



*A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Shutterstock*

Győri Zoltán<sup>1</sup>

Érkezett: 2016. december – Elfogadva: 2017. március

# Az őszi búza ásványianyag-tartalmának értékelése az új vizsgálatok tükrében/eredményeként

**Kulcsszavak:** őszi búza, ásványi anyag, termesztési évek, fajták, makro- és mikroelemek

## 1. Összefoglalás

Az élelmiszer- és táplálkozástudományi kutatás és gyakorlat napjainkban mind nagyobb hangsúlyt fektet az alapélelmiszernek számító őszi búzaszem kémiai összetételére úgy a szerves, mint a szervesetlen makro- és mikro-komponenseket illetően. Ez a figyelem több tényező hatásának eredménye, amelyek közül feltétlenül ki kell emelni a műszeres analitikai lehetőségek (HPLC, HPLC-MS, ICP-OES, ICP-MS) bővülését, továbbá a termesztéstechnológiához szorosan kapcsolódó, gyakran változó tényezőket (fajták, hibridek, növényvédelem, műtrágyázás, időjárási szélsőségek gyakorisága) is. Ennek eredményeként az elmúlt két évtizedben a kutatók figyelme egyre jobban arra a kérdésre irányult, hogy az intenzív agrotechnika és az új fajták genetikai adottságai következtében megváltozik-e a növényi termékek és benne a búza kémiai, illetve a takarmányozási, táplálkozás-élettani minősége. Szándékom az volt, hogy dolgozatomban megnyugtató választ adjak a rendelkezésére álló nagyszámú és különböző kísérletekből (tartamkísérletekből) származó minták elemzési adatai alapján a felvetődött kérdésekre, amelyek közül kiemelkedően fontos kérdés, hogy az elmúlt száz évben miként alakult az alap táplálékokhoz tartozó őszi búza ásványianyag-tartalma. E célból olyan mintákat használtam fel, amelyeket hazánk különböző helyein archiváltak, és azokat a legkorszerűbb mérési eljárásokkal analizálták.

Az ásványianyag-tartalom ugyanis az a minőségi mutató, amelyet megbízhatóan lehet a hosszú távú hatások (tárgyázás, műtrágyázás, növényvédelem, SO<sub>2</sub> kibocsátás, légköri atomrobbantások, trágyaféleségek kísérőelemei, klímaváltozás, fajtaváltások) becslésére és értelmezésére használni úgy, hogy az archivált mintákban legkevésbé változik. A vizsgálatok kiterjedtek a foszforra, káliumra, kalciumra, magnéziumra, vasra, mangánra, cinkre, rézre és a stronciumra is.

A kapott eredmények hozzásegíthetik a kutatókat és a téma iránt érdeklődő, táplálkozástudománnyal foglalkozó gyakorlati szakembereket, hogy reális képet alkothassanak a környezeti tényezők és az agrotechnika a gabonafélék összetételére gyakorolt hatásáról.

## 2. Bevezetés

Hazánkban már az 1950-es évek végén elkezdődtek azok a kutatások, amelyek a termesztett növények ásványianyag-tartalmában beálló változásokat szándékozták követni. Az első, témánkat érintő ered-

ményeket az akkoriban elismert, a tudományágat meghatározó kutatók [1] [2] [3] közzölték. Az 1970-es évek elején az intenzív agrotechnika alkalmazásával többek között Debrecenben is megindultak az ilyen irányú kutatások [4]. Az eredmények közzlése kapcsán figyelemre méltó, Sarkadi megjegyzése „Meg

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem Táplálkozástudományi Intézet

kell említenem, hogy a szakirodalom egy része – elsősorban az alapkutatásokkal foglalkozó közlemények, de külföldön újabb néhány gyakorlati célú kiadványban is – a tápanyagokat nem oxidokban, hanem elemekben fejezik ki (P:  $P_2O_5 = 2,29$ ; K:  $K_2O=1,2$ ). Sajnos ez a kettősség is okozhat félreértéseket” [5]. Ez a meglátás azért fontos, mert a búza ásványi elemeiről az első összeállítás hazánkban 1942-ben jelent meg, ebben az eredményeket nem elemi mennyiségre, hanem oxidokra adta meg a szerző [6]. Magára a szemtermésre vonatkozóan akkoriban további adatok nem jelentek meg, és kevés Németországból származó adatot közöltek a különböző lisztek (búza, kukorica) ásványi anyag tartalmáról [7].

A hazai kutatási lehetőségek bővülésével az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézetben (MTA TAKI), és a Debreceni Agrártudományi Egyetemen (DATE) jelentős kutatómunka kezdődött a gabonafélék ásványianyag-tartalmának vizsgálatára. Ennek eredményeként a kutatók megállapították, hogy az ásványianyag-tartalom lényegesen nem változott [8], [9], [10]. A hazai adatbázis bővülését jelentette, hogy fajta-összehasonlítási eredményeket közöltek maratonvásári kutatók [11], [12]. Ezzel egyidejűleg azok a külföldi kutatók, akiknek szántóföldi kutatási kísérleti, a minták archiválásának lehetőségei, valamint analitikai vizsgálati lehetőségei biztosítottak voltak, újabb és újabb adatokat közöltek az ásványianyag-tartalom változásával kapcsolatban.

1. táblázat. Az őszi búza ásványi anyag-tartalma (irodalmi adatok)  
Table 1. Mineral content of winter wheat (literature data)

| (1)<br>Forrás / Source        | (2)<br>elem jele és mértékegysége / Element symbol and measurement unit |         |           |          |        |       |      |        |
|-------------------------------|---|---------|-----------|----------|--------|-------|------|--------|
|                               | P   | K       | Ca        | Mg       | Zn     | Mn    | Cu   | Fe     |
|                               | (g/kg-1)  |         | (mg/kg-1) |          |        |       |      |        |
| PIIRONEN et al., 2009 [27]    | 2.2–9.1   | 2.8–7.3 | 100–800   | 200–2200 | 15–102 | 40–90 | 1–14 | 16–163 |
| KENT, 1983 [28]               | 3.9   | 4.4     | 480       | 1520     | 33     | 40    | 6    | 46     |
| LOCKHART & NESHEIM, 1978 [29] | 3.6   | 5.2     | 500       | 1600     | 34     | 49    | 7    | 100    |
| LÁNG, 1961 [30]               | 4.3   | 5.3     | 700       | 1400     | -      | -     | -    | -      |
| SARKADI, 1960 [1]             | 2.8   | 3.3     | -         | -        | -      | -     | -    | -      |
| KUTHY, 1961 [3]               | 3.3   | 5.1     | -         | -        | -      | -     | -    | -      |
| KÁDÁR, 1997 [8]               | 3.6   | 3.0     | 300       | 1400     | 26     | 28    | 3    | 30     |
| BÁLINT et al., 2001 [12]      | -   | -       | 513       | 1178     | 33     | -     | 7    | 35     |
| RODLER, 2006 [31]             | 3.0   | 1.4     | 390       | 200      | 31     | -     | 4    | 32     |

2. táblázat. Minták származási helye  
Table 2. Sources of samples

| hely / Source  | mintaszám<br>Number of samples        | évek / Years |
|--|---------------------------------------|--------------|
| DATE Hajdúszoboszlói Kísérleti Telepe<br>Hajdúszoboszló Experimental Site of DATE  | évi 208 minta<br>208 samples per year | 1974–1982    |
| DE AGTC Látóképi Kísérleti Telepe<br>Látókép Experimental Site of DE AGTC  | évi 360 minta<br>360 samples per year | 1983–2010    |
| a Fajtakísérleti állomások telepei<br>Variety Experimental Station Sites   | évi 150 minta<br>150 samples per year | 1995–2006    |
| OMTK kísérletek<br>OMTK experiments  | évi 220 minta<br>220 samples per year | 1985–2008    |
| MGSZH (volt OMMI)<br>MGSZH (former OMMI)   | 3 minta<br>3 samples                  | 1909–1936    |
| a Magyar Mezőgazdasági Múzeum Pannonhalmi Gyűjteménye [22] [23]<br>Pannonhalma Collection of the Museum of Hungarian Agriculture [22] [23] | 1 minta<br>1 sample                   | 1839         |
| a Magyar Mezőgazdasági Múzeum Búza fajta Gyűjteménye<br>Wheat variety collection of the Museum of Hungarian Agriculture                    | 19 minta<br>19 samples                | 1965–1967    |
| Nyíregyházi Kutatóintézetből származó minta (után termesztett)<br>Samples from the Nyíregyháza Research Institute (post-cultivated)        | 19 minta<br>19 samples                | 2015         |

Ezek közül kiemelkedik az 1843-ban alapított rothamstedi kísérleti hely (Rothamsted Research) feldolgozási mintáiból született eredmények közlése, amelyek szerint 1965-ig nem változott a minták ásványi elem tartalma majd, a rövidszárú búza fajták elterjedésével egyes elemek (Cu, Mg, Zn) mennyisége napjainkra 15-25 %-kal csökkent [13]. A bio és az intenzív termesztéssel kapott termések összehasonlítása során megállapították, hogy bio technológiával termesztett búza ásványianyag-tartalma a magasabb különösen az ősi fajták, fajok termesztése esetén [14].

Az eltérő ökológiai körzetekben termesztett fajtákról közölt adatok szerint szignifikáns különbség van a különböző kenyérbúza genotípusok vas- és cink-tartalma között, de nincs ilyen különbség a szeléntartalomban [15]. Svédországi tartamkísérletek adatai szerint a légszennyezés csökkenése azt eredményezte, hogy a búzaminták ólom- és kadmium-tartalma szignifikánsan csökkent, miközben az NPK műtrágyázásra tartamhatásként a réz és vas tartalom alacsonyabb lett [16], ugyanakkor ezzel ellenkező módon a nitrogéntrágyázás hatására a vas-, a cink- és a réztartalom növekedéséről számoltak be [17]. A hazai és a nemzetközi adatok összehasonlítását az **1. táblázat** tartalmazza, amelyben a releváns eredményeket egységes mértékegységgel mutatom be.

Egyes szerzők konkrét értéket adnak meg, mások elég széles tartományban jelölik meg a különböző elemek koncentrációját. A megbízható első hazai adatok az 1960-as évek elejéről származnak, sajnos csak négy elemre vannak mérési eredmények (P, K, Ca, Mg), de azok megfelelő egyezést mutatnak a nemzetközi kutatási eredmények között publikált, más forrásokból származó adatokkal. Kádár Imre munkásságának eredményeként állnak rendelkezésre 8 elemről vizsgálati adatok a 90-es évek végéről, és ezek az eredmények jó egyezést mutatnak a világirodalmi adatokkal [8]. Rodler Imre könyvében táplálkozás-élettani adatokhoz juthatunk, de munkájában

úgy a káliumtartalomra mint a magnéziumtartalomra vonatkozó értékek alacsonyak. Mangántartalomra vonatkoztatva nem közölt mérési eredményeket [31]. A világ különböző régióiból származó őszibúza-minták cink tartalmáról közölt adatok 21,9 és 38,5 mg/kg között változtak: Németországban 26,3-38,5 Dániában és Svédországban 28,0 Finnországban 32,6 az USA-ban 21,9-27, Törökországban 22,0 és Indiában 26,0 mg/kg [18]. Ezek a mennyiségek lényegesen kisebb különbségeket jeleznek, mint amit az egyes számú táblázatban Piironen et al. közöltek [27]. Napjaink egyik égető problémája az éghajlatváltozás és különösen a légkör növekvő széndioxid-tartalmának hatása a C3 termések és a maghüvelyesek cink- és vastartalmára [19], hiszen ez a csökkenés több milliárd ember alapélelmiszerének elemtartalom-változását (csökkenését) eredményezi, ami növeli az alultápláltságot. Hazánkban 2013-ban több növényfajra vonatkoztatva közöltek adatokat az ásványi elemek csökkenéséről 1942-től 2005-ig [20]. Ebben az őszi búza ásványianyag-tartalmának 50 %-os csökkenéséről írnak, de a forrást csak egy gödöllői forrásból származó ábrában nevezik meg [21].

Az esetenként egymásnak ellentmondó eredmények és az ezzel együtt járó – elsősorban a táplálkozás élettani szempontokat figyelembe vevő – drámai csökkenésnek a médiában történő hangsúlyozása miatt döntöttünk úgy, hogy részben a Magyarországon is a rendelkezésre álló mintaanyag egységes elemzésével (műszer, módszer) vizsgálatokat folytattunk, és a kapott mérési eredményeket a korábban ezrével mért minták adataival összevetve értékeljük ki. Nálunk ugyanis rendelkezésre álltak mindazon feltételek, amelyek az elemtartalom meghatározásához alapvetően szükségesek. Ezek a következők: megbízható mintaanyag akár több évtizedre is visszamenőleg (archiválás), elemenkénti értékelés és interpretáció, több tényező hatásának a figyelembevétele, lehetőleg egységes módszer, egy időben végrehajtott mérés.



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Shutterstock

### 3. Anyag és módszer

A vizsgálatba vont minták több kísérleti helyről, valamint gyűjteményből származtak, amelyeket a **2. táblázatban** láthatunk.

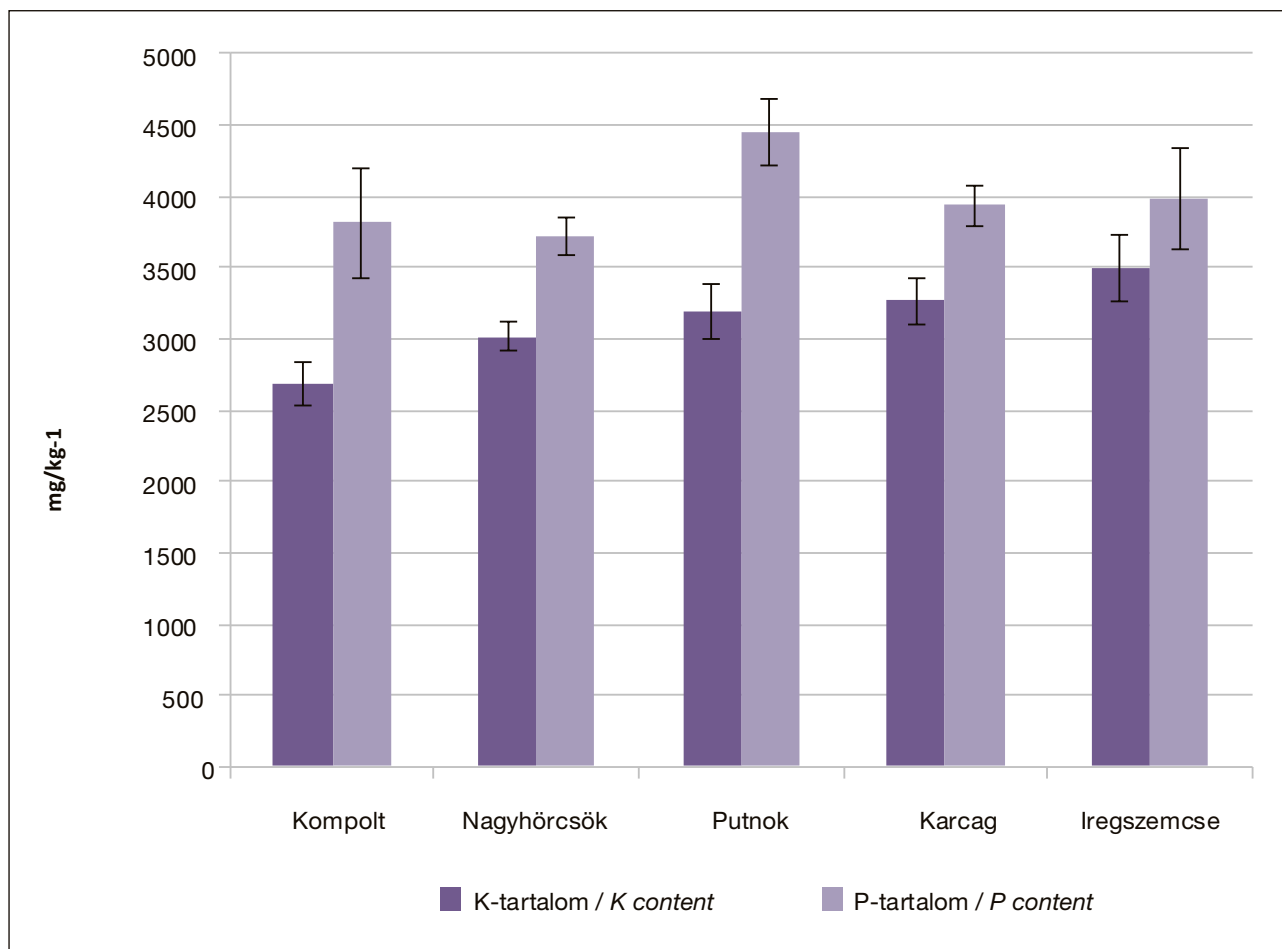
Ezek a szemminták egyrészt agrotechnikai kísérletekből származtak, ahol döntően a műtrágyázás hatását vizsgáltuk különböző talajtípusokon, vagy a külön-

böző fajták terméseredményeit értékelték más-más termőhelyeken. Az „öreg mintaanyag” (1839-1936) esetében ilyen háttér-információk nem álltak rendelkezésemre. A minták jellemzésére csak az egyszerű megnevezés („aestivum”) vagy – mint az 1965-68-as mintáknál – a mintavétel helye (tájfajták?) volt ismert.

Az 1974 utáni kísérletekből több ezer magmintát elemeztünk, míg a több évtizedes korú –1974 előtt-

3. táblázat. Az őszi búzaszem makro- és mikroelemtartalma 1974 és 2004 között mért adatok  
Table 3. Macro- and microelement contents of winter wheat grain, date from 1974-2004

| (1)<br>Fajta / Variety      | (1)<br>Elem jele és mértékegysége / Element symbol and measurement unit |     |     |      |      |      |     |      |
|-----------------------------|---|-----|-----|------|------|------|-----|------|
|                             | P<br>(g/kg-1)   | K   | Ca  | Mg   | Zn   | Mn   | Cu  | Fe   |
| 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 |



1. ábra. Azonos búzafajta kálium- és foszfortartalma eltérő kísérleti helyeken  
Figure 1. Potassium and phosphorus contents of identical wheat varieties at different experimental sites

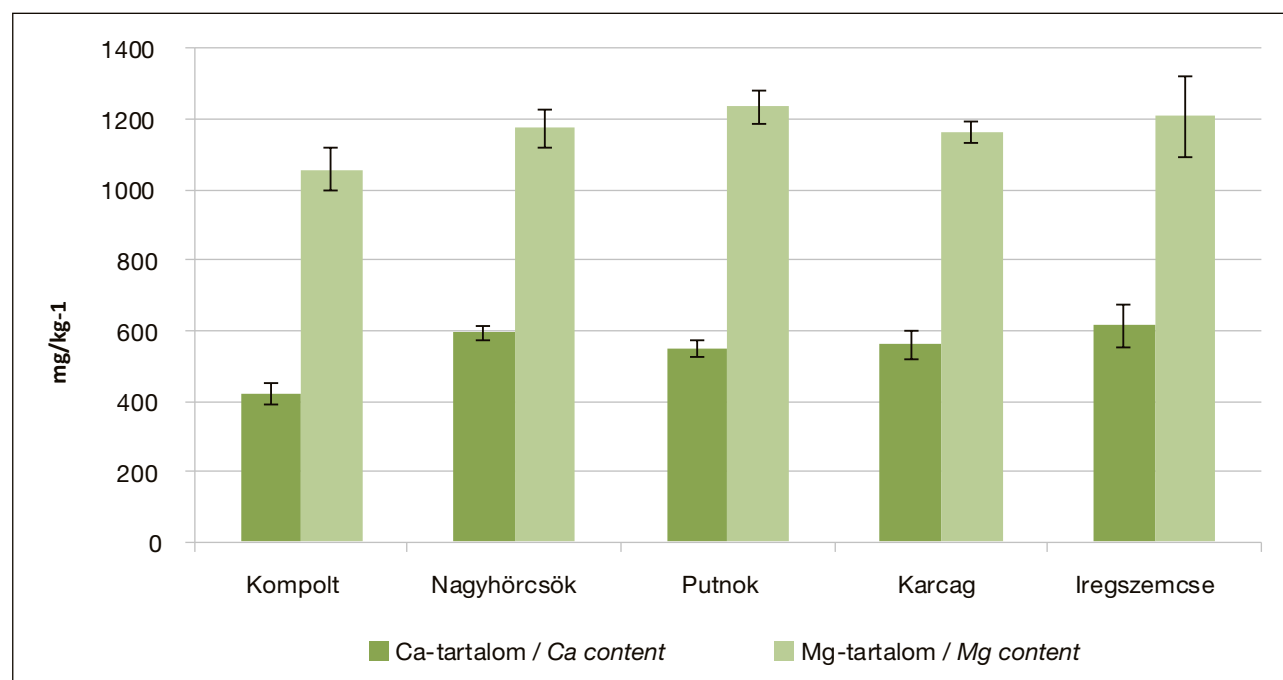
ti – minták száma korlátozott volt. A kis mennyiségű minták esetében legtöbbször mikro roncsolást kellett alkalmaznunk. A minták aprítását, homogenizálását Retsch Sk-1 illetve Sk-3 típusú készülékkel végeztük el. Az ásványi anyagok vizsgálatához kezdetben hamvasztásos feltárásos módszert [24], később nedves roncsolásos eljárást (salétromsav/hidrogén-peroxid eleggyel) alkalmaztunk [25]. 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. Megjegyzem, hogy a foszfortartalmat 1988-ig nem nagyműszeres technikával, hanem mobildo-vanadátos spektrofotométeres módszerrel határoztuk meg [26].

A méréseket a DATE és jogutódja Műszerközpontjában végeztük el. A közölt adatok szárazanyag-tartalomra vonatkoznak. A mérések pontosságának ellenőrzéséhez BCR CRM 189 jelölésű (European Reference Material) hiteles búzaminát (teljes őrlemény) használtunk, és részt vettünk hazai és nemzetközi (MTA TAKI, WESSLING Hungary Kft., Wageningen Egyetem, WEPAL Program) körmérésekben is. A statisztikai értékelést az SPSS 22.0 programmal végeztük el.

4. táblázat. Az őszi búzaszem makro- és mikroelemtartalma 1839 és 2004 között  
Table 4. Macro- and microelement contents of winter wheat grain between 1839 and 2004

| (1) év<br>Year |                                 | (2)<br>Elem jele és mértékegysége / Element symbol and measurement unit |   |           |      |    |    |    |    |      |
|----------------|---------------------------------|---|---|-----------|------|----|----|----|----|------|
|                |                                 | P   | K | Ca        | Mg   | Zn | Mn | Cu | Fe | S    |
|                |                                 | (g/kg-1)  |   | (mg/kg-1) |      |    |    |    |    |      |
| 1839           | (a) Átlag / Average             | 4   | 4 | 338       | 1403 | 28 | 50 | 5  | 34 | 1195 |
|                | (b) Szórás / Standard deviation | 0   | 0 | 55        | 103  | 7  | 6  | 3  | 3  | 156  |
| 1909           | (a) Átlag / Average             | 5   | 4 | 290       | 1440 | 43 | 34 | 10 | 50 | 1643 |
|                | (b) Szórás / Standard deviation | 0   | 0 | 71        | 77   | 1  | 3  | 2  | 2  | 93   |
| 1919           | (a) Átlag / Average             | 4   | 4 | 360       | 1477 | 33 | 38 | 6  | 51 | 1737 |
|                | (b) Szórás / Standard deviation | 1   | 1 | 34        | 121  | 5  | 2  | 0  | 10 | 281  |
| 1936           | (a) Átlag / Average             | 3   | 4 | 334       | 1130 | 20 | 28 | 3  | 30 | 1248 |
|                | (b) Szórás / Standard deviation | 0   | 0 | 77        | 83   | 3  | 2  | 0  | 3  | 47   |
| 1965           | (a) Átlag / Average             | 3   | 3 | 307       | 1210 | 27 | 37 | 5  | 24 | 1210 |
|                | (b) Szórás / Standard deviation | 1   | 0 | 55        | 118  | 7  | 5  | 1  | 5  | 137  |
| 2004           | (a) Átlag / Average             | 4   | 3 | 498       | 1162 | 24 | 37 | 4  | 51 | 1696 |
|                | (b) Szórás / Standard deviation | 1   | 0 | 57        | 97   | 9  | 8  | 1  | 6  | 154  |



2. ábra. Azonos búzafajta kalcium- és magnéziumtartalma eltérő kísérleti helyeken  
Figure 2. Calcium and magnesium contents of identical wheat varieties at different experimental sites

#### 4. Eredmények

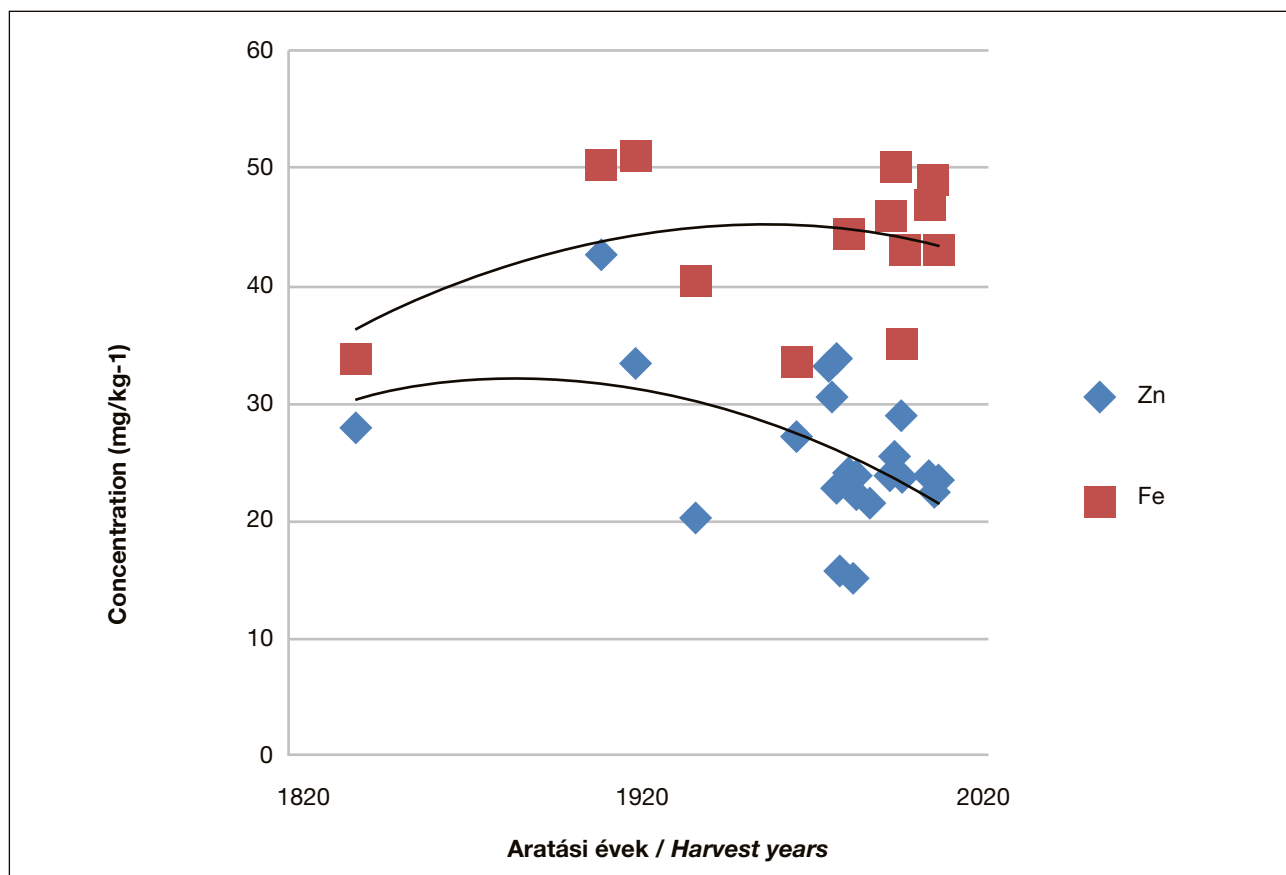
Mérési eredményeinket fajták szerint csoportosítva az 1974-2004 közötti időszakra a **3. táblázatban** látható adatokat kaptuk.

A bemutatott fajták foszfortartalmának átlaga 2,8 és 4,0 g/kg közötti, míg a kálium tartalom 2,8 és 4,4 g/kg között változott a vizsgált időszakban. A kalcium esetén az értékek 334 és 433 mg/kg, a magnéziumnál 887-1423 mg/kg, míg a cinknél 16,7-25,8 mg/kg, a mangánál 31,6-43,3 közöttinek adódtak. A réz tartalom 3,0 és 5,4 mg/kg között változott, míg a vastartalomnál 36,5-45,9 mg/kg értékeket kaptunk. Figyelemre méltó, hogy az egyébként közepes lisztminőséggel rendelkező [34] Mv23-as fajta a foszfor, a kálium, a magnézium, a mangán, a cink és a réz elemeket illetően a legmagasabb értékeket mutatta. Jól szemlélteti az adott fajta évjárat által változó összetételét a már hosszú ideje vizsgált Jubilejnaja 50 fajta makro elem tartalmában (P, K) megmutatkozó hatás. Egy adott fajta (Mv Csárdás) különböző termőhelyeken mért foszfor, kálium, kalcium és magnézium adatait foglaltam össze az **1. és 2. ábrákon**, ahol ugyanakkor a fajtának az eredményeit láthatjuk. Ezáltal megítélhető az adott évjáratban a termőhely hatása. Az előzőek összegzéseként pedig megállapítható, hogy a mérési eredmények között nem találtunk szélsőséges értékeket.

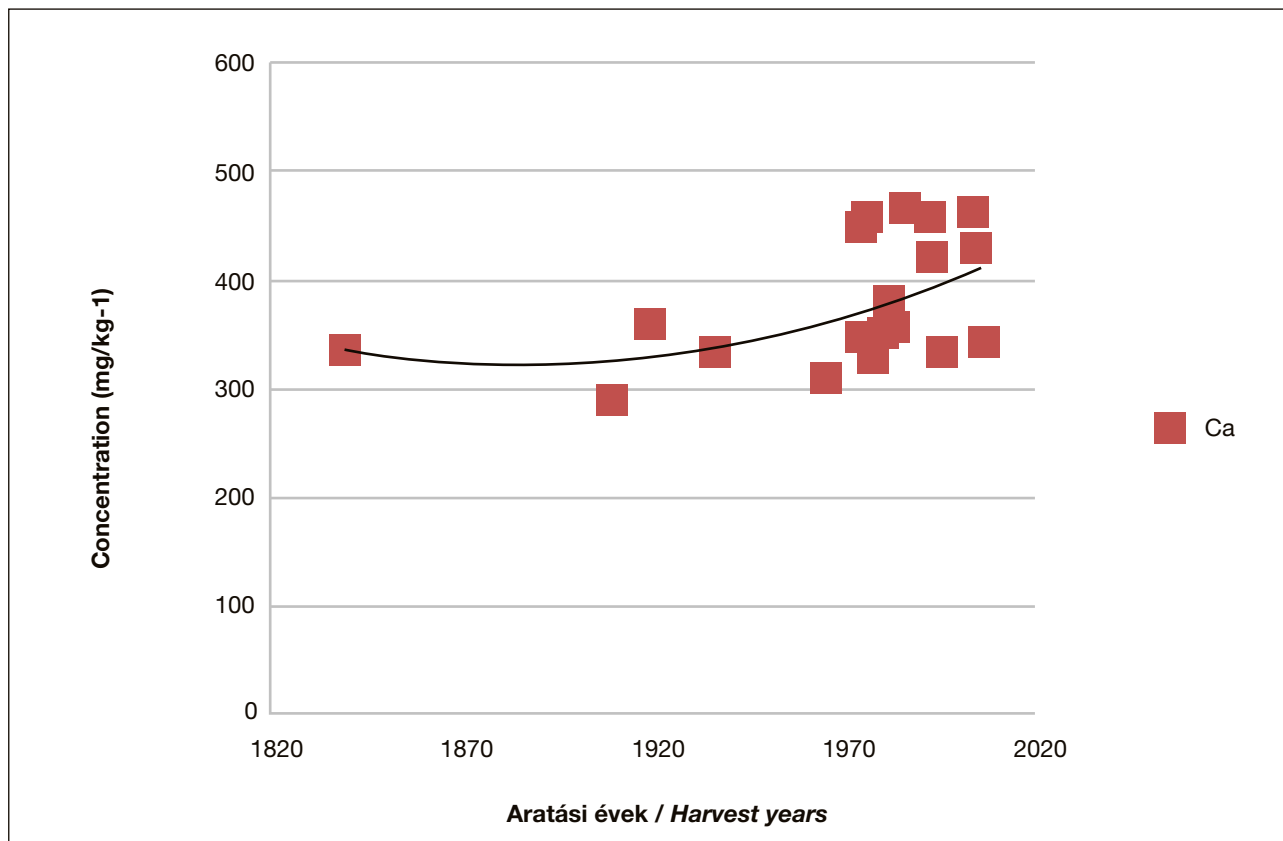
A közel 170 évet átölelő időszakból származó minták elemzéséből származó adatokat a **4. táblázatban** foglaltam össze, ahol a kén tartalmat is feltüntettem a mérési eredmények szórásával együtt. Egyértelmű változás, azaz csökkenés a cink-, a magnézium- és a vastartalomnál figyelhető meg. A kalciumtartalom pedig növekedett, amivel a stronciumtartalom is nőtt. A megállapítható tendenciákat jól szemlélteti az úgynevezett trendvonalas ábrázolás, amely a cinknél és a vasnál az **3. ábrán** látható. Ezek az adatok ugyanazt a tendenciát mutatják, amit Fan és munkatársai a rothamstedi tartamkísérleti anyagok vizsgálati eredményei alapján közöltek [13].

Eredményeim szerint a mangántartalom esetében kismértékű csökkenés figyelhető meg, amely ellentétes a korábbi, Magyarországon mért eredmények tendenciájával [33].

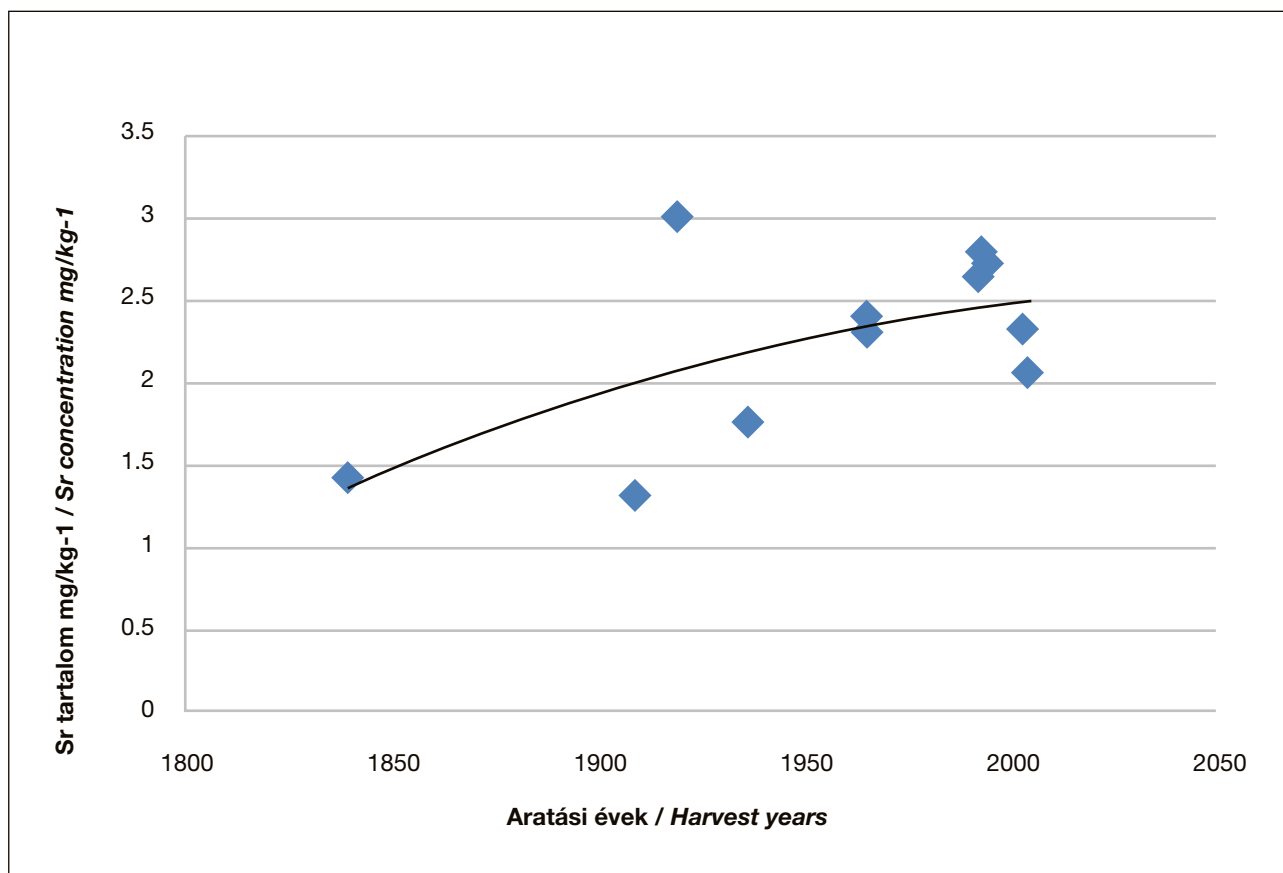
A **4. ábrán** látható, hogy a kalciumtartalom értékeiben növekedés figyelhető meg, ami arra utal, hogy talajaink a termesztett fajták számára elegendő kalcium készlettel rendelkeznek. Ugyanakkor arra is fel kell hívni a figyelmet, hogy a szoros kalcium-stroncium kölcsönhatás [34] miatt a stronciumtartalom is emelkedett a mintákban az **5. ábra** tanúsága szerint. Ez olyan esetekben lehet figyelemre érdemes, ahol a húsfogyasztás sokkal nagyobb mértékű, mint amelyet a táplálkozástudomány szakemberei javasolnak, mivel ott az emberek csoportjában a kalcium-stroncium arány alacsony [35].



3. ábra. Cink- és vastartalom változása 1839 és 2004 között  
Figure 3. Changes in the zinc and iron contents between 1839 and 2004



4. ábra. A kalcium-koncentráció változása 1839 és 2004 között  
 Figure 4. Changes in the calcium concentration between 1839 and 2004



5. ábra. A stroncium-koncentráció változása 1839 és 2004 között  
 Figure 5. Changes in the strontium concentration between 1839 and 2004



Az értékelés finomításához sikerült további minták elemzési adatait is figyelembe venni. Ezen eredmények különlegességét az adja, hogy a Magyar Mezőgazdasági Múzeumból kapott 12 búzaminta azokból az évekből (1965-1968) származik, amikor még nem folyt az intenzív agrotechnika alkalmazása. Ezek tehát így a klasszikus fajtákat képviselik, és nem a rövid szárú fajtákat. Ugyanakkor a Debreceni Egyetem Nyíregyházi Kutató Intézetéből megkaptam ugyanazon fajták után-termesztett mintáit 2015-ből. Ezzel az összehasonlító elemzés szinte teljes lett, bár az azonos mikroökológiai helyzetet értelemszerűen nem lehetett biztosítani. A mérési eredményeket az **5. táblázat** tartalmazza. Az adatokból a következő tendenciák állapíthatók meg az elmúlt ötven évre: a kalcium mennyisége mintegy 6%-al, a mangán tartalom 9,5%-al, a vas tartalom 26%-al, a nátrium mennyisé-

ge 17%-al, a kén tartalom 19%-al és a cink mennyisége 12%-al nőtt. A magnézium-, a foszfor- valamint a réz tartalom gyakorlatilag nem változott.

A kénnél tapasztalható növekedés annak következménye, hogy a nitrogén-, azaz fehérjetartalom is számottevően nőtt. Ismerve a szoros nitrogén-kén kapcsolatot ez a jelenség nem meglepő [36].

Hazai régi és új nemesítésű búzák (többek között Bánkúti 1201, GK Tiszatáj, Mv Suba) is szerepeltek a Zhao et al. 2009-ben elvégzett és közölt vizsgálat sorozatban is, amelyet a Healthgrain című európai uniós projektben biztosítottak a programban részt vevő martonvásári kutatók [15]. Az eredményeket az általam közölt adatokkal összevetve nincs számottevő eltérés a különböző intenzitású fajták vas- és a cink tartalmában.

5. táblázat. Azonos búzafajták elemzési (mg/kg) adatai (2016)  
Table 5. Analytical data of identical wheat varieties (mg/kg) (2016)

| Elemek<br>Element | Múzeumi minták 1965-1967<br>Museum samples 1965-1967 |                              | Után-termesztett minták (2015)<br>Post-cultivated samples (2015) |                              |
|-------------------|--|------------------------------|--|------------------------------|
|                   | Átlag<br>Average                                     | Szórás<br>Standard deviation | Átlag<br>Average   | Szórás<br>Standard deviation |
| B                 | 1,5  | 0,35                         | 1,2  | 0,21                         |
| Ca                | 307,3  | 55,32                        | 326,6  | 41,66                        |
| Cu                | 5,0  | 0,67                         | 4,5  | 0,66                         |
| Fe                | 24,0   | 5,14                         | 30,3   | 3,50                         |
| K                 | 3,4  | 0,34                         | 3,2  | 0,2                          |
| Mg                | 1210,8   | 118,42                       | 1250,7   | 151,26                       |
| Mn                | 36,8   | 4,95                         | 40,3   | 5,27                         |
| Na                | 68,8   | 10,66                        | 80,5   | 15,48                        |
| Ni                | 0,5  | 0,29                         | 0,4  | 0,28                         |
| P                 | 3443,2   | 487,90                       | 3589,7   | 362,93                       |
| S                 | 1210,5   | 137,78                       | 1440,5   | 143,43                       |
| Zn                | 27,4   | 7,62                         | 30,8   | 5,44                         |



A kép illusztráció / Picture is for illustration only  
Fotó/Photo: Shutterstock

A három gyakran vizsgált és közölt foszfor, kálium és kalcium elemekre vonatkozó adataink összehasonlítva a Dworak által 1942-ben közölt (P 3,49 g/kg<sup>-1</sup>, K 4,25 g/kg<sup>-1</sup>, Ca 355 mg/kg<sup>-1</sup>) adatokkal nem igazolják azokat az állításokat, amelyek szerint felére csökkent volna az ásványianyag-tartalom az őszi búza szemtermésében.

Az „Új tápanyagtáblázat” című könyvben [38] javaslom a kálium-, a magnézium- és a mangánadatok kijavítását a mai kísérleti és vizsgálati eredmények alapján.

## 5. Következtetések

A vizsgálatok elvégzésével és az adatok közzétételével szándékom volt választ adni a napjainkban egyre gyakrabban felmerülő kérdésre: az elmúlt több mint 150 évben milyen mértékben változott az őszi búzaszem (aestivum) ásványianyag-tartalma mindazon tényezők hatására, amelyek ezen időszak alatt ezt az alapélelmiszer-alapanyagának számító szemtermést érték. A döntően ICP-OES és ICP-MS technikával végzett vizsgálatok eredményeik szerint az őszi búzaszem ásványianyag-tartalma lényegesen nem változott.

Vizsgálataim megerősítik azokat a hasonló külföldi eredményeket, amelyek szerint a több mint egy évszázad alatt 15-25 %-kal csökkent a cink-, a vas- és a magnézium-tartalom. Különösen igaz ez a rövidebb szárú intenzív fajták köztermesztésbe vonása után betakarított gabonák összetételére. A kalcium-tartalom viszont napjainkban lényegesen magasabb, mint a hagyományos fajták termesztése esetén volt, és ezzel párhuzamosan a stronciumtartalom is nagyobb. A foszfor- és káliumtartalomban elsősorban a hazánkban hangoztatott nagymértékű – 50%-os – csökkenés az elvégzett vizsgálatok szerint nem igazolódott be. Eredményeim alapján indokolt az „Új tápanyagtáblázat” című könyvben [38] a búzára vonatkozó kálium-, magnézium- és mangántartalomra vonatkozó adatokat korrigálni a táplálkozástudományi oktatási, kutatási és szaktanácsadási tevékenység végzéséhez szükséges adatforrások adatainak helyesbítése érdekében.

## 6. Köszönetnyilvánítás

Szerző köszöni a Magyar Mezőgazdasági Múzeum dolgozóinak Dr. Estók János főigazgatójának és Dr. Nagy Ágota főmuzeológusnak, a NÉBIH Növénytermesztési és Kertészeti Igazgatóság vezetőjének Dr. Lukács Józsefnek és Ripka Gézánénak, Koncz Józsefnek az MTA ATK TAKI munkatársának, a WESSLING Hungary Kft. analitikusainak, Dr. Szigeti Tamásnak és Lakos Istvánnak, Dr. Zsombik Lászlónak, a Debreceni Egyetem Nyíregyházi Kutatóintézet vezetőjének. Valamint közvetlen munkatársaimnak az anyag elkészítéséhez nyújtott segítségét.

## 7. Irodalom

- [1] Sarkadi J., 1960. Kísérletek különféle foszfát műtrágyákkal. Növénytermelés 9. (2) 159–170.
- [2] 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
- [3] Kuthy S., 1961. Az őszi búza és az őszi árpa permetező trágyázásának problémái és eddigi eredményei. OMMI évkönyve. 5. 131–154.
- [4] Bocz E. & Győri Z., 1978. Az öntözés és trágyázás hatásának vizsgálata a különböző növények minőségére. OMFB Tanulmány. p. 49 Budapest
- [5] Sarkadi J., 1975. A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- [6] Dworak L., 1942. A talajból felvett táplálóanyagok mennyisége a fontosabb gazdasági növényekben. In: KÖZTELEK Zsebnaptár (Ed.: Szilassy Z. & Budai B.) 389. OMGE. Budapest.
- [7] Sós J., 1940. Néptáplálkozási vizsgálat kalóriát adó anyagokra, vitaminokra és ásványi elemekre nézve, IV. Vizsgálatok ásványi anyagcserére nézve. Népegészségügy. 6. 373–386.
- [8] 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.
- [9] Lásztity B., 2006. Az ásványi tápelemek felhalmozása gabonafélékben. Műegyetemi Kiadó, Budapest.
- [10] Lásztity B., 2004. A nem esszenciális elemek forgalma a hazai gabonafélékben. MTA ATK TAKI. Budapest.
- [11] Szira, F., Monostori, I., Galiba, G., Rakszegi, M. & Bálint, A. F., 2014. Micronu-trient 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.
- [12] 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.
- [13] 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.

- [14] 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.
- [15] Zhao, F. J., Su, 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. (2) 290–295.
- [16] Kirchmann, H., Mattson, L. & Eriksson, J., 2009. Trace element concentration in wheat grain: Results from the Swedish long-term soil fertility experiments and national monitoring program. *Environ. Geochem. Health*. 21. (5) 561–571.
- [17] Shi, R., Zhang, Y., Chen, X., Sun, Q., Zhang, F., Römheld, V., Zou, C. (2010): Influence of long-term nitrogen fertilization on micronutrient density in grain of winter wheat (*Triticum aestivum*, L.). *Journal of Cereal Science*. 51. 165–170.
- [18] Scherz, H., Kirchoff, E. 2006. Trace elements in foods: Zinc contents of raw foods—A comparison of data originating from different geographical regions of the world. *Journal of Food Composition and Analysis* 19. p.420–433
- [19] 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.
- [20] Bardócz Zs. & Pusztai Á., 2013. Eltérő gazdálkodási rendszerekből származó élelmi-szer fogyasztásának következményei. *A vegyszeres, nagyüzemi mezőgazdaság. Biokultúra*. 24. (1) 31–34.
- [21] [http://www.agrarszektor.hu/novenytermesztes/elrettento\\_kutatasi\\_eredmenyek\\_60\\_evunk\\_van\\_hatra\\_a\\_termo\\_foldon.3382.html](http://www.agrarszektor.hu/novenytermesztes/elrettento_kutatasi_eredmenyek_60_evunk_van_hatra_a_termo_foldon.3382.html)
- [22] Vörös L, Zs., 1971. Pannonhalmi maggyűjtemény az 1830-as évekből. *Botanikai Gyűjtemények* 58.3. 179–180.
- [23] Nagy Á. 2012.: A pannonhalmi maggyűjtemény. *Üvegbe zárt botanika történet. Élet és tudomány*, 67.12. 358–360.
- [24] Varju M., 1972. Növényi anyagok hamvasztásának néhány módszertani kérdése *Agrokémia és Talajtan* 21. (1–2) 139–153.
- [25] 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.
- [26] Duduk V., 1973. *Takarmánykémia IV. A takarmányok kémiai vizsgálatának módszerei.* KATE MGK. Keszthely.
- [27] 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.
- [28] Kent, N. L. 1983. *Technology of cereals.* Pergamon Press. Oxford.
- [29] 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.
- [30] Láng I., 1961. Adatok néhány gazdasági növény ásványi táplálkozásáról réteges homokjavítás esetén. *Kandidátusi értekezés.* MTA. Budapest.
- [31] Rodler I., 2006. Új tápanyagtáblázat. *Medicina Könyvkiadó Zrt.* Budapest.
- [32] Burján Z. & Győri Z., 2013. A termőhelyek hatása a búzaszem és a liszt ásványi anyag és fehérjetartalmára. *Agrokémia és Talajtan*. 62. (2) 387–400.
- [33] Győri Z., 2006. Effect of mineral fertilization on the Mn-Zn-Cu and Sr content of winter wheat. *Cereal Research Communications*. 34: (1) 461–464.
- [34] Győri Z., 1999. A termesztési tényezők hatása egyes gabonafélék és maghüvelyesek minőségére. *MTA Doktori értekezés.* Debrecen
- [35] S. Ozgur, H. Siimer, G. Kocoglu. 1996. Rickets and soil strontium. *Archives of Disease in Childhood*. 75:524–526.
- [36] S. Haneklaus, E. Schnug. 1992. Baking quality and sulphur content of wheat II: Evaluation of the relative importance of genetics and environment including sulphur fertilization. *Sulphur in Agriculture*, 16: 889–892.
- [37] Győri Z. 2005. Sulphur Content of Winter Wheat Grain in Long Term Field Experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 36:(1-3) 373–382.
- [38] Rodler, I. (szerk.) (2005): Új tápanyagtáblázat. *Medicina Könyvkiadó Rt.* Budapest. pp. 245