

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

Műtrágyakezelések hatása az őszi búza ásványianyag- és fehérjetartalmára

Burján Zita Kata

Témavezető: Dr. Győri Zoltán



DEBRECENI EGYETEM

Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola

Debrecen, 2014

1. BEVEZETÉS

Az egészségtudatos táplálkozás térhódításával egyre inkább előtérbe kerülő ásványi anyagokkal kapcsolatos vizsgálatok mennyiségi vonatkozásukat tekintve két irányvonalat képviselnek. Egyrészt az ásványi elem koncentráció csökkenésével foglalkoznak az emberek étrendjében, amelynek egyik oka az intenzív mezőgazdasági termelés eredményeként megnövekedett termésmennyiség. Több kutató figyelte meg ugyanis azt a tendenciát, miszerint a műtrágyák használatával, továbbá a rövidebb idő alatt nagyobb mennyiségi produkcióra képes fajták illetve hibridek elterjedésével járó egyre nagyobb és nagyobb hozamok a termények hamualkotóinak mennyiségi csökkenését vonták maguk után. A táplálékban lévő ásványi anyagok csökkenésének másik oka a termékek élelmiszeripari feldolgozása során bekövetkező változásokban keresendő. Bár manapság egyre gyakrabban találkozhatunk az üzletek polcain olyan élelmiszer termékekkel, amelyeket valamilyen ásványi alkotó hozzáadásával dúsítottak az egészséges táplálkozás jegyében, a különböző mezőgazdasági termékek élelmiszeripari feldolgozása gyakran jár az alapanyag hamutartalmának csökkenésével, ezek a folyamatok azonban számos esetben szükségesek a termék emészthetőségének, további felhasználásának megkönnyítése érdekében (pl. a gabonafélék malmi feldolgozása).

Az ásványi anyagokkal kapcsolatos kutatások másik irányvonala ezzel éppen ellentétes, a kémiai elemek környezetben való feldúsulásával foglalkozik. A különböző szennyezők ugyanis a tápláléklánc valamely elemébe kerülve végül az emberi szervezetbe jutnak, ezáltal potenciális veszélyt jelentenek az egészségre. Ezeknek a szennyezőknek számos forrása lehet, s e források legtöbbször antropogén eredetű, mint a mezőgazdaságban felhasznált kemikáliák, a közlekedés és minden egyéb tevékenység, amely fosszilis tüzelőanyagok elégetése által törekszik energianyerésre, a bányászat, az ipari termelés során keletkezett különböző melléktermékek, továbbá ide tartozik a háztartások által kibocsátott szennyvíz és hulladékok is. A problémát alapvetően nem az egyes elemek jelenléte okozza, hanem azok felhalmozódása a szervezetben. Bár bizonyos szennyezőkből csak nagyobb dózis felvétele jár egészségkárosító hatással, vannak olyan kémiai elemek, amelyek már igen csekély mennyiség felett is toxikusak lehetnek. Az előzőekből kitűnik, hogy az elemek táplálékláncban betöltött szerepével kapcsolatos kutatásokban igen nagy jelentősége van azok koncentrációjának, ezáltal a mennyiségi mérésekkel foglalkozó analitikai módszereknek. Napjainkban modern berendezések teszik lehetővé az elemtartalom pontos meghatározását.

2. CÉLKITŰZÉS

Vizsgálataink során több célt is kitűztünk, többek között annak megfigyelését, hogy valóban lehetséges-e a termés – jelen esetben a búza – ásványi anyag tartalmának (különösen mikroelemtartalmának) növelése megfelelően kialakított nitrogén, illetve NPK trágyázási stratégiákkal. Ennek azért van jelentősége, mert amennyiben ilyen módon növelhető az ásványi alkotók mennyisége a betakarított terményben, az hozzájárulna azon mikroelemek pótlásához, amelyek a szükségesnél csekélyebb mennyiségben vannak jelen étrendünkben.

Emellett azokra a kérdésekre is választ kerestünk, hogy hogyan hatnak a gabonaszemek és a belőlük nyert lisztek elemtartalmára az NPK kezelések különböző szintjei. Ennek során megfigyeltük az általunk vizsgált ásványi alkotók (P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Sr) mennyiségének alakulását a teljes búzaszemben és a lisztben különböző NPK kezelési kombinációkkal ellátott mintákban. Ezt követően arra is szeretnénk volna választ kapni, hogy vizsgálataink során milyen mértékű elemtartalom veszteséget okozott a gabona malmi őrlése, a korpa részek elválasztása a lisztől, azaz mennyivel tartalmaz többet a teljes búzaszem az egyes ásványi anyagokból, mint a liszt, és mely hamualkotóknál milyen mértékű különbség tapasztalható.

A továbbiakban azt is megvizsgáltuk, hogy hogyan nyilvánul meg, illetve milyen mértékű hatása van a különböző termőhelyeknek a gabona ásványi anyag tartalmára. Ebben az esetben öt különböző agroökológiai körzethez tartozó, és eltérő talajadottságokkal rendelkező termőhely mintáinak eredményeit hasonlítottuk össze.

Munkánk során a termények ásványi alkotóinak vizsgálatán kívül célunk volt a búzában lévő fehérjetartalom mennyiségi, illetve minőségi alakulásának megfigyelése is, hiszen amellett, hogy az emberi és állati szervezet számára nélkülözhetetlen táplálóanyag, a búza termésében lévő fehérjék mennyisége meghatározó a belőlük készült lisztek sütőipari minőségének szempontjából is. Célunk volt annak vizsgálata, hogy hogyan alakul a szemek és a liszt fehérjetartalma az eltérő régiók illetve a különböző dózisú NPK kezelések hatására, továbbá, hogy hogyan mutatkozik meg a műtrágyázás hatása a fehérjék táplálóértékében. Annak érdekében, hogy erre választ kapjunk, állat etetési kísérlet eredményein keresztül vizsgáltuk a minták nettó fehérjehasznosulását, és az elfogyasztással elérhető testtömeg-gyarapodást. A táplálóérték átfogóbb vizsgálatának érdekében a tesztápként szereplő műtrágyakezelésben részesített mintáknak az aminosavösszetétele is meghatározásra került.

3.ANYAG ÉS MÓDSZEREK

3.1. A kísérletek leírása

A dolgozatban szereplő őszi búza szemminták az egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (OMTK) 18-as és 19-es kísérleteiből származtak. Ezekben jelenleg 40 tápanyagkezelés és 4 ismétlés van, amelyek közül az 1. táblázatban szereplő kezelések mintái álltak rendelkezésünkre. A kísérletek beállítása óta az NPK adagokat módosították, azonban a 18-as kísérletek NPK kezelései 1988-óta, a 19-es kísérletek kezelései pedig 1989-óta változatlanok. A 2001-es és 2002-es búzaminták Mv Magvas, a 2004-ből és 2005-ből származóak Mv Csárdás fajtájúak voltak. A kísérletek során a P-t szuperfoszfátként, a K-t 60%-os kálisóként, a N-t Pétisó, később ammónium-nitrát formájában alkalmazták. A nettó fehérjehasznosulási arány meghatározása során 2 Janusz fajtájú borsóminta is elemzésre került, amelyek a 17A kísérletek kontroll parcelláiról, illetve a 20-as kezelésből származtak, utóbbi $N_{125}P_{180}K_{150}$ kg/ha kezelésben részesült.

1. táblázat: A kiválasztott kezeléskombinációk műtrágyaadagjai

Kezelés	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
1	0	0	0
9	150	0	100
11	150	100	100
15	200	150	100
17	250	100	100
21	250	200	200
28	150	50	100
30	150	100	0
34	200	0	100
36	150	100	200
40	200	0	0

A dolgozatban vizsgált minták legtöbbje az OMTK nagyhőrcsöki kísérleti telepéről származott. A terület Fejér megyében található, tengerszint feletti magassága 140-150 m. Talaja 15-20 m vastag löszön képződött karbonátos csernozjom, kémhatása gyengén lúgos, mechanikai összetétele vályog, szerkezete morzsás, mély termőrétegű, kitűnő vízgazdálkodású, kevésbé aszályérzékeny. A szántott réteg CaCO₃ tartalma 4,27%, humusztartalma 3,45%. A talaj további jellemzői: pH (KCl): 7,3; S-érték: 26,8 mge/100g, Ca²⁺; Mg²⁺; Na⁺; K⁺ tartalom az S-érték %-ában a szántott rétegben: 92,6; 5,4; 0,1; 1,9. AL-oldható P₂O₅- és K₂O: 60-80 és 180-200, KCl-Mg-: 150-180, KCl+EDTA-oldható

Mn-, Cu- és Zn tartalom: 80-150, 2-3 és 1-2 mg*kg⁻¹. Munkánk során során a nagyhorcsöki eredményeket összevetettük az OMTK különböző agroökológiai körzetekhez tartozó, és eltérő termőhelyi adottságokkal rendelkező kísérleti állomásairól származó minták eredményeivel, amelyek a következők voltak: Iregszemcse, Karcag, Kompolt és Putnok. A vizsgált években az Országos Meteorológiai Szolgálat mérőhálózatának adatai szerint országos átlagban 2001-ben a sokévi átlagnak megfelelően 610 mm csapadék hullott. 2002-ben átlagosan 570 mm-t mértek. 2003 aszályos év volt, ekkor 470 mm csapadék esett. A 2004-ben mért 686 mm csapadék az 1961-1990-es harminc éves átlagnál mintegy 12%-kal volt több, míg a 2005-ben hullott 748 mm mintegy 20%-kal haladta meg a sokévi átlagot.

3.2. Laboratóriumi vizsgálatok

3.2.1. Elemtartalom meghatározás

A búza szem- és lisztminták oldatba vitele Kovács et al. (1996)¹ módszerének megfelelően HNO₃-H₂O₂-os nedves roncsolás formájában történt. A mérések kivitelezéséhez alkalmazott induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométer (ICP-OES) OPTIMA 3300 DV típusú, gyártója a Perkin-Elmer Ltd.

3.2.2. Fehérjetartalom meghatározás

A fehérjetartalom meghatározása MSZ 6830-4:1981² alapján Tecator 1007 típusú roncsolóegység és Tecator 1026 készülék segítségével zajlott.

3.2.3. Nettó fehérjehasznosulási arány meghatározása

A kísérleti állatok egységnyi fehérje bevitelére fordított testtömeg növekedését 10 napos patkányetetésű kísérletben figyelték meg. A kísérleti állatok 21 napos hím, Wistar törzsű választási patkányok voltak. Az állatok három napon át 16%-os fehérjetartalmú standard patkány tápot kaptak. A kísérlet 0. napján testtömegük alapján 5 állatból álló csoportokba osztották őket. A csoportok átlagértéke nem tért el egymástól.

¹ 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. 1177-1198.

² MSZ 6830-4:1981 Takarmányok táplálóértékének megállapítása. Nitrogéntartalom meghatározása makro-Kjeldahl-módszerrel a nyersfehérje-tartalom számításához

Az állatok csoportos anyagcsere ketreche kerültek, a táp- és vízfelvétel ad libitum történt. A diétával bevitt N-mennyiségek meghatározásához a tápbemérés és tápviisszamérés az etetőből csoportosan, míg a testtömeg mérés egyedileg, naponta történt. Az I. állatetelési kísérletben a diéta fehérjetartalma 6% volt. A 6%-os fehérjét fogyasztó tesztcsoportokban a fehérjehordozó csak a tesztfehérjéből állt. A pozitív kontroll csoportban (TOFE) a fehérje 100%-ban tojásfehérjéből állt. Az endogén nitrogén veszteség meghatározására 4%-os fehérje tartalmú kontroll csoportot (Fehérjementes kontroll csoport, FMK) is beállítottak. A fehérjét itt is tojásfehérjével biztosították. A kontroll csoportokban a tápokot kiegészítették ásványi anyag- és vitamin premixszel, míg a minták eltérő ásványi anyag tartalma miatt a tesztápokban nem alkalmazták ezeket.

A II. állatetelési kísérletben a 10%-os fehérjetartalmú diétában a búzamintákat jó minőségű fehérjehordozóra (tojásfehérjére) építették, a fehérje 50%-át a tesztfehérje adta. A hüvelyes fehérjék esetében lehetőség volt a hüvelyes magvakra alapozva 10%-os fehérjetartalmú diéta összeállítására. A tesztfehérjét a keményítő terhére egyenlítették ki. Az NPR érték kiszámítása Pellet és Young (1980) nyomán³ történt.

3.2.4. Aminosav összetétel meghatározás

Az etelési kísérletben vizsgált búzaminták aminosav összetételének vizsgálata ioncserélő kromatográfias módszerrel történt a 44/2003. FVM (IV.26) rendelet 10. sz. melléklete⁴ alapján.

3.3. A statisztikai elemzés bemutatása

A kapott eredményeket leíró statisztikai elemzésnek vetettük alá. A műtrágya kezeléseknek az elem- és a fehérjetartalomra gyakorolt szignifikáns hatását a lisztek és a búzaszemek esetében egyaránt két mintás T-próbával határoztuk meg, a termőhelyek és az évek hatását pedig egy tényezős varianciaanalízissel. A post hoc analízis során Duncan-tesztet alkalmaztunk. Az elemzéseket SPSS for Windows 13.0 programcsomaggal hajtottuk végre.

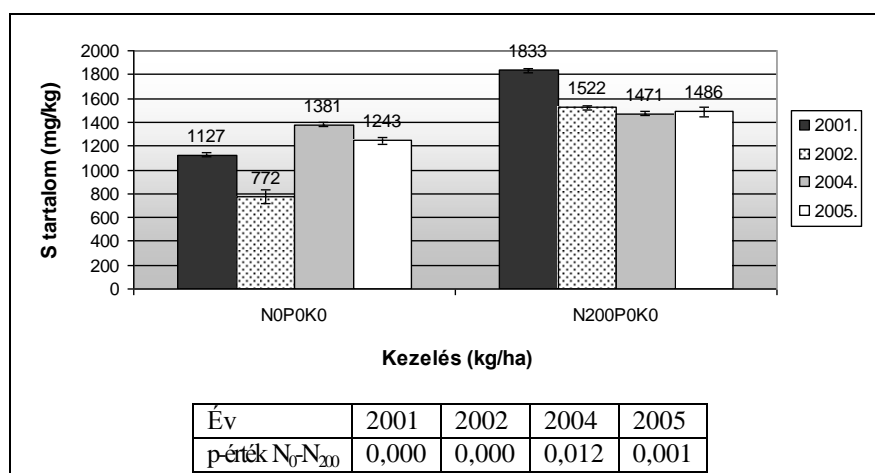
³ Pellet, P.L., Young, V.R. (1980): Nutritional evaluation of protein foods: Methodology for net protein utilization. Tokyo: The United Nations University. 103. p.

⁴ 44/2003. FVM rendelet a Magyar Takarmánykódex kötelező előírásairól. 10. sz. melléklet

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. A különböző NPK kezelések hatása a fehérje- és elemtartalomra

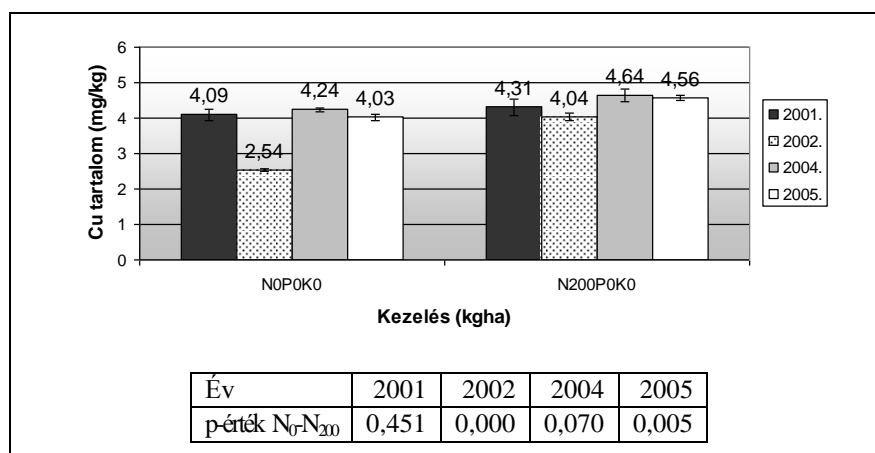
A dolgozat elején célul tűztük ki annak vizsgálatát, hogy a műtrágyák alkalmazása hozzájárulhat-e a termés elem- és fehérjetartalmának javításához. Először a N műtrágyázásnak a teljes búzaszem K, P, S, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Sr és fehérje tartalmára gyakorolt hatásával foglalkoztunk. A diagramokon ábrázolt eredmények az eltérő kezelések négy ismétléséből kapott átlagértékeket jelentik. A diagramokon az 1-es ($N_0P_0K_0$) és 40-es ($N_{200}P_0K_0$) kezelések hatásának összehasonlítása látható. Az alábbiakban négy év búzaszem mintáinak mérési eredményei következnek, amelyeket Nagyhorcskón gyűjtöttek be 2001-ben, 2002-ben, 2004-ben és 2005-ben.



1. ábra: A N kezelések hatása az őszi búza szemek kéntartalmára

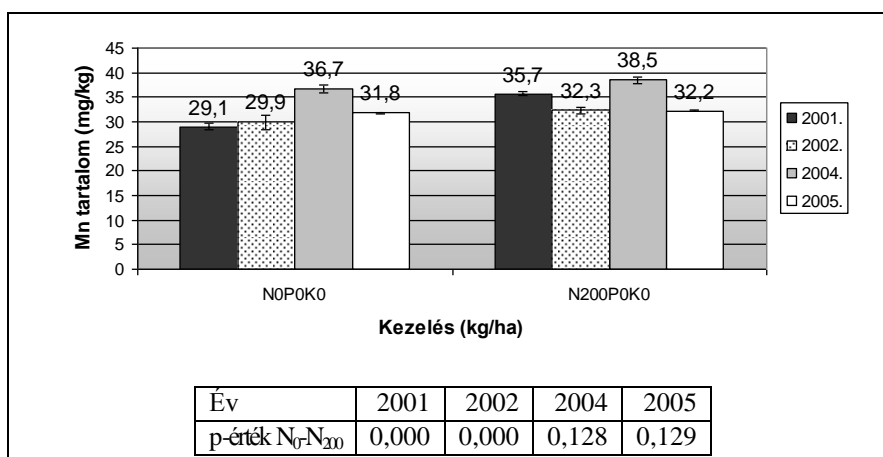
A N kezelések nem befolyásolták szignifikánsan a szemek kálium- és foszfortartalmát egyik megfigyelt évben sem, azonban a növekvő adagú N dózisok statisztikailag is igazolható pozitív szignifikáns hatást gyakoroltak a minták S-koncentrációjára ($p < 0,05$) 2004-ben, és erős szignifikáns hatást 2001-ben, 2002-ben és 2005-ben ($p < 0,01$) (1. ábra). A négy általunk vizsgált évben a növekvő N adagok mellett a termés kalciumtartalmában is pozitív változást tapasztaltunk ($p < 0,05$), ami a kísérletben korábban alkalmazott Pétisó műtrágya mésztartalmával állhat összefüggésben. Emellett két évben a Mg-tartalom szignifikáns növekedése is kimutatható volt ($p < 0,05$).

A vastartalom változása az egyes években eltérően alakult. 2001-ben és 2005-ben a Fe koncentrációja növekedett a N dózisok növelésével, statisztikailag igazolható növekedésről azonban csak a 2001-es minták esetében lehet beszámolni ($p < 0,05$).



2. ábra: A N kezelések hatása az őszi búza szemek réztartalmára

A réz koncentrációja a N kezelések befolyására több esetben szignifikánsan emelkedett ($p < 0,01$), továbbá a javuló N ellátás a minták Mn dúsulását is elősegítette (2. és 3. ábra). A mangántartalom vizsgálata során erős pozitív szignifikáns ($p < 0,01$) hatást tapasztaltunk 2001-ben és 2002-ben.

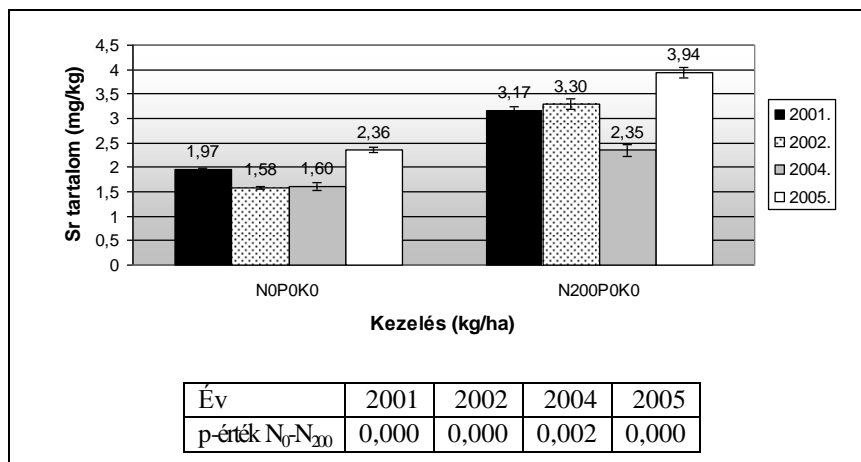


3. ábra: A N kezelések hatása az őszi búza szemek mangántartalmára

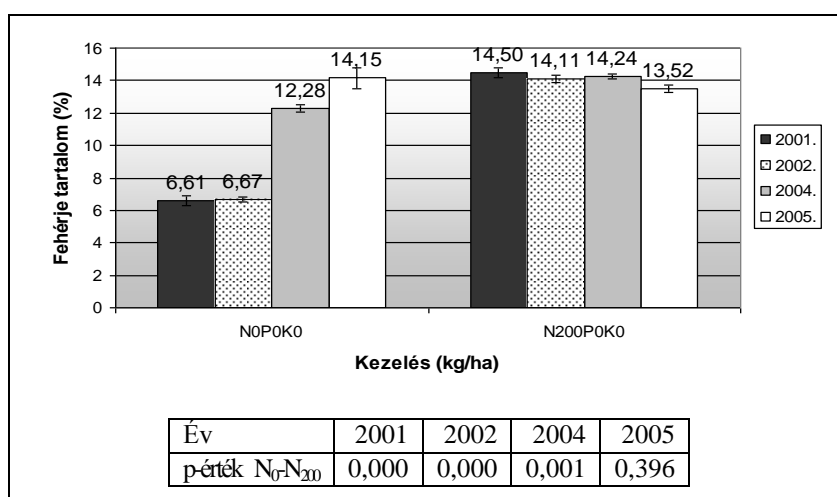
A stronciumtartalom vizsgálata során azt találtuk, hogy a kijuttatott N adagok növelésével a négy általunk megfigyelt évben ez az elem is dúsult ($p < 0,01$) (4. ábra). 2001-ben, 2004-ben és 2005-ben azonban a javuló N ellátás mellett csökkent a minták Zn-koncentrációja ($p < 0,05$).

Ezt követően a búzaszemek fehérjekoncentrációjának változását is megfigyeltük a N kezelések függvényében.

A javuló N ellátással általában nőtt a fehérjetartalom. A N műtrágyázásnak ezekben az esetekben statisztikailag is igazolható, erős pozitív szignifikáns ($p < 0,01$) hatása volt (5. ábra).



4. ábra: A N kezelések hatása az őszi búza szemek stronciumtartalmára

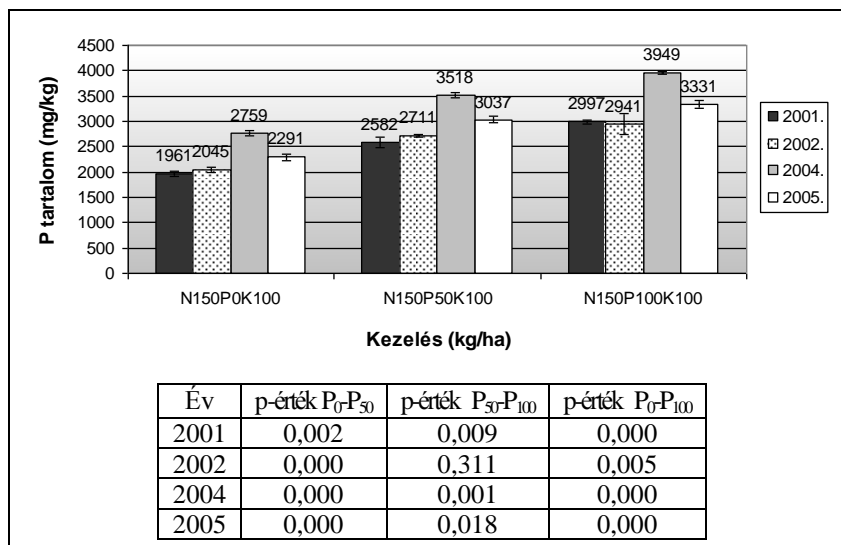


5. ábra: A N kezelések hatása az őszi búza szemek fehérjetartalmára

A N műtrágyázás eredményeinek áttekintése után következzen a P kezelések hatásának bemutatása. A szemek káliumtartalmát a foszforellátás javulása kedvezően befolyásolta minden vizsgált évben, ami statisztikailag is igazolható volt ($p < 0,05$).

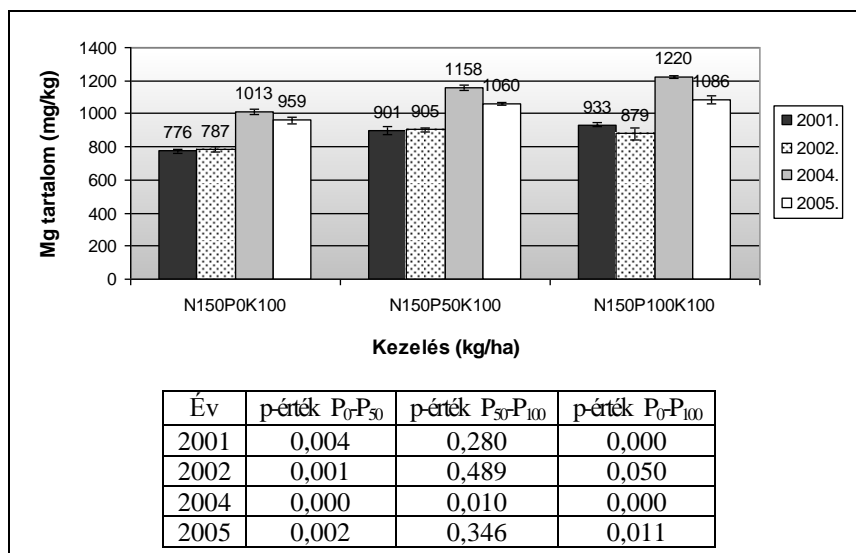
Ugyanígy a megfigyelt évek mindegyikében a növekvő adagú P dózisok pozitív szignifikáns ($p < 0,01$) hatással voltak a mintákban mért P-koncentrációra (6. ábra).

A P műtrágya és a szemek kén tartalmának tekintetében nem volt összefüggés, annak ellenére, hogy korábban több kutató leírta a szuperfoszfát kénkoncentrációra gyakorolt pozitív hatását, ami e műtrágya kén tartalmával magyarázható.



6. ábra: A P kezelések hatása az őszi búza szemek foszfortartalmára

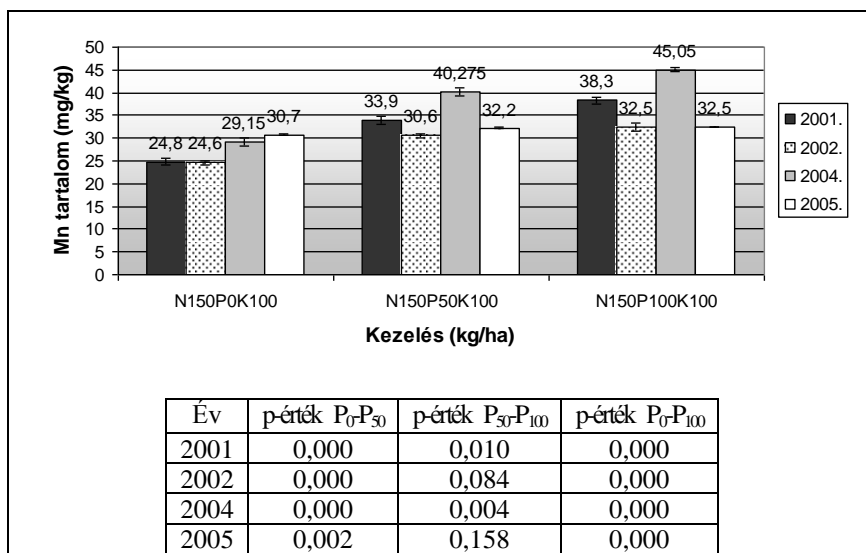
A búzaszemek Ca koncentrációja, és a P ellátás javulása között sem találtunk kapcsolatot. Erős pozitív kapcsolat volt azonban a P dózisok, és a szemek Mg koncentrációja között minden vizsgált évben, ami a statisztikai értékelés során ($p < 0,01$) is igazolódott (7. ábra).



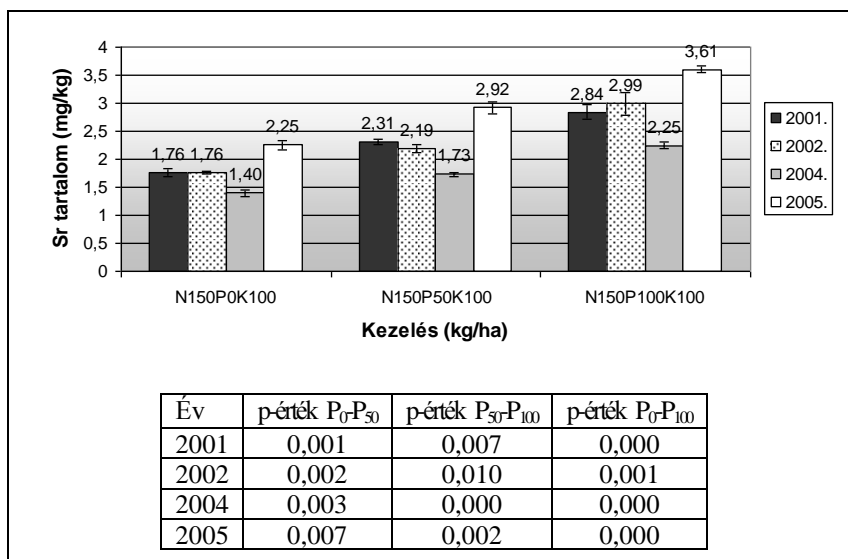
7. ábra: A P kezelések hatása az őszi búza szemek magnéziumtartalmára

A minták Fe koncentrációjának tekintetében a P kezelések hatása eltért az egyes években. 2004-ben a növekvő P adagok mellett szignifikánsan nőtt a Fe mennyisége is ($p < 0,01$), 2001-ben, 2002-ben és 2005-ben viszont nem volt igazolható összefüggés a P dózisok nagysága és a Fe tartalom között.

A szemekben lévő Mn mennyisége minden vizsgált évben szignifikánsan ($p < 0,01$). növekedett a javuló P ellátás hatására (8. ábra). Hasonlóan a Sr tartalom alakulásához (9. ábra), ami a szuperfoszfát kezelések nyomán ugyancsak mind a négy évben dúsult a termésben ($p < 0,01$).

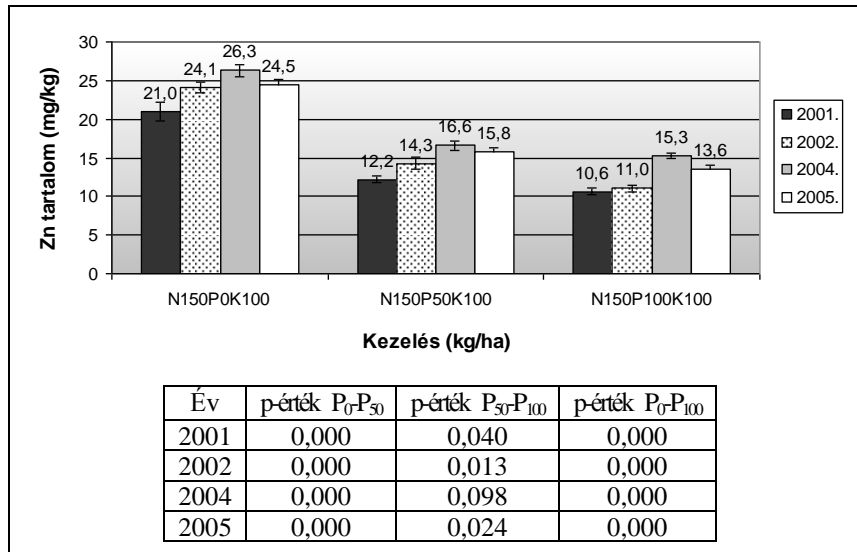


8. ábra: A P kezelések hatása az őszi búza szemek mangántartalmára



9. ábra: A P kezelések hatása az őszi búza szemek stronciumtartalmára

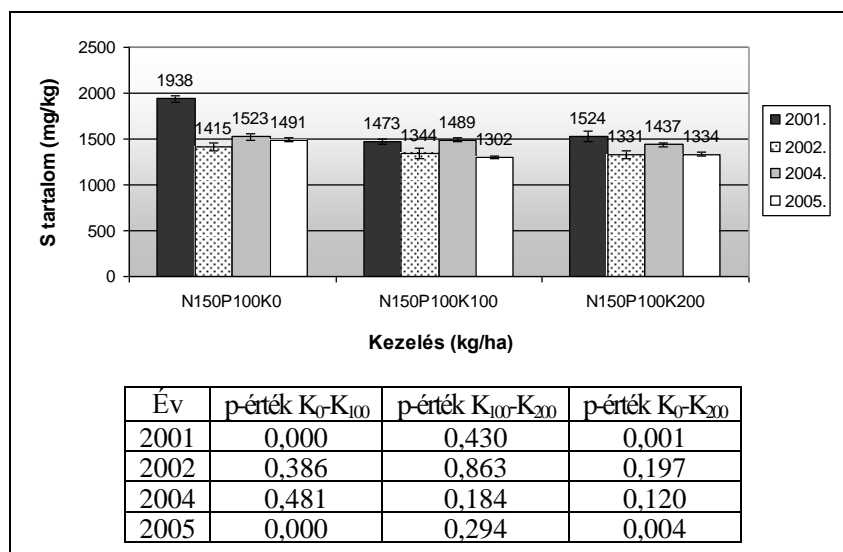
Ezzel ellentétben a cink koncentrációja a megfigyelt években a P adagok növelésével csökkent a mintákban ($p < 0,01$) (10. ábra), akárcsak a Cu mennyisége 2001-ben, 2002-ben és 2005-ben ($p < 0,05$). A réz esetében 2004-ben viszont nem volt ilyen összefüggés a búzaszem réztartalma, és a növekvő P adagok között.



10. ábra: A P kezelések hatása az őszi búza szemek cinktartalmára

A fehérjetartalom az eltérő adagú P kezelések nyomán 2001-ben és 2002-ben csökkenő tendenciát mutatott, 2004-ben valamelyest növekedett, 2005-ben pedig nem volt összefüggés.

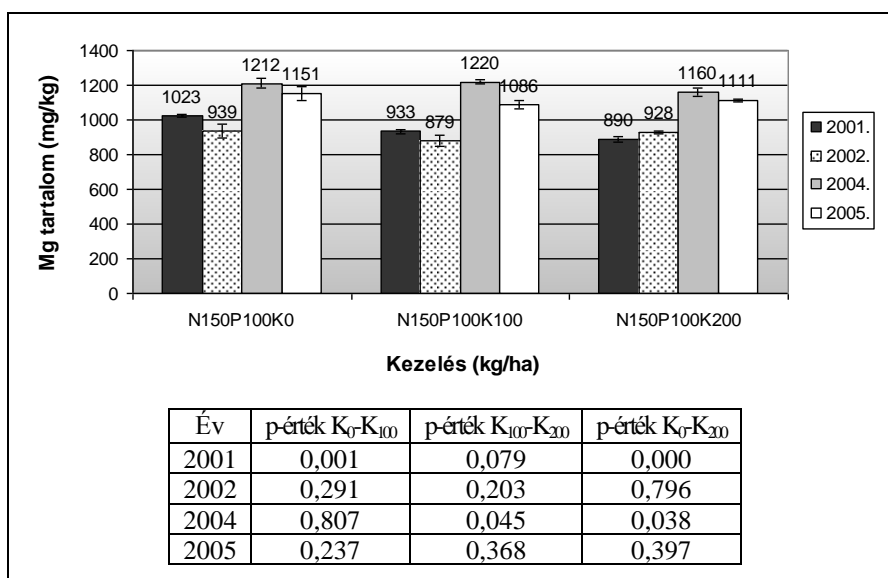
A P kezelések hatásai után azt is megfigyeltük, hogy a K műtrágya adagok növelése okozott-e változást a szemek ásványi anyag tartalmában. A K ellátás javulása nem vezetett a minták K koncentrációjának számottevő változásához, bár az évek többségében minimális növekedés előfordult, ez a hatás azonban a statisztikai vizsgálat során nem igazolódott.



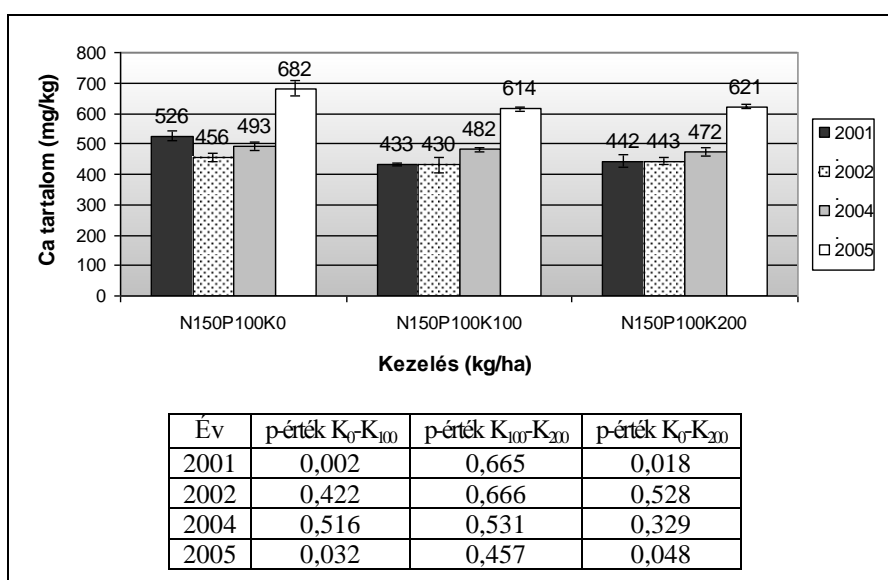
11. ábra: A K kezelések hatása az őszi búza szemek kéntartalmára

Emellett több elem esetében mondható el, hogy a K kezelések egyik évben sem befolyásolták azok mennyiségét a termésben. Ilyen volt a foszfor, a vas és a cink, továbbá a minták mangán- és réztartalma is csak alig változott a megfigyelt esztendőkből.

A minták S koncentrációja eltérően alakult az egyes években, ugyanis 2001-ben és 2005-ben a javuló K-ellátás mellett csökkent a mennyisége a szemekben ($p < 0,01$), míg 2002-ben és 2004-ben a statisztikai vizsgálat nem mutatott ilyen összefüggést (11. ábra).



12. ábra: A K kezelések hatása az őszi búza szemek magnéziumtartalmára



13. ábra: A K kezelések hatása az őszi búza szemek kalciumtartalmára

Két vizsgált évben nem volt összefüggés a termésben lévő Mg mennyisége és a K műtrágyázás között, azonban 2001-ben ($p < 0,01$) és 2004-ben ($p < 0,05$) a Mg tartalom a műtrágyaadagok növelésével statisztikailag igazolható módon csökkent a szemekben (12. ábra).

Hasonlóan a Mg vizsgálata során tapasztaltakhoz, két évben a termés Ca koncentrációja illetve a K dózisok között sem volt összefüggés, azonban 2001-ben és 2005-ben a javuló K ellátással a szemekben lévő Ca mennyisége bizonyítottan csökkent ($p < 0,05$) (13. ábra).

A statisztikai vizsgálat bizonyította a K kezelések stroncium-tartalomra gyakorolt negatív hatását. Habár a szemekben mért Sr mennyiségek csökkenése 2002-ben csak tendenciaszerűen jelentkezett, a többi évben szignifikáns eltérés volt ($p < 0,05$) a kezelések között. Végül azt is megfigyeltük, hogy volt-e hatása a K kezeléseknek a búza fehérjekoncentrációjára. Ebben az esetben azonban azt találtuk, hogy ezen tényezők között statisztikailag nem lehetett összefüggést kimutatni, illetve a fehérjetartalom alakulása a K adagok emelésével sem növekvő, sem csökkenő tendenciát nem mutatott.

4.2. A különböző NPK kezelések hatása a liszt ásványi anyag- és fehérjetartalmára

Kutatásunk során azt is megvizsgáltuk, hogy a különböző NPK kezelések milyen hatással vannak a liszt ásványi anyag és fehérjetartalmára. A statisztikai elemzés során azt az eredményt kaptuk, hogy a N kezelések befolyása a lisztekben is eltért a különböző elemek esetében, így nem volt statisztikailag igazolható összefüggés a N műtrágyázás és a K-, P-, Mg- és Fe-tartalom között, azonban a Cu- szignifikáns ($p < 0,05$), és a S-, Ca-, Mn-, Sr- és fehérjetartalom erős szignifikáns ($p < 0,01$) növekedését eredményezte a mintákban. A P kezelések vizsgálata során nem volt statisztikailag igazolt összefüggés a P dózisok növelése és a liszt K-, S-, Mg-, Ca-, Fe- és fehérjetartalma között, azonban a kén mennyisége emelkedő tendenciát mutatott. A javuló P ellátás erős pozitív szignifikáns ($p < 0,01$) hatással volt a P-, Mn- és Sr-koncentrációra, viszont erős negatív szignifikáns ($p < 0,01$) hatást gyakorolt a liszt Zn- és Cu-tartalmára. A növekvő K műtrágya adagok a statisztikai analízis szerint nem befolyásolták a liszt K-, P-, Mg-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu- és fehérjetartalmát, de negatív szignifikáns ($p < 0,05$) hatást fejtettek ki a liszt Ca- és S-, illetve erős negatív szignifikáns hatást annak Sr-koncentrációjára. A különböző műtrágya kezelések hatását a búzaliszt elem- és fehérjetartalmára a 2., a 3. és a 4. táblázat foglalja össze.

2. táblázat: A N kezelések hatása a búzaliszt elem- és fehérjetartalmára

Kezelés (kg/ha)	K(mg/kg)	P(mg/kg)	S(mg/kg)	Mg(mg/kg)	Ca(mg/kg)	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Zn(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Sr(mg/kg)	Fehérje(%)
N ₀ P ₀ K ₀	1160±18	1162±8	904±19	216±4	189±4	9,55±0,86	7,08±0,15	5,69±0,19	1,80±0,03	0,545±0,014	8,50±0,08
N ₂₀₀ P ₀ K ₀	1211±23	1152±27	1180±44	211±9	243±12	9,02±0,36	6,99±0,65	3,99±0,06	1,91±0,08	0,845±0,071	11,98±0,28
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	1350±43	1188±18	1151±36	221±6	240±15	10,1±0,4	7,76±0,09	3,56±0,15	1,59±0,01	1,020±0,061	9,68±0,36
N ₂₅₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	1352±4	1208±33	1362±77	231±10	295±11	13,6±3,1	9,24±0,18	3,83±0,13	1,79±0,04	0,936±0,050	12,42±0,12
p-érték N ₀ -N ₂₀₀	0,129	0,078	0,001	0,626	0,007	0,588	0,896	0,000	0,266	0,006	0,000
p-érték N ₁₅₀ -N ₂₅₀	0,964	0,633	0,068	0,412	0,046	0,321	0,002	0,237	0,011	0,347	0,002

3. táblázat: A P kezelések hatása a búzaliszt elem- és fehérjetartalmára

Kezelés(kg/ha)	K(mg/kg)	P(mg/kg)	S(mg/kg)	Mg(mg/kg)	Ca(mg/kg)	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Zn(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Sr(mg/kg)	Fehérje(%)
N ₁₅₀ P ₀ K ₁₀₀	1345±14	863±12	1114±38	218±7	239±10	8,79±1,13	4,64±0,20	6,28±0,50	1,99±0,06	0,467±0,028	10,97±0,42
N ₁₅₀ P ₅₀ K ₁₀₀	1379±12	1130±20	1122±37	227±5	240±15	10,0±0,1	7,76±0,098	4,46±0,10	1,95±0,05	0,793±0,033	10,29±0,19
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	1350±43	1188±18	1151±36	221±6	240±15	10,1±0,4	8,09±0,53	3,56±0,15	1,59±0,01	1,02±0,06	9,68±0,36
p-érték P ₀ -P ₅₀	0,119	0,000	0,887	0,318	0,935	0,322	0,001	0,012	0,653	0,000	0,187
p-érték P ₅₀ -P ₁₀₀	0,743	0,096	0,523	0,446	0,989	0,743	0,627	0,017	0,002	0,003	0,169
p-érték P ₀ -P ₁₀₀	0,894	0,000	0,607	0,774	0,921	0,376	0,000	0,006	0,002	0,006	0,076

4. táblázat: A K kezelések hatása a búzaliszt elem- és fehérjetartalmára

Kezelés(kg/ha)	K(mg/kg)	P(mg/kg)	S(mg/kg)	Mg(mg/kg)	Ca(mg/kg)	Fe(mg/kg)	Mn(mg/kg)	Zn(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Sr(mg/kg)	Fehérje(%)
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₀	1354±22	1125±44	1176±22	221±11	246±4	9,59±0,35	7,72±0,34	3,35±0,12	1,88±0,04	1,07±0,09	10,57±0,06
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	1350±43	1188±18	1151±36	221±6	240±15	10,1±0,4	7,76±0,09	3,56±0,15	1,74±0,07	1,02±0,06	9,68±0,36
N ₁₅₀ P ₁₀₀ K ₂₀₀	1258±12	1108±38	1079±21	209±6	220±7	10,3±0,4	8,23±0,50	3,57±0,26	1,59±0,01	0,796±0,014	9,69±0,03
p-érték K ₀ -K ₁₀₀	0,945	0,257	0,588	0,956	0,743	0,347	0,909	0,343	0,053	0,643	0,070
p-érték K ₁₀₀ -K ₂₀₀	0,062	0,154	0,126	0,254	0,239	0,745	0,463	0,090	0,129	0,009	0,982
p-érték K ₀ -K ₂₀₀	0,080	0,778	0,027	0,353	0,039	0,275	0,466	0,155	0,183	0,015	0,080

4.3. Különböző termőhelyek hatása a búzaszem ásványi anyag és fehérje tartalmára

A mintákban mért P, K, S, Mg, Ca, Fe, Mn, Zn, Cu, Sr és fehérje tartalmak statisztikai vizsgálata során kapott eredmény azt mutatta, hogy a termőhelyek szignifikáns hatást gyakoroltak az ásványi anyag- ($p < 0,01$) és fehérjetartalomra ($p < 0,05$). A táblázatok (5. és 6. táblázat) a különböző termőhelyekről származó szemmintákban mért eredményeket mutatják be. A vizsgált minták 2004-ből származnak.

5. táblázat: Különböző területekről származó őszi búzaszem minták makroelem tartalma

Kontroll minták			Kezelt minták		
Termőhely	Átlag	SzD _{5%}	Termőhely	Átlag	SzD _{5%}
K tartalom (mg/kg)					
Karcag	3170	a	Karcag	3176	A
Iregszemcse	3300	a, b	Iregszemcse	3411	B
Kompolt	3544	b	Kompolt	3549	C
Nagyhőrcsők	3608	b	Nagyhőrcsők	3654	D
Putnok	4137	c	Putnok	4147	E
P tartalom (mg/kg)					
Karcag	2887	a	Karcag	3166	A
Kompolt	3043	b	Kompolt	3492	B
Nagyhőrcsők	3275	b	Iregszemcse	3591	B, C
Iregszemcse	3587	c	Nagyhőrcsők	3643	C
Putnok	4187	d	Putnok	4314	D
S tartalom (mg/kg)					
Kompolt	1318	a	Kompolt	1482	A
Nagyhőrcsők	1381	a	Nagyhőrcsők	1497	A
Karcag	1469	b	Karcag	1725	B
Iregszemcse	1787	c	Iregszemcse	1946	C
Putnok	1832	c	Putnok	2033	D
Mg tartalom (mg/kg)					
Karcag	959	a	Karcag	926	A
Kompolt	1110	b, c	Kompolt	1066	B
Iregszemcse	1164	c	Nagyhőrcsők	1164	C
Nagyhőrcsők	1189	c	Iregszemcse	1165	C
Putnok	1422	d	Putnok	1299	D
Ca tartalom (mg/kg)					
Karcag	308	a	Karcag	298	A
Kompolt	372	b	Kompolt	404	B
Nagyhőrcsők	482	c	Nagyhőrcsők	491	C
Putnok	529	c	Putnok	596	D
Iregszemcse	571	c	Iregszemcse	628	E

A táblázatok bal felében látható értékek az egyes kísérleti területek műtrágyakezelésben nem részesült parcelláinak – azok négy ismétléséből származó – átlag eredményeit jelentik, a jobb oldalon lévő értékeket pedig úgy kaptuk, hogy minden kezelés mind a négy ismétléséből származó mintákban mért eredményeket átlagoltuk, ezáltal azt szeretnénk volna megfigyelni, hogy a kezelések alkalmazása mellett is fennáll-e a termőhelyek

szignifikáns hatása, illetve az általuk kialakított sorrend, továbbá, hogy melyik tényező jelentett nagyobb befolyást a minták elemtartalmára.

6. táblázat: Különböző területekről származó őszi búzaszem minták mikroelem tartalma

Kontroll minták			Kezelt minták		
Termőhely	Átlag	SzD _{5%}	Termőhely	Átlag	SzD _{5%}
Fe tartalom (mg/kg)					
Karcag	33,0	a	Nagyhőrcsök	41,2	A
Nagyhőrcsök	40,2	a	Karcag	41,7	A
Iregszemcse	41,7	a, b	Kompolt	43,6	A
Kompolt	43,2	a, b	Iregszemcse	45,3	A
Putnok	48,4	c	Putnok	51,8	B
Mn tartalom (mg/kg)					
Iregszemcse	12,9	a	Iregszemcse	13,4	A
Karcag	32,1	b	Karcag	32,6	B
Nagyhőrcsök	36,8	c	Nagyhőrcsök	41,0	C
Putnok	46,7	d	Kompolt	52,2	D
Kompolt	48,5	d	Putnok	58,2	E
Zn tartalom (mg/kg)					
Karcag	21,3	a	Karcag	13,6	A
Nagyhőrcsök	22,6	a, b	Iregszemcse	15,2	B
Iregszemcse	26,7	b,c	Nagyhőrcsök	16,4	B
Kompolt	33,9	c	Kompolt	32,1	C
Putnok	53,8	d	Putnok	44,4	D
Cu tartalom (mg/kg)					
Karcag	3,96	a	Karcag	3,40	A
Nagyhőrcsök	4,24	a,b	Kompolt	4,21	B
Kompolt	4,52	b, c	Putnok	4,63	C
Iregszemcse	4,92	c	Nagyhőrcsök	4,74	C
Putnok	4,94	c	Iregszemcse	5,30	D
Sr tartalom (mg/kg)					
Kompolt	1,52	a	Kompolt	1,94	A
Nagyhőrcsök	1,60	a	Karcag	2,05	A, B
Karcag	1,60	a	Nagyhőrcsök	2,22	B, C
Iregszemcse	1,99	a, b	Iregszemcse	2,80	D
Putnok	2,49	b	Putnok	2,87	D

A búzaszemek K-, S-, Ca- és Sr-tartalmának a különböző területeken mért nagyság szerinti sorrendje a kezeletlen illetve a műtrágyázott mintákban megegyező volt, (bár a poszt hoc analízise eredménye szerint a kontroll és a kezelésben részesült minták csoportjai nem voltak teljesen azonos összetételűek). A P, a Mg és a Mn esetében kis eltérést mutatott a kísérleti állomások sorrendje, a kontroll mintákéhoz képest a műtrágyázottakéban két terület helyet cserélt. Ehhez hasonlóan történt a cink koncentráció esetében is, a kezelések átlagos értékeit tekintve, azonban a kezelt szemekben a kontrollal ellentétben olyan termőhelyek között is szignifikáns eltérés mutatkozott, amelyek közt a kezeletlen mintáknál nem volt. A Fe mennyiségi sorrendje a kontrollhoz képest módosult a kezelt minták esetében, azonban szignifikáns különbség nem volt azon termőhelyek között, amelyek sorrendje felcserélődött.

A különböző kísérleti állomásokon betakarított minták réz- és fehérjetartalmának sorrendje eltért a kontrol és kezelt mintákban, amit a statisztikai vizsgálat is igazolt.

4.4. Különböző termőhelyek hatása a liszt ásványi anyag és fehérje tartalmára

A termőhelyek elem- és fehérjetartalomra gyakorolt befolyását a kontroll parcellákról begyűjtött teljes szemekben és a belőlük készült lisztekben is összehasonlítottuk.

7. táblázat: Különböző termőhelyekről származó búza és liszt minták makroelem tartalma

Búzaszem			Liszt		
Termőhely	Átlag	SzD _{5%}	Termőhely	Átlag	SzD _{5%}
K tartalom (mg/kg)					
Kompolt	2685	a	Putnok	1139	A
Nagyhőrcsök	3016	a, b	Nagyhőrcsök	1160	A
Putnok	3192	a, b	Karcag	1226	A
Karcag	3271	b	Kompolt	1342	B
Iregszemcse	3495	b	Iregszemcse	1360	B
P tartalom (mg/kg)					
Nagyhőrcsök	3714	a	Karcag	1141	A
Kompolt	3814	a	Nagyhőrcsök	1162	A
Karcag	3934	a	Kompolt	1178	A
Iregszemcse	3978	a	Iregszemcse	1213	A
Putnok	4446	b	Putnok	1380	B
S tartalom (mg/kg)					
Kompolt	1109	a	Karcag	885	A
Nagyhőrcsök	1243	a, b	Nagyhőrcsök	904	A
Putnok	1274	b	Kompolt	989	A
Iregszemcse	1477	b	Putnok	1008	A
Karcag	1719	c	Iregszemcse	1052	A
Mg tartalom (mg/kg)					
Kompolt	1056	a	Karcag	210	A
Karcag	1162	a, b	Nagyhőrcsök	216	A, B
Nagyhőrcsök	1175	b	Kompolt	238	A, B, C
Iregszemcse	1207	b	Iregszemcse	252	B, C
Putnok	1234	b	Putnok	271	C
Ca tartalom (mg/kg)					
Kompolt	420	a	Karcag	161	A
Putnok	547	b	Putnok	175	A, B
Karcag	562	b	Kompolt	185	A, B
Nagyhőrcsök	595	b	Nagyhőrcsök	189	A, B
Iregszemcse	615	b	Iregszemcse	207	B

A táblázatok mindkét oldalán kontroll parcellák mintáinak átlageredményei láthatók, a táblázatok jobb felében szereplő mérési eredmények liszt minták vizsgálatából származnak. A 7. táblázat a különböző termőhelyekről származó búza és liszt minták makroelem tartalmát foglalja össze, a 8. táblázatban ugyanezen minták mikroelem tartalma látható. Ezen minták begyűjtése 2005-ben történt.

8. táblázat: Különböző termőhelyekről származó búza és liszt minták mikroelem tartalma

Búzaszem			Liszt		
Termőhely	Átlag	SzD _{5%}	Termőhely	Átlag	SzD _{5%}
Fe tartalom (mg/kg)					
Kompolt	35,6	a	Karcag	7,75	A
Nagyhőrcsők	40,2	a, b	Putnok	7,94	A
Karcag	45,1	a, b	Iregszemcse	8,29	A
Putnok	47,6	b	Kompolt	9,34	A
Iregszemcse	47,7	b	Nagyhőrcsők	9,55	A
Mn tartalom (mg/kg)					
Nagyhőrcsők	31,8	a	Karcag	6,37	A
Putnok	32,7	a	Nagyhőrcsők	7,08	A, B
Iregszemcse	33,1	a	Putnok	7,19	A, B
Karcag	37,1	a	Iregszemcse	7,58	A, B
Kompolt	46,4	b	Kompolt	9,02	B
Zn tartalom (mg/kg)					
Iregszemcse	17,5	a	Karcag	5,41	A
Nagyhőrcsők	24,3	b	Iregszemcse	5,59	A
Kompolt	28,4	c	Nagyhőrcsők	5,69	A
Karcag	33,6	d	Kompolt	7,42	B
Putnok	36,3	d	Putnok	8,09	B
Cu tartalom (mg/kg)					
Nagyhőrcsők	4,03	a	Karcag	1,56	A
Putnok	4,33	a, b	Putnok	1,69	A, B
Karcag	4,68	b, c	Nagyhőrcsők	1,80	A, B, C
Kompolt	4,69	b, c	Kompolt	2,00	B, C
Iregszemcse	5,01	c	Iregszemcse	2,05	C
Sr tartalom (mg/kg)					
Kompolt	2,13	a	Putnok	0,376	A
Nagyhőrcsők	2,36	a, b	Iregszemcse	0,382	A
Putnok	2,45	a, b	Kompolt	0,499	A
Iregszemcse	2,61	a, b	Karcag	0,512	A
Karcag	3,08	b	Nagyhőrcsők	0,545	A

A lisztek ásványi alkotóinak mennyiségében az általunk vizsgált öt terület között nem minden esetben jelentkezett szignifikáns eltérés, bár a minták K, P, Mg, Ca, Mn, Zn, Cu és fehérjetartalmuk alapján a termőhelyek szerint kettő vagy több csoportra különültek, nem volt statisztikailag igazolható különbség ($p < 0,05$) azok S, Fe és Sr tartalmában.

4.5. A nettó fehérjehasznosulási arány vizsgálata állatetetési kísérletben

Az I. és II. állat etetési kísérletben szereplő búzaminták 2001-ből (Búza/2001/1, Búza/2001/21) illetve 2002-ből (Búza/2002/1, Búza/2002/21), a kontroll parcellákról (Búza/2001/1, Búza/2002/1) és a 21-es kezelésből (Búza/2001/21, Búza/2002/21) származtak. A borsómintákat 2003-ban gyűjtötték be a kontroll parcellákról és a 20-as kezelésből. Az I. kísérletben résztvevő állatok 6%-os fehérjetartalmú diétát kaptak a tesztcsoportokban és a pozitív kontroll csoportban (TOFE), az FMK csoport 4%-os fehérjetartalmú diétában részesült. A II. állatetetési kísérletben a búzamintákat egy jó minőségű fehérjehordozóra

(tojásfehérje) építve etették, a fehérje 50%-a származott a búzából. A diéta fehérjetartalma 10% volt.

9. táblázat: A teszttápok nettó fehérjearánya (NPR érték) az I. állatetelési kísérletben

Csoportok	Fehérje fogyasztás (g/állat/10 nap)	Testtömeg-változás (g/állat/10 nap)	Nettó fehérjearány (NPR) (g/g)
TOFE	8,0	32,4±6,9	1,74
Búza/2001/1	8,6	15,2±2,4	-0,37
Búza 2002/21	6,4	7,6±2,9	-1,70
Búza/2002/1	7,5	13,8±4,5	-0,61
Búza /2002/21	6,9	7,8±1,5	-1,54

Az I. kísérlet során a TOFE diétában részesülő állatok testtömeg-gyarapodása volt a legnagyobb, amit a FMK csoport követett. A búzát fogyasztó állatok gyarapodása ezektől elmaradt. Ezt a búzafehérje kiegyensúlyozatlan aminosav-összetételén és a benne lévő antinutritív anyagok hatásán kívül az okozhatta, hogy a tesztcsoportok a kontrollcsoportoktól eltérően nem részesültek ásványianyag- és vitamin kiegészítésben.

10. táblázat: A teszttápok nettó fehérjearánya (NPR érték) a II. állatetelési kísérletben

Csoportok	Fehérje fogyasztás (g/állat/10 nap)	Testtömeg-változás (g/állat/10 nap)	Nettó fehérjearány (NPR) (g/g)
Borsó/1	7,5	10,0	-1,09
Borsó/20	7,2	8,6	-1,34
Búza/2001/1	13,3	37,2	1,42
Búza 2002/21	10,9	28,0	0,90
Búza/2002/1	11,6	34,2	1,38
Búza /2002/21	11,3	29,0	0,96

Figyelembe véve az I. és II. kísérlet tapasztalatait, a 2001/1 és 2002/1 kontroll parcellákról betakarított búzákat fogyasztó állatoknál mindegyik vizsgálat során kedvezőbben alakultak a fehérje hasznosulási mutatók, mint a 2001/21 és 2002/21 jelű, N₂₅₀P₂₀₀K₂₀₀ dózisban részesült mintákat fogyasztó patkányok esetében (9. és 10. táblázat). (Hasonló eredményekhez vezettek a borsóra alapozott diéták is.) Ezt az okozhatta, hogy amíg a 2001/1 és 2002/1 búzát fogyasztó csoportokban az elfogyasztott táp legnagyobb részét maga a búza képviselte, addig a Búza 2001/21, illetve a Búza 2002/21 diétában részesülő csoportokban a táp több, mint felerészben kukoricakeményítóből állt. A két kísérlet eredménye rámutat a takarmányok megfelelő ásványi anyag- és vitamintartalmának fontosságára.

5. ÚJ ÉS ÚJSZERŰ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Összevetve az NPK kezelések hatását a mészlepedékes csernozjom talajjal rendelkező nagyhőrcsöki kísérleti állomásról begyűjtött teljes gabonaszem minták és a belőlük őrölt lisztek ásványi anyag tartalmára, több egyezést tapasztaltunk, így az ammónium-nitrát trágyázás a S, Cu, Mn és Sr dúsulásának a lisztben és a teljes szemben egyaránt statisztikailag igazolható módon kedvezett. A N trágyázás hatására minden évben nőtt a búza fehérjetartalma, és a kezelések hatására a lisztben is erős pozitív szignifikáns ($p < 0,01$) kapcsolatot tapasztaltunk.
2. A szuperfoszfáttal történő trágyázás hatására a teljes szemben a K, P, Mg, Mn és Sr mennyisége statisztikailag bizonyítottan növekedett, viszont a lisztekben csak a P, Mn és Sr akkumulálódott. Ezzel ellentétben a szuperfoszfát trágyázás a Zn és Cu koncentrációt a szemben és a lisztben egyaránt csökkentette.
3. A kálium-klorid műtrágya alkalmazása gátolta a S, Ca és a Sr dúsulását a szemben és a lisztben egyaránt.
4. A jelentősen eltérő talajtulajdonságokkal és talajtermékenységgel rendelkező termőhelyek – Nagyhőrcsök, Iregszemcse, Karcag, Kompolt, Putnok – kontroll parcelláin 2004-ben termesztett búzaszemek K-, P-, S-, Mg-, Ca-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu- és Sr- ($p < 0,01$) illetve fehérjetartalma ($p < 0,05$) szignifikánsan különbözött. Ezek a különbségek az NPK kezelések mellett is megmaradtak.
5. Az eltérő talajtulajdonságokkal rendelkező termőhelyek – Nagyhőrcsök, Iregszemcse, Karcag, Kompolt, Putnok – kontroll parcelláiról 2005-ben begyűjtött teljes szemminták K-, P-, S-, Mg-, Ca-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu-, Sr- és fehérjetartalmuk tekintetében egymástól szignifikánsan elkülönültek ($p < 0,05$), azonban a belőlük készült lisztek S, Fe és Sr koncentrációja között nem volt igazolható különbség.
6. A teljes szemben vizsgált elemek mindegyikének mennyisége többszöröse volt a 250 μm szemcseméretű lisztekének. Az egész búzaszem két és félszer annyi (252%) káliumot és rezet (247%), háromszor annyi foszfort és kalciumot (299%), közel másfélszer annyi (141%) ként, körülbelül ötszörös mennyiségű magnéziumot (492%),

vasat (504%) és mangánt (486%), több mint négyszer annyi cinket (435%) és öt és félszer annyi (546%) stronciumot tartalmazott, mint a liszt. Fehérjéből a teljes szem közel másfélszer tartalmazott többet (144%).

6.GYAKORLATBAN HASZNOSÍTHATÓ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Figyelembe véve, hogy az ammónium-nitrát trágyázás kedvezett a S, Cu, Mn és Sr dúsulásának a lisztben és a búzaszemben, továbbá a P kezelések a lisztben növelték a P, Mn és Sr mennyiségét, emellett segítették a szemben a K, P, Mg, Mn és Sr akkumulációját, elmondhatjuk, hogy a megfelelően kialakított műtrágyázási stratégiák hozzájárulhatnak a termés ásványi anyag tartalmának növeléséhez, ami a feldolgozott termékben is – jelen esetben a lisztben – mérhető.
2. A N trágyázás nemcsak a teljes szem, hanem a lisztek fehérjetartalmát is szignifikánsan növelte, így a műtrágyák alkalmazása a fehérje mennyiségét is pozitívan befolyásolhatja.
3. Vizsgálataink során a műtrágyák alkalmazása több fontos mikroelem dúsulását gátolta, mint a Zn és a Cu, amit szintén érdemes figyelembe venni a növénytermesztés során alkalmazandó műtrágyaadagok meghatározásakor.
4. A különböző termőhelyekről származó mintákban tapasztalt szignifikáns különbségek felhívják a figyelmünket arra, hogy attól függően, hogy táplálékunk túlnyomó többsége milyen területről származik, változhat az elemtartalma, továbbá rámutatnak, hogy mely ásványi alkotókat szükséges pótolni étrendükben.
5. Tekintve, hogy a teljes szemben a vizsgált elemek mindegyikének mennyisége többszöröse volt a lisztekének, érdemes vásárlás során a kevésbé finomított liszteket választani, és a korpát is tartalmazó termékeket előnyben részesíteni.
6. A nettó fehérje hasznosulási vizsgálat eredménye alapján azt a következtetést lehetett levonni, hogy a magasabb fehérjetartalom nem feltétlenül jár együtt a fehérje jobb minőségével. Ezért fontos a termények aminosav összetételének vizsgálata is. A vizsgálatok rámutattak az ásványianyag és vitamin kiegészítés fontosságára is.

7. PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

Lektorált folyóiratban magyar nyelven megjelent publikációk:

1. Burján Zita, Győri Zoltán (2012): A különböző műtrágyakezelések hatása az őszi búza fehérje- és kén tartalmára. Agrártudományi közlemények. 48. 73-76.
2. Burján Zita, Győri Zoltán (2012): A gabonafélék molibdén felhalmozásának dinamikája karbonátos csernozjom talajon. Agrártudományi közlemények. 50. 81-86.
3. Puskás-Preszner Anita, Kovács Béla, András Dávid, Burján Zita Kata (2012): Tartamkísérletben alkalmazott molibdén-kezelés hatása a növényi elemfelvételre. Agrártudományi Közlemények. 50. 121-126.
4. Burján Zita, Móré Mariann, Czakóné Vágó Xénia, Győri Zoltán (2013): NPK kezelések hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) Cu- és Fe-tartalmára. Agrártudományi Közlemények. 52. 31-35.
5. Móré Mariann, Burján Zita, Győri Zoltán, Sipos Péter (2013): A műtrágyázás hatása a búzafajták fehérje tulajdonságaira. Agrártudományi Közlemények. 52. 67-71.
6. Burján Zita, Győri Zoltán (2013): A termőhelyek hatása a búzaszem és a liszt ásványianyag- és fehérjetartalmára. Agrokémia és Talajtan 62. (2013) 2. 387-401.
7. Burján Zita, András Dávid, Győri Zoltán (2014): A búzaliszt ásványianyag-tartalmának változása műtrágyázás hatására. Élelmiszervizsgálati Közlemények. 60. 1. 50-58.

Lektorált folyóiratban, angol nyelven megjelent publikációk:

1. Zita Burján, Mariann Móré, Béla Kovács and Zoltán Győri (2012): The effect of different growing area on the Cu, Mn and Zn content of winter wheat. Eur. Chem. Bull. 2012, 1(9), 375-377.
2. Anita Puskás-Preszner, Béla Kovács, Dávid András, Zita Burján (2011): Effect of molybdenum treatment on the element uptake of food crops in a long-term field experiment. Acta Agraria Debreceniensis. 44. 75-79.
3. Nikolett Czipa, Zita Burján, Dávid András, Béla Kovács (2012): Trace element content of Hungarian acacia honeys. Eur. Chem. Bull. 2012, 1(11), 446-448.
4. Xénia Vágó, Kinga Nagy, Zita Burján, Dávid András, Béla Kovács (2012): Oil seeds as natural resources of selenium. Eur. Chem. Bull. 2012, 1(12), 495-497.

Konferenciakiadványban megjelent, teljes terjedelmű publikáció:

1. Burján Zita, Győri Zoltán (2012): Különböző termőhelyek hatása az őszi búza ásványi elem tartalmára. XVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum. Keszthely, 2010. április 19., Pannon Egyetem Georgikon Kar, Keszthely. ISBN 978-963-9639-45-4. (CD kiadvány)
2. Burján Zita, Győri Zoltán (2012): Különböző műtrágyakezelések hatása az őszi búza Zn- és Mn-tartalmára. In.: Lehoczky Éva (szerk.): I. Talajtani, Vízgadálkodási és Növénytermesztési Tudományos Nap. Debrecen, 2012. november 23. Talaj-víz-növény kapcsolatrendszer a növénytermesztési térben. MTA Agrártudományok Oszt., Talajtani, Vízgadálkodási és Növénytermesztési Tudományos Bizottság, Budapest. 103-106.
3. Burján Zita (2013): A Különböző NPK kezelések és az eltérő termőhelyek hatása az őszi búza (*Triticum Aestivum* L.) Ca és Sr tartalmára. In: Bódi, É., Fekete, I., Kovács, B. (szerk.): „Fiatal kutatók az egészséges ételmiszerért” tudományos ülés. Debrecen, 2013.02.19., DE AGTC, MÉK, Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola, Debrecen. 178-182.
4. Zita Burján, Zoltán Győri (2013): The effect of different production area and NPK fertilizer on Ca and Mg content of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. In.: Neményi, M., Varga, L., Facskó, F., Lőrincz, I. (szerk.): Science for Sustainability. International Scientific Conference for PhD Students. University of West Hungary, Győr, March 19-20, 2013. Proceedings. University of West Hungary Press, Sopron. ISBN 978-963-334-103-2. p. 234-238.
5. Zita Burján, Éva Bódi, Béla Kovács (2013): The effect of different regions and NPK fertilizer on protein and sulphur content of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. The second edition of the International Conference „Agriculture for Life, Life for Agriculture”. Bucharest, June 5-8, 2013. Scientific Papers Series A. Agronomy Volume LVI. University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest Faculty of Agriculture, Bucharest, Romania, ISSN 2285-5785, ISSN-L 2285-5785.

Egyéb publikációk:

1. Győri Zoltán, Burján Zita, Győriné Mile Irma (2011): A gabonafélék tárolhatósága. AGRÁRIUM 21. 3. 56-57.
2. Zita Burján, Béla Kovács, Dávid András (2013): The effect of different production areas and NPK treatments on the Cu, Fe and Mn content of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. EuroFoodChem XVII. May 07-10. 2013. Istanbul, Turkey. ISBN: 978-605-63935-0-1, 319. p.

3. Zita Burján, Zoltán Győri (2013): The effect of different production area and NPK fertilizer on Ca and Mg content of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. In.: Neményi, M., Varga, L., Facskó, F., Lőrincz, I. (szerk.): Science for Sustainability. International Scientific Conference for PhD Students. University of West Hungary, Győr, March 19-20, 2013. Program booklet. p. 47.
4. Nikolett Czipa, Zita Burján, Dávid András and Béla Kovács (2012): Trace element content of Hungarian acacia honeys. In: 4th International Symposium on Trace Elements in the Food Chain, Friends or Foes? TEFC 2012. 15-17.11.2012, Visegrád, Hungary. Abstracts. p. 61.
5. Zita Burján, Mariann Mór, Béla Kovács and Zoltán Győri (2012): The effect of different growing area on the Cu, Mn and Zn content of winter wheat. In: 4th International Symposium on Trace Elements in the Food Chain, Friends or Foes? TEFC 2012. 15-17.11.2012., Visegrád, Hungary. Abstracts. p. 59.
6. Xénia Vágó, Kinga Nagy, Zita Burján, Dávid András, Béla Kovács (2012): Oil seeds as natural resources of selenium. In: 4th International Symposium on Trace Elements in the Food Chain, Friends or Foes? 15-17.11.2012., Visegrád, Hungary. Abstracts. p. 60.
7. Zita Burján, Mariann Mór, Béla Kovács, Zoltán Győri (2013): Changes in protein and sulphur content of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. In.: Csajbók, J. The influence of some technological elements over the wheat and corn grains quality stored in Bihar and Hajdu Bihar counties. University of Debrecen Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, Institute of Crop Sciences, Debrecen. ISBN-978-963-473-612-7. 8-13.
8. Zita Burján, Béla Kovács, Mariann Mór, Zoltán Győri (2013): The effect of different regions on the mineral element content of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) grains. In: 12 th EYCSTW. 10-12.04.2013. Univ. of Nottingham, UK. Book of Abstracts. p. 36.
9. Mariann Mór, Zita Burján, Zoltán Győri, Péter Sipos (2013): Evaluation of the effect of nutrient supply on gluten properties of winter wheat. In: 12 th EYCSTW. 10-12.04.2013. Univ. of Nottingham, UK. Book of Abstracts. p. 38.
10. Burján Zita, Mór Mariann, Kovács Béla (2013): A különböző műtrágyakezelések és termőhelyek hatása az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) fehérje- és kén tartalmára. Hungalimenteria 2013. „Kockázatbecslés, önellenőrzés, élelmiszerbiztonság” tudományos konferencia és szakmai kiállítás. 2013. április 16-17. Budapest. ISBN 978-963-89274-2-2. p. 79.