

## A nitrogén, réz és molibdén kezelések hatása a tritikáléra

KÁDÁR Imre

MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest

### Bevezetés

Magyarországon a tritikále gyakorlatilag mindenütt megterem, és kiváló takarmányt adhat. Elterjedésével a jobb talajon termett kukorica vagy búza nagyobb része exportálható, valamint a fehérjeforrásul szolgáló szójaliszt importja mérsékelhető. Korábbi vizsgálataink szerint savanyú homoktalajon a magtermés N-tartalma 1,4–2,5% volt, azaz 9–16% nyersfehérjét tartalmazott részben az évektől, döntően azonban a trágyázástól függően (KÁDÁR & SZEMES, 1994; KÁDÁR et al., 1999). Hasonló eredményekről számol be Duna-Tisza közti meszes homokon beállított trágyázási kísérletében LÁSZTITY (1986).

Korábban LÁSZTITY (1984) összehasonlította a rozs és a tritikále szemtermésének ásványi összetételét egy NPK műtrágyázási kísérletben és megállapította, hogy a két növény makro- és mikroelem készlete érdemben nem tér el egymástól. A tritikále termése a trágyázatlan kontrollon  $1,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , az NPK-trágyázott területen  $3,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , míg ugyanitt a rozs  $2,4$  és  $3,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  magtömeget adott. Részletes vizsgálati eredményeket közölt a növény szárazanyagának gyarapodásáról és tápelem tartalmának változásáról is a tenyészidő folyamán, valamint az NPK kezelések függvényében, meszes homoktalajon végzett kísérletek során (LÁSZTITY, 1987–1988).

Ami az 1 t magtermés és a hozzá tartozó melléktermés fajlagos elemtartalmát illeti, LÁSZTITY és BICZÓK (1987–1988) az alábbi értékeket közölte, mint kísérleti átlagokat: 30 kg N, 11 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 24 kg  $\text{K}_2\text{O}$ , 4 kg Ca, 2 kg Mg, 300 g Fe, 98 g Mn, 35 g Zn és 10 g Cu. Legnagyobb szórásokat a N-készlet mutatta, mely a meszes homok kontroll és az NPK trágyázott területeken 24, illetve 32 kg volt.

A savanyú homoktalajon beállított nyírlugosi tartamkísérletünkben, a tritikále számára kedvező 1991-es évben 25–30 kg N, 10–12 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 18–24 kg  $\text{K}_2\text{O}$ , 2–3 kg Ca, 2 kg Mg, 70–140 g Fe, 200–600 g Mn, 45–80 g Zn és 7–11 g Cu fajlagosok adódtak (KÁDÁR & SZEMES, 1994).

A fenti adatokat összevetve látható, hogy míg a N, P, K és Cu fajlagosok átlagai közelállók a két eltérő termőhelyen, addig a meszes talajon nagyobb Ca és Fe, illetve kisebb Mn és Zn értékek jellemzők.

A fajlagos mikroelem-tartalmakat közvetlenül nem használjuk trágyaigény becslésére a szaktanácsadás során, hiszen a mikroelemek felvehetőségét általában

nem azok mennyisége a talajban, hanem egyéb talajtulajdonságok szabályozzák. A fontosabb makroelemek fajlagosai – elsősorban a N, a P és a K – viszont iránymutatóul szolgálhatnak.

A molibdén bár esszenciális elem, hiányát ritkán sikerül kimutatni növényben, állatban, illetve emberben, mert az élővilág rendkívül kis mennyiségben igényli. A túlsúlya jelenthet problémát. A talajban nem kötődik meg, így arid vidékeken a Na, B, Se és egyéb mobilis elemekkel együtt a feltalajban dúsul. A talaj/növény rendszer nem szűri ki. A növény hiperakkumulátorként halmozza fel a tömegárammal bejutó Mo-t. A takarmányban, illetve a legelőfűben található molibdén túlsúlya mérgezés, molibdenózist, a legelőhasmenés tünetegyüttesét okozza. A vizet áteresztő kilúgzásos talajokon nem lép fel Mo-toxicitás.

A Mo-toxicitás gyakran Cu-hiányként jelentkezik. Az optimális Cu/Mo aránya 5–10 között van. Ha ez az arány kettő alá süllyed, fennállhat a mérgezés potenciális veszélye. Luxusfelvételkor a Mo döntően vízoldható formában van a növényben, így gyorsan felszívódik az állati gyomorban. A növényre ez a luxusfelvétel nem mérgező. Tőzeget, lápos talajon a Cu a szerves anyaghoz erősen kötődik, míg a Mo nem tud kimosódni. Így valódi, abszolút Cu-hiányos és Mo-túlsúlyos növényzet fejlődik. A Mo koncentrációja akár nagyságrenddel meghaladhatja a réz koncentrációját a növényben.

A szokásos Mo-tartalom a növényekben  $0,1\text{--}2\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  közötti. Az egészségügyi maximum a takarmányban  $10\text{--}20\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (CHANEY, 1982; SAUERBECK, 1985; KLOKE et al., 1988). Humántoxikológiai szempontból viszonylag „békés” elemnek tekintik a molibdént, ivóvizekre nincs is határkoncentráció megadva.

Az 50/2001. (IV.3.) Korm. rendelet szerint mezőgazdasági felhasználás esetén a szennyvizekben  $0,02\text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , szennyvíziszapokban  $20\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a megengedett. A talaj ilyen módon  $0,2\text{ kg}\cdot(\text{ha}\cdot\text{év})^{-1}$  molibdénnel terhelhető, a szántott rétegben maximum  $7\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  összes Mo-tartalom eléréséig.

Megemlíthető még, hogy a Mo-toxicitás az antagonistá Cu és S elemek sóinak adagolásával gyógyítható. Az állati szervekben, főként a vesében és a májban, illetve a vérben felhalmozódó Mo döntően a vizelettel ürül.

### Anyag és módszer

A N x Cu kölcsönhatásokat vizsgáló kéttényezős kísérletet 1988 tavaszán állítottuk be az MTA ATK TAKI nagyhorcsöki kísérleti telepén. A kísérlet talaja löszön képződött meszes csernozjom, amely a kísérlet beállítása előtt 1988 március elején végzett talajvizsgálataink szerint mintegy 5% karbonátot és 3% humuszt tartalmazott a szántott rétegben.

A pH(KCl) 7,3, az AL- $\text{P}_2\text{O}_5$   $128\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , az AL- $\text{K}_2\text{O}$   $243\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , a KCl-Mg  $150\text{--}180\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Az EDTA-Mn  $127\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , az EDTA-Cu  $2\text{--}3\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , az EDTA-Zn  $1\text{--}2\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  értékekkel jellemezhetők. A feltalaj KCl-oldható  $\text{NH}_4\text{-N}$  és  $\text{NO}_3\text{-N}$  tartalma 9, illetve  $12\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . A BUZÁS és munkatársai (1979) által javasolt módszerek és határértékek alapján ezek az adatok a talaj jó Ca, Mg, K és Mn, kielégítő Cu, valamint gyenge P- és Zn-ellátottságáról tanúskodnak.

A talajvíz szintje 13–15 m mélyen helyezkedik el, a terület aszályérzékeny. Éghajlata az Alföldéhez hasonlóan szárazságra hajló, évi átlagos közép-hőmérséklete 11 °C, éves átlagos csapadékösszege 576 mm.

A kísérlet osztott parcellás (split-plot) elrendezésű 4N x 3Cu = 12 kezeléssel és három ismétléssel, összesen 36 parcellával. A parcellák mérete 4,9 x 15 = 73,5 m<sup>2</sup>. Az alaptrágyázás évente 100 kg·ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és 100 kg·ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O adagot jelentett szuperfoszfát és kálisó formájában. A nitrogént 25%-os pétisó (Ca-NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), a Cu trágyát 25,5%-os CuSO<sub>4</sub> x 5H<sub>2</sub>O formában alkalmaztuk.

A PK műtrágyákat és a N felét az elővetemény lucerna törésére szórtuk ki 1987 őszén és leszántottuk, míg a N másik felét és a CuSO<sub>4</sub> trágyát 1988 tavaszán, vetés előtt kevertük a talajba. Az 5. évben, 1992 tavaszán a 15 m hosszú parcellákat megfeleztük és egy 1 m-es úttal elválasztottuk. Az osztott parcellás kísérletünk három-tényezősé vált: 4N x 3Cu x 2Mo = 24 kezelés x 3 ismétlés = 72 parcella. A felezett parcellákra 48 kg·ha<sup>-1</sup> molibdént szórtunk ki kora tavasszal, a N-fejtrágyával egy időben. A Mo trágyát (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub> Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>x4H<sub>2</sub>O formában adagoltuk. A N és a Mo sókat a következő napok csapadéka a talajba mosta.

A vizsgált tényezők az alábbiak:

1. tényező (főparcellák):	2. tényező (alparcellák):	3. tényező (al-alparcellák):
N <sub>0</sub> = 0 kg N·ha <sup>-1</sup> ·év <sup>-1</sup>	Cu <sub>0</sub> = 0 kg Cu·ha <sup>-1</sup> ·év <sup>-1</sup>	Mo <sub>0</sub> = 0 kg Mo·ha <sup>-1</sup> ·év <sup>-1</sup>
N <sub>1</sub> = 100 kg N·ha <sup>-1</sup> ·év <sup>-1</sup>	Cu <sub>1</sub> = 50 kg Cu·ha <sup>-1</sup> ·év <sup>-1</sup>	Mo <sub>1</sub> = 4 g Mo·ha <sup>-1</sup> ·év <sup>-1</sup>
N <sub>2</sub> = 200 kg N·ha <sup>-1</sup> ·év <sup>-1</sup>	Cu <sub>2</sub> = 100 kg Cu·ha <sup>-1</sup> ·év <sup>-1</sup>	(1992 tavasza óta)
N <sub>3</sub> = 300 kg N·ha <sup>-1</sup> ·év <sup>-1</sup>		

#### A tartamkísérletben termesztett növények

A kísérlet 1. évében (1988-ban) tavaszi árpa, majd 1989-ben őszi búza, 1990-ben őszi árpa, 1991-ben kukorica, 1992-ben tritikále és 1993-ban burgonya volt a termesztett növény. Az N x Cu tartamkísérlet növényi sorrendje a 15 év folyamán az 1. táblázatban látható.

#### 1. táblázat

A N x Cu tartamkísérlet növényi sorrendje 1988 és 2002 között  
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

(1) Kísérlet éve	(2) Növényfaj (forgó)	(3) Fajta (hibrid)	(1) Kísérlet éve	(2) Növényfaj (forgó)	(3) Fajta (hibrid)
1988	a) tavaszi árpa	Opal	1996	i) lucerna	Szarvasi-1
1989	b) őszi búza	MV-15	1997	i) lucerna	Szarvasi-1
1990	c) őszi árpa	MV-35	1998	i) lucerna	Szarvasi-1
1991	d) kukorica	Pi 3732	1999	i) lucerna	Szarvasi-1
1992	e) tritikále	Presto	2000	j) repce	Wester
1993	f) burgonya	Desirée	2001	k) mák	Kék Duna
1994	g) zab	Leanda	2002	l) napraforgó	IHNK hibrid
1995	h) rozs	Kisvárdai-1	2003	a) tavaszi árpa	Orbit

*Mintavétel és laboratóriumi vizsgálatok*

A tritikále vetésére 1991. október 30-án került sor. Az állományt április végén (bokrosodásban) bonitáltuk fejlettségre (1–5 skálán). Ezzel egy időben a hajtás mintavételére is sor került 4-4 fm parcellánkénti földfeletti anyag begyűjtésével. Aratáskor a parcellák nettó területéről ( $7 \times 2,1 = 14,7 \text{ m}^2$ ) kombájnolt csíkok termése került betakarításra. A parcellák nettó területéről bokrosodás végén és aratás előtt (július 21-én) 4-4 fm, azaz  $0,5 \text{ m}^2$  területről földfeletti növénymintákat vettünk a kémiai analízis, a tömegmérés, az aratáskori szem/szalma, illetve a szem/pelyva arányának meghatározásához. Az 1000-szem súlyát  $4 \times 500$  db mag mérésével állapítottuk meg, szintén parcellánként. A kísérletben alkalmazott agrotechnikai műveletekről és módszertani beavatkozásokról, illetve megfigyelésekről a 2. táblázat nyújt áttekintést.

Az elővetemény kukorica 1991-ben a talajt meglehetősen kiszáritotta. Még az 1991-es év októberében 90 mm, novemberben 52 mm, illetve decemberben 17 mm eső esett. Ezt követően 1992 januárjában nem volt csapadékesemény, míg februárban 11 mm, márciusban 26 mm, áprilisban 18 mm, májusban 9 mm és júniusban 156 mm volt a csapadék. A száraz tavasz után a június első felében hullott bőséges csapadékot a tritikále hasznosítani tudta.

*2. táblázat*

Agrotechnikai műveletek és megfigyelések a tritikále kísérletben 1992-ben  
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhorcsök, Mezőföld)

(1) Műveletek megnevezése	(2) Időpontja	(3) Módszertani megjegyzések
Őszi műtrágyázás (N, P, K)	1991.10.28.	Parcellánként kézzel
Szántás (0–20 cm)	1991.10.28.	MTZ-50 + Lajta eke
Gyűrűshengerezés	1991.10.28.	MTZ-50 + gyűrűshenger
Vetőágykészítés	1991.10.30.	MTZ-50 + tárcsa és kombinátor
Vetés és hengerezés	1991.10.30.	MTZ-50 + Lajta vetőgép
Hengerezés, magtakarás	1991.10.30.	MTZ-50 + simahenger
Kelés, állomány sorol	1991.11.20.	Egységesen az egész kísérletben
Tavaszi N és Mo-trágyázás	1992.03.30.	Parcellánként kézzel
Bonitalás állományra	1992.04.28.	Parcellánként, 1–5 skálán
Növénymintavétel bokrosodáskor	1992.04.28.	Hajtás 4 fm parcellánként
Állomány virágzik	1992.06.01.	Egységesen az egész kísérletben
Kísérleti bemutató	1992.06.09.	Szakmai, országos részvétellel
Mintakéve aratáskor	1992.07.21.	Nettó parcellánként $4-4 \text{ fm} = 0,5 \text{ m}^2$
Kombájn aratás	1992.07.21.	Parcellánként $7 \times 2,1 = 14,7 \text{ m}^2$
Ezerszem számlálása	1992.08.10.	Parcellánként $4 \times 500$ szem
Mintakévek cséplése	1992.08.17.	Parcellánkénti cséplés
Minták örlése, analízise	1992.09.10.	Átlagminták parcellánként

*Megjegyzés:* Presto fajta elvetve  $5-7 \text{ cm}$  mélyre,  $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ; illetve  $60-70 \text{ db} \cdot \text{fm}^{-1}$  vetőmagnormával

A tenyészidő kilenc hónapja alatt, október és június között, 379 mm csapadékkal rendelkezett az állomány. A maximális hőmérséklet is mérsékelt maradt 20–25 °C intervallumban, mely kedvezett a szemképződésnek.

A mintakévék mérése, szárítása, cséplése, őrlése a kísérleti telepen történt. A növényi anyagokat 40–50 °C-on szárítottuk, majd finomra őrltük. A minták laboratóriumi előkészítése a kísérleti telepen történt. A laboratóriumi vizsgálatokat az MTA ATK Talajtani és Agrokémiai Intézetben végeztük az alább ismertetett módszerekkel:

Növényelemzés: A bemért 0,5 g légszáraz anyaghoz 5 cm<sup>3</sup> cc.HNO<sub>3</sub> + 1 cm<sup>3</sup> cc.H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> adagolása, majd 15 perces roncsolás a mikrohullámú berendezésben. Az ásványi elemek mérése ICP-AES készüléken. A N-tartalom meghatározása: 0,5 g légszáraz anyaghoz 10 cm<sup>3</sup> cc.H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + cc.H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> szükség szerint adagolva, a módosított KJELDAHL (1891) eljárással (MSZ 20135:1999).

Talajelemzés: A KCl + EDTA oldható Cu-tartalmat, valamint az 1 mol·l<sup>-1</sup> KCl-kicserélhető NH<sub>4</sub>-N és NO<sub>3</sub>-N tartalmakat a MÉM NAK (1978) szerint, illetve BARANYAI és munkatársai (1987) által ismertetett eljárásokkal vizsgáltuk.

Az NH<sub>4</sub>-acetát + EDTA oldható ásványi elemeket a LAKANEN és ERVIÖ (1971), a humuszt a TYURIN (1937), az ammoniumlaktát + ecetsav oldható elemeket az EGNÉR és munkatársai (1960) által ismertetett módszerekkel, az összes N-t a módosított KJELDAHL (1891) eljárással (ISO 11261:1995) határoztuk meg.

### Eredmények

A 3. táblázat adatai szerint a 100 kg·(ha·év)<sup>-1</sup> N-trágyázás hatékonyan mutatkozott; a kontrollhoz viszonyítva fejlettebb állományt, nagyobb hajtástömeget, magasabb virágzáskori növényzetet eredményezett. A nitrogén-túlsúllyal mérséklődött a hajtás légszárazanyag-tartalma, azaz vízben dúsabb, élettanilag fiatalabb, aktívabb szövetek képződtek.

#### 3. táblázat

N-trágyázás hatása a tritikále fejlődésére 1992-ben  
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

(1) N-szintek	(2) Bonitálás*	(3) Friss hajtás	(4) Légszáraz hajtás	(5) Légszáraz anyag	(6) Magasság**
kg·(ha·év) <sup>-1</sup>	április 28.	t·ha <sup>-1</sup>	t·ha <sup>-1</sup>	%	cm
0	2,2	3,92	0,62	15,8	85
100	4,3	8,26	1,18	14,3	92
200	4,2	9,11	1,24	13,6	88
300	4,2	9,56	1,30	13,6	89
a) Átlag	3,7	7,56	1,08	14,3	88
b) SzD <sub>5%</sub>	1,0	1,13	0,16	0,9	5

Megjegyzés: \*Bonitálás: 1 = igen gyengén és 5 = igen jól fejlett állomány; \*\*Virágzáskor

## 4. táblázat

N-trágyázás hatása a tritikále termésére aratáskor 1992-ben  
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

(1) N-szintek	(2) Ezermag tömeg	(3) Szalma	(4) Pelyva	(5) Szem	(6) Együtt
kg·(ha·év) <sup>-1</sup>	g	t·ha <sup>-1</sup>			
0	3,40	1,27	4,10	8,8	3,40
100	4,55	1,59	5,72	11,9	4,55
200	4,67	1,59	5,78	12,0	4,67
300	4,59	1,52	5,49	11,6	4,59
a) Átlag	4,30	1,49	5,27	11,1	4,30
b) SzD <sub>5%</sub>	0,25	0,08	0,25	0,5	0,25

A pozitív N-hatás aratás idején is kimutatható volt a szem és a szalma termésében. A 200 és 300 kg·(ha·év)<sup>-1</sup> N-adagok már a termést nem növelték, de termésnövekedést sem okoztak.

A főtermés/melléktermés aránya kb. 1,1 volt. Az összes földfeletti légszáraz biomassa tömege maximálisan 12 t·ha<sup>-1</sup> mennyiséget ért el. A réz és a molibdén kezelések a termés alakulását nem befolyásolták (4. táblázat).

Az emelkedő N-adagokkal látványosan változott egy sor elem koncentrációja a fiatal hajtásban, kimutatható a N, K, Ca, Mg, S, Na, Ni és a NO<sub>3</sub>-N akkumulációja. Ez alól kivételt csupán a Ba képez. A N-túlsúlyt, a luxusfelvételt jól mutatja a NO<sub>3</sub>-N felhalmozódása, mely csaknem hétszeresére ugrik a 300 kg·(ha·év)<sup>-1</sup> N-terhelésnél a kontrollhoz viszonyítva (5. táblázat).

## 5. táblázat

A N-szintek hatása a tritikále bokrosodáskori hajtásának elemtartalmára 1992. április 28-án  
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

(1) N-szintek	N	K	Ca	Mg	S	Na	Ba	NO <sub>3</sub> -N	Ni
kg·ha <sup>-1</sup> ·év <sup>-1</sup>	%					mg·kg <sup>-1</sup>			
0	2,28	2,66	0,59	0,10	0,22	60	7,4	0,4	0,4
100	3,57	3,18	0,60	0,13	0,30	173	5,8	0,7	0,5
200	4,08	3,64	0,63	0,15	0,35	212	5,7	2,1	1,0
300	4,22	3,73	0,64	0,15	0,35	206	4,7	2,7	1,4
a) Átlag	3,54	3,30	0,61	0,13	0,30	163	5,9	1,5	0,8
b) SzD <sub>5%</sub>	0,30	0,33	0,05	0,02	0,03	35	1,0	0,4	1,0

Megjegyzés: Átlagos elemtartalom: P 0,32%, Mn 110 mg·kg<sup>-1</sup>, Zn 13 mg·kg<sup>-1</sup>, Cu 5 mg·kg<sup>-1</sup>, a B 3 mg·kg<sup>-1</sup>, Mo 0,1mg·kg<sup>-1</sup>. BERGMANN (1992) szerint az őszi búza bokrosodás végi hajtásának optimális összetétele: 2,3–3,8% N; 3,3–4,5% K; 0,35–1,00% Ca; 0,25–0,50% P; 0,10–0,23% Mg; 30–100 mg Mn·kg<sup>-1</sup>, 20–70 mg Zn·kg<sup>-1</sup>, 5–10 mg·kg<sup>-1</sup> B és Cu, illetve 0,1–0,3 Mo mg·kg<sup>-1</sup>

Mint ismert, a  $\text{NO}_3\text{-N}$  tartaléktápanyagot jelent a növényi szövetben a fehérjeképzés számára. Kiemelkedő még a Na- és a Ni-tartalom, mely elemek mennyisége szintén több mint háromszorosára emelkedett a N-kínálattal (5. táblázat).

A N-kínálat illetően hatása leginkább az aratáskori szalma összetételén követhető nyomon; igazolhatóan nőtt a K, N, Ca, S, Mg, P, Na, Mn, Ba, Sr és B koncentrációja a szalmában (6. táblázat).

6. táblázat

N-szintek hatása a tritikále szalma és a szem elemtartalmára 1992-ben  
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

(1) N-szintek*	(2) Szalma							
	K	N	Ca	S	Mg	P	Na	Mn
	%				$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$			
0	0,89	0,35	0,29	0,11	590	450	55	33
100	1,13	0,38	0,39	0,16	760	540	150	36
200	1,28	0,46	0,47	0,18	820	600	198	41
300	1,26	0,50	0,51	0,19	820	630	195	43
a) Átlag	1,14	0,42	0,42	0,16	750	560	149	38
b) $\text{SzD}_{5\%}$	0,09	0,05	0,05	0,03	110	100	41	6
(1) N-szintek*	(2) Szalma				(3) Szem		(3) Szem	
	Ba	Sr	B	Pb	N	S	Ca	Mn
	$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$				%		$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	
0	20	12	0,9	0,09	2,15	0,10	430	34
100	24	16	1,3	0,11	3,23	0,11	470	36
200	28	19	2,0	0,43	3,06	0,12	500	38
300	25	19	2,0	0,82	3,38	0,13	600	35
a) Átlag	24	17	1,6	0,36	2,95	0,12	500	36
b) $\text{SzD}_{5\%}$	3	3	0,6	0,24	0,39	0,01	70	2

Megjegyzés: N-szintek,  $\text{kg}\cdot(\text{ha}\cdot\text{év})^{-1}$

Nem magyarázható azonban az Pb-tartalom ugrásszerű emelkedése. A generatív szemtermés genetikailag védettebb, míg a szalma vagy a fiatal hajtás az elemek tárolója. A szemtermésben csak négy elem, a N, a S, a Ca és a Mn mérsékelt emelkedése volt igazolható mértékű. Amint a 6. táblázatban látható, míg a szalmában a Ca mennyisége alapján makroelemnek minősül, a szemben mikroelemnek. Bár a Cu és a Mo a termések tömegét nem befolyásolta, a N x Cu és N x Mo kölcsönhatások az adott elem felvételében megnyilvánultak. Mind a nitrogén, mind a réz kezelések növelték a hajtás, a szalma és a szem Cu-tartalmát. A N-trágyázás nélkül a növényi szövetek rézkoncentrációja igazolhatóan nem változik a Cu-terhelés hatására (7. táblázat).

7. táblázat  
N x Cu és N x Mo hatások a tritikále Cu-, illetve Mo-tartalmára 1992-ben  
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

(1) Cu-szint	(2) N-szintek				(3) Átlag	(4) SzD <sub>5%</sub>
	0	100	200	300		
kg·ha <sup>-1</sup>	kg·(ha·év) <sup>-1</sup>					
<i>A. Cu-tartalom a hajtás bokrosodásakor*, mg·kg<sup>-1</sup></i>						
0	4,6	6,3	6,6	6,9	6,1	2,0
50	5,8	7,2	8,5	9,3	7,7	
100	5,7	7,8	9,4	9,8	8,1	
a) Átlag	5,4	7,1	8,2	8,7	7,3	1,0
b) SzD <sub>5%</sub>	1,7				0,9	
<i>B. A szalma Cu-tartalma aratáskor**, mg·kg<sup>-1</sup></i>						
0	1,3	1,9	1,9	2,1	1,8	1,0
50	1,1	2,1	2,5	3,0	2,2	
100	1,3	2,2	3,0	3,2	2,4	
a) Átlag	1,2	2,1	2,5	2,8	2,1	0,5
b) SzD <sub>5%</sub>	0,4				0,2	
<i>C. A szem Cu-tartalma aratáskor**, mg·kg<sup>-1</sup></i>						
0	3,6	4,0	4,1	4,1	4,0	0,7
50	4,1	4,9	4,6	4,4	4,5	
100	3,9	4,6	4,6	4,5	3,3	
a) Átlag	3,9	4,5	4,4	4,4	4,3	
b) SzD <sub>5%</sub>	0,6				0,3	
(5) Mo-szint	(2) N-szintek				(3) Átlag	(4) SzD <sub>5%</sub>
	0	100	200	300		
kg·ha <sup>-1</sup>	kg·(ha·év) <sup>-1</sup>					
<i>D. A szalma Mo-tartalma aratáskor**, mg·kg<sup>-1</sup></i>						
0	< 0,10	0,10	0,10	0,11	0,10	-
48	85	105	139	130	115	18
<i>E. A szem Mo-tartalma aratáskor**, mg·kg<sup>-1</sup></i>						
0	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,4
48	12,9	17,1	19,7	20,1	17,4	1,3

Megjegyzés: \* április 28; \*\* július 21

A molibdén-trágyázott talajon a szalma Mo-készlete három nagyságrenddel dúsul, hiperakkumulációt jelezve. A nitrogénkínálattal a Mo-akkumuláció mintegy 50%-kal nőtt. A szemtermés Mo-készlete pedig két nagyságrenddel nőtt a molibdén kezelések eredményeképpen.



A képződött növényi termékek emberi vagy állati fogyasztásra, takarmányozásra egyaránt alkalmatlanná váltak, hiszen a nemzetközi szakirodalom általában a 10–20 mg·kg<sup>-1</sup> feletti Mo-tartalmat már egészségügyi maximumot meghaladó értéknek tekinti (CHANEY, 1982; SAUERBECK 1985; KLOKE et al., 1988).

## 8. táblázat

A tritikále átlagos elemtartalma a kísérletben 1992-ben  
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

(1) Elem	(2) Mérték- egység	(3) Elemtartalom		
		(4) Hajtás	(5) Szalma	(6) Szem
N	%	3,54	0,42	2,95
K	%	3,30	1,14	0,34
Ca	%	0,61	0,42	0,05
S	%	0,30	0,16	0,12
P	%	0,32	0,06	0,39
Mg	%	0,13	0,08	0,12
Na	mg·kg <sup>-1</sup>	163	149	31
Fe	mg·kg <sup>-1</sup>	104	74	25
Mn	mg·kg <sup>-1</sup>	110	38	36
Al	mg·kg <sup>-1</sup>	34	32	< 1
Sr	mg·kg <sup>-1</sup>	19	17	2
Zn	mg·kg <sup>-1</sup>	13	9	22
Ba	mg·kg <sup>-1</sup>	6	24	< 1
Cu	mg·kg <sup>-1</sup>	7	2	4
B	mg·kg <sup>-1</sup>	3,13	1,57	0,02
Ni	mg·kg <sup>-1</sup>	0,82	0,02	0,58
Cd	mg·kg <sup>-1</sup>	0,49	< 0,01	0,03
Mo	mg·kg <sup>-1</sup>	0,19	0,10	0,23

*Megjegyzés:* A hajtás esetében átlagosan 1,08 t·ha<sup>-1</sup>, 5,79 t·ha<sup>-1</sup> szalmatermés (pelyvával), illetve 5,27 t·ha<sup>-1</sup> szem mennyiséggel számolva; Az As, Co, Cr, Hg, Pb, illetve a Se általában mérés határ alatti (< 0,1 mg·kg<sup>-1</sup>); A Mo-tartalom a szennyezetlen talajon kiemelkedő

A tritikále átlagos elemtartalmát tekintve megállapítható, hogy a legtöbb vizsgált elem főként a fiatal hajtásban dúsult fel a legnagyobb mennyiségben. A szemtermésben a P- és a Zn-tartalom és a szennyezetlen talajon a Mo-koncentráció kiemelkedő. Az egyéb vizsgált elemek tekintetében a szalma gazdagabb, illetve az említett fiatal hajtás a leggazdagabb. Az As, Co, Cr, Hg, Pb és Se-tartalom minden növényi részben általában 0,1 mg·kg<sup>-1</sup> mérés határ körüli, vagy az alatti (8. táblázat).

A 9. táblázat a tritikále elemfelvételét mutatja be a kísérlet átlagában. Látható, hogy már a bokrosodás végén mért hajtás is jelentős N és K elemet akumulált, mely az aratáskori felvétel 42%-át érte el a K, illetve 23%-át a N esetében, annak ellenére, hogy a szárazanyag tömege az aratáskorinak kevesebb, mint 10%-a.

9. táblázat  
A tritikále átlagos elemfelvétele a kísérletben 1992-ben  
(Mészlepedékes csernozjom vályogtalaj, Nagyhörcsök, Mezőföld)

(1) Elem	(2) Mérték- egység	(3) Hajtás (április 28)	(5) Elemfelvétel aratáskor*			
			(6) Szalma + pelyva	(7) Szem	(8) Együtt	(9) Fajlagos**
N	kg·ha <sup>-1</sup>	40,4	24,3	152,8	177	33,6
K	kg·ha <sup>-1</sup>	35,6	66,0	17,9	84	15,9
Ca	kg·ha <sup>-1</sup>	6,6	24,3	2,6	27	5,1
P	kg·ha <sup>-1</sup>	3,4	3,5	20,6	24	4,6
S	kg·ha <sup>-1</sup>	3,2	9,3	6,3	16	3,0
Mg	kg·ha <sup>-1</sup>	1,4	4,6	6,3	11	2,1
Na	g·kg	176	863	163	1026	195
Fe	g·kg	112	428	132	560	106
Mn	g·kg	119	220	190	410	78
Al	g·kg	37	185	< 5	185	35
Sr	g·kg	21	93	11	104	20
Zn	g·kg	14	52	116	168	32
Ba	g·kg	6	138	< 5	138	26
Cu	g·kg	8	12	21	33	6
B	g·kg	3,4	9,1	0,1	9,2	1,7
Ni	g·kg	0,9	0,1	3,1	3,2	0,6
Cd	g·kg	0,5	< 0,1	0,2	0,2	< 0,1
Mo	g·kg	0,2	0,3	6,5	6,8	1,3

Megjegyzés: \* július 21; \*\* Az 1 t szem + a hozzátartozó melléktermés elemtartalma; A hajtás 1,08 t·ha<sup>-1</sup>, a pelyvás szalma 5,79 t·ha<sup>-1</sup>, illetve a szem 5,27 t·ha<sup>-1</sup> átlagterméssel számolva; Az As, Co, Cr, Hg, Pb, Se általában < 1 g·ha<sup>-1</sup>, mérés határ alatti

A fiatal hajtás erőteljesen halmozta fel a tápelemeket a későbbi szárba-szökés/megnyúlás számára. Másrészt az előregedő növényzet sok tápelemet veszített a lehulló levélzettel, illetve a K kimosódásával a levelekből. Ez utóbbira magyarázattal szolgálhat, hogy a K nem szerkezeti elem, így nem védett a kilúgzástól. A 11 t·ha<sup>-1</sup> légszáraz földfeletti biomasszába 177 kg N, 24 kg P, 84 kg K, illetve 27 kg Ca, 16 kg S és 11 kg Mg épült be. A fajlagos, azaz az 1 t szem + a hozzátartozó melléktermés úgynevezett fajlagos elemtartalma kereken 34 kg N, 19 kg K<sub>2</sub>O, 10–11 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 7 kg CaO, 3–4 kg MgO volt.

Adataink felhasználhatók a tritikále tervezett termése elemszükségletének számításakor a szaktanácsadásban. Megemlíthető, hogy ebben a kísérletben a fajlagos N-, Ca- és Mg-tartalom emelkedett. Ez logikailag a nitrogén kezeléseknél, illetve a meszes talajú termőhelynek tulajdonítható.

## Összefoglalás

1992-ben mészlepedékes csernozjom vályogtalajon beállított szabadföldi kísérletben vizsgáltuk a nitrogén, réz és molibdén elemek közötti kölcsönhatásokat tritikálével. A termőhely talaja a szántott rétegben 3% humuszt, 5% körüli karbonátot és 20% körüli agyagot tartalmazott. A talajelemzések alapján a terület jó Ca-, Mg-, K- és Mn-, kielégítő Cu-, valamint gyenge-közepes P- és Zn-ellátottságú volt. A talajvíz 13–15 m mélyen található, a terület aszályérzékeny. A tenyészidő kilenc hónapja alatt azonban 379 mm eső hullott, közepes csapadékellátottságot biztosítva a tritikálénak. A kísérletet  $4N \times 3Cu = 12$  kezelés  $\times$  3 ismétlés = 36 parcellával állítottuk be osztott parcellás (split-plot) elrendezéssel. A N-trágyázás 0, 100, 200, 300  $kg \cdot ha^{-1}$ , a Cu-trágyázás 0, 50 és 100  $kg \cdot ha^{-1}$  adagokat jelentett  $Ca-NH_4NO_3$ , illetve  $CuSO_4$  formájában. A kísérlet ötödik évében a 15 m hosszú parcellákat megfizeltük és 1 m-es úttal elválasztottuk. A kísérlet így sávos split-plot elrendezésűvé vált 72 parcellával ( $4N \times 3Cu \times 2Mo = 24$  kezelés  $\times$  3 ismétlés). A 48  $kg \cdot ha^{-1}$  molibdént  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$  formában alkalmaztuk.

A vizsgálat fontosabb eredményei az alábbiakban foglalhatóak össze.:

- A 100  $kg \cdot (ha \cdot év)^{-1}$  N-adagok a szemtermést 4,1  $t \cdot ha^{-1}$ -ről 5,7  $t \cdot ha^{-1}$ -ra növelték, míg az ennél nagyobb adagú N-, Cu- és a Mo-trágyázás is hatástalan maradt.
- Levéldiagnosztikai szempontból a BERGMANN (1992) által az őszi búzára javasolt optimális elemtartalom értékek (2,3–3,8% N, 3,3–4,5% K, 0,35–1,00% Ca, 0,25–0,50% P, illetve 0,10–0,23% Mg) megfelelő alapot jelenthetnek a tritikále tápláltsági állapotának megítéléséhez, a bokrosodásvégi hajtás összetétele alapján.
- A bőséges nitrogénkínálattal látványosan emelkedett a betakarításkori szalma N, K, Ca, Mg, S, P, Na, Mn, Ba, Sr, B és Pb koncentrációja. A szemtermés esetében a N, S, Ca és Mn beépülését a N-trágyázás igazolhatóan serkentette.
- A N  $\times$  Cu kezelések nyomán megkétszereződött a hajtás és a szalma N-készlete. A Mo-trágyázott talajon a szalmában három, a szemben két nagyságrenddel nőtt meg a Mo-koncentráció. A N-kínálattal a beépült Mo mennyisége további 50%-kal emelkedett.
- A 11  $t \cdot ha^{-1}$  légszáraz földfeletti biomaszába kerekén 177 kg N, 84 kg K, 27 kg Ca, 24 kg P, 16 kg S és 11 kg Mg épült be. Az 1 t szem + a hozzátartozó melléktermés úgynevezett fajlagos elemtartalma átlagosan az alábbiak szerint alakult.: 34 kg N, 19 kg  $K_2O$ , 10–11 kg  $P_2O_5$ , 7 kg CaO, 3–4 kg MgO.

Adataink orientálhatják a szaktanácsadást a tervezett tritikále termés elemszükségletének számításakor.

**Kulcsszavak:**  $N \times Cu \times Mo$  kölcsönhatások, szabadföldi kísérlet, tritikále, csernozjom talaj

## Irodalom

BARANYAI F., FEKETE A. & KOVÁCS I., 1987. A magyarországi talaj tápanyagvizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

- BERGMANN, W., 1992. Nutritional Disorders of Plants. G. Fischer Verlag. Jena, Stuttgart. New York.
- BUZÁS I. et al. (Szerk.), 1979. Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- CHANEY, R. L., 1982. Fate of toxic substances in sludge applied to cropland. In: Proc. Int. Symp. "Land Application of Sewage Sludge". (Ed.: CANALI et al.) 259–324). Tokyo. Japan.
- EGNÉR, H., RIEHM, H. & DOMINGO, W. R., 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K-Lantbr. Högsk. Ann. **26**. 199–215.
- KÁDÁR I. & KASTORI R., 2006. Mikroelem-terhelés hatása a tritikále termésére és elemfelvételére karbonátos csernozjom talajon. Agrokémia és Talajtan. **55**. (2) 449–460.
- KÁDÁR I. & SZEMES I., 1994. A nyírlugosi tartamkísérlet 30 éve. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest.
- KÁDÁR I., NÉMETH T. & SZEMES I., 1999. Tritikále trágyareakciója a nyírlugosi tartamkísérletben. Növénytermelés. **48**. 647–661.
- KJELDAHL, J., 1891. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. Zeitschrift für Analytische Chemie. **22**. 366–382.
- KLOKE et al., 1988. Das Drei-Bereiche-System für die Beurteilung von Böden mit Schadstoffbelastung. VDLUFA Schriftenreihe 28/2. Kongressband 1117–1127. VDLUFA-Verlag. Darmstadt.
- LAKANEN, E. & ERVIÖ, R., 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available microelements in soils. Acta Agraria Fennica. **123**. 223–232.
- LÁSZTITY B., 1984. Az NPK-műtrágyázás hatása az őszi rozs és a tritikále szemtermésének néhány beltartalmi jellemzőjére. Agrokémia és Talajtan. **33**. 391–402.
- LÁSZTITY B., 1986. Néhány elem koncentrációjának változása az őszi rozsban és tritikáléban a tenyésztési folyamán. Agrokémia és Talajtan. **35**. 85–94.
- LÁSZTITY B., 1987–1988. A műtrágyázás hatása a tritikále szárazanyag felhalmozására és tápelemtartalmára. Agrokémia és Talajtan. **36–37**. 191–208.
- LÁSZTITY B. & BICZÓK GY., 1987–1988. A műtrágyázás hatása a tritikále tápelemfelvételének dinamikájára. Agrokémia és Talajtan. **36–37**. 177–190.
- MÉM NAK 1978. A TVG tápanyagvizsgáló laboratórium módszerfüzete. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- SAUERBECK, D., 1985. Funktionen, Güte und Belastbarkeit des Bodens aus agriculturchemischer Sicht. Materialien zur Umweltforschung. Kohlhammer Verlag. Stuttgart.
- TYURIN, I. V., 1937. Organicseszkoe vesesesztvo pocsvü. Szel'hozgiz. Moszkva.

*Érkezett: 2015. augusztus 28.*

## Effect of nitrogen, copper and molybdenum treatments on triticale

I. KÁDÁR

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

### Summary

Interactions between the elements N, Cu and Mo were analysed in triticale in 1992 in field experiments set up on chernozem loam soil with lime deposits. The ploughed layer of the soil contained 3% humus, around 5% CaCO<sub>3</sub> and around 20% clay. Soil analysis showed that the area was well supplied with Ca, Mg, K and Mn had satisfactory Cu content, but was only poorly or moderately supplied with P and Zn. The groundwater depth was 13–15 m and the area was prone to drought. The experiment was originally set up in a split-plot design with 4N × 3Cu = 12 treatments in three replications, giving a total of 36 plots. The N rates, applied as calcium ammonium nitrate, were 0, 100, 200 and 300 kg·ha<sup>-1</sup> and the Cu rates, in the form of CuSO<sub>4</sub>, were 0, 50 and 100 kg·ha<sup>-1</sup>. In the 5<sup>th</sup> year of the experiment the 15 m plots were divided and the two half-plots were separated by a 1 m path. The experiment thus became a strip-split-plot design, consisting of 4N × 3Cu × 2Mo = 24 treatments in three replications, giving a total of 72 plots. The 48 kg·ha<sup>-1</sup> Mo was applied in the form of (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> × 4H<sub>2</sub>O. The main results were as follows:

– During the 9-month growing season there was 379 mm rain, representing moderate rainfall supplies for triticale. An annual N rate of 100 kg·ha<sup>-1</sup> increased the grain yield from 4.1 t·ha<sup>-1</sup> to 5.7 t·ha<sup>-1</sup>, but neither higher N rates nor Cu or Mo fertilisation had any further effect.

– For the purposes of leaf analysis, the optimum element contents recommended by BERGMANN (1992) for winter wheat could be suitable for estimating the nutritional status of triticale, based on the composition of the shoots at the end of tillering: 2.3–3.8% N, 3.3–4.5% K, 0.35–1.00% Ca, 0.25–0.50% P and 0.10–0.23% Mg.

– Plentiful N supplies led to a steep rise in the concentration of the elements N, K, Ca, Mg, S, P, Na, Mn, Ba, Sr, B and Pb in the straw at harvest. In the case of the grain yield, the incorporation of N, S, Ca and Mn was significantly enhanced by N fertilisation.

– In response to N × Cu treatments the N content of the shoots and straw was doubled. On Mo-fertilised soil the Mo concentration increased by three orders of magnitude in the straw and two in the grain. As the N rate increased the quantity of Mo incorporated rose by a further 50%.

– Around 177 kg N, 84 kg K, 27 kg Ca, 24 kg P, 16 kg S and 11 kg Mg was incorporated into the 11 t·ha<sup>-1</sup> air-dry aboveground biomass. The specific nutrient content associated with 1 t grain + associated by-products averaged 34 kg N, 19 kg K<sub>2</sub>O, 10–11 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 7 kg CaO and 3–4 kg MgO. These data could serve as guidelines for fertilisation advisory services in calculating the nutrient requirements of the planned triticale yield.

*Table 1.* Crop sequence in the long-term N × Cu experiment between 1988 and 2002 (Chernozem loam soil with lime deposits, Nagyhörcsök, Mezőföld). (1) Year. (2) Crop species (rotation). (3) Cultivar/hybrid. a) Spring barley; (b) Winter wheat; c) Winter

barley; d) Maize; e) Triticale; f) Potato; g) Oats; h) Rye; i) Alfalfa; j) Rape; k) Poppy; l) Sunflower.

*Table 2.* Technological operations and observations in the triticale experiment in 1992 (Chernozem loam soil with lime deposits, Nagyhörscsök, Mezőföld). (1) Technological operations. (2) Date. (3) Other comments. *Remarks:* The cultivar Presto was sown at a depth of 5–7 cm with a seed norm of  $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , i.e.  $60\text{--}70 \text{ seeds} \cdot \text{m}^{-1}$ .

*Table 3.* Effect of N fertilisation on the development of triticale in 1992 (Chernozem loam soil with lime deposits, Nagyhörscsök, Mezőföld). (1) N levels,  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ . (2) Scoring on Apr. 28. (3) Fresh shoots,  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . (4) Air-dry shoots,  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . (5) Air-dry matter, %. (6) Height, cm. a) Mean; b)  $\text{LSD}_{5\%}$ . *Note:* \*Scoring: 1= very poorly developed, 5 = very well developed stand. \*\*At flowering.

*Table 4.* Effect of N fertilisation on the yield of triticale at harvest in 1992 (Chernozem loam soil with lime deposits, Nagyhörscsök, Mezőföld). (1) N levels,  $\text{kg} \cdot (\text{ha} \cdot \text{year})^{-1}$ . (2) Thousand-kernel weight, g. (3) Straw,  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . (4) Husks,  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . (5) Grain,  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . (6) Together,  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . a) Mean; b)  $\text{LSD}_{5\%}$ .

*Table 5.* Effect of N levels on the element contents of triticale shoots at tillering on 28 Apr. 1992 (Chernozem loam soil with lime deposits, Nagyhörscsök, Mezőföld). (1) N rate,  $\text{kg} \cdot (\text{ha} \cdot \text{year})^{-1}$ . a) Mean; b)  $\text{LSD}_{5\%}$ . *Remarks:* The following mean values were recorded for other elements: P 0.32%, Mn  $110 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , Zn  $13 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , Cu  $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , B  $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , Mo  $0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . According to BERGMANN (1992) winter wheat has the following optimum composition at the end of tillering: 2.3–3.8% N, 3.3–4.5% K, 0.35–1.00 Ca, 0.25–0.50% P, 0.10–0.23% Mg, 30–100  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  Mn, 20–70  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  Zn, 5–10  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  B and Cu, 0.1–0.3  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  Mo.

*Table 6.* Effect of N levels on the element contents of triticale straw and grain in 1992 (Chernozem loam soil with lime deposits, Nagyhörscsök, Mezőföld). (1) N levels,  $\text{kg} \cdot (\text{ha} \cdot \text{year})^{-1}$ . (2) Straw. (3) Grain. a) Mean; b)  $\text{LSD}_{5\%}$ .

*Table 7.* N  $\times$  Cu effects on the Cu content and N  $\times$  Mo effects on the Mo content of triticale in 1992 (Chernozem loam soil with lime deposits, Nagyhörscsök, Mezőföld). (1) Cu level,  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . (2) N levels,  $\text{kg} \cdot (\text{ha} \cdot \text{year})^{-1}$ . (3) Mean. (4)  $\text{LSD}_{5\%}$ . (5) Mo level,  $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . a) Mean; b)  $\text{LSD}_{5\%}$ . A) Cu content of shoots at tillering. B) Cu content of straw at harvest. C) Cu content of grain at harvest. D) Mo content of straw at harvest. E) Mo content of grain at harvest. *Note:* \* on 21 Jul.; \*\* on 28 Apr.

*Table 8.* Element contents of triticale, averaged over the experiment in 1992 (Chernozem loam soil with lime deposits, Nagyhörscsök, Mezőföld). (1) Element. (2) Units. (3) Element content. (4) Shoots. (5) Straw. (6) Grain. *Remarks:* Mean yields of  $1.08 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  shoots,  $5.79 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  husks and  $5.27 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  grain were used in the calculations; Values of As, Co, Cr, Hg, Pb and Se were generally below the  $0.1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  detection level.

*Table 9.* Mean element uptake of triticale in the experiment in 1992 (Chernozem loam soil with lime deposits, Nagyhörscsök, Mezőföld). (1) Element. (2) Units. (3) Shoots on Apr. 28. (4) Element uptake at harvest on 21 Jul. (5) Straw + husks. (6) Grain. (7) Together. (8) Specific. *Remarks:* \* on 21 Jul.; \*\* Element content of 1 t grain + associated by-products; Mean yields of  $1.08 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  shoots,  $5.79 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  husks and  $5.27 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  grain were used in the calculations. Values of As, Co, Cr, Hg, Pb and Se were generally below the  $1 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$  detection level.