

## Az őszi búza ásványelem-tartalmának változása Magyarországon 1839-től napjainkig

GYÖRI Zoltán

Szent István Egyetem, Regionális Egyetemi Tudásközpont, Gödöllő

### Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben többször is felmerült az a kérdés, hogy az intenzív agrotechnika és az ilyen körülmények között termesztett fajták genetikai adottságai következtében megváltozik-e a kémiai illetve a takarmányozási/táplálkozás-élettani minőségük (BOCZ & GYÖRI, 1978). A válasz megadását több tényező is nehezíti, hiszen nehéz évtizedekig archiválni a mintákat és azután rövid időn belül ugyanazzal a módszerrel és módszerrel a mérést elvégezni. A trágyázási tartamkísérletekből ugyan megállapíthatók a kontrolhoz viszonyított hatások (GYÖRI, 1999), de az agrotechnika további elemei (növényvédelem, növényi sorrend, öntözés, fajta) valamint a termőhely hatása nehezíti az adatok összevetését és a végleges állásfoglalást (BURJÁN & GYÖRI, 2013).

A világon csak kevés helyen van olyan mintagyűjtemény, mint Rothamstedben, ahol az 1843-ban alapított búzakísérlet mintáit folyamatosan gyűjtik. FAN és munkatársai (2008) adatai szerint egészen 1965-ig nem volt változás a minták ásványelem tartalmában, majd a termesztett rövidszárú búzafajták esetén egyes elemek (Cu, Mg, Zn) mennyisége napjainkra 15–25%-al csökkent.

Hazánkban BARDÓCZ és PUSZTAI (2013) közöltek adatokat több növényfajra a minőségi mutatók (ásványi elemek, vitaminok) csökkenéséről. Adataik szerint a búza vastartalma 1942-től 2005-re  $97 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  értékről  $32 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  értékre csökkent. Összességében pedig az őszi búza ásványanyag-tartalmának 50%-os csökkenéséről írnak az említett időszakban. A növénytaplálás terén több évtizeden keresztül meghatározó munkát végző és publikáló hazai kutatók (KÁDÁR, 1997; LÁSZTITY, 2004, 2006) nem említenek ilyen irányú változást.

Tekintettel arra, hogy az alapmű forrását nem ismerjük, fel kell hívni a figyelmet arra, hogy SARKADI (1975) szerint az első, feltételezhetően hazai mérési eredmények az őszi búza szemtermésének összetételéről DWORAK (1942) tollából jelentek meg. Ezen adatok szerint az őszi búza szemtermése  $8 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ -ot,  $5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$ -ot és  $0,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ CaO}$ -ot, azaz elemei mennyiségre átszámolva 3,49; 4,25 illetve  $0,355 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ P}$ , K és Ca-ot tartalmaz.

---

*Postai cím:* GYÖRI ZOLTÁN, Szent István Egyetem, Regionális Egyetemi Tudásközpont, 2100 Gödöllő, Péter Károly u. 1. *E-mail:* gyori.zoltan@gtk.szie.hu

Azért is kell az adatok megítélésében az óvatosság, mert BEZNÁK (1941), táplálkozás-élettani cikkében német adatokat közöl a kukorica- és búzaszem valamint a belőlük őrölt liszt Na-, K-, Ca-, Mg-, P-, S- és Cl-tartalmára vonatkozóan.

Az őszi búza és a belőle készült liszt, mint alapvető élelmiszer-alapanyag összetétele és benne az ásványi anyagok és aminosavak mennyisége fontos kérdés volt SÓS (1941) és SÓS és TAKÁCS (1949) tanulmányaiban is. Ők azonban csak a liszt ásványi anyagainak a Ca-, Mg-, P-, K-, Cl- és Na-tartalmát adták meg. Ugyanakkor figyelemre méltó, hogy a nikkell és kobalt elemekre, a búzaszemre 30,2 és 1  $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  értékeket közöltek.

Az elemösszetétel vizsgálatok akkor kerültek ismét előtérbe hazánkban, amikor a termések növelésére megindultak a trágyázási kísérletek, amelyek beindításában nagy szerepet vállalt SARKADI (1960), KRÁMER (1967, 1971) és KUTHY (1961). Azonban, mint az a 1. táblázatban látható, csak kevés, főleg a P- és a K-tartalomra vonatkozóan vannak adatok. Ebből az időszakból közöltek adatokat LELLEY és MÁNDY (1963) is. Az elmúlt évtizedekben azonban már mind több közlemény jelent meg, ahol különböző szempontból, például búzafajok szerint (BALINT et al., 2001), vagy táplálkozás-élettani szempontból (SZIRA et al., 2014) vizsgálták az őszi búza ásványianyag-tartalmát. Eredményeik új adatokkal gazdagítják a hazai adatbázist. A külföldi vizsgálatokban összehasonlították a bio- és az intenzív termesztéssel kapott eredményeket (HUSSAIN et al., 2010), vagy az eltérő ökológiai körzetekben termesztett fajtákat (ZHAO et al., 2009) vizsgálták, sőt még a klímaváltozás és a cink- és vashiány közötti összefüggéseket is közölték a C<sub>3</sub>-as és a pillangós növények esetén (MYERS et al., 2014). Ezek az eredmények is azt bizonyítják, hogy további vizsgálatokra van szükség.

Ezért is határozott úgy a szerző, hogy a rendelkezésére álló 1974 és 2006 közötti minták adatait (évente több száz) ilyen szempontok szerint is feldolgozza. Ehhez még sikerült néhány mintát elemeznie az 1839 és 1950 közötti évekből, a hazánkban fellelhető nem nagyszámú mintagyűjteményekből. Az elemzés az ásványi elemek (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu) adatait hasonlítja össze a korábbi hazai irodalmi adatokkal és ezzel megállapítja a változások arányát/irányát.

### Anyag és módszer

A vizsgálatok tárgyát képező őszi búza mintaanyagok több kísérleti helyről származtak:

- a DATE Hajdúszoboszlói Kísérleti Telepe – 1 fajta (1974–1982; évi 208 minta),
- a DE AGTC Látóképi Kísérleti Telepe – több fajta (1983–2010; évi 360 minta),
- a Fajtakísérleti állomások telepei (évi 150 minta), több fajta és hely (1995–2006; évi 150 minta),
- az OMTK kísérletek – egy-egy fajta, több hely (1985–2008),
- az MGSZH (volt OMMI) (1909–1936),
- és a Magyar Mezőgazdasági Múzeum Pannonhalmi Gyűjteménye (1839).

Ezek a szemminták egyrészt agrotechnikai kísérletekből származtak, ahol döntően a műtrágyázás hatását vizsgálták különböző talajtípusokon, vagy a különböző fajták terméseredményeit értékelték különböző termőhelyeken. Az „öreg mintaanyag” (1839–1936) esetében ilyen háttér információk nem álltak rendelkezésemre csak az egyszerű megnevezés, hogy „aestivum”.

Az 1974 utáni kísérletekből több ezer magmintát elemeztünk, míg a több évtizedes (1974 előtti) minták száma erősen korlátozott volt. A kis mintamennyiséghez többször mikro roncsolást alkalmaztunk. A minták darálását Retsch Sk-1 illetve Sk-3 típusú készülékkel végeztük el. Az ásványi anyagok vizsgálatához kezdetben hamvasztásos feltárásos módszert (VARJU, 1972), később nedves roncsolásos eljárást (salétromsav/hidrogén-peroxid eleggyel) alkalmaztunk (KOVÁCS et al., 1996). Az elemtartalom mérésekhez, 1974 és 1988 között, atomabszorpciós spektrofotométert (SP 90; PYE UNICAM Ltd., UK) majd induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométert (LABTAM 8440; LABTAM Ltd., Ausztrália, illetve 1998-tól OPTIMA 3300 DV; Perkin-Elmer Ltd., USA), valamint ICP-MS készüléket (XSeries I; ThermoFisher Scientific Inc., Waltham, MA USA) használtunk. A foszfortartalmat 1988-ig molibdo-vanadátos spektrofotométeres módszerrel határoztuk meg (DUDUK, 1973).

A méréseket az Egyetem (DATE és jogutódja) Műszerközpontjában végeztük el. A közölt adatok szárazanyag-tartalomra vonatkoznak. A mérések pontosságának ellenőrzéséhez BCR CRM 189 jelölésű hiteles búzamintát (teljes őrlemény) használtunk, és részt vettünk hazai és nemzetközi körmérésekben is. A statisztikai értékelést az SPSS 22.0 programmal végeztük el.

### Eredmények és értékelésük

A kutatási eredmények összehasonlítása érdekében jelentős számú publikációból gyűjtöttünk adatokat az őszi búza szemtermésének ásványianyag-tartamáról (1. táblázat).

A PIIRONEN és munkatársai (2009) által közölt adatok a világirodalmi szélső értékeket mutatják. A különbségek a fajták és a termesztési körülmények, valamint a talajok tápelemtartalmi különbségeit tükrözik, amelyek a szemtermés ásványianyag-tartalmában is megnyilvánulnak. Ehhez társul még az analitikai módszerek különbözősége által okozott eltérés is.

Átlagértékre foszforból  $3,46 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ -ot, kalciumból  $340 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ -ot, magnéziumból  $1380 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ -ot, vasból  $39 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ -ot és cinkből  $29 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ -ot adtak meg. Ezek az adatok már azokat a koncentráció értékeket tükrözik, amelyekkel összehasonlíthatók a kisebb területre és kevésbé változatos éghajlatra vonatkozó őszi búza szemtermés adatok. Összevetve ezeket a KÁDÁR (1997) által közölt adatokkal (1. táblázat), egyezésük megfelelő.

A hazai irodalmi adatok száma az extenzív agrotechnika kezdeti alkalmazásának korából (1950–1960) meglehetősen kevés. Az adatok főként a makroelemekre korlátozódnak.

Az eredmények közlése, értelmezése során megszívlelendők SARKADI (1975) sorai: „Meg kell említenem, hogy a szakirodalom egy része – elsősorban az alapkutatásokkal foglalkozó közlemények, de külföldön újabban néhány gyakorlati célú kiadvány is – a tápanyagokat nem oxidokban, hanem elemekben fejezi ki (P:  $P_2O_5 = 2,29$ ; K:  $K_2O = 1,2$ ). Sajnos ez a kettősség is okozhat félreértéseket”.

1. táblázat

Az őszi búzaszem elemtartalma (irodalmi adatok)

(1) Forrás	(2) Elem jele és mértékegysége							
	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe
	(g·kg <sup>-1</sup> )		(mg·kg <sup>-1</sup> )					
PIIRONEN et al., 2009	2,2– 9,1	2,8– 7,3	100– 800	200– 2200	15– 102	40– 90	1– 14	16– 163
KENT, 1983	3,9	4,4	480	1520	33	40	6	46
LOCKHART & NESHEIM, 1978	3,6	5,2	500	1600	34	49	7	100
LÁNG, 1961	4,3	5,3	700	1400	-	-	-	-
SARKADI, 1960	2,8	3,3	-	-	-	-	-	-
KUTHY, 1961	3,3	5,1	-	-	-	-	-	-
KÁDÁR, 1997	3,6	3,0	300	1400	26	28	3	30
BÁLINT et al., 2001	-	-	513	1178	33	-	7	35
RODLER, 2006	3,0	1,4	390	200	31	-	4	32

Az intenzív termesztéstechnológiával (trágyázás, öntözés, növényvédelem és rövidebb szárú új fajták) termesztett őszi búzákra kapott vizsgálati adatokat a 2. táblázatban mutatjuk be. A makroelemek közül a K-, Ca-, Mg- és P-tartalom sem csökkent 1974–2005 között. Az elemzett mikroelemek (Zn, Mn, Fe) mennyisége sem változott.

ZHAO és munkatársai (2009) nagyszámú, különböző helyekről származó, eltérő genotípusú búzaminták, a Bánkúti, az Mv Magdaléna és a Balkán vastartalmát is közölték. Adataik szerint a hazánkból származó Magdaléna minták Fe-tartalma a vizsgált fajták közül a 45–50 mg·kg<sup>-1</sup> értéket is elérte, amely jó egyezést mutat a mi mérési eredményeinkkel is.

2. táblázat

Az őszi búzaszem makro- és mikroelem tartalma 1974 és 2004 között (mért adatok)

(1) Fajta	(1) Elem jele és mértékegysége							
	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe
	(g·kg <sup>-1</sup> )		(mg·kg <sup>-1</sup> )					
Jubilejnaja 50 (1974–1978)	2,8	3,0	371	895	25,3	32,0	3,0	42,0
Mv 8 (1980–1983)	2,9	3,4	334	887	16,7	31,6	3,5	36,5
Mv 23 (1993–1996)	4,0	4,4	363	1423	25,8	43,3	5,4	45,0
Jubilejnaja 50 (2003)	2,9	3,3	431	963	22,1	29,5	3,5	43,4
Jubilejnaja 50 (2004)	3,8	3,0	403	1019	22,8	37,9	3,7	45,4
GK-Kalász (2004)	4,1	2,9	368	1052	21,4	38,0	3,6	49,9
Lupus (2004)	4,1	2,8	433	1166	21,0	38,4	3,6	46,2
Ludwig (2004)	3,8	2,8	341	1071	20,2	36,5	3,1	47,8
Mv Magdaléna (2004)	4,2	3,1	498	1162	23,8	37,0	3,7	50,9

A 3. táblázatban összeállított 1839–1936 közötti eredmények alapján megállapítható, hogy a Cu, a Mn és a Mg esetében figyelhető meg csökkenés a vizsgált minták mért értékeiben. Ez a csökkenés az elemektől függően a Mn és a Cu esetében több mint 25%-os, míg a cink és a magnézium esetében meghaladja a 15%-ot. A kalciumtartalom 150 mg·kg<sup>-1</sup>-al nagyobb, míg a foszfor nem változott.

A Cu-tartalom csökkenése összhangban van KIRCHMANN és munkatársai (2009) svédországi NPK műtrágyázási tartamkísérletek (1967–2003) mintáinak elemzése során kapott eredményeivel. A mangántartalom csökkenés oka azonban nem lehet a műtrágyázás, mert arra növekedést szoktunk mérni (GYÖRI et al., 1996).

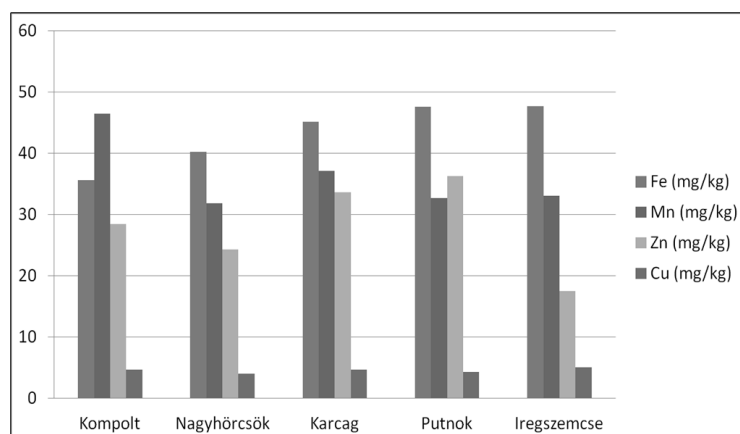
A makroelemekre, a P- és K-tartalomban BARDÓCZ és PUSZTAI (2013) által közölt nagymértékű csökkenés – amelyet a nevezett szerzők egyértelműen a műtrágyázás tartamhatásával magyaráztak – nem figyelhető meg. Az alkalmazott mérés-technika lehetővé tette, hogy a ritkán mért kénről is adatok legyenek, amelyekből megállapítható, hogy mennyisége 1 200 és 1 700 mg·kg<sup>-1</sup> között változott a N-tartalommal.

3. táblázat  
Az őszi búzaszem makro- és mikroelem tartalma 1839 és 1936 között

(1) Év		(2) Elem jele és mértékegysége								
		P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe	S
		(g·kg <sup>-1</sup> )		(mg·kg <sup>-1</sup> )						
1839	(a) Átlag	4,0	3,9	338	1403	28,1	50,0	5,4	33,8	1194,7
	(b) Szórás	0,3	0,4	55	103	6,7	6,2	2,5	3,4	155,7
1909	(a) Átlag	4,5	3,8	290	1440	42,6	34,4	9,7	50,2	1643,0
	(b) Szórás	0,2	0,4	71	77	1,4	3,1	2,1	1,7	92,7
1919	(a) Átlag	4,4	4,5	360	1477	33,2	37,8	6,2	51,0	1737,0
	(b) Szórás	0,8	0,8	34	121	5,0	2,2	0,2	10,2	281,2
1936	(a) Átlag	3,4	3,9	334	1130	20,3	28,0	3,2	30,4	1248,3
	(b) Szórás	0,1	0,1	77	83	2,5	2,3	0,3	3,2	46,5
2004	(a) Átlag	4,2	3,1	498	1162	23,8	37,0	3,7	50,9	1695,6
	(b) Szórás	0,5	0,4	57	97	8,6	7,6	0,7	6,4	153,8

Az 1. ábrán az OMTK kísérleti helyeiről származó őszi búza minták mikroelem-tartalom adatai láthatók. Az ábra adatai szerint jelentős különbség van a termőhelyeken a Fe-, Mn- és Zn-tartalomban. Ugyanazon fajta, Fe-tartalma – azonos évjáratban – 36 és 48 mg·kg<sup>-1</sup> közötti, míg a Mn-tartalma 46 és 31 mg·kg<sup>-1</sup> közötti.

A legnagyobb különbségeket a Zn-re mértük, mivel értéke 18 és 36 mg·kg<sup>-1</sup> közötti volt (BURJÁN & GYŐRI, 2013). Az eredmények jó egyezést mutatnak GYŐRI (1999) korábbi eredményeivel, amelyeket egyrészt az OMTK kísérleti helyek másrészt a Látóképi kísérletek mintáinak elemzése alapján közölt.



1. ábra

Mv Csárdás őszi búzaszem Cu-, Fe-, Mn- és Zn-tartalma (OMTK kísérleti helyek; 2005)

### Következtetések

Mérési adataink alapján nem igazolódott az őszi búzaszemben a K és a P mennyiségének jelentős csökkenése az elmúlt százhetven évben. A Cu, a Zn, a Mn és a Mg esetében viszont csökkenés mutatható ki, az 1839-es eredményeket összehasonlítva a 2006-as adatokkal. Ennek mértéke elemektől függő 15 és 30% közötti. Ugyanakkor a Ca-tartalom napjainkban lényegesen magasabb.

Az adatok feldolgozása során megerősíthetjük a korábbi állításokat, hogy csak több termőhelyen termesztett sok fajta és több évjárat mérési eredményei szerint lehet megbízható következtetéseket levonni az ásványi anyagokat illetően. Az adatok alapján javaslom, hogy induljon el a megfelelő helyen a minták archiválása, mivel az idősoros minták egyidejű mérési adataiból még megbízhatóbb következtetéseket lehet levonni, figyelembe véve az elemek mennyiségét befolyásoló tényezők hatását is. A Rodler Imre szerkesztette Új Tápanyagtáblázat (RODLER, 2006) 245. oldalán módosítani kellene a búzámag K- és Mg-tartalmára vonatkozó adatokat, mivel az eredményeink szerint mindkét elemnél a könyvben szereplő adatok lényegesen kisebbek, mint a jelen közleményben bemutatottak.

### Összefoglalás

Napjainkban mind gyakrabban teszik fel azt a kérdést, hogy az intenzív agro-technika és az ilyen körülmények között termesztett fajták genetikai adottságai következtében megváltozik-e a takarmányozási/táplálkozás-életteni minőség. A válasz megadását több tényező is nehezíti, hiszen nehéz évtizedekig archiválni a mintákat és azután egy időpontban ugyanazzal a műszerrel, módszerrel a mérést elvégezni. A szerzőnek, lehetősége volt arra, hogy a rendelkezésére álló, 1974–2006 között atomabszorpciós spektrofotométerrel, majd 1988-tól ICP-OES-sel, később ICP-MS-el mért minták adatait ilyen szempontok szerint is feldolgozza. Ehhez még sikerült néhány mintát elemeztetnie az 1839 és 1950 közötti évekből, a hazánkban fellelhető mintagyűjteményekből. A mért ásványielem-tartalmakat (P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu) a hazai irodalmi adatokkal hasonlította össze.

Az 1974–2006 között kapott nagyszámú adatot összevetve az 1839–1936 közötti eredményekkel megállapította, hogy a Cu, a Zn, a Mn és a Mg esetében figyelhető meg csökkenés. Ez a csökkenés az elemeként változott, hiszen a mangánnál és a réznél több mint 25%-os, míg a cinknél és a magnéziumnál pedig 15%-os. Ezzel szemben a Ca-tartalom mintegy  $150 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ -mal magasabb, míg a P-tartalom nem változott. A P- és K-tartalomban a korábban BARDÓCZ és PUSZTAI (2013) által közölt nagymértékű csökkenés nem figyelhető meg.

A tanulmány elkészítését a KTIA\_AIK\_12-1-2012-0012 számú projekt is támogatta. A szerző e helyen is köszöni a WESSLING Hungary Kft. analitikusainak közreműködését az ellenőrző mérések elvégzésében, továbbá a Magyar Mezőgazdasági Múzeum valamint az MGSZH (volt OMMI) munkatársainak segítségét a régi minták rendelkezésre bocsájtásával.

## Irodalom

- BÁLINT, A. F., KOVÁCS, G., ERDEI, L. & SUTKA, J., 2001. Comparison of the Cu, Zn, Fe, Ca and Mg contents of the grains of wild, ancient and cultivated wheat species. *Cereal Research Communications*. **29**. (3–4) 375–382.
- BARDÓCZ ZS. & PUSZTAI Á., 2013. Eltérő gazdálkodási rendszerekből származó élelmi-szer fogyasztásának következményei. A vegyszeres, nagyüzemi mezőgazdaság. *Biokultúra*. **24**. (1) 31–34.
- BEZNÁK A., 1941. A kukoricás kenyér tápértéke. *Orvosi Hetilap*. **85**. (9) 97–102.
- BOCZ E. & GYŐRI Z., 1978. Az öntözés és trágyázás hatásának vizsgálata a különböző növények minőségére. *OMFB Tanulmány*. Budapest.
- BURJÁN Z. & GYŐRI Z., 2013. A termőhelyek hatása a búzaszem és a liszt ásványianyag és fehérjetartalmára. *Agrokémia és Talajtan*. **62**. (2) 387–400.
- DUDUK V., 1973. Takarmánykémia IV. A takarmányok kémiai vizsgálatának módszerei. *KATE MGK. Keszthely*.
- DWORAK L., 1942. A talajból felvett táplálóanyagok mennyisége a fontosabb gazdasági növényekben. In: *KÖZTELEK Zsebnaptár* (Ed.: SZILASSY Z. & BUDAI B.) 389. *OMGE*. Budapest.
- FAN, M. S., ZHAO, F. J., FAIRWEATHER-TAIT, S. J., POULTON, P. R., DUNHAM, S. J. & MCGRATH, S. P., 2008. Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. **22**. (4) 315–24.
- GYŐRI Z., 1999. A termesztési tényezők hatása egyes gabonafélék és maghüvelyesek minőségére. *MTA Doktori értekezés*. Debrecen.
- GYŐRI, Z., RUZSÁNYI, L., JÁSZBERÉNYI, I., VÁGÓ I. & LOCH, J., 1996. The Effect of N and P application on the Mn, Cu, and Zn content of the winter wheat. In: *Fertilizers and Environment. Development in Plant and Soil Sciences* (Ed.: RODRIGUEZ-BARRUECO, C.) **66**. 499–502. *Kluwer Academic Publishers*. London.
- HUSSAIN, A., LARSSON, H., KUKTAITE, R. & JOHANSSON, E., 2010. Mineral composition of organically grown wheat genotypes: Contribution to daily minerals intake. *Int. J. Environ. Res. Public. Health*. **7**. (9) 3442–3456.
- KÁDÁR I. 1997. Mikroelemterhelés hatása a búzára 1997-ben. In: *A főbb szennyező mikroelemek környezeti hatása*. (Ed.: KÁDÁR I.) 359. *MTA ATK TAKI. Akaprint*. Budapest.
- KENT, N. L. 1983. *Technology of cereals*. Pergamon Press. Oxford.
- KIRCHMANN, H., MATTSO, L. & ERIKSSON, J., 2009. Trace element concentration in wheat grain: Results from the Swedish long-term soil fertility experiments and national monitoring program. *Eviron. Geochem. Health*. **21**. (5) 561–571.
- KOVÁCS, B., GYŐRI, Z., PROKISCH, J., LOCH, J. & DÁNIEL, P., 1996. A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry parameters. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* **27**. (5–8) 1177–1198.
- KRÁMER M., 1967. A műtrágyák és az istállótrágya hatásának illetve kölcsönhatásának vizsgálata a Martonvásári tartamkísérletekben In: *Trágyázási Kísérletek 1955–1964*. (Ed.: SARKADI J.) 131–144. *Akadémiai Kiadó*. Budapest.
- KRÁMER M., 1971. Az NPK műtrágyázás hatása a Bezosztája 1 őszi búza szemtermésére és tápanyagfelvételére tartamkísérletekben. In: *Búzatermesztési Kísérletek 1960–1970*. (Ed.: SARKADI J.) 179–186. *Akadémiai Kiadó*. Budapest.



- KUTHY S., 1961. Az őszi búza és az őszi árpa permetező trágyázásának problémái és eddigi eredményei. OMMI évkönyve. **5.** 131–154.
- LÁNG I., 1961. Adatok néhány gazdasági növény ásványi táplálkozásáról réteges homokjavítás esetén. Kandidátusi értekezés. MTA. Budapest.
- LÁSZTITY B., 2004. A nem esszenciális elemek forgalma a hazai gabonafélékben. MTA ATK TAKI. Budapest.
- LÁSZTITY B., 2006. Az ásványi tápelemek felhalmozása gabonafélékben. Műegyetemi Kiadó, Budapest.
- LELLEY J. & MÁNDY GY., 1963. A búza (*Triticum aestivum* L.). Akadémiai Kiadó. Budapest.
- LOCKHART, H. B. & NESHEIM, R. O., 1978. Nutritional qualities of cereal grains. In: Cereals '78 Better Nutrition for Worlds Millions (Ed.: POMERANZ, Y.) 201–221. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
- MYERS, S. S., ZANOBETTI, A., KLOOG, I., HUYBERS, P., LEAKEY, A.D.B., BLOOM, A. J., CARLISLE, E., DIETTERICH, L. H., FITZGERALD, G., HASEGAWA, T., HOLBROOK, N. M., NELSON, R. L., OTTMAN, M. J., RABOY, V., SAKAI, H., SARTOR, K. A., SCHWARTZ, J., SENEWEERA, S., TAUSZ, M. & USUI, Y., 2014. Increasing CO<sub>2</sub> threatens human nutrition. *Nature*. **511.** 139–142.
- PIIRONEN, et al. 2009. cit.: WRIGLY, C. W., 2010. Wheat characteristics and quality requirements. In: Cereal Grains Assessing and Managing Quality. (Ed.: WRIGLY, C. W. & BATEY, I. L.) 59–103. Woodhead Publishing. Oxford, Cambridge, New Delhi.
- RODLER I., 2006. Új tápanyagtáblázat. Medicina Könyvkiadó Zrt. Budapest.
- SARKADI J., 1960. Kísérletek különféle foszfát műtrágyákkal. Növénytermelés **9.** (2) 159–170.
- SARKADI J., 1975. A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- SÓS J., 1940. Néptáplálkozási vizsgálat kalóriát adó anyagokra, vitaminokra és ásványi elemekre nézve, IV. Vizsgálatok ásványi anyagcserére nézve. Népegészségügy. **6.** 373–386.
- SÓS J. & TAKÁCS I., 1949. Búzafajták biológiai értékének vizsgálata. Orvosi Hetilap. **16.** 488–490.
- SZIRA, F., MONOSTORI, I., GALIBA, G., RAKSZEI, M. & BÁLINT, A. F., 2014. Micronutrient contents and nutritional values of commercial wheat flours and flours of field – grown wheat varieties – A survey in Hungary. *Cereal Research Communications*. **42.** (2) 293–302.
- VARJU M., 1972. Növényi anyagok hamvasztásának néhány módszertani kérdése Agro-kémiai és Talajtan **21.** (1–2) 139–153.
- ZHAO, F. J., SU, Y. H., DUNHAM, S. J., RAKSZEI, M., BEDO, Z., MCGRATH, S. P. & SHEWRY, P. R., 2009. Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. *Journal of Cereal Science*. **49.** (2) 290–295.

Érkezett: 2015. február 19.

## Variation in the mineral content of winter wheat in Hungary between 1839 and 2005

Z. GYÖRI

Regional Knowledge Center of Szent István University, Gödöllő

### Summary

Winter wheat and the flour prepared from it make up a considerable part of the daily diet in Hungary, and also play an important role in livestock feeding, thus contributing greatly to supplying the human population with minerals and protein. It is one of the three cereals cultivated in largest quantities.

The aim of this study was to compare the concentrations of K, P, S, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn and Cu in the wholemeal samples of various ages, as previously published data suggested that the mineral content of wheat declined to about half from 1942 to the present day. Samples were collected from various locations in Hungary on fertilization, irrigation and crop variety testing are conducted. These included the experimental nurseries of the University of Debrecen, experimental stations involved in Hungarian National Long-term Fertilization Trials (OMTK) and the field variety trials of the National Institute for Agricultural Quality Control (OMMI), all of which have different types of soil and climatic conditions. The number of samples analyzed between 1974 and 2006 was close the ten thousand. Three samples (from 1909, 1919 and 1936) were found in the OMMI archives and one in the Hungarian Agricultural Museum (Pannonhalma Collection).

Between 1974 and 1988 the element contents of the samples were measured using an atomic absorption spectrophotometer, while from 1988 inductively coupled plasma optical emission spectrometers (ICP-OES and ICP-MS) were used, after digestion with  $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$  solution. The data were analysed using the SPSS for Windows 22 software package.

The main conclusions were as follows:

The results did not verify the allegation that the amount of potassium and phosphorus in whole grain wheat had declined significantly over the past 170 years.

The Cu, Zn and Mn contents in the whole grain were found to have decreased, but the calcium content increased.

It was demonstrated that the micronutrient content of a given variety was influenced more by the location than by the years.

*Table 1.* Mineral content of wheat grain based on published data. (1) Source. (2) Elements and concentrations.

*Table 2.* Macro- and micro element contents of wheat grain between 1974 and 2006. (1) Wheat varieties and years. (2) Elements and concentrations.

*Table 3.* Macro- and micro element contents of wheat grain between 1839 and 1936. (1) Year. (2) Elements and concentrations. (3) Mean. (4) Standard deviation.

*Figure 1.* Cu, Fe, Mn and Zn content of the variety Mv Csárdás in different locations (OMTK) in 2005. x axis: Location. y axis: Element concentrations.