 2. The Royal Society of Chemistry. Burlington House. London.
- FIEDLER, A. J. & MÜLLER, W., 1970. Trace element content of needles in young pine stands on different sites. *Tagber. Akad. Landw. Wiss. Berlin.* **102.** 75-91.
- FODOR P., 1984. Optimált analitikai kémiai módszerek biológiai anyagok ICP-AES elemzésére. Kandidátusi értekezés. Budapest.
- GUPTA, U. C., 1971. Boron and molybdenum nutrition of wheat, barley and oats grown in Prince Edward Island soils. *Can. J. Soil Sci.* **51.** 415-422.

- GUPTA, U. C. & CUTCLIFFE, J. A., 1968. Influence of phosphorus on molybdenum content of brussel sprouts under field and greenhouse conditions and on recovery of added molybdenum in soils. *Can. J. Soil Sci.* **48**. 117-123.
- GYŐRI D., 1984. A talaj termékenysége. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- GYŐRI D. & TÖLGYESI GY., 1968. Vadontermő növények (*Trifolium repens*, *Gallium mollugo*, *Achillea millefolium*) mikroelem tartalmát befolyásoló tényezők vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan.* **17**. 77-90.
- HAWES, R. L., SIMS, J. L. & WELLS, K. L., 1976. Molybdenum concentration of certain crop species as influenced by previous applications of molybdenum fertilizers. *Agron. J.* **68**. 217-218.
- KASTORI, R., 1984. Role of elements in plant nutrition. Matica Srpska. Novi Sad.
- KLUGE, R., 1983. Molybdäntoxicität bei pflanzen. Proc. Mengen und Spurenelemente. Arbeitstagung Karl Marx Univ. Leipzig. 10-17.
- LAKANEN, E. & ERVIÖ, R., 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agric. Fenn.* **128**. 223-232.
- LÁSZTITY B., 1987/1988. A műtrágyázás hatása az őszi búza tápelemtartalom változására a tenésztidő folyamán. *Agrokémia és Talajtan.* **36-37**. 163-176.
- LÁSZTITY B., 1991. Az NPK-tápanyagellátás hatása az őszi búza kéntartalmának és felhalmozásának dinamikájára. *Agrokémia és Talajtan.* **40**. 131-139.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E. A., 1987. Principles of plant nutrition. International Potash Institute, Bern.
- NÉMETH I., TÓTH B. & TÖLGYESI GY., 1987. Különböző adagú istállótrágya és műtrágya hatása az őszi búza mikroelem tartalmának alakulására. *Növénytermelés.* **36**. 117-124.
- SVÁB J., 1981. Biometria i módszerek a kutatásban. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- SZABÓ S. A. et al., 1987. Mikroelemek a mezőgazdaságban. I. Esszenciális mikroelemek. Mezőgazd. Kiadó. Budapest.
- VARJU M. & ZSOLDOS L., 1974. Növényi anyag előkészítése elemzésre zárt térben történő hidrolízissel. *Agrokémia és Talajtan.* **23**. 149-156.

Érkezett: 1992. január 27.

**Effect of Nutrition Status on the Molybdenum Accumulation of
Winter Wheat on Calcareous Chernozem Soil**

B. LÁSZTITY

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

Summary

In an N, P, K fertilisation experiment set up on a pseudomycelial calcareous chernozem soil, studies were made on the dynamics of molybdenum concentrations and accumulation during the vegetation period of winter wheat. The relationship between certain nutrient ratios and fertilisation was examined at shooting. Calculations were made on the specific element contents in various fertiliser combinations. The results lead to the following conclusions:

- Mo concentrations in the whole aboveground plant decreased due to dilution up till the flowering phenophase, but increased during ripening, particularly in the grain.

- In general, fertilisation resulted in significant changes in concentrations compared to the control. This effect was exhibited as a rise in the case of nitrogen and as a decrease in superphosphate treatments.

- At shooting, the N, P, S, Fe and Cu/Mo nutrient ratios rose in PK treatments, but dropped as the result of NP fertilisation.

- Mo accumulation continued right up to the end of the vegetation period, with an intensive period between the phenophases of shooting and heading.

- Fertilisation caused a significant increase in the Mo accumulation of wheat, especially via dry matter production in nitrogen (N, NP, NPK) treatments.

- The soil in the experiment was able to supply sufficient molybdenum to satisfy the moderate Mo requirements of winter wheat, so it was not a yield-limiting factor.

Table 1. Effect of fertilisation on changes in the molybdenum concentrations ($\mu\text{g}/\text{kg}$) during the vegetation period of winter wheat (Nagyhörcsök, 1982; aboveground part). (1) Treatment. a) $\text{LSD}_{5\%}$; b) Mean. (2) Tillering. (3) Shooting. (4) Heading. (5) Flowering. (6) Milky ripening. (7) Full ripening. (8) Grain. (9) Straw. Treatments: 1. Control; 2. N; 3. P_1K_1 ; 4. NP_1 ; 5. NK_1 ; 6. NP_1K_1 ; 7. NP_2K_2 . N = 200 kg/ha; P_1 = 500 kg/ha; P_2 = 1000 kg/ha; K_1 = 500 kg/ha; K_2 = 1000 kg/ha; NS = non-significant.

Table 2. Effect of fertilisation on the specific Mo content and certain nutrient ratios during the shooting phenophase of winter wheat (May 6th). (Winter wheat,

cultivar Mv 8, Nagyhörcsök, 1982). (1) Control. (2) $LSD_{5\%}$. (3) Mean. A. Specific Mo content (in 1 t grain + by-products), mg.

Table 3. Effect of fertilisation on the molybdenum uptake of winter wheat (mg/ha). (Nagyhörcsök, 1982. (Aboveground part.)) (1)-(6): see Table 1. (7) Grain. (8) Full ripening. (9) Straw. (10) Total. Treatments: see Table 1.

Fig. 1. Mo accumulation of winter wheat (cultivar Mv 8, Nagyhörcsök, 1982) Vertical axis: Mo accumulation (g/ha). Horizontal axis: time (days).