

Az őszi búza ásványianyag-tartalmának alakulása Magyarországon 30 év mérési eredményei alapján

Kulcsszavak: gabona, őszi búza, termesztési évek, ásványianyag-tartalom, foszfor, kálium, magnézium, kalcium, mangán, cink, réz, összetételi változások az évek függvényében, boxplot diagram

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Az élelmiszertudománnyal, valamint táplálkozástudománnyal kapcsolatos kutatások napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a különböző növényi eredetű termékek kémiai, takarmányozási és táplálkozás-élettani minőségének vizsgálatára és a változások alakulására. Számos kutató figyelme összpontosul ezekre, a beltartalmi értékekkel kapcsolatos minőségi kérdésekre, illetve arra, hogy az elmúlt néhány évtized alatt – az alkalmazott intenzív agrotechnikának és rendelkezésre álló fajtáknak köszönhetően – miként módosultak ezek jellemzők.

Táplálkozási szokásainkat tekintve a gabonafélék évezredek óta központi szerepet töltenek be a mindennapjainkban. Azon túlmenően, hogy szénhidrát-tartalmuknak köszönhetően energiát szolgáltatnak, a cereáliára fehérje-, rost-, vitamin- és nem utolsósorban ásványi anyagok forrásaként is tekinthetünk, hiszen úgy világszerte, mint Magyarországon egyaránt hagyományai vannak a gabonafélékből készített kenyér készítésének és fogyasztásának. A gabona-alapú élelmiszer-előállítás egy adott nemzet kultúrájának részét képezi. Kéziratunk elkészítésével kitűzött célunk az volt, hogy a rendelkezésre álló nagyszámú és különböző termőterületekről származó minták elemzésével választ kapjunk egy olyan – sokakban felmerülő – kérdésre, hogy miként változott az elmúlt évtizedek során az alap táplálékunkhoz tartozó őszi búza ásványi anyag tartalma. Így az idők folyamán változó ökológiai viszonyok, az alkalmazott agrotechnika és a biológiai alapok együttes hatását szemléltetve kívánunk valós képet adni a gabonafélék ásványi anyag tartalmának alakulásáról.

¹ Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet

² Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Táplálkozástudományi Intézet

2. Bevezetés

A búza szemtermése összességében jelentős tápanyagforrás az emberiség számára [1]. Az emberi szervezetbe bekerülő ásványi anyagok jelentős része gabonafélékből származik [2]. Ugyanakkor a hasznosítás során érdemes azt is figyelembe venni, hogy a búzaszemben az ásványi anyagok megoszlása nem egyenletes, az ásványi anyagot javarészt a héjrészek (korpa) tartalmazzák, ugyanakkor számos országban csak az ásványi elemekben jóval szegényebb endospermiumot hasznosítják [3, 4]. Ennek megfelelően ugyan a teljes kiőrlésű lisztek és a belőlük előállított termékek magasabb ásványianyag-tartalommal rendelkeznek, de ebben az esetben a mikotoxinoknak a táplálkozási láncba való bekerülésének valószínűségével is számolnunk kell. Éppen ezért a kiegyensúlyozott és változatos étrend, mint valamennyi más élelmiszercsoportnál, a cereália-alapú termékek fogyasztásánál is kiemelkedő fontosságú.

A szakirodalmi adatokat tekintve, meglehetősen változatos képet kapunk az ásványi anyagok összetétele tekintetében, az adatok széles intervallum tartományban mozognak, erről tanúskodnak az **1. táblázatban** összegyűjtött irodalmi adatok.

1. táblázat. Az őszi búza ásványi elem tartalmának alakulása különböző irodalmi forrásokat figyelembe véve [1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]

Ásványi elem	Búzaszem ásványi elem tartalma (mg/kg)
P	2279 - 4704
K	1524 - 4500
Mg	700 - 2410
Ca	237 - 1000
Mn	19,7 - 88
Zn	12,0 - 74
Cu	3,0 - 10

Ezzel összefüggésben az utóbbi néhány évtizedben több kutató [15, 16] mutatott rá arra, hogy bizonyos mikrotápanyagok hiánya világszerte valós problémát jelent, ezáltal egyre magasabb a populáción belül azoknak az aránya, akik valamilyen tápanyaghiányban szenvednek. Míg ezzel párhuzamosan más kutatók [17, 18] arról számolnak be, hogy az élelmiszerekben is csökkent bizonyos ásványi anyagok mennyisége. Állításuk szerint a vas, a jód és a cink azok az ásványi elemek, amelyek mindennapi étrendünkben a leginkább hiányoznak. Ezt erősíti meg a WHO 1996-os és 2002-es [19, 20] felmérése is, amely szerint a világ lakosságának mintegy fele érintett lehet a vas és a cink hiányában. Egyes irodalmi források szerint [21] erre a problémára a búzából készült liszt ásványi anyagokkal való kiegészítése is megoldást jelenthet.

Az 1960-as évektől kezdődően a termesztés során a hangsúly olyan fajták alkalmazásán volt, melyek a megfelelő termésátlagok biztosításával valóban hozzájárulhatnak a globális élelmiszerhiány leküzdéséhez, de mindeközben a táplálkozás-élettani szempontból is kiemelkedő jelentőségű ásványi anyagok mennyiségének alakulása jóval kevesebb figyelmet kapott [22]. A növekvő termésátlagok együtt járhatnak az ásványianyag-tartalom csökkenésével a búzaszemben [23], ugyanakkor ezt megítélni nem egyszerű, hiszen mint tudjuk a növényi termékek minősége, beleértve az ásványianyag-tartalmat is, számos tényező együttes hatásának eredményeként alakul ki. A termények összetétele a növény biológiai jellemzőitől, az alkalmazott agrotechnikai tényezőktől és a fennálló álló ökológiai viszonyoktól is függhet [24, 25].

Mindezen ismeretek birtokában és az irodalmi adatokkal összevetve egy 30 éves adatsor elem tartalmi adatainak feldolgozását és statisztikai elemzését végeztük el, annak érdekében, hogy a kutatók és a szakma iránt érdeklődők számára reális képet alkothassunk a gabonafélék és ezen belül az őszi búza ásványi anyag összetételéről, annak időbeli változásáról.

3. Anyag és módszer

A tanulmányunk alapját képező őszibúza-minták az 1974 és 2004 év közötti időszakból származnak. Évenként eltérő nagyságú mintahalmaz állt rendelkezésünkre, de összességében véve több ezer minta elemzését végezték el az említett időtartományban. A vizsgálati minták elsődlegesen olyan agrotechnikai kísérletekből kerültek ki, amelyeknél eltérő ökológiai viszonyok között, különböző termőtájak hatását vizsgálták, valamint értékelték az elért terméseredményeket.

A mintaelőkészítés során a minták aprítását Retsch Sk-1 illetve Sk-3 típusú készülékkel végeztük el. Az ásványi anyagok mennyiségének meghatározásához kezdetben a hamvasztásos feltárásos módszert [26],

míg később a nedves roncsolásos eljárást alkalmaztuk [27]. Az utóbbi módszer szerint a mintákból 1 g mennyiséget mérünk be roncsolócsövekbe, ezt követően salétromsavval és hidrogén-peroxiddal elvégeztük a roncsolást, megfelelő hőmérsékleten. A zárt térben végzett nedves roncsolási eljárás lehetővé teszi a minta összes elemtartalmának a feltárását. A roncsolást követően az elemtartalom meghatározáshoz 1988-ig SP 90-s PYE UNICAM atomabszorpciós spektrofotométert használtunk, majd ezt követő időszakban egészen 1998-ig induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométert (ICP-OES) LABTAM 8440-est (LABTAM Ltd. Ausztrália), majd OPTIMA 3300 DV típusú ICP-OES (Perkin-Elmer Ltd, USA) készüléket alkalmaztunk. A méréseket a Debreceni Agrártudományi Egyetemen (DATE), majd jogutódjának a Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Élelmiszertudományi Intézet Műszerközpontjában végeztük el. Vizsgálati módszereink ellenőrzése végett hiteles anyagminták használatával hazai és nemzetközi körmérésekben vettünk részt, továbbá mind a lisztminőség-, mind az ásványianyag-tartalom vizsgálatok esetében BCR CRM 189 (European Reference Material) hiteles teljes kiőrlésű búzamintát alkalmaztunk. A közölt adatok szárazanyag tartalomra vonatkoznak.

A kapott eredmények kiértékeléséhez SPSS 22.0 statisztikai programcsomagot használtunk, illetve átlag, szórás és relatív szórásértékeket határoztunk meg. Mérési eredményeink ábrázolásához boxplot-ot alkalmaztunk, ami egy olyan grafikus elemzési módszer, mely esetében az interkvartilis elhelyezkedése információt nyújt a vizsgálati adatok eloszlásáról illetve tájékoztat minket ez a diagramtípus a kiugró értékek alakulásáról is. A boxplot diagram segítségével lehetőségünk nyílik az extrém kiugró értékek elkülönítésére az adathalmazon belül, ugyanis ilyen nagy számú mérési adat feldolgozása során elkerülhetetlen ezen értékek mérési eredmények közötti megjelenése, melyeket a statisztikai feldolgozás során kihagytunk az értékelésből.

4. Eredmények

Méréseink 30 év mintamennyiségét ölelték fel. Mintegy 4200 minta adatainak eredményeit dolgoztuk fel. A minták foszfortartalma 1,5-5,6 g/kg, káliumtartalma 1,6-5,8 g/kg, kalciumtartalma 200-780 mg/kg, magnéziumtartalma 600-2000 mg/kg, cinktartalma 6,00-79,0 mg/kg, réztartalma 1,7-10,4 mg/kg, mangántartalma pedig 13,0-69,1 mg/kg között változott. Ezek az adatok (2. táblázat) jól illeszthetők a feltüntetett irodalmi adatok sorába, a táblázat értékei a szélsőértékeket, valamint az interkvartilis terjedelmet mutatják be, mely utóbbi adat kifejezi, hogy milyen értékközben ingadozik a mért értékek középső 50%-a.

2. táblázat. Őszi búza minták mérési eredményei, vizsgálati elemenként, 30 év adatait feldolgozva

Ásványi elem	Búzaszem ásványi elem tartalma, szélsőértékek (mg/kg)	Búzaszem ásványi elem tartalma, interkvartilis terjedelem (mg/kg)
P	2279 - 4704	2900 - 3400
K	1524 - 4500	3300 - 3900
Mg	700 - 2410	1029 - 1213
Ca	237 - 1000	336 - 395
Mn	19,7 - 88	33,0 - 42,9
Zn	12 - 74	19,9 - 28,5
Cu	3 - 10	3,7 - 4,9

Elemenként vizsgálva a rendelkezésre álló adatokat, a statisztikai feldolgozás eredményeit boxplot diagram formájában az 1. ábrán szemléltetjük.

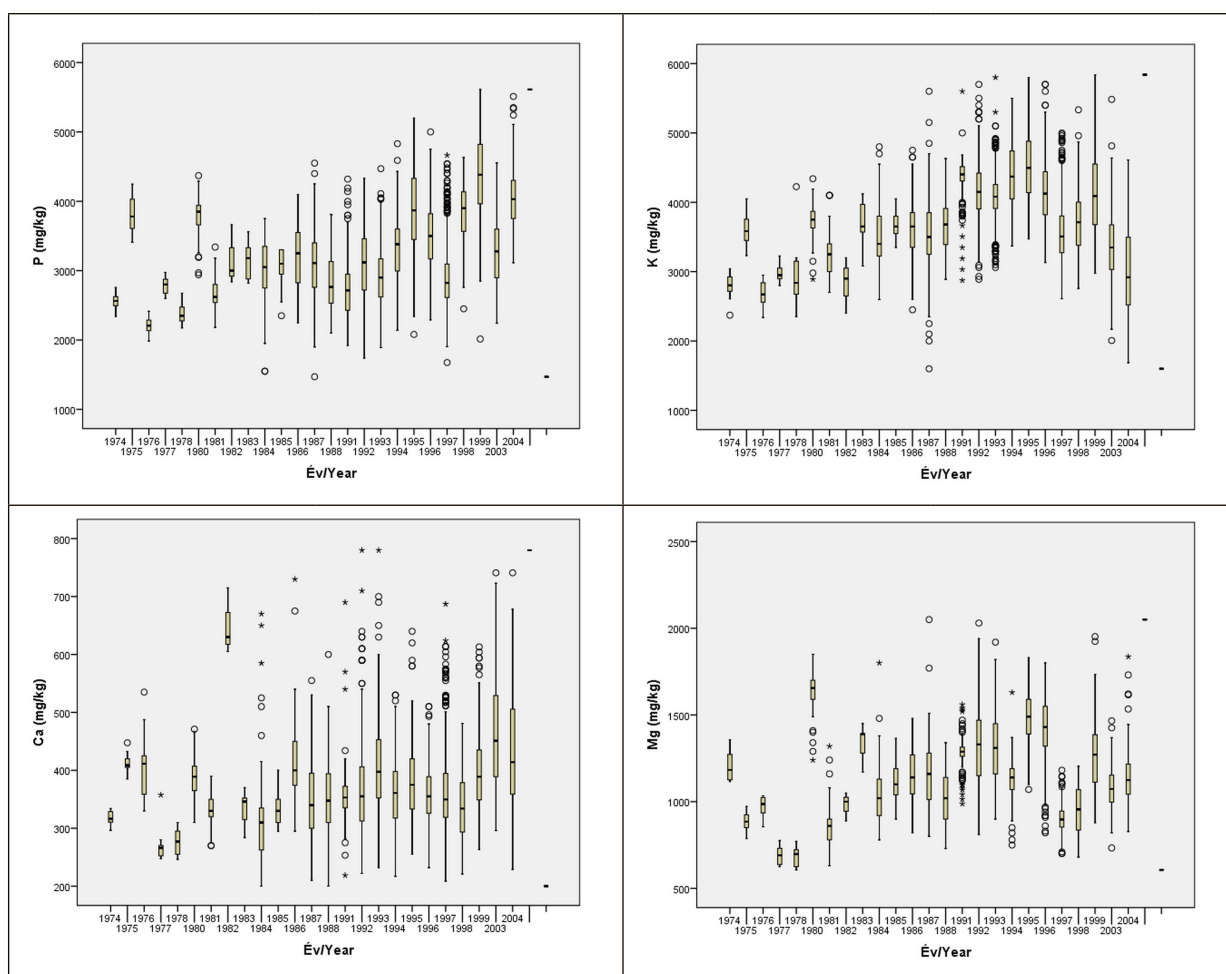
A foszfor és a kálium esetében a szórásértékek viszonylag széles tartományt fogtak át, de az interkvartilis értékeket vizsgálva megállapítható, hogy az eredményeink jellemzően a 2,9-4,0 g/kg tartományba esnek. A vizsgálati évek átlagában a foszfor esetében 2,9-3,4 g/kg, míg a káliumnál 3,3-3,9 g/kg közötti a tartomány szélessége. Ezek az értékek már jó egyezést mutatnak az irodalomban is feltüntetett adatokkal. E két makroelem koncentrációja tekintetében a vizsgált 30 év viszonylatában nem állapítottunk meg csökkenést.

A vizsgálati minták kalciumtartalmának értékei a 30 éves időszakot tekintve ugyancsak tág intervallumba esnek. Mérési eredményeinket összesítve 200 és 780 mg/kg közötti értékeket határoztunk meg. A 30 év átlagában a statisztikai elemzés során kapott adatok interkvartilis terjedelme már jóval szűkebb tartományt ölel fel. A vizsgált értékek középső 50%-a 336 és 395 mg/kg között helyezkedik el. Az alsó kvartilis esetében a legalacsonyabb értéket 1977-ben mértük. Az ebben az évben vizsgált minták átlaga 252 mg/kg Ca-tartalmat mutatott. A legnagyobb felső kvartilis értéket 2003-ban határoztuk meg. Akkor átlagosan 530 mg/kg Ca-tartalmat mutattunk ki. A kalciumtartalom szignifikáns csökkenéséről ebben az időszakban sem tudunk beszámolni az általunk vizsgált minták esetében.

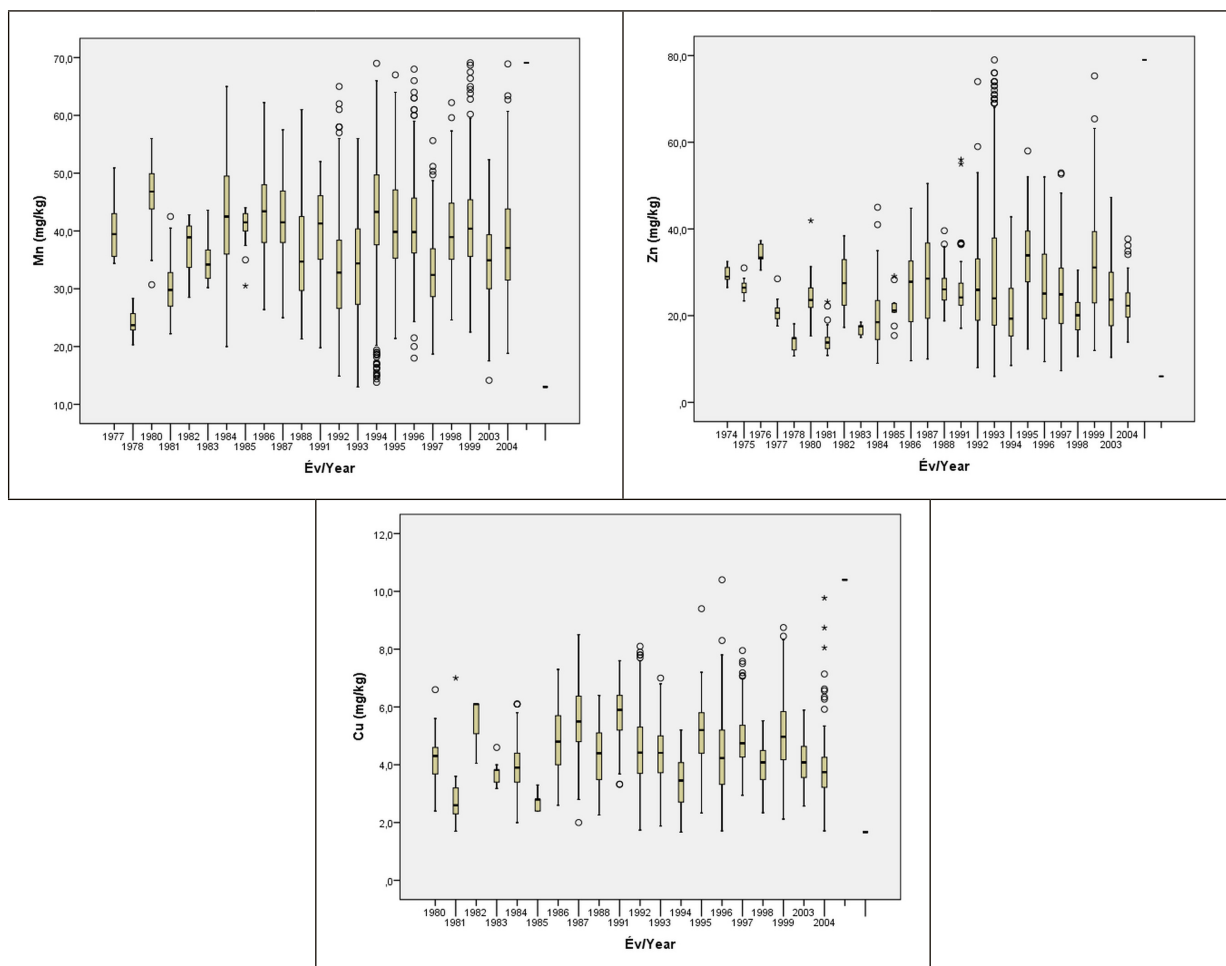
A magnéziumtartalom eredményei az irodalmi adatokkal összhangban széles, 600-2000 mg/kg közötti tartományba estek. Az interkvartilis terjedelem 1029 és 1213 mg/kg közötti értékeket ad a vizsgálati évek átlagában, a különbség az egyes évek között ez esetben is jelentős, hiszen a 25% percentilis érték 1978-ban volt a legalacsonyabb 622 mg/kg, míg a 75% percentilis érték 1980-ban volt kiemelkedő 1703 mg/kg értékkel.

Vizsgálati adatainknál a mangántartalom alakulásában átlagban közel 20%-os relatív szórásértéket határoztunk meg. A szórásértékeket jól szemlélteti a boxplot diagram. Eredményeink 13,0-69,1 mg/kg között változtak, azonban a 25 és 75%-os percentilis közötti tartomány már csak 33,0 és 42,9 mg/kg közötti, vagyis a vizsgálati adatok 50%-a ebben a szűk tartományban található meg. A statisztikai elemzés azonban számos kiugró értéket is jelez a diagramon.

A mikroelemek, mint a cink és a réz esetében még a mangántartalomhoz képest is nagyobb relatív szórásértékekkel találkoztunk. A vizsgálati évek átlagában cinknél 25,8%-os relatív szórásértéket számoltunk, míg a réz esetében 22,8% volt ugyanez az eredmény. A boxplot diagramon jól látható, hogy a mérési adatok széles skálán mozognak, nagy a szórás és az egyedi eredmények között számos kiugró érték is látható. A dobozdiagram eredményeit tekintve a 25 és 75%-os percentilis tartomány értékei a cink esetében 19,9-28,5 mg/kg közöttiek, míg a réz esetében ugyanezen tartomány értékei 3,7-4,9 mg/kg között változtak.



1. ábra. Ásványianyag tartalom alakulás és megoszlása őszi búza vizsgálati mintánál
(Az ábra a következő oldalon folytatódik.)



1. ábra. Ásványianyag tartalom alakulás és megoszlása őszi búza vizsgálati mintánál (folytatás)

5. Következtetések

A búza a gabonafélék között világviszonylatban is domináns szántóföldi növény, amely a belőle készített növényi eredetű termékek meghatározó részét teszi ki, így összességében fontos ásványi anyagokat biztosít az emberi szervezet számára. Napjainkban számos kutató veti fel azt a kérdést, hogy a különböző élelmiszeralapanyagok előállítására termesztett szántóföldi kultúrák esetében évtizedek alatt miként változott az ásványi anyagok mennyisége, azok egymáshoz viszonyított aránya, miközben változtak a rendelkezésre álló fajták, változnak az ökológiai viszonyok és természetesen változik az alkalmazott agrotechnika, vagyis minden olyan tényező, amely egyidejűleg befolyásolja egy növényi termék minőségét és annak táplálkozási értékét.

Vizsgálati eredményeink 1974 és 2004 közötti termesztési évekből és különböző termesztési helyekről származtak. A vizsgált termőterületeken jellemzően eltérő ökológiai viszonyok között, különböző agrotechnikai kezelések eredményességét vizsgálták, eltérő fajtákkal.

A vizsgálati évek átlagát tekintve az analizált minták elemei közül a foszfor-, a kálium- és a magnéziumtartalom esetében tapasztaltunk alacsonyabb relatív szórás adatokat, rendre 11,7%, 11,0%, 13,0% értékekkel. Mérési eredményeink szórása a réz és cink esetében már jóval hektikusabb volt. A réznél 22,8%, a cinknél pedig 25,8%-os relatív szórásértéket találtunk.

A vizsgált 30 év viszonylatában ásványianyag-tartalom csökkenést nem tapasztaltunk. Ugyanakkor hangsúlyozzuk, hogy megbízható következtetést és hiteles idősoros megállapításokat kizárólag archivált minták egyidejű mérési eredményei alapján lehet levonni. Munkánkat ennek szellemében kívánjuk folytatni.

6. Irodalom

- [1] Zhao, F. J., Shu, Y.H., Dunham, S.J., Rakszegi, 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. 290-295. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.11.007>
- [2] Henderson, L., Irving, K., Gregory J., Bates, C. J., Prentice, A., Perks, J. (2003): The national diet & nutrition survey: adults aged 19-64 years, vol. 3. Her Majesty's Stationery Office. London
- [3] Szabó, S. A., Regiusné, M. Á., Győri, D., Szentmihályi, S. (1987): *Mikroelemek a mezőgazdaságban I. Esszenciális mikroelemek*. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
- [4] Kutman, U. B., Yildiz, B., Cakmak, I. (2011): Improved nitrogen status enhances zinc and iron concentrations both in the whole grain and endosperm fraction of wheat. *Journal of Cereal Science*. 53. pp. 118-125. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.10.006>
- [5] Dworak, L. (1942): *A talajból felvett táplálépanyagok mennyisége a fontosabb gazdasági növényekben*. In: Köztelek Zsebnaptár (Szerk.: Szilassy Z – Budai B.) p. 389. OMGE. Budapest
- [6] Pais, I. (1980): *A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- [7] Győri, Z. (1983): Mezőgazdasági termékek tárolása és feldolgozása. *Egyetemi jegyzet. Debreceni Agrártudományi Egyetem*. Debrecen
- [8] Győri, Z. (2002): Tápanyaghasználás és minőség. In: Győri, Z., Jávora, A. (eds.): Az agrokémia időszzerű kérdései. *Debreceni Egyetem ATC, MTA Talajtani és Agrokémiai Bizottsága*. Debrecen. pp. 79-89.
- [9] Győri, Z. (2015): Az őszi búza ásványi-tartalmának változása Magyarországon 1839-től napjainkig. *Agrokémia és Talajtan*. 64 (1): pp. 189-198. <https://doi.org/10.1556/0088.2015.64.1.13>
- [10] Győri, Z. (2017): Az őszi búza ásványianyag tartalmának értékelése az új vizsgálatok tükrében/eredményeként, Evaluation of the mineral content of winter wheat in light of/as a result of the new studies. *Élelmiszervizsgálati Közlemények* 63 (2) pp. 1519-1534.
- [11] Győri, Z., Győriné, M. I. (1998): *A búza minősége és minősítése*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest
- [12] Dániel, P., Győri, Z., Szabó, P., Kovács, B., Prokisch, J., Phillips, C. (1998): A sertések ásványianyag ellátottságával összefüggő vizsgálatok. 1. Közlemény: Sertéstakarmányok ásványianyag-tartalma. *Állattenyésztés és takarmányozás*. 47. pp. 277-286.
- [13] Kincses, S.-né (2002): Az NPK-trágyázás hatása az őszi búza és kukorica szemtermésének mennyiségére és ásványianyag tartalmára. In: Győri, Z., Jávora, A. (szerk.): Az agrotechnika időszzerű kérdései. *Debreceni Egyetem. Agrártudományi Centrum. Mezőgazdaságtudományi Kar. MTA Talajtani és Agrokémiai Bizottsága*. Debrecen. pp. 163-171.
- [14] Oury, F. X., Leenhardt, F., Rémésy, C., Chanliaud, E., Duperrier, B., Balfourier, F., Charmet, G. (2006): Genetic variability and stability of grain magnesium, zinc and iron concentrations in bread wheat. *European Journal of Agronomy*. 25. pp. 177-185. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2006.04.011>
- [15] Welch R. M., Graham R. D. (2002): Breeding crops for enhanced micronutrient content. *Plant and Soil*. 245. pp. 205-214. <https://doi.org/10.1023/A:1020668100330>
- [16] Graham R. D., Welch R. M., Saunders D. A., Ortiz-Monasterio I., Bouis H. E., Bonierbale, M., de Haan S., Burgos G., Thiele G., Liria R., Meisner C. A., Bebb S. E., Potts M. J., Kadian M., Hobbs P. R., Gupta R. K., Twomlow S. (2007): Nutritious subsistence of food systems. *Advances in Agronomy*. 92. pp. 1-74. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(04\)92001-9](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(04)92001-9)
- [17] White P. J., Broadley M. R. (2005): Historical variation in the mineral composition of edible horticultural products. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 80. pp. 660-667. <https://doi.org/10.1080/14620316.2005.11511995>
- [18] White P.J., Broadley M. R. (2005) Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends in Plant Science*. 10. pp. 586-593. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2005.10.001>
- [19] WHO (1996): Trace elements in human nutrition and health. *World Health Organization*. Geneva
- [20] WHO (2002): The World Health Report 2002. Reducing Risks. Promoting Healthy Life. *World Health Organization*. Geneva
- [21] Gleason G., Sharmanov T. (2002): Anemia prevention and control on four central Asian republics and Kazakhstan. *Journal of Nutrition*. 132. pp. 867-870. <https://doi.org/10.1093/jn/132.4.867S>
- [22] Morris C. E., Sands D. C. (2006): The breeder's dilemma – yield or nutrition? *Nature Biotechnology*. 24 (9):1078-1080. <https://doi.org/10.1038/nbt0906-1078>

- [23] Fan M. S., Zhao, F. J., Fairweather_Tait S. J., Poulton, R. P., Dunham J. S., McGrath P. S. (2008): Evidence of decreasing mineral density in wheat grain over the last 160 years. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. **22** (4) pp. 15-324. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2008.07.002>
- [24] Burján, Z., Győri, Z. (2013): A termőhelyek hatása a búzaszem és a liszt ásványi anyag és fehérjetartalmára. *Agrokémia és Talajtan*. **62** (2) pp. 387-400. <https://doi.org/10.1556/agrokem.62.2013.2.15>
- [25] Győri, Z. (2018): Essential Mineral Element Status in Wheat and Maize Grains. *EC Nutrition* **13** (1) pp. 1-3.
- [26] Varju, M. (1972): Növényi anyagok hamvasztásának néhány módszertani kérdése. *Agrokémiai és Talajtan* **21** (1-2) pp. 139–153.
- [27] Kovács, B., Győri, Z., Prokisch, J., Loch J., Dániel, P. (1996): A study of plant sample preparation and inductively coupled plasma emission spectrometry parameters. *Communications in soil Science and Plant Analysis*. 27. pp. 1177-1198. <https://doi.org/10.1080/00103629609369625>