

NPK kezelések hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) Cu- és Fe-tartalmára

Burján Zita Kata¹ – Móré Mariann¹ – Czakóné Vágó Xénia¹ - Győri Zoltán²

¹Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi, Minőségbiztosítási és Mikrobiológiai Intézet, Debrecen

²Szent István Egyetem Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Regionális Gazdaságtani és Vidékfejlesztési Intézet, Gödöllő
burjan@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Vizsgálataink során Cu és Fe mennyiségi alakulását mértük különböző NPK kezelések hatására az egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) nagyhorcsöki kísérleti telepéről származó búzaszemekben. Az eredményeket összevetettük az OMTK más kísérleti állomásairól – Bicsédről, Karcagról, Iregszemcseről és Putnokról – betakarított, kezelésben nem részesült búzáminták Cu és Fe koncentrációjával. A minták begyűjtése 2005-ben történt, amely csapadékos év volt. A minták elemtartalmának meghatározása induktív csatolású plazma tömegspektrométerrel (ICP-MS) történt. A méréseket a minták oldatba vitele előzte meg $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$ -os nedves roncsolás formájában. A kezelések hatásának szignifikanciáját varianciaanalízissel határoztuk meg, post hoc analízis során Duncan-tesztet alkalmaztunk.

Méréseink eredményeképp az alábbi következtetéseket lehetett levonni: a Cu és Fe tartalom a műtrágyaadagok növelésével egyaránt növekedett. A többi termőhely kontroll parcelláinak adatait összevetve a nagyhorcsöki értékekkel, az iregsemcsei és a bicsérdi minták Cu tartalma magasabb volt a legnagyobb kezelésben részesült nagyhorcsöki minták eredményeinél is.

Kulcsszavak: szabadföldi kísérlet, NPK kezelés, Cu, Fe, őszi búza

SUMMARY

In this study the effect of N, P and K nutrients on the Cu and Fe content of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grains was investigated in a long-term fertilization experiment set up in Nagyhorcsök. Samples were also harvested from four experimental stations of the Hungarian national long-term fertilization trials. These are the following: Bicsérd, Iregszemcse, Karcag, and Putnok. Plant samples were collected in 2005 which was very wet. Our results from Nagyhorcsök were compared with the Cu and Fe content of samples which were harvested from control plots of other experimental stations. The Cu and Fe content of grain samples were measured using inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS) followed by digestion with $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$ solution. All data were subjected to ANOVA, and when significant differences ($P < 0.05$) were detected, Duncan's test was performed to allow separation of means.

The main conclusions are as follows: Cu and Fe content of wheat grains was higher and higher in every NPK treatments. Samples were harvested from the control plots of Iregszemcse and Bicsérd have higher Cu content than the treated samples from Nagyhorcsök.

Keywords: field experiment, NPK treatment, Cu, Fe, winter wheat

BEVEZETÉS

A búza évi 600 millió tonna körüli betakarított termésével világviszonylatban a három legnagyobb mennyiségben termesztett gabonafélék egyike (Shewry, 2009). Az őszi búza vetésterülete 1,0–1,2 millió hektár között változik hazánkban (Pepó, 2007).

A gabonafélék termése fontos ásványi- és tápanyag forrás (Gupta et al., 1999). A hiányos ásványi-anyag bevitel növekvő problémát jelent az emberi táplálkozásban. A Fe azon ásványi elemek egyike, amely leggyakrabban hiányzik az étrendből (White és Broadley, 2005). Újabb felmérések szerint a föld népességének közel fele érintett Fe hiányban (Cakmak et al., 2010).

Magyarországon a 17/1999. (VI. 16.) EüM rendelet meghatározza bizonyos fémeknek az élelmiszerekben maximálisan megengedhető koncentrációját. Ez Cu esetében gabonafélékben és őrleményekben 5 mg/kg. Figyelembe véve, hogy a kenyérfogyasztás jelentős szerepet tölt be a humán táplálkozásban, a búza szemtermésének már kismértékű szennyeződése is a lakosság drasztikus károsító-terhelésével járhat hosszú távon. Általánosságban mindkét vizsgált elem esetében elmondható, hogy azok legkevésbé a magban dúsul-

nak, mely genetikailag védett (Szabó et al., 1987; Kádár és Daood, 2001).

Az Egyesült Királyságban végzett vizsgálatok szerint 19 és 64 év közötti felnőttek táplálkozásában a gabonafélék és a belőlük készült termékek a napi ásványi-elem felvétel 44%-át adták a Fe, míg 31%-át a Cu esetében (Henderson et al., 2003).

Az őszi búza termesztéstechnológiája során az egyik legfontosabb, legkritikusabb tényező a tápanyag-ellátás, trágyázás (Pepó, 2004). Kádár (2000b) őszi árpával végzett vizsgálataiban karbonátos csernozjom talajon N-túlsúlyban a N-kontrollhoz képest növekedés következett be a Fe és a Cu esetében. A szemtermésben volt mérhető a felvett Fe 30, a Cu 66%-a. Ugyanitt kukoricával végzett kísérletben a szemtermés Cu-felvétele a N-trágyázás, a Fe-felvétele a P-trágyázás hatott serkentőleg. A szem Cu tartalmát az együttes N-P-trágyázás akár megkétszerezheti. A Cu nagyobb részt a szemben, míg a Fe a szárban akkumulálódott (Kádár, 2000a). Škrbić és Onjia (2002) vizsgálataiban a különböző régiókban betakarított búza minták mikroelem-tartalma jelentősen különbözött. A koncentrációk eltérő alakulásának okai a különböző talajjellemzőkben keresendők.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataink során az OMTK öt kísérleti állomásáról – Nagyhörscsökről, Bicsérről, Karcagról, Iregszemcséről és Putnokról – származó, Mv Csárdás fajtájú őszi búza szemmintákat elemeztünk. A kísérletek kétszeresen osztott split-split-plot elrendezésűek, a vetésforgók a főparcellák, a K-adagok az elsőrendű, a NP-adagok a másodrendű alparcellák. A vetésforgó az alábbi: kukorica, kukorica, őszi búza, őszi búza. A foszfort szuperfoszfátként, a káliumot 60%-os kálisóként, a nitrogént pedig pétisó formájában jutatták ki. A 18-as jelű kísérletek 40 tápanyagkezeléséből az 1-es, 9-es, 11-es, 15-ös, 17-es, 21-es, 30-as, 34-es, 36-os és 40-es kezelések mintái álltak rendelkezésünkre 4 ismétlésben, az ezekhez tartozó NPK dózisok az 1. táblázatban láthatók.

1. táblázat

Az alkalmazott NPK dózisok

Kezelés(1)	N (kg/ha)(2)	P ₂ O ₅ (kg/ha)(3)	K ₂ O (kg/ha)(4)
1	0	0	0
9	150	0	100
11	150	100	100
15	200	150	100
17	250	100	100
21	250	200	200
30	150	100	0
34	200	0	100
36	150	100	200
40	200	0	0

Table 1: Applied NPK loads

Treatments(1), N (kg ha⁻¹)(2), P₂O₅ (kg ha⁻¹)(3), K₂O (kg ha⁻¹)(4)

A minták 2005-ből származnak, amely évben a sokévi átlagot 20%-kal meghaladó, országos átlagban 748 mm csapadék hullott (Net 1).

A nagyhörscsök kísérleti terület talaja karbonátos csernozjom, mechanikai összetétele vályog, szerkezete morzsás, vízgazdálkodási tulajdonságai kitűnőek. A talaj CaCO₃ tartalma 4,27%, humusztartalma 3,45%. S-érték: 26,8 mgeé/100 g, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ tartalom az S-érték %-ában: 92,6; 5,4; 0,1; 1,9. A bicsérdi terület talaja csernozjom barna erdőtalaj, a művelt réteg homokos vályog, szerkezete morzsás, közepes vízgazdálkodási tulajdonságokkal. A talaj egyéb jellemzői: CaCO₃: 0%, humusztartalom 1,93%, pH (KCl): 5,45; S-érték: 17,4 mgeé/100 g, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ tartalom az S-érték %-ában: 79,4; 17,6; 0,1; 2,9. Az iregsemcsei állomás talaja mészlepedékes csernozjom, a művelt réteg fizikai félesége homokos vályog, szerkezete morzsás, vízgazdálkodása igen kedvező. A talaj egyéb fontos tulajdonságai: CaCO₃: 10,69%, humusztartalom 2,69%, pH (KCl): 7,49; S-érték: 13,3 mgeé/100 g, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ tartalom az S-érték %-ában: 94,8; 4,7; 0,04; 0,63. A karcagi kísérleti terület a talaj nem karbonátos réti csernozjom. Vízgazdálkodása kedvező. Művelt rétege szemcsés-morzsás szerkezetű, agyagos vályog fizikai féleségű. A talaj egyéb tulajdonságai: CaCO₃: 0%, humusztartalom: 3,09%, pH (KCl): 5,16; S-érték: 20,4 mgeé/100 g, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ tartalom az S-érték %-ában: 76,1; 20,9; 0,3; 2,7. A putnoki kí-

sérleti állomás talaja nem podzolos agyagbemosódásos barna erdőtalaj. Szerkezete erősen tömődött, víznyelő, vízvezető és vízáteresztő képessége kicsi. Művelt rétege agyagos vályog, szerkezete szemcsés. A talaj egyéb tulajdonságai: CaCO₃: 0%, humusztartalom: 2,29%, pH (KCl): 5,00; S-érték: 21,6 mgeé/100 g, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ tartalom az S-érték %-ában: 79,7; 17,5; 0,3; 2,5 (Debreczeni és Németh, 2009).

A minták elemtartalmának meghatározása induktív csatolású plazma tömegspektrométerrel történt. A méréseket a minták oldatba vitele előzte meg HNO₃-H₂O₂-os nedves roncsolás formájában. A kezeléseket hatásának szignifikanciáját egytényezős varianciaanalízissel (One-Way ANOVA) határoztuk meg, post hoc analízis során Duncan-tesztet alkalmaztunk.

EREDMÉNYEK

A Nagyhörscsökről származó őszi búzaszem mintákban mért Fe és Cu tartalmakat a 2. táblázat szemlélteti a növekvő műtrágyaadagok függvényében. A nitrogén adagok növelésével a szemek Fe tartalma is növekedett, ami 150 kg/ha pétisó kijuttatása után megmutatkozott. A növekvő foszforkezelések esetében hasonló volt a hatás 150 kg/ha-os dózis esetében. Kisebb mértékben a kálium műtrágya adagok is elősegítették a Fe koncentráció növekedését a szemekben. Összességében azonban a – a szakirodalmi előzményekkel megegyezően – a nitrogénműtrágyázás emelte leginkább a szemek Fe koncentrációját. A műtrágyakezelések növekedést okoztak a minták Cu tartalmában is, bár ezek az értékek egy nagyságrenddel alacsonyabbak voltak, mint a Fe esetében.

2. táblázat

A N, P₂O₅ és K₂O adagok hatása a Fe- és Cu tartalom alakulására a búzaszemben (2005, Nagyhörscsök)

		A búzaszem			
		Fe tartalma(2)		Cu tartalma(3)	
		Átlag	SzD _{5%} (5)	Átlag	SzD _{5%} (7)
		(mg/kg)(4)		(mg/kg)(6)	
N kezelés (kg/ha)(1)	0	40,2	a	4,03	a
	150	45,3	a, b	4,42	b
	200	46,0	b	4,46	b
	250	51,6	c	4,51	b
P ₂ O ₅ kezelés (kg/ha)(8)	0	41,4	a	4,03	a
	100	45,0	a, b	4,25	a, b
	150	47,4	c	4,34	a, b
	200	47,4	c	4,56	b
K ₂ O kezelés (kg/ha)(9)	0	42,8	a	4,31	a
	100	45,6	b	4,31	a
	200	46,3	b	4,53	a

Table 2: Effect of N, P₂O₅ and K₂O levels on the Fe and Cu content of wheat grains (2005, Nagyhörscsök)

N treatments(1), Fe content of wheat grain(2), Cu content of wheat grain(3), Mean (mg kg⁻¹)(4), LSD_{5%}(5), Mean (mg kg⁻¹)(6), LSD_{5%}(7), P₂O₅ treatment (kg ha⁻¹)(8), K₂O treatment(kg ha⁻¹)(9)

A 3. táblázatban az eltérő termőhelyek rézeredményei láthatók. A legmagasabb rézszintet a bicsérdi mintákban tapasztaltuk, a legalacsonyabbat pedig Nagyhörscsökon.

3. táblázat

A különböző termőhelyek hatása a Cu tartalom alakulására a búzaszemben

Termőhely(2)	A búzaszem Cu tartalma(1)	
	Átlag (mg/kg)(3)	SzD _{5%} (4)
Nagyhörcsök	4,03	a
Putnok	4,33	a, b
Karcag	4,68	b, c
Iregszemcse	5,01	c, d
Bicsérd	5,47	d

Table 3: Effect of different growing areas on the Cu content of wheat grains

Cu content of wheat grains(1), Production areas(2), Mean (mg kg⁻¹)(3), LSD_{5%}(4)

Összevetve a kezeletlen mintákat a nagyhörcsöki kezelt mintákkal, az iregyszemcsei és bicsérdi minták Cu koncentrációja nagyobb volt még azon nagyhörcsöki minták Cu tartalmánál is, amelyekben a kezelések a legnagyobb Cu dúsulást eredményezték. Műtrágyázással tehát növelhető a Cu mennyisége a szemekben, de a termőhely hatása markánsabb volt. Fe esetében nem volt ilyen szembeeső hatása az egyes termőhelyeknek. A különböző termőhelyekről származó mintákban mért Fe koncentrációkat a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat

A különböző termőhelyek hatása a Fe tartalom alakulására a búzaszemben

Termőhely(2)	A búzaszem Fe tartalma(1)	
	Átlag (mg/kg)(3)	SzD _{5%} (4)
Nagyhörcsök	46,18	a
Putnok	47,99	a
Karcag	49,01	a, b
Iregszemcse	52,34	b
Bicsérd	48,50	a, b

Table 4: Effect of different growing areas on the Fe content of wheat grains

Fe content of wheat grains(1), Production areas(2), Mean (mg kg⁻¹)(3), LSD_{5%}(4)

KÖVETKEZTETÉS

A mért értékek vizsgálatának eredményeként elmondható, hogy az őszi búzaszemek Cu, illetve Fe tartalmára kedvezően hatott a tápanyagellátás javulása, hiszen a műtrágyázás mindkét elem esetében növekedést eredményezett a kontrollhoz viszonyítva.

A Nagyhörcsökről származó különböző NPK kezelésekben részesült búzaszem minták, és további négy kísérleti helyszínről származó kontrollminták elemtartalmának mérése, és az eredmények elemzése során a Cu és Fe koncentráció mennyiségi alakulására szignifikáns (P<0,05) hatása volt a különböző termőhelyeknek. A Cu és Fe tartalom a műtrágyaadagok növelésével növekedett, ennek mértéke az alkalmazott műtrágyától függött. Az Iregszemcseről és Bicsérdről begyűjtött minták Cu tartalma magasabbnak bizonyult a legnagyobb kezelésben részesült nagyhörcsöki minták Cu koncentrációjánál is. Fe esetében a termőhelyek hatása kevésbé bizonyult markánsnak, így nem figyeltünk meg ilyen jelenséget.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a TÁMOP 4.2.2./B-10/1-2010-0024 és a TÁMOP-4.2.1./B-09/1/KONV-2010-0007 számú projekt támogatta.

A projektek az Európai Unió támogatásával és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósultak meg.

IRODALOM

Cakmak, I.–Pfeiffer, W. H.–McClafferty, B. (2010): Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry*, 87: 10–20.

Debreczeni B.-né–Németh T. (2009): Az Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) kutatási eredményei (1967–2001). Akadémiai Kiadó, Budapest.

Gupta, P. K.–Varshney, R. K.–Sharma, P. C.–Ramesh, B. (1999): Molecular markers and their applications in wheat breeding. *Plant Breeding*, 118: 369–390.

Henderson, L.–Irving, K.–Gregory, J.–Bates, C. J.–Prentice, A.–Perks, J. (2003): The national diet & nutrition survey: adults aged 19–64 years. Her Majesty's Stationery Office, London, 3.

Kádár I. (2000a): A műtrágyázás hatása a kukorica (*Zea mays* L.) elemfelvételére meszes csernozjom talajon II. *Növénytermelés*, 49. 1–2: 127–140.

Kádár I. (2000b): Az őszi árpa (*Hordeum vulgare* L.) tápelemfelvétele karbonátos csernozjom talajon. *Növénytermelés*, 49. 5: 547–559.

Kádár I.–Daoud H. (2001): Mikroelem-terhelés hatása a búzára karbonátos csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*, 50. 3–4: 353–370.

Net 1: www.met.hu

Pepó P. (2004): Őszi búza fajtaspecifikus tápanyag-reakciójának vizsgálata tartamkísérletben. *Növénytermelés*, 53. 4: 329–337.

Pepó, P. (2007): The role of fertilization and genotype in sustainable Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) production. *Cereal Res. Commun.* 35. 2: 917–921.

Shewry, P. R. (2009): Wheat. *Journal of Experimental Botany*, 60. 6: 537–1553.

Škrbić, B.–Onjia, A. (2002): Multivariate analyses of microelement contents in wheat cultivated in Serbia. *Food Control*. 18: 338–345.

Szabó S. A.–Regiusné M. Á.–Győri D.–Szentmihályi S. (1987): Mikroelemek a mezőgazdaságban I. Esszenciális mikroelemek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

White, P. J.–Broadley, M. R. (2005): Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trend sin Plant Science*. 10: 586–593.

17/1999. (VI.16.) EüM rendelet az élelmiszerek vegyi szennyezettségének megengedhető mértékéről. *Magyar Közlöny*. 99. 52: 3339–3353.