



**RÉZ KEZELÉSEK HATÁSA ŐSZI BÚZA (*TRITICUM AESTIVUM* L.)  
HOZAMÁRA ÉS NYERSFEHÉRJE TARTALMÁRA**

<sup>1</sup>GICZI ZSOLT - <sup>2</sup>KALOCSAI RENÁTÓ - <sup>2</sup>VONA VIKTÓRIA - <sup>2</sup>SZAKÁL TAMÁS -  
<sup>3</sup>TESCHNER GERGELY - <sup>1</sup>LAKATOS ERIKA

<sup>1</sup>SZE MÉK Élelmiszertudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár,

<sup>2</sup> SZE MÉK Víz- és Környezettudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

<sup>3</sup>SZE MÉK Biológiai Rendszerek és Élelmiszeripari Műszaki Tanszék,  
Mosonmagyaróvár

**ÖSSZEFOGLALÁS**

Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) az egyik legfontosabb és legnagyobb területen termesztett szántóföldi növényünk. Sikeres termesztéséhez elengedhetetlen a kiegyensúlyozott tápanyagellátás, mely figyelembe veszi napjaink minőségi és környezetvédelmi elvárásait is. A jelenlegi mezőgazdasági gyakorlat szerint általában csak a makro tápelemek visszafoglalása történik meg, azonban a kutatások szerint a mikroelemek, például a réz relatív hiánya is gátja lehet a terméseredmények növekedésének

Kísérleteink során gyenge rézellátottságú meszes öntéstalajon vizsgáltuk egy hároméves kísérletsorozat keretében a réz-szulfát oldatból szacharóz és karbamid hozzáadásával előállított készítmény hatását az őszi búza hozamára és nyersfehérje tartalmára.

Eredményeink alapján az alkalmazott kezelések 0.5 kg ha<sup>-1</sup> dózistól kezdődően pozitívan befolyásolták az őszi búza hozamát és nyersfehérje tartalmát.

**Kulcsszavak:** őszi búza, réz, mikroelem, lombtrágya, hozam, nyers fehérje

**BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS**

A gabonanövények – köztük az őszi búza – a legfontosabb és legnagyobb területen termesztett szántóföldi növények a világon. Ősi fajtáit a világ különböző területein, mintegy 10-12000 évvel ezelőtt kezdték termesztani (*Pepó és Sárvári*, 2011). Magyarországon az ország területének közel 79%-a (~7.3 millió hektár) termőterület. Ennek majdnem 60%-a, mintegy 4.3 millió hektár szántó. Ebből a 2012-2016-os évek átlagában majdnem 2.8 millió hektár (64%) a gabonafélék vetésterülete. A gabonafélék közül a két legnagyobb volumenben termesztett növény a kukorica (~27%) és az őszi búza (~1 millió hektár, 24.8%) (*KSH*, 2018). Az őszi búzát legnagyobb mértékben élelmezési célokra használják fel, elsősorban lisztes áruk készítésére. Emellett fontos a termés és egyes melléktermékek takarmányozási célú alkalmazása (*Udvardy*, 2010), illetve ipari alapanyagként történő felhasználása.

A hazai őszi búza-termelés versenyképességét tekintve uniós szinten jó pozíciókkal rendelkezik, viszont a világpiacon verseny tekintetében az elsősorban a kontinentális elhelyezkedésből származó magasabb szállítási költségek ezt árnyalják. Ez több tényezőnek, mint a kedvező talaj- és éghajlati adottságok, szakmai tapasztalatok együttes érvényesülésének köszönhető (*Búzás*, 2017). A fenntartható mezőgazdasági tevékenység biztosításához azonban figyelembe kell venni, hogy a talaj „feltételelesen megújuló (megújítható) természeti erőforrás”. Ésszerű használat esetén nem történik benne irreverzibilis változás, de megújulása nem automatikus, megőrzése tudatos tevékenységet követel (*Várallyay és Csathó*, 2005). A tápanyagok természetes módon történő pótlódása napjaink intenzív növénytermesztése mellett nem elegendő, a termesztett növény számára szükséges tápanyagokat pótolnunk kell, így az okszerű tápanyagellátás határozza meg talajaink termékenységét (*Horváth et al.*, 2010). A jelenlegi mezőgazdasági gyakorlat szerint sok esetben csak a makro tápelemek (elsősorban N, másodlagosan P és K) visszapótlása történik meg, azonban az intenzív termesztés csupán a három legfontosabb tápelem pótlásával nem biztosítható. A kutatások szerint a mikroelemek, például a réz relatív hiánya is gátja lehet a terméseredmények növekedésének (*Szakál és Barkóczi*, 1989).

A rezet korán, már az 1800-as évek elején kimutatták különböző növényi és állati eredetű minták hamujából. Az elem esszencialitását McHargue bizonyította 1925 és 1927 között (*Linder*, 1991). A réz fontos alkotója a kloroplasztiszokban található

plasztocianinnak, ami elektronszállító molekulaként vesz részt a fotoszintézis fényreakciójában. A réznek a légzési elektrontranszfer-láncban (citrokrom oxidáz) is alapvető szerepe van, megtalálható különböző oxidáz hatású enzimekben (például aszkorbinsav-oxidáz, difenol-oxidáz) illetve peroxidáz hatású enzimekben, mint a szuperoxid-dizmutáz, a diamin-oxidáz és a fenol-oxidázok (Fodor, 2013). A növények növekedése rézhiány hatására lelassul, a levelek szürkészöldekké válnak, klorotikusak lesznek. A hiánytünetek elsősorban a fiatal növényeken jelentkeznek. A rézhiány gabonaféléknél a levelek kiféhéredésével kezdődik. Jellegzetes további tünet az ún. „fehérkalászság”. A rézhiány esetén az állomány gátolt buga- illetve kalászképzése, továbbá a léha szemek részarányának növekedése jelentős gazdasági veszteségekhez vezethet (Kalocsai, 2006).

A termesztett növények jelentős részének a réztartalma jellemzően kevesebb, mint 10 mg kg<sup>-1</sup> szárazanyagra vonatkoztatva, ennek megfelelően kevés a talajból felvett összes réz mennyisége is (Mengel et al., 2001), azonban a tápelem mérleg ezzel együtt is negatív (Pais, 1980), ezért a réz utánpótlása fontos.

Fontosságának megfelelően a réz – és hasonlóan más mikroelemek – utánpótlásával kapcsolatos kutatások a nemzetközi és a hazai szakirodalomban is aktuális témát jelentenek (Szakál et al., 2005; Schmidt et al., 2005; Barkóczi et al., 2006; Tang et al., 2009; Barbosa et al., 2013; López-Rayó et al., 2013 vagy Soliemanzadeh et al., 2014; Forró-Rózsa et al., 2017, Kádár 2017a, Kádár 2017b).

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleteink során őszi búza (*Triticum aestivum* L.) tesztnövényen végeztünk növénytáplálási kísérleteket réz-szulfát tartalmú oldat, szacharóz valamint karbamid hozzáadásával összeállított készítmény felhasználásával.

A lombkezelési kísérleteinket 2011-től három egymást követő gazdálkodási évben, Komáromban a SOLUM Zrt területén végeztük, 2011-ben és 2012-ben GK Csillag, 2013-ban Hystar fajtával. A kísérletek véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben kerültek beállításra. Az alkalmazott vetésforgónak megfelelően a kísérletek beállítása két, egymással szomszédos táblán történt. A kísérleti parcellák területe 10 m<sup>2</sup> volt. A kísérleti területen a talaj közepesen meszes, közepes szervesanyag-tartalmú Duna öntéstalaj volt. A terület réz ellátottsága a vizsgálati eredményeink alapján gyenge. A

területen e mellett a mész- és szervesanyag-tartalom miatt a növények rézfelvételének további gátlásával lehet számolni (Mengel *et al.*, 2001, Kádár, 2008, Benton Jones, 2012). A két parcella (A, B) talajvizsgálati eredményeit az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat: Talajösszetétel, Komárom

Table 1: Soil composition, Komárom

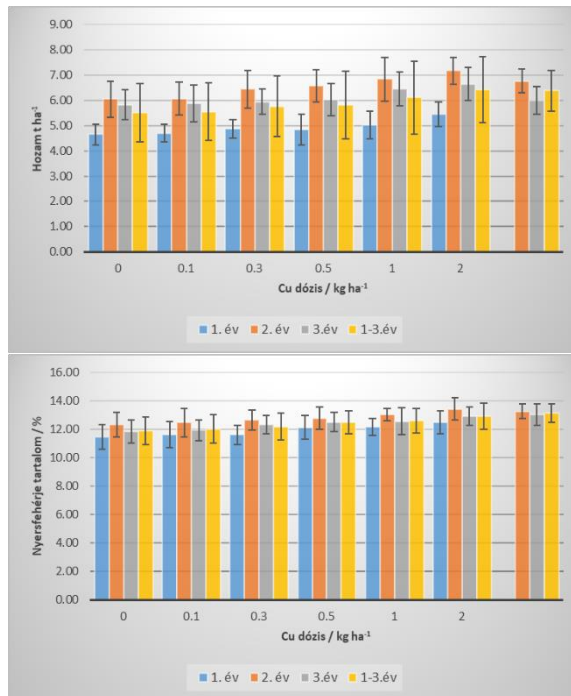
	pH KCl	K A	Só% m/m %	CaC O <sub>3</sub> m/m %	H% m/m %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg kg <sup>-1</sup>	K <sub>2</sub> O mg kg <sup>-1</sup>	Mg mg kg <sup>-1</sup>	Cu mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>
A	8.05	43	0.02	8.55	2.81	195	226	205	1.06	33.9	2.15
B	7.86	43	0.03	9.18	2.45	216	176	255	1.15	44.6	2.38

A kísérleti évek során mért adatok szerint a tenyésztési időszakban az átlagos középhőmérséklet 8.84 °C, 8.88 °C és 9.93 °C volt. Mindhárom kísérleti évben erősen ingadozott a tenyésztési időszakban lehullott csapadék mennyisége, illetve annak eloszlása is.

A kísérletek során a kezelések kalászhányás végén/virágzás elején történtek. Az alkalmazott réz dózisok 0 – 0.1 – 0.3 – 0.5 – 1.0 – 2.0 kg ha<sup>-1</sup> voltak. Az első év tapasztalatai alapján a kezelés – hozam görbe nem mutatott maximumot, ezért a további években újabb, 4.0 kg ha<sup>-1</sup>-os dózisnak megfelelő kezelési szint is beállításra került. Az alkalmazott kezelések során a hatóanyag kijuttatását 2.5 L-es nagynyomású kézi permetezővel végeztük. A kijuttatott lombtrágya készítmény mennyisége egységesen 0.6 dm<sup>3</sup> volt minden kísérleti parcellára. A kontroll kezeléseink esetében az oldatok készítése során használt ioncserélt víz került kijuttatásra. A termés betakarítását a kísérleti parcellák 2.5 m<sup>2</sup>-es részterületeiről kézzel végeztük. A betakarított termés beltartalmi értékei közül vizsgálatuk a nyersfehérje tartalmat (a synlab Umweltinstitut Ungarn Kft laboratóriumában). A kapott eredmények statisztikai értékelését regresszió analízissel valamint Sváb (1981) szerint variancia analízissel végeztük Microsoft Office Excel 2016 program segítségével.

## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A kísérletek mindhárom évében megvizsgáltuk a hozamot és a nyersfehérje tartalmat, azonban az egyes évjáratok közötti különbségek – amelyet az eltérő környezeti körülmények, elsősorban a csapadék mennyisége okoznak – által okozott eltérések kiküszöbölése végett a kapott adatok statisztikai értékelését a három kísérleti év átlagán végeztük el. Az egyes években kapott eredményeket az 1. ábra mutatja be.



1. ábra: Kezelések hatása a hozamra és a nyersfehérje tartalomra

Figure 1: Effect of treatments on yield and raw protein content

A három kísérleti év átlagadatait 95%-os szignifikancia szinten F-próbával vizsgáltuk. A kapott eredmények alapján a vizsgálati adatsorok varianciája nem különbözik szignifikánsan. Az adatsorokat paraméterenként kéttényezős varianciaanalízissel megvizsgálva azt az eredményt kaptuk, hogy az alkalmazott kezelések a kontrollkezeléshez képest legalább 95 %-os szignifikanciaszinten hatásosak mind a hozamra, mind a nyersfehérje tartalomra. A hozam adatokon végzett varianciaanalízis

eredményeit az 2. táblázat tartalmazza, a nyersfehérje adatokon végzett analízis eredményeit a 3. táblázat.

2. táblázat: Három éves kísérlet variancia analízise – hozam

Table 2: Analysis of variances in the three year experiment – yield

<b>Tényezők</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	
<b>Összes</b>	4.2623	27			
<b>Ismétlés</b>	0.1274	3	0.0425	1.042	
<b>Kezelés</b>	3.4015	6	0.5669	13.915	***
<b>Kontroll-Többi</b>	0.8548	1	0.8548	20.980	***
<b>Többi kezelés</b>	2.5467	5	0.5093	12.502	***
<b>Hiba</b>	0.7334	18	0.0407		

\*\*\* P=1%, \*\* P=5%, \*P=10%

		<b>Hozam t ha<sup>-1</sup></b>						
		<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Cu dózis kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>0</b>	-	-	-	-	-	-	-
	<b>0.1</b>	ns	-	-	-	-	-	-
	<b>0.3</b>	*	ns	-	-	-	-	-
	<b>0.5</b>	**	*	ns	-	-	-	-
	<b>1</b>	***	***	**	*	-	-	-
	<b>2</b>	***	***	***	***	**	-	-
	<b>4</b>	***	***	***	***	*	ns	-

\* 10%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD10%= 0.25

\*\* 5%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD5%= 0.30

\*\*\* 1%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD1%= 0.41

ns: nem szignifikánsan eltérő átlag

A statisztikai értékelés eredményei alapján az alkalmazott kezelések esetében 0.5 kg ha<sup>-1</sup> dózistól kezdődően legalább 95 %-os szignifikancia szinten magasabbak a hozam eredmények, mint a kontroll kezelés esetében. A beállított kezelések esetében a legnagyobb hozamot a 2 kg ha<sup>-1</sup> réz-kezelés esetében kaptuk. A hozamban elért növekedés 16.6% volt a kontrollhoz képest.

3. táblázat: Három éves kísérlet variancia analízise – nyersfehérje

Table 3: Analysis of variances in the three year experiment – raw protein content

<b>Tényezők</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	
<b>Összes</b>	6.4896	27			
<b>Ismétlés</b>	0.0145	3	0.0048	0.072	
<b>Kezelés</b>	5.2621	6	0.8770	13.014	***
<b>Kontroll-Többi</b>	1.5750	1	1.5750	23.372	***
<b>Többi kezelés</b>	3.6870	5	0.7374	10.942	***
<b>Hiba</b>	1.2130	18	0.0674		

\*\*\* P=1%, \*\* P=5%, \*P=10%

		<b>Nyersfehérje %</b>						
		<b>0</b>	<b>0.1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>Cu dózis kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>0</b>	-	-	-	-	-	-	-
	<b>0.1</b>	ns	-	-	-	-	-	-
	<b>0.3</b>	ns	ns	-	-	-	-	-
	<b>0.5</b>	***	**	ns	-	-	-	-
	<b>1</b>	***	***	**	-	-	-	-
	<b>2</b>	***	***	***	**	*	-	-
	<b>4</b>	***	***	***	***	***	ns	-

\* 10%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD10%= 0.32

\*\* 5%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD5%= 0.39

\*\*\* 1%-os hibaszinten szignifikánsan eltérő átlag SzD1%= 0.53

ns: nem szignifikánsan eltérő átlag

A vizsgálataink során kapott eredmények alapján a nyersfehérje tartalom is növekvő tendenciát mutatott a három kísérleti év átlagában. A legnagyobb növekedést ebben az esetben a 4 kg ha<sup>-1</sup> réz-kezelés esetében kaptuk, de az elért eredmény minimálisan haladja meg a 2 kg ha<sup>-1</sup> réz dózis esetében kapott értéket (13.2±0.6 % illetve 13.0±0.9 %). A nyersfehérje tartalomban elért növekedés 10.6% volt a kontrollhoz képest.

A kapott eredményeket megvizsgálva az alkalmazott réz kezelések függvényében mind a hozam, mind a nyersfehérje-tartalom, telítési görbe jelleget mutatott. Kísérleti körülményeink között a maximális hozam eléréséhez szükséges dózissnak 2.89 kg ha<sup>-1</sup> adódott ( $y = -0.12 * x^2 + 0.71 * x + 5.51$ ,  $r^2=0.9957$ ), nyersfehérje tartalom esetében 3.26 kg ha<sup>-1</sup> ( $y = -0.11 * x^2 + 0.75 * x + 11.98$ ,  $r^2=0.9687$ )

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú „Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban” című projekt támogatta. A projekt

az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## EFFECT OF COPPER TREATMENTS ON THE YIELD AND RAW PROTEIN CONTENT OF WINTER WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

<sup>1</sup>ZSOLT GICZI - <sup>2</sup>RENÁTÓ KALOCSAI - <sup>2</sup>TAMÁS SZAKÁL - <sup>1</sup>ERIKA LAKATOS

<sup>1</sup>SZE MÉK Élelmiszertudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár,

<sup>2</sup>SZE MÉK Víz- és Környezettudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár

### SUMMARY

Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) is one of the most important arable crops grown in the field. A balanced supply of nutrients is essential for successful cultivation, especially given today's quality and environmental expectations. According to the current agricultural practice, usually only the replenishment of macronutrients is performed, but based on research, the relative lack of micronutrients, such as copper, can hinder the growth of yields.

In our experiments, we investigated the effect of a foliar fertilizer made from an acidic copper solution, sucrose and urea on the yield and raw protein content of winter wheat in a three-year experiment on an alluvial soil with low copper content.

According to our results the applied treatments had a positive effect on the yield and raw protein content of winter wheat starting from 0.5 kg ha<sup>-1</sup> dose.

**Keywords:** winter wheat, copper, micronutrient, foliar application, yield, raw protein

### IRODALOM

*Antal J., Jolánkai M.* (szerk.) (2005): Növénytermesztés tan 1. Elektronikus jegyzet. Digitális Tankönyvtár – <http://www.tankonyvtar.hu/hu> (letöltve: 2018.11.22.).

*Barbosa, R. H., Tabaldi, L. A., Miyazaki, F. R., Pilecco, M., Kassab, S. O., Bigaton, D.* (2013): Foliar copper uptake by maize plants: effects on growth and yield. *Ciência Rural*, **43**, 1561-1568.



- Barkóczi M., Szakál P., Schmidt R., Kalocsai R., Giczi Zs., Halasi T.* (2006): Copper ion-exchanged zeolite in plant nutrition. *Cereal Research Communications. Proceedings of the V. Alps-Adria Workshop Opatija, Croatia, 6-11 March, 2006*, 397-400.
- Benton Jones, J. Jr.* (2012): *Plant Nutrition and Soil Fertility Manual*, 2nd edition. CRC Press, Boca Raton
- Búzás, F.* (2017): Búzatermesztés. A búzatermesztés költség- és jövedelemviszonyai. *Őstermelő*, **21**, 54-57.
- Fodor F.* (2013): A növények vízháztartása, ásványi táplálkozása, transzportfolyamatok. In *Fodor F.* (szerk): *A növényi anyagcsere élettana. Digitális Tankönyvtár* – <http://www.tankonyvtar.hu/hu> (letöltve: 2018.03.13.).
- Forró-Rózsa E., Szakál P., Csatai R.* (2017): The qualitative and quantitative impact of copper and zinc applications on winter wheat cultivation. *African Journal of Plant Science*, **11**, 351-361.
- Horváth J., Tállai M., Mátyás B.* (2015): A talaj nitrogén-tartalmának és néhány egyéb tulajdonságának változása egy trágyázási tartamkísérletben csernozjom talajon. *Acta Agraria Debreceniensis*, **64**, 39-44.
- Kádár I.* (2008): A mikroelemkutatások eredményeiről, különös tekintettel a Cu és Zn elemekre. *Acta Agronomica Óváriensis*, **50**, 9-13.
- Kádár I.* (2017a): Nitrogén, réz és molibdén kölcsönhatások repcére (*Brassica napus* L.). *Agrokémia és Talajtan*, **66**, 349-360.
- Kádár I.* (2017b): Nitrogén, réz és molibdén kölcsönhatások lucerna kultúrában (*Medicago sativa* L.). *Agrokémia és Talajtan*, **66**, 375-390.
- Kalocsai R.* (2006): Mikroelem trágyázás. In *Birkás M.* (szerk.): *Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó, Budapest.*
- Központi Statisztikai Hivatal (KSH)* (2018): Statisztikai tükör. A fontosabb növények vetésterülete, 2018. június 1. <http://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/gyor/vet/vet1806.pdf> (Letöltve: 2019.02.17.)
- Linder, M. C.* (1991): *Biochemistry of copper*. Springer, New York.
- López-Rayó, S., Nadal, P., Pozo, M. A., Dominguez, A., Lucena, J. J.* (2013): Efficacy of Micronutrient Chelate Treatments in Commercial Crop of Strawberry on Sand Culture. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **44**, 826–836.
- Mengel, K., Kirkby, E. A., Kosegarten, H., Appel, T.* (2001): *Principles of Plant Nutrition*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

*Pais I.* (1980): A mikrotápanyagok szerepe a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

*Pepó, P., Sárvári, M.* (2011): Gabonanövények termesztése. Elektronikus jegyzet, Digitális Tankönyvtár, [https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010\\_1A\\_Book\\_09\\_Gabonanovenyek\\_termesztese/index.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_09_Gabonanovenyek_termesztese/index.html) (letöltve 2019.02.17.)

*Udvardy, P.* (2010): Növény- és állattani ismeretek 2. Gabonafélék termesztése.

*Schmidt R., Szakál P., Kalocsai R., Giczi Zs.* (2005): The effect of copper and zinc treatments and precipitation on the yield and baking quality of wheat. Réz, cink a környezetben szakmai konferencia. Acta Agronomica Óváriensis, **47**, 195-203.

*Solimanzadeha, A., Mozafaria, V., Kamalia, M.* (2014): Treatment of Pistachio Trees with Zinc and Copper in Time of Swollen Bud in Two Consecutive Years. Communications in Soil Science and Plant Analysis, **45**, 1025–1036.

*Sváb J.* (1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

*Szakál, P., Barkóczy M.* (1989): Réztartalmú hulladékokból előállított réz-komplex hatása az őszi búza beltartalmára. Agrokémia és Talajtan, **38**, 333-335.

*Szakál P., Kerekes G., Schmidt R., Barkóczy M., Giczi Zs., Kalocsai R.* (2005): Influencing the organic matter content of potato by macro and trace element fertilisers. Cereal Research. Communications, **33**, 415-418.

*Tang, M., Hu, F., Wu, L., Luo, Y., Jiang, Y., Tan, C., Li, N., Li, Z., Zhang, L.* (2009): Effects of copper-enriched composts applied to copper-deficient soil on the yield and copper and zinc uptake of wheat. International Journal of Phytoremediation, **11**. 81-93.

*Várallyay, Gy., Csathó, P.* (2005): A talaj termékenységét meghatározó talajtulajdonságok. In: Kovács, G. J., Csathó, P. (szerk.): A magyar mezőgazdaság elemforgalma 1901 és 2003 között. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest, p. 27-60, ISBN: 963 219 372 5

*A szerző levélcíme:*

Giczi Zsolt

SZE MÉK Élelmiszertudományi Tanszék

H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15-17.

E-mail: giczi.zsolt@sze.hu