

ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 50.

NUMBER 1.

**Mosonmagyaróvár
2008**

UNIVERSITY OF WEST HUNGARY
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár
Hungary

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
Mosonmagyaróvári
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
közleményei

Volume 50.

Number 1.

**Mosonmagyaróvár
2008**

Editorial Board/Szerkesztőbizottság

Czímber Gyula DSc Chairman
Varga Zoltán Ph.D. Editor-in-chief
Benedek Pál DSc
Kovácsné Gaál Katalin CSc
Kuroli Géza DSc
Nagy Frigyes Ph.D.
Neményi Miklós DSc
Porpáczy Aladár DSc
Salamon Lajos CSc
Schmidt János CMHAS
Schmidt Rezső CSc
Varga-Haszonits Zoltán DSc

Reviewers of Manuscripts/A kéziratok lektorai
Acta Agronomica Óváriensis Vol. 50. No. 1.

Schmidt Rezső (3–8, 65–71, 131–135, 149–153)
Szakál Pál (9–13, 15–18, 73–77, 87–94, 123–129, 171–182, 183–189)
Barkóczy Margit (19–27, 29–35, 109–114, 137–142)
Juraj Lesny (79–86, 95–101, 103–108, 143–148)
Kádár Imre (43–48, 57–63)
Tóásó Gyula (37–41, 49–55, 115–121, 155–169)

Address of editorial office/A szerkesztőség címe
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.



Manganese deficiency in plants growing on different soils with high lime-content

OTHMAR HORAK

Austrian Research Centers GmbH – ARC
Seibersdorf

SUMMARY

Manganese deficiency is described by assessment of visible symptoms and plant analytical results on five different Austrian soils with high lime content. In one case the deficiency is induced by Cu contamination as a result from longterm application of fungicide sprays. Affected plants were conifers (*Thuja sp.*, *Pinus nigra*, *Picea abies*), horticultural crops (*Prunus persica*, *Prunus cerasus*, *Fragaria ananassa*, *Rubus idaeus*) and wheat (*Triticum aestivum*).

Keywords: Chlorosis, leaf analysis, calcareous soil, Cu contamination.

INTRODUCTION

Manganese is present generally in the oxidation states +II, +III, and +IV. Mn contents in most soils are in a range between 300 and 1000 mg·kg⁻¹; the mobile fraction, containing the free ion and low molecular complexes of Mn²⁺, shows variable concentrations, depending on redox potential and pH. Under aerobic and neutral conditions Mn²⁺ may be oxidised to a great portion by different microorganisms to immobile MnO₂. Under reducing and strongly acidic conditions Mn²⁺ is dominating in soil solutions and may be toxic for sensitive plants (Adriano 2001).

Plants take up only Mn²⁺ which is, besides weak complexes, dominating in tissue, but its concentrations are variable, depending on soil conditions and plant species. The concentration range in plants is observed frequently between 30 and > 1000 mg·kg⁻¹ in dry matter. Excessive amounts of the element are stored in specific compartments: MnO₂ is precipitated in the Apoplast and in intercellular space while Mn²⁺ is accumulating as soluble complex in the vacuole (Marschner 1995).

The essential functions of Mn in biological systems are primarily concerned with electron transfer in redox enzymes (Hill reaction in photosynthesis; Superoxide dismutase as part

of the antioxidative system). Other functions of Mn are its role in activation of several enzymes (Marschner 1995).

Visible symptoms of Mn deficiency are chlorosis and growth reduction in connection with critical tissue concentrations of $< 15\text{--}30\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ in dry matter. Mn deficiency can be observed mainly in calcareous soils, and enhancing factors are high contents of organic matter and Ca^{2+} as well as drought (Bergmann 1993).

In Austria, Mn deficiency can be observed in forest-, ornamental-, and fruit trees, as well as in cultivated raspberries, strawberries and cereals. Some typical examples, appearing on soils with high lime content are presented in this report.

MATERIALS AND METHODS

Trace elements in plant material were determined by AAS-flame and -graphite furnace techniques after wet digestion with a mixture of perchloric and nitric acids (5 + 1 volume parts). Soil pH was measured in 0.01 mol. CaCl_2 , carbonate content was determined by the Scheibler method; total carbon was measured with a Carlo Erba elemental analyzer, and the organic carbon was calculated by subtraction of carbonate.

RESULTS AND DISCUSSION

Thuja (var.), hedge in a garden in Traismauer (Niederösterreich):

On a soil with 40% CaCO_3 most trees of *Thuja* are chlorotic with Mn contents of $12\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, while single trees with green shoots show no deficiency with $33\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ of Mn in shoots (Figure 1). Contents of Fe and Zn seem to be in a normal range.

Pinus nigra, on a shallow Rendzina, covering limestone, location Wien-Rodaun:

In spring, especially after a period of dryness in winter, chlorosis appears in 1-year old needles. The Mn content of pine needles was found below the critical level of $20\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. In healthy trees, growing on a north-exposed slope, the Mn content was $70\text{--}123\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Figure 2).

Picea abies, growing in Gutenstein (Niederösterreich) on a shallow Rendzina, covering dolomite:

Gutenstein is situated in the valley of Piesting, northern of the Schneeberg (2075 m). On dry slopes, where a shallow soil layer is covering the rock, Norway spruce frequently shows reduced growth and some trees are chlorotic; on sites with a deeper soil layer the trees look healthy. Mn contents in needles of deficient and healthy trees are significantly different (Figure 3): In chlorotic needles Mn contents are distinctly below the critical deficiency level, given by Hüttl (1987). Moreover, the values in deficient needles decrease with increasing age. This effect may be an indicator of leaching loss of Mn and insufficient resupply by root uptake and xylem transport (Zöttl and Hüttl 1986).

The variation of Mn contents in Norway spruce is considerable, depending on soil conditions. Zvacek (1988) reported values in needle dry matter as low as $3.0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ on calcareous soils with $\text{pH} > 7.0$ and about $1000\text{--}2000 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ on acid Cambisols with $\text{pH} < 4.0$.

Figure 1. Trace element contents in shoot dry matter of chlorotic and healthy (green) *Thuja*. Critical level of Mn in conifers: $20 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$

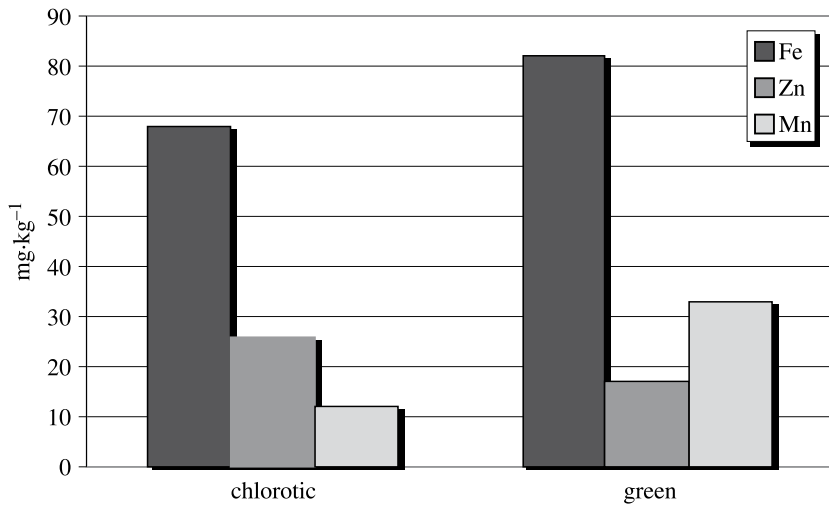


Figure 2. Trace element contents in 1- and 2-years old needles of chlorotic and healthy *Pinus nigra*

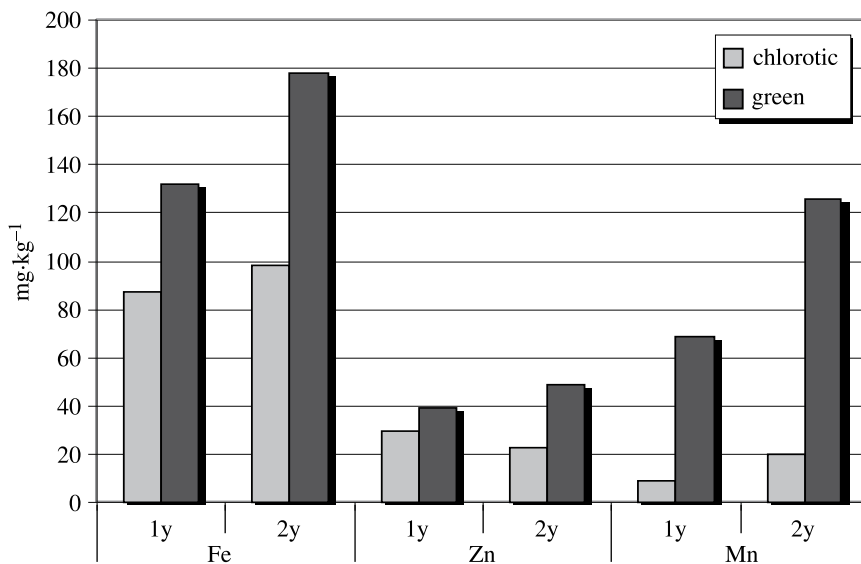
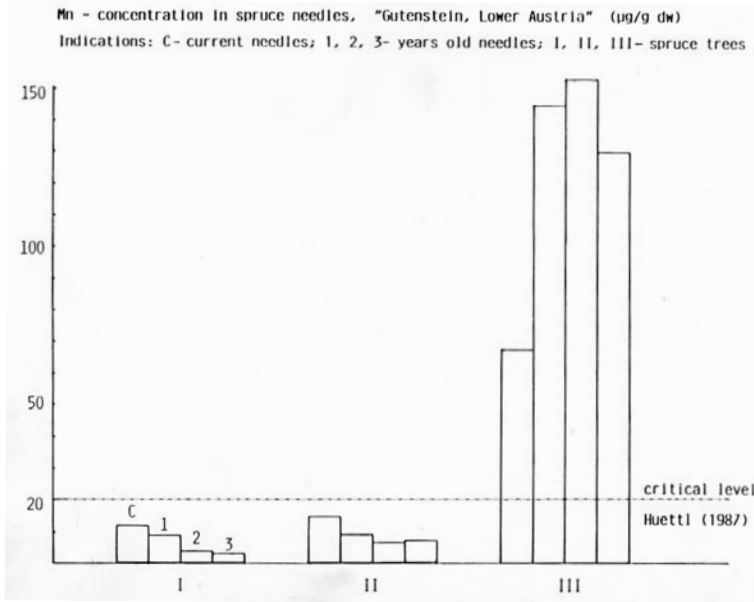


Figure 3. Mn content in needles of different age in *Picea abies*;
two deficient trees are compared to a healthy tree
Location: Gutenstein, Niederösterreich (Zvacek, 1988)



Mn deficiency in fruit trees, induced by Cu contamination on a former vineyard soil, Arnsdorf, Niederösterreich:

As a consequence of longterm application of copper fungicides the soil is Cu contaminated. Following to viticulture several species of fruit trees were planted. In Cu sensitive trees, such as peach or morello cherry, chlorosis appeared, while plum was not affected. The data in *Table 1*. indicate Mn deficiency in fruit trees and also in strawberry, while Cu contents are slightly elevated but still in the normal range. Also the iron content is very low in chlorotic leaves.

Table 1. Element content in chlorotic and green leaves of fruit trees and strawberry and soil data; location Arnsdorf, Niederösterreich

Plant species	Fe	Mn	Cu	Mn, sufficient level (Bergmann, 1993)
	mg.kg ⁻¹			
<i>Prunus persica</i> (chlorotic)	41	3	9.3	35
<i>Prunus persica</i> (green)	56	3	6.1	
<i>Prunus cerasus</i> (chlorotic)	42	14	7.6	35
<i>Prunus cerasus</i> (green)	89	28	5.8	
<i>Fragaria ananassa</i> (chlorotic)	53	9	7.9	40
<i>Fragaria ananassa</i> (green)	72	15	7.2	
Soil element content and pH CaCO ₃ in soil	10.100	365	180	7.4 23%

The suppression of Fe- and Mn-uptake by excessive Cu concentrations in the substrate is reported by *Bergmann* (1993). It seems that excessive Cu is detoxified by immobilisation in the rhizosphere and this reaction affects also other trace elements. Soil data are also presented in *Table 1.*, showing a Cu level typical for vineyard soils (*Scholl and Enkelmann* 1984). The high pH can be considered as an additional factor, that may enhance the deficiency situation.

Micronutrients in raspberry and wheat growing on a Calcic Chernozem in Ebreichsdorf, Niederösterreich:

As may be seen from the analytical data presented in *Table 2.* the trace element supply of plants is insufficient for Mn and Zn, while Fe seems to be in a normal range. Visible symptoms are chlorosis for Raspberry and "Grey speck disease" for wheat. Element contents in leaves are far below the sufficient level (*Bergmann* 1993) and also below 20 mg·kg⁻¹, considered as the critical level of appearance of visible deficiency symptoms.

Table 2. Element content in chlorotic and green leaves and soil data; location Ebreichsdorf, Niederösterreich

Plant species	Fe	Mn	Zn	Sufficient (<i>Bergmann</i> , 1993)	
				Mn	Zn
				mg.kg ⁻¹	
<i>Rubus idaeus</i> (chlorotic)	75	13	12	35	20
<i>Rubus idaeus</i> (green)	86	15	18		
<i>Triticum aestivum</i> (ear leaf)	180	10	12	30	20
<i>Triticum aestivum</i> (straw)	140	9	11		
<i>Triticum aestivum</i> (grain)	33	15	38		
Soil characteristics	pH = 7.3		CaCO ₃ = 70%	humus content = 6.3%	

CONCLUSIONS

Manganese deficiency is observed widespread on calcareous soils, especially under dry weather conditions in spring. Also Cu excess may induce Mn deficiency. The visible symptoms are typically associated to the phenomenon of "Lime-induced Chlorosis". Leaf analysis is considered as a general requisite for the assessment of the deficiency situation.

REFERENCES

- Adriano, D. C.* (2001): Trace elements in the terrestrial environment, 2nd edition. Springer Verlag.
Bergmann, W. (1993): Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Gustav Fischer Verlag.
Hüttl, R. F. (1987): Diagnosis of nutritional disturbances in declining forest stands. Intern Conference on Acid Rain, Lisbon, Portugal, September 1987, 1–3.
Marschner, H. (1995): Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition, Academic Press.

-
- Scholl, W. – Enkelmann, R. (1984): Zum Kupfergehalt von Weinbergsböden. Landwirtsch. Forsch. 37: 286–297.*
- Zöttl, H. W. – Hüttl, R. F. (1986): Nutrient supply and forest decline in Southwest-Germany. Water, Air, and Soil Pollution 31: 449–462.*
- Zvacek, L. (1988): Mikronährstoffe und toxische Metalle an Waldstandorten. Dissertation, Formal- und Naturwissenschaftliche Fakultät, Universität Wien*

Address of the author – A szerző levélcíme:

HORAK Othmar
Consultant
Austrian Research Centers GmbH – ARC
Div. Biogenetics and Environmental Resources
A-2444 Seibersdorf



A mikroelemkutatások eredményeiről, különös tekintettel a Cu és Zn elemekre

KÁDÁR IMRE

Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
Budapest

Általános megállapítások

A mikroelemek növényi felvehetőségét legmarkánsabban a talaj reakcióállapota, a pH szabályozza. Minden olyan tevékenység, behatás, mely közvetetten vagy közvetlenül módosítja a pH-t, a mikroelem felvételre is hat. E téren a műtrágyázás szerepe jelentős. Savanyodással egyes elemek (főként a fém kationok, mint a Fe, Al, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni, Cd stb.) mobilitása nő, míg másoké csökken (főként az anionformáké, mint a Mo, Se, Cr, részben a B és As). Túlmeszezéskor vagy magas pH-jú talajon számolni kell a Fe, Mn, Zn, Cu esetleges hiányával. Az elemek felvételét módosítja az egyéb elemek hiánya vagy jelenléte az antagonizmusok és szinergizmusok által (pl. P x Zn antagonizmus, N x Cu szinergizmus).

Gyengén ellátott talajokon és növekvő N-trágyázáskor csökken a növények Cu-tartalma, erősödik a hígulás. A növekvő termés Cu-igényét a talaj nem képes kielégíteni, látszólagos N x Cu antagonizmus lép fel. Amennyiben a talaj rézzel jól ellátott vagy egyidejűleg Cu-trágyázást is folytatunk, a N-trágyázással a Cu-felvétel is nőni fog. A N illetően „hajtó” hatása már régről ismert a legtöbb elem felvételére. A N-műtrágyák savanyító hatása, a NO₃⁻ anion jelenléte különösen serkentőleg hat a fémkationok felvételére. A P x Zn antagonizmus jelenségének magyarázata nem a képződő cinkfoszfát a talajban, mert a Zn₃(PO₄)₂ megfelelő Zn és P forrásul szolgálhat. A P-túlsúly azonban gátolhatja a Zn növénybeni transzportját, tehát a P x Zn antagonizmus a növényben játszódik le és faj, illetve fajtaspecifikus.

Az országos helyzet értékelése

Az országos ellátottság értékelését az tette lehetővé, hogy befejeződött a talajvizsgálatok első és második szakasza. A talajvizsgálati adatok, illetve határértékek alapján soroltuk be a vizsgált területeket, talajokat. Magyarország talajainak Zn és Cu ellátottságát a megvizsgált terület %-ában kifejezve megállapítottuk, hogy a vizsgált terület nem egészen 9%-a

bizonyult Cu-ben gyengén ellátottnak országosan. Békés megyében azonban ez az arány 23, Szabolcs-Szatmárban 17, Fejér, Győr-Sopron, Tolna megyékben 10–13%-ot ért el. A Cu-hiányos talajok között meszes és savanyú talajokat egyaránt találtunk. Gyakori volt a meszes alapkőzetek kialakult csernozjom, öntés és réti csernozjomok gyenge ellátottsága. E talajok főként DK-Magyarországon fordulnak elő, termékeny búza és kukorica földeket jelentenek. Országosan a vizsgált talajok 46%-a Zn-ben gyengén ellátottnak minősült. Békés és Fejér megyékben azonban ez az arány 85–87%.

A nemzetközi (FAO) felmérés eredményei

A 30 országot felölelő FAO felmérés eredményeiből az alábbi következtetéseket vontuk le az ország réz és cink ellátottságára vonatkoztatva:

1. A mintavételi helyek (200 termőhely) viszonylag egyenletesen oszlottak meg az ország egész területét lefedve, így hazánk sokszínű talajtakaróját kielégítően reprezentálták és széles sávban változtak.
2. A hazai talajok és növények egyaránt alacsony Zn-ellátottságot jeleztek. A növények átlagos koncentrációja a 23., a talajoké a 21. volt a rangsorban, tehát a legalacsonyabb 7–9 ország között helyezkedett el. A talajok felvehető Zn készlete és a növényi Zn-tartalmak kiugró, extra nagy értékeket nem mutattak, a termőterületek nem szennyezettek. A meszes és foszforral is jól ellátott talajokon a Zn-igényes kultúrák (elsősorban a kukorica) Zn-trágyázást igényelhetnek.
3. A talajok felvehető Cu-készlete és a növényi Cu-tartalmak nemzetközi összehasonlításban egyaránt átlagosnak minősültek extremitások nélkül. Az ellátottság összességében kielégítő és nem fordulnak elő kiugróan nagy vagy alacsony értékek, Cu-hatások sem várhatók a trágyázás nyomán. (Kivételt a szerves talajok, lápok, sovány homokok képezhetnek.)

A szabadföldi mezőföldi tartamkísérletek eredményei

A P-ral gyengén ellátott talajon, az évenként adott 100 kg/ha P_2O_5 -trágyázás kielégítheti a kukorica P-igényét. Előretrágyázás formájában ez a mennyiségű foszfor (P) 4–5 évre számolva egyszerre is kiadható. Az 1000 kg/ha feltöltő P_2O_5 -trágyázás gazdaságtalan és Zn-hiányt indukálva terméseszkökenéshez vezethet. Az ammoniumlaktát (AL)-oldható P_2O_5 -tartalom optimumát a 100–150 mg/kg érték jelezheti a szántott rétegben. Az egyoldalú, 1000 kg/ha P_2O_5 adaggal előidézett P-túlsúlyt és szemterméseszkökenést a 40 kg/ha Zn-trágyázással lehetett ellensúlyozni. A KCl + EDTA módszerrel meghatározott Zn-tartalom optimumát 2–3 mg/kg talajbani koncentráció mutatta. Irodalmi adatokkal összhangban a kukorica kiegyensúlyozott tápláltsági állapotát a 4–6 leveles légszáraz hajtásban mért 0,3–0,5% P és 30–60 mg/kg Zn, míg a címerhányáskori levél optimális összetételét 0,25–0,40% P és 25 mg/kg feletti Zn koncentrációtartomány jellemezheti. A P/Zn arányának ideális értéke a vegetatív növényi részekben 50–150 közöttire tehető. Amennyiben ez a P/Zn arány jelentősen 200 fölé emelkedik, a Zn-trágyázás hatékony lehet.

A levéltrágyázás megítélése

A levéltrágyázás előnyeit és hátrányait áttekintve az alábbiak állapíthatók meg, kitérve a módszer szerepére, jelentőségére, illetve jövőbeni szerepére a növénytáplálásban: a növények főbb makroelemekkel szembeni igényét a levéltrágyák csak néhány %-ban képesek kielégíteni a gyakorlatban. Levéltrágyázás nem pótolhatja, csak kiegészítheti a talajon keresztül történő felvételt. Ez alól részben a N jelenthet kivételt, amennyiben az urea-oldatokkal akár 30–50 kg/ha N kijuttatható gabonára, jelentősen javítva a terméskilátásokat és a minőséget ideális, csapadékosabb körülmények között. A levéltrágya közvetlenül a felhasználás helyére, a levélsejtekbe kerülhet, hatását azonnal kifejtheti a talaj kikapcsolásával (lekötődés, kilúgzás, antagonizmusok, aszály akadályozta felvétel). Mélyen gyökerező álló kultúráknál a hiány megszüntetésére gyakran nincs is más lehetőség, mint a többszöri permetezés a hiányzó elem oldatával. Aszályos időben is fenntartható kevés vízzel a tápanyagfelvétel.

Ideális körülmények között a tápelem hasznosulás a 100%-ot is elérheti (sőt meg is haladhatja az indukált gyökéraktivitás miatt). Nem lép fel környezetszennyezés. Amennyiben amúgy is sor kerül növényvédelemre és a két szer keverhető, nem igényel külön beavatkozást, eszközrendszert, így gazdaságos és olcsó eljárás lehet pl. a burgonya, szőlő, gyümölcs kultúrákban. A levéltrágyázás csak akkor lehet eredményes, ha valóban a hiányzó tápelemet/elemeket pótoljuk a megfelelő módon és időben. Több háttér-információt, ismeretet feltételez. Megbízhatóan vezetni kell a táblatorzskönyvet, tisztában kell lenni a termőhely talajviszonyaival, rendszeres talaj- és növényanalízisre van szükség. És végül levéltrágyázási próbákat, kísérleteket kell végezni, hogy ellenőrizzük a trágyaszerek hatását. A felhalmozódó tudás, tapasztalat nem amortizálódik, arra építve beavatkozásaink egyre célzottabbá, prognózisaink egyre jobbá válnak.

A levéltrágyázással szemben túlzott várakozások alakultak ki a kereskedelmi propaganda nyomán az elmúlt évtizedekben. Szántóföldön a legtöbb növény makro- és mikroelemekkel szembeni szükséglete általában jól kielégíthető talajon keresztül is. A levéltrágyázást a jelenlegi, döntően extenzív, külterjesebb gazdálkodás kevésbé igényli. A módszer jövőbeni elterjesztését átfogó kísérletes kutatásokkal kell megalapozni. Tisztázni szükséges szabatos, ismétléses kisparcellás kísérletekben a levéltrágyák hatékonyságát befolyásoló tényezőket és javaslatokat kidolgozni a szaktanácsadás számára. Meg kell állapítani, hogy mely talajon, mely kultúrában milyen elemhiányok léphetnek fel és azok milyen módon azonosíthatók és orvosolhatók. Ezek a kísérletes kutatások másutt és mások által nem végezhetőek el. A kereskedelmi cégek által adott ajánlások, amennyiben nem a hazai kísérletek adataira támaszkodnak, érvényüket veszítik és félrevezetőek lehetnek az eltérő természeti és gazdálkodási viszonyok miatt.

A Cu és Zn nehézfémek, mint talajszennyezők

Jelenlegi ismereteink szerint csaknem két tucat elem túlsúlya fejthet ki káros hatást az élővilágra és a felszín alatti vizekre. A hagyományos agronómiai kísérletekben vizsgáljuk

a N, P, K, Ca, Mg, S makroelemek, valamint a Mn, Zn, Cu, B, Mo esszenciális mikroelemek hatását a talajra és a növényre. Az agronómiai célú kísérletek azonban nem terhelési vizsgálatok, eredményeik nem adnak választ a környezetszennyezés által felvetett újkori kérdésekre. A hazai talajtani adottságokból kiindulva kell meghatározni a kutatási prioritásokat, melyek eredményei alapján megítélhető mozgásuk a talaj–növény rendszerben, kialakíthatók a szennyezettségi határértékek.

Cu-kezelést mindhárom termőhelyen alkalmaztunk. A szennyező elem mindhárom talajon egyértelműen megkötődött a beviteli zónában, kilúgzásától nem kell tartanunk. Mozgása a talaj–növény rendszerben, illetve a táplálékláncban is gátolt, a növények felvétele sehol sem haladta meg a határértékeket. Savanyú talajon azonban a maximális 270 kg/ha terhelés a búza termését 1/3-ával csökkentette, a talaj termékenységére tehát negatív hatást gyakorolhat. Kontroll mélyfúrásokat 5–10 évente javasolunk megismételni.

Zn-kezelést mindhárom termőhelyen alkalmaztunk. Vizsgálataink szerint a Zn mind a meszes, mind a savanyú talajokon megkötődött a 0–30 cm rétegben. Kilúgzásnak nincs alávetve annak ellenére, hogy a friss szennyezés 30–50%-a felvehető formában mutatható ki. Mivel a magyar talajok zöme inkább Zn-hiányos, a mérsékelt terhelés növelheti a talajok termékenységét. Legalábbis egy határig, amennyiben savanyú erdőtalajon a 270 kg/ha maximális terhelés nyomán az első évben termelt búza termése 30–40%-kal csökkent. A kisebb Zn-adagok nem bizonyultak károsnak. Összességében a Zn kevésbé mobilis és mérgező, a mélyfúrásokat elégséges 5–10 évente végezni a felső 1 m körüli, gyökerekkel átszótt rétegben.

A közúti közlekedés környezetszennyező hatása

Vizsgáltuk a közlekedés nyomán dúsuló legfontosabb elemeket az M7 út mentén vett talaj- és növényminták összetételének változásán, az úttól való távolság függvényében. Amint az adatokból látható, az ammon-acetát + EDTA kioldással nagyobb koncentrációkat határozunk meg, mint a KCl + EDTA módszerrel. A talajvizsgálatokból leszűrt következtetéseket és trendeket a gyeperősségének összetétele is megerősíti: az úthoz közelítve, különösen a padkán, ugrásszerűen nőhet a Na, Pb, Zn, P, Cu és Cd szennyezettsége. A dúsulási faktor természetesen eltér a talajban (talajvizsgálati módszerek szerint is) és a növényben. A növény nem képes a terheléssel arányos elemfelvételre, bár jól jelzi a szennyezettséget.

A növényi Cu- és Zn-tartalom jobban kiegyenlített és nem, vagy gyengén tükrözi a talaj Cu- és Zn-tartalmát. Ismert, hogy a Cu és részben a Zn felvétele akadályozott a talajból, a növények nem képesek kifejezett luxusfelvételre. A kísérleti telepek szántott rétegében 2–4 ppm között ingadozott az e módszerrel meghatározott felvehető Cu- és Zn-készlet. A szennyezett talajokban nem ritkán ennek 10–20-szorosa is előfordulhat. A talajok szennyezése azonban kisebb veszélyt jelent a táplálékláncra, mert a Cu nem és a Zn is csak mérsékelt mobilis a talaj–növény rendszerben. Hozamfokozás céljából a takarmányokat gyakran Cu- és Zn-sókkal dúsítják a hízalás során. Mindez nem kérdőjelezi meg azt a tényt, hogy a Cu és főként a Zn környezetszennyező nehézfémek közé tartozik.

IRODALOM

- 10/2000. (VI.2.) KöM-EüM-FVM-KHVM együttes rendelete a felszín alatti víz és földtani közeg minőségi védelméhez szükséges határértékekről. Magyar Közlöny. 2000/53. sz. 3156–3167.
- 33/2000. (III. 17.) Korm. sz. rendelet a felszín alatti vizek minőségét érintő tevékenységekkel összefüggő egyes feladatokról. CD Jogtár. 1–20.
- Arnon, D. L. – Stout, P. R. (1939): The essentiality of some elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiol.* 14:371–375.
- Baranyai F. – Fekete A. – Kovács I. (1987): A magyarországi talajtápanyag-vizsgálatok eredményei. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Bergmann, W. – Neubert, P. (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. VEB Gustav Fischer Verlag. Jena.
- Brauer, H. (1998): Handbuch des Umweltschutzes und der Umweltschutztechnik. Springer. Berlin, Heidelberg, Tokio.
- Csathó P. – Kádár I. – Sarkadi J. (1989): A kukorica műtrágyázása meszes csernozjom talajon. *Növénytermelés.* 38:69–76.
- Csathó P. – Lásztity B. (1990): A Zn-hexamin hatásának vizsgálata kukoricában. Jelentés. MTA TAKI. Budapest.
- Elek É. – Kádár I. (1980): Állókultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM NAK Kiadványa. Budapest.
- Elek É. – Patócs I. (1984): A magyarországi I. talajvizsgálati ciklus eredményeinek értékelése. MÉM NAK Kiadványa. Budapest.
- Glass, A. D. M. (1989): Plant nutrition. An introduction to current concepts. Jones and Bartlett Publishers. Boston/Portola Valley.
- Kádár I. (1980): Növényanalízis alkalmazása az agrokémiai szaktanácsadásban és kutatásban. *Agrokémia és Talajtan.* 29:323–344.
- Kádár I. (1991): A talajok és növények nehézfém tartalmának vizsgálata. KTM-MTA TAKI. Budapest.
- Kádár I. (1993): Adatok a közlekedés, település és az ipar által okozott talajszennyeződés megítéléséhez. *Növénytermelés.* 42:185–190.
- Kádár I. (1995): A talaj–növény–állat–ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon. KTM-MTA TAKI. Budapest.
- Kádár I. (1998): A szennyezett talajok vizsgálatáról. Kármentesítési Kézikönyv. 2. Környezetvédelmi Minisztérium. Budapest.
- Kádár I. (1999): A tápláléklánc szennyeződése nehézfémekkel. *Agrokémia és Talajtan.* 48:561–581.
- Kádár I. – Elek É. – Fekete A. (1983): Összefüggés-vizsgálatok néhány talajtulajdonság, a műtrágyázás, valamint a termesztett növények jellemzői között. *Agrokémia és Talajtan.* 32:57–76.
- Kádár I. – Shalaby, M. H. (1984): A N x Cu trágyázás közötti kölcsönhatások vizsgálata meszes homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan.* 33:268–274.
- Kádár I. – Shalaby, M. H. (1985): A N és Cu trágyázás hatása a talaj és a növény tápelemtartalmára. *Növénytermelés.* 34:119–126.
- Kádár I. – Shalaby, M. H. (1986): A P és Zn trágyázás közötti összefüggések vizsgálata csernozjom talajon. *Növénytermelés.* 35:419–425.
- Kádár I. – Elek É. (1987–88): Összefüggés-vizsgálatok néhány talajtulajdonság, valamint a búza és a kukorica jellemzői között. *Agrokémia és Talajtan.* 36–37:253–270.
- Sauerbeck, D. (1985): Funktionen, Güte und Belastbarkeit des Bodens aus agrikulturnchemischer Sicht. *Materialien zur Umweltforschung.* Kohlhammer Verlag. Stuttgart.
- Shalaby, M. H. – Kádár I. (1984): A foszfor és cink trágyázás közötti kölcsönhatások vizsgálata meszes homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan.* 33:261–267.
- Sillanpää, M. (1982): Microelements and the nutrient status of soils: a global study. *FAO Soil Bulletin.* N. 48. Rome.
- Simon L. (1999): Talajszennyeződés, talajtisztítás. Környezetgazdálkodási Intézet. KMGT-5. Budapest.
- TIM (1995): Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer. I. Módszertan. FM Növényvédelmi és Agrárkörnyezetgazdálkodási Főosztály. Budapest.

A szerző levélcíme – Address of the author:

KÁDÁR Imre
Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15.



A fejtrágyázásról

KÁDÁR IMRE

Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
Budapest

FOGALOM MEGHATÁROZÁS, TÖRTÉNETI ÉS NEMZETKÖZI KITEKINTÉS

Először tisztázzuk, mit értünk fejtrágyázás alatt, tehát a fogalmat. A *Mezőgazdasági Lexikon* (1958) szerint fejtrágyázás az a művelet, amellyel a vetés után a tenyészidő folyamán juttatunk trágyaszereket a talajba, a talajra vagy a növényzetre. Célja a növény kezdeti fejlődésének elősegítése, a rosszul telelt őszi vetések felerősítése (felsegítő trágyázás, felültrágyázás) és a növények tápelemigényének kielégítése a tenyészidő folyamán változó tápanyagszükségletük szerint. Valójában kiegészítve és továbbfokozva ezzel az alaptrágyázás és az esetleges starter trágyázás hatását. A fenti meghatározás tehát magában foglalja a levéltrágyázást is, melyről az Agroforum a közelmúltban vitát kezdeményezett.

A *MÉM NAK* (1979) által kiadott „Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer” alap- és kiegészítő trágyázást különböztet meg. A kiegészítő trágyázás alatt a vetéssel egyidejű és a tenyészidő alatti tápanyagutánpótlást érti. A kiegészítő trágyázás formái lehetnek:

1. vetéssel egyidejű starter (sor vagy fészek) trágyázás,
2. fejtrágyázás, gyökéren keresztüli tápanyagfelvétellel,
3. levéltrágyázás, levélen keresztüli tápanyagfelvétellel.

A további részletes meghatározás szerint a fejtrágyázás a növényállományra a tenyészidő alatt egy vagy több alkalommal kiszórt és sorközi műveléssel bedolgozott, vagy öntözéssel, öntözővízzel egyidejűleg kijuttatott trágyát jelentheti, melyek hatóanyagai „szinte kizárólag gyökéren keresztül érvényesülnek.”

A fejtrágyázás a német „Kopfdüngung” fordítása, mely *Balás* (1888) növénytermesztési kézikönyvében még nem szerepel, a szerző a felültrágyázást említi. „Sokszor a már kikelt növényekre teregetik a ganajt, mi kivált akkor célszerű, ha azt tapasztaljuk, hogy a vetés a talaj szegénysége miatt nem díszlik, vagy ha a növényeinket a fagy ellen megóvni akarjuk. Ily nemű trágyázás a felültrágyázás nevet viseli. Ezt ritkábban gabonavetésekre, gyakrabban takarmánynövényekre és rétekre alkalmazzák. A felültrágyázás őszkor történjék, hogy a trágyát a csapadék minél jobban kilúgozhassa s a talajba moshassa, tavaszkor a felülmaradt trágyaszerek legereblyezendőék és eltávolítandók.” Itt még tehát nem a N-műtrágyával végzett fejtrágyázásról van szó.

Cserhádi és Kosutány (1887) „A trágyázás alapelvei” c. munkájukban arra utalnak, hogy „a mesterséges trágyaféléket kétféle időben lehet elszórni, a vetés előtt és a vetés után a már kikelt növényekre mint fejtrágyát. Erre a célra a chilisalétrom alkalmas”. *Cserhádi* (1900) másutt „A N-trágyák jelentősége hazai viszonyaink között” c. fejezet alatt az alábbi megállapítást teszi: Az egyoldalú N-műtrágyákat mint a chilisalétrom csak akkor alkalmazzuk „midőn a rendes táplálék nem elegendő istállótrágya hiányában.” Ekkor a hiányzó N-t pótoljuk ősszel vagy tavasszal a gyenge vetések fölsegítése céljából. Helyén való lehet az osztott N-trágyázás, a trágyákat mindig talajba kell munkálni.

Az újabb kori szakirodalomban (*Di Gleria* 1964, *Bocz* 1976, *Kováts* 1978, *Harmati* 1994, *Sesztakov* 1961, *Finck* 1979) általános az a vélemény, hogy a fejtrágyázás előnyös lehet, amennyiben:

- a téli csapadékkal a $\text{NO}_3\text{-N}$ a mélyebb rétegekbe mosódik, a hideg és gyakran vízzel telített talajban a nitrifikáció még szünetel, miközben a növényi N-igény már jelentkezik,
- a fejtrágya tél végén, hóolvadás után kora tavasszal hatékony. A késői fejtrágya egyre kisebb terméstudó eredményez (szárbaindulás, kalászolás), illetve főként a minőséget (siker) befolyásolhatja előnyösen,
- a növény igényéhez, fejlettségéhez igazodó folyamatos N-ellátás a modern kor követelménye. A tápelemfelvétel főként a bokrosodás és szárbaszökés idején intenzív, a kilúgzott feltalaj ilyenkor gyakran nem képes minden igényt kielégíteni, ezért fejtrágyázásra szorulunk.

Az orosz nyelvű irodalom a „podkormka” kifejezést használja, ami kiegészítő táplálást, etetést jelent. Ez alatt a növényi vegetáció alatti trágyázást érti (*Enciklopédia* 1955). A műtrágyával történő fejtrágyázási kísérletek Oroszországban, hasonlóan Nyugat-Európához, az 1800-as évek végén kezdődtek. Eleinte kis adagú $\text{NO}_3\text{-N}$ formát alkalmaztak a felületre szórva, bedolgozás nélkül. Később a száraz műtrágyát boronával keverték a talajba, majd az 1900-as évek második felében folyékony trágyaszereket is használtak kultivátorra szerelt injektorral vagy esztetőt öntözéssel kijuttatva. Elterjedt a repülőgépes fejtrágyázás az élen járó nagyüzemekben. Tapasztalatok szerint a jól végzett fejtrágyázást minden növény meghálálja, amennyiben a talaj N-ben szegény (minimumban van), más tápelemekben viszont kielégítően ellátott.

Az angol szakirodalomban „top dressing” a felültrágyázás, az orosz nyelvű podkormka fogalom megfelelője. Anglia nedvesebb és enyhe télű éghajlati viszonyai között *Cooke* (1965) hangsúlyozza, hogy a szegény talajok kivételével kerüljük el az őszi N-trágyázást. A korai fejtrágya is megdőlést okozhat a régebbi fajtáknál. Szerinte a háromszori megosztott fejtrágyázás célszerű tél végén, kora tavasszal és szárbaszökéskor, különösen laza talajokon. Extrém kötött talajokra sokáig nem lehet rámenteni műtrágyaszóróval, ezért ott ősszel kell kiadni gyakran akár az egész N-adagot.

Németországban *Finck* (1979) szintén a megosztott adagolást emeli ki. Szerinte ősszel vetés előtt 0–20 kg, télbe menetelkor a talajvizsgálat (N_{min}) alapján 30–40 kg, bokrosodásban 10–40 kg és kalászoláskor 40–70 kg/ha N a kívánatos. Megosztás nélkül kezdeti

túltrágyázás, luxusfelvétel és a tél–tavasz folyamán veszteségek léphetnek fel. Az őszi egyszeri adag nem illeszkedik a növény igényéhez, bár a N-bősséggel az esetleges hiányperiódusok jobban elkerülhetők. Fontos a műtrágyaforma. A $\text{NO}_3\text{-N}$ túl gyorsan hat, mobilis. Az $\text{NH}_4\text{-N}$ és a karbamid lassú hatású, de meszes talajokon, különösen szeles meleg időben bedolgozáskor 10–20% N-veszteség léphet fel. Amennyiben tehát $\text{NO}_3\text{-N}$ formát alkalmazunk, javasolt a megosztott alkalmazás. Hasonló véleményt képvisel újabban *Geisler* (1988) is.

Meg kell jegyezni, hogy a trágyázási és termesztési tapasztalatok közvetlenül nem vehetők át, hiszen mások a termesztési viszonyok. Északnyugat-Európa talajai általában durvább szerkezetűek, fiatalabbak (a jégkorszak később ért véget), tápanyagokban eredendően szegényebbek, kilúgzásuk kifejezettebb. Ebből adódóan mérsékeltabb a N és K szolgáltatásuk, kevesebb humuszt tartalmaznak, mint a negatív vízmérleggel rendelkező kontinentális arid vidékek talajai. Az enyhébb téli időjárás miatt nem szakad meg a mikrobiális tevékenység, a talajbani lebomlás és nitrifikáció. Ezért az őszi N-trágyázás megdőlést vagy nemkívánatos N-túlsúlyt okozhat, hiszen a fejlődés korai szakaszában a növény N-felvétele minimális.

Lássuk a hozzánk közelebb álló Oroszország, Ukrajna vagy Bulgária arid vidékein szerzett tapasztalatokat. *Atanaszov* (1978) szerint Bulgáriában a csernozjom övezetben, a megosztott N-adagolás nem előnyös, sőt száraz tavaszon terméscsökkenést okozhat. Gazdaságossági és munkaszervezési szempontból célszerűbb az őszi bevétel. A téli csapadékkal lehúzódó N tavasszal a kapillárisokon felfelé vándorol a kiszáradó talajfelszín felé. Nincs kimosódás a téli csapadékkal, a vetés előtti N-trágyát a növények tavasszal hasznosíthatják. Kilúgzott csernozjomon Dobrudzsában viszont már előnyös lehet. A teljes 100–150 kg/ha N-adag őszi bevitele itt helyenként túlzott bokrosodást, kipállást, kifagyást eredményezett. Ha azonban a tavasz száraz, a fejtrágya nem hasznosul. Gyakorisági alapon a megosztott fele-fele őszi–tavaszi trágyázást tekintik célszerűnek. Homokos laza talajon, a csapadékos kilúgzott szmolnica régióban viszont kívánatos a kora tavaszi N-trágyázás. Hasonló vélemény alakult ki a volt Szovjetunióban a szabadföldi kísérletek nyomán (*Prjanisnyikov* 1965, *Korenkov* és *Karcev* 1978).

A korábbi hazai kísérletek eredményei, főként amelyeket az Alföld régióban végeztek, szintén arra a megállapításra engedtek következtetni, hogy nincs érdemi különbség az őszi vagy tavaszi N-trágyázás hatékonysága között. Csapadékos tél után és a laza talajokon azonban a tavaszi fejtrágya-N volt a hatékonyabb. A kísérletek zöme az 1950-es, 1960-as években folyt mérsékelt 50–100 kg/ha N-adagokkal. Az eredmények külön kötetben is megjelentek (*Sarkadi* 1967). A későbbi trágyázási kutatásokban a megosztott N-adagolás már kevés figyelmet kapott (*Debreczeni B.* és *Debreczeni Bné* 1994). A lezárult kutatások nyomán általánossá vált az őszi kalászosok megosztott N-trágyázása, melynek irányítására növénydiagnosztikai ajánlások is születtek (*Kádár* és *Elek* 1981). Megemlítem, hogy a Magyar Tudományos Akadémia, Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete kísérleti telepén folyó műtrágyázási kísérletekben a N-t ősszel vetés előtt és tavasszal fejtrágyaként fele-fele arányban megosztva adagoljuk minden talajon.

IRODALOM

- Atanaszov, Sz.* (1978): A műtrágyázás idejének és mélységének befolyása a műtrágyák hatékonyságára a talajtól és a csapadékviszonyoktól függően. In: Tanulmányok a trágyázásról. 135–148. Szerk.: R. Czuba. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Balás Á.* (1888): Általános és különleges növénytermelés. I. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyar-Óvár.
- Bocz E.* (1976): Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Cooke, G. W.* (1965): Trágyázás és jövedelmező gazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Cserhádi S.* (1900): Általános és különleges növénytermelés. Czéh Sándor-féle Könyvnyomda. Magyar-Óvár.
- Cserhádi S. – Kosutány T.* (1887): A trágyázás alapelvei. Orsz. Gazd. Egyesület Könyvkiadó Vállalata. Budapest.
- Danfors, E.* (1959): Minimal bearbeting nöjling hos oss? *Lautmannen Stockholm.* 40, 854–856.
- Debreczeni B. – Debreczeni Bné.* (Szerk.) (1994): Trágyázási kutatások 1960–1990. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Di Gléria J.* (1964): Mezőgazdák talajismereti és trágyázási útmutatója. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Enciklopédia* (1955): Szel'szkohezjajsztvennaja Enciklopedija. IV. kötet. 3. kiadás. Gosz. Izd. Sz/h. Literaturü. Moszkva.
- Finck, A.* (1979): Dünger und Düngung. Verlag Chemie Weinheim, New York.
- Geisler, G.* (1988): Pflanzenbau. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.
- Harmati I.* (1994): Hogyan műtrágyázzuk a búzát? *Agrofórum.* 9. sz. 37–44.
- Kádár I. – Elek É.* (1981): A növényelemzés helyzete Magyarországon és felhasználása az őszi búza tavaszi N-igényének becslésére. *Agrokémia és Talajtan.* 30:435–491.
- Kádár I. – Bujtás K.* (2003): Műtrágyázás hatása a triticales termésére és minőségére csernozjom talajon. Kézirat. MTA TAKI. Budapest.
- Korenkov, D. A. – Karcev, J. G.* (1978): Szovjetunió éghajlati és talajjövetei, valamint a műtrágyák hatása közötti összefüggések. In: Tanulmányok a trágyázásról. 79–90. Szerk.: R. Czuba. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Kováts A.* (1978): A trágyák és növényvédőszeres koordinált alkalmazásának időszerű módszerei. In: Tanulmányok a trágyázásról. Szerk.: R. Czuba. 149–156. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- MÉM NAK* (1979): Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- Mezőgazdasági Lexikon* (1958): Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Prjanisnyikov, D. N.* (1965): Csaasztnoe zemledelie. Izd.: „Kolosz” Moszkva.
- Sarkadi J.* (Szerk.: 1967): Trágyázási kísérletek 1955–1964. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Sesztakov, A. G.* (1961): Agrokémia. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

A szerző levélcíme – Address of the author:

KÁDÁR Imre
Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15.



A levéltrágyázás jelentősége és szerepe a növénytáplálásban

(Elméleti alapok összefoglalása)

KÁDÁR IMRE

Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
Budapest

A levéltrágyázás élettani alapjai

Ismeretes, hogy a talaj nem ideális közvetítője a növényi tápanyagoknak. Felléphet a leköltődés, kimosódás, elsavanyodás, a kiegyensúlyozatlan tápelem-kínálat. Földi élet a vízből, feltehetően az őstengerből ered. A szárazulatok kiemelkedésével a szárazföldi növényeknél egyfajta munkamegosztás alakult ki. A levél párologtat, CO_2 -ot és egyéb gázokat vesz fel a légkörből, illetve O_2 -t bocsát ki, miközben a fotoszintézis során szerves anyagot termel. A gyökér fő funkciója a víz és a benne oldott ásványi elemek felvétele és az asszimiláták, a képződött szerves anyag átalakítása. A funkciómegosztás azonban nem kizárólagos. A gyökér is képes oldott HCO_3^- alakjában CO_2 -ot, a levél pedig vizet és a benne oldott anyagokat felvenni.

A gyökérhez hasonló mechanizmussal történik a felvétel a levélben is. Lejátszódik az ionsere, abszorpció, diffúzió, tömegáramlás. A levelet bőrszerű kutikula védi a túlzott fény, hő, szárazság és kórokozók ellen. A levélre került ionok és molekulák a kutikula mikropórusain hatolnak át. Nedvesítve ugyanis a viaszos, bőrszerű kutikula kitágul és folytonossági hiányait, pórusait feltárja. A bejutott tápanyagok a sejt közötti járatokon át a felhasználás helyére jutnak. A H^+ leadásával a protoplazma szelektíven fém kationokat, HCO_3^- leadásával anionokat köt meg. A diffúzió fenntartja az egyirányú anyagáramlást, hiszen a sejtbe lépett tápelemek folytonosan felhasználódnak. A sztómák gázcsere nyílásainak nincs különösebb szerepe a felvételben.

Elvileg minden növényi szerv, így a levél, szár, termés, sőt a fák kérge is képes ionfelvételre. Gyümölcsösben részben ezért is alkalmazzák a tömény tápoldatos permetezést rügfakadás előtt. A gyökéren kívüli (extraradikális) felvételnél döntő a levél szerepe, hiszen nagy a felülete és intenzív fotoszintézis, vagyis beépítés, felhasználás színtere. A gyökér elméletileg ki is kapcsolható a növény táplálásából, illetve a növény élete levélen keresztüli táplálással is fenntartható, de gyakorlatilag ez csak ritkán valósulhatna meg. Általában

a bevitel nem elég, a gyakori permetezés zavarja a levelek fő funkcióját, a fotoszintézist, gyakori lesz a levélváltás és erősen zavart a termésképzés stb. A felvétel felületi jelenség. A gyökerek felvevő felülete a gyökérszőrökkel sok ezerszerese vagy több százezerszerese a föld feletti lombnak. A levélen keresztül történő táplálásnak tehát a legtöbb esetben csak kiegészítő szerepe lehet.

Hatásos lehet a levéltrágyázás rejtett vagy kifejezett mikroelem-hiány esetén, amikor a Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo elemek felvételét a talajbani megkötődés, aszály, vagy egyéb más tényező gátolja. A terápiának ez lehet az egyetlen módja az álló kultúráknál, ahol a talajtrágyázás nehézségekbe ütközhet, hiszen a gyökérzet mélyen helyezkedik el. Így pl. a bőtermő almánál éréskor a Ca-transzportja a gyümölcsbe gyakran elégtelen. Savanyú talajon felléphet a stíppedés, romlik az alma minősége, piacképessége, tárolhatósága. Ilyenkor az egyébként is szükséges növényvédelmi célú permetezésekkel együtt Ca-levéltrágya javasolható.

Radioaktív izotópvizsgálatok kimutatták, hogy a levélre került anyagok viszonylag gyorsan szétterjednek a növényben. Ez a transzport a P esetén 10 cm/óra sebességet ért el egyes fajoknál és a 6. óra után már az egész földfeletti hajtásban, míg 48 óra után a magba beépülve is kimutatható volt a P-levéltrágya foszfora. Vándorlás az edénynyalábokon (háncsrész, floem) keresztül történik a gyökér irányába a levélben képződött asszimilátákkal, cukrokkal együtt. Viszonylag mobilis és gyorsan szállítódik a K, Na, Cl, S, P; átmenetet képeznek a Fe, Cu, Zn nehézfémek; míg nem mobilis a Ca, Mg. Utóbbi alkáli földfémek a növényi szervek szerves savaival sókat alkotva megkötődnek.

A levéltrágyázás alapelvei és módszere

Levéltrágyázás alatt hagyományosan a levelek híg tápoldatokkal vagy szuszpenziókkal történő permetezését értik. Gyakorlatban elterjedt a 400 l/ha permetezés finom eloszlású 0,1–0,2 mm cseppekkel, illetve 100–200 l/ha aeroszolos befúvás. Fő gondot a levelek érzékenysége okoz, ezért a permetlé általában 1–2% koncentrációjú oldatot jelent. Kivételt képezhet a karbamid, urea oldatok mint „nemsók”, amelyeknél kicsi az ozmotikus nyomás, a perzselés veszélye, így a levelek 15–20%-os koncentrációt is elviselhetnek. A levélbeni gyors beszáradás ugyan csökkentheti a perzselés mértékét, de a hatást is. Az ajánlott koncentrációkat szilárd műtrágyák esetében 400 l/ha permetlére számítva az *1. táblázatban* mutatjuk be irodalmi források alapján, tájékoztató jelleggel.

Megemlítjük, hogy bizonyos „kritikus” fejlődési fázisokban a permetezés nem ajánlott. A füvek rét/legelő esetén a kaszálások vagy legeltetés utáni napokon közvetlenül, a repcénél a kezdeti fejlődés idején, a répánál 4–5 leveles korig, a gabonában 3–4 leveles korig és kalászhányás előtt. Fontos, hogy a permetlé egyenletesen tapadjon a felületen, ne képződjenek elfolyó cseppek. A cukrok növelik az extraradikális felvételt. Ezért a permetlébe tapadást elősegítő nedvesítő anyagokat és cukrokat is kevernek. Javul a fémek, a mikroelemek felvétele, amennyiben azokat fémkelátok formájában alkalmazzák, vagyis a fémek szerves kötésben vannak. A sejtbe került fémkelátok szétesnek, a fémionok leválnak és beépülnek.

1. táblázat Útmutató levéltrágyázáshoz 400 l/ha oldattal szilárd trágyák esetében
(Finck 1979, Frohner 1965 és más szerzők nyomán)

Trágyaszer megnevezése	Kémiai formája	Permetlé koncentr. %	Adható mennyiség (kg/ha)			Alkalmazás területe
			trágyában	elemben		
Karbamid	CO(NH ₂) ₂	8–16	32–65	15–30	N	gabona, repce
Karbamid	CO(NH ₂) ₂	0,5–1,0	2–4	1–2	N	állókultúrák*
N-oldat	NH ₄ NO ₃ +	–	50–100	14–28	N	gabona, repce
	CO(NH ₂) ₂	–	25–35	7–10	N	repce, burgonya
Triplefoszfát	Ca(H ₂ PO ₄) ₂	2,0	8,0	1,6	P	ritkán
Kálium-szulfát	K ₂ SO ₄	2,0	4,0	1,7	K	ritkán
Kalcium-nitrát	Ca(NO ₃) ₂	0,5–1,0	2–4	0,3–0,6	Ca	gyümölcsös
Magnézium-szulfát	MgSO ₄	2,0	8,0	0,8	Mg	gabona, gyümölcsös
Vaskelát	Fe-EDTA	0,1–0,2	0,4–0,8	0,03	Fe	állókultúrák*
Mangán-szulfát	MnSO ₄	1–2	4–8	1–2	Mn	gabona
Mangán-szulfát	MnSO ₄	0,5	2,0	0,5	Mn	kertészet
Cink-szulfát	ZnSO ₄	0,5	2,0	0,5	Zn	gabona
Cink-szulfát	ZnSO ₄	0,2	0,8	0,2	Zn	kertészet
Réz-szulfát	CuSO ₄	0,5	2,0	0,5	Cu	gabona
Réz-szulfát	CuSO ₄	0,2	0,7	0,2	Cu	kertészet
Bórax	Na ₂ B ₄ O ₇	1,0	4,0	0,4	B	B-igényesek
Bórax	Na ₂ B ₄ O ₇	0,5	2,0	0,2	B	állókultúrák
Molibdát	NH ₄ - v. Na-sója	0,1	0,4	0,03	Mo	karalábé, fák

* Állókultúrák (gyümölcs, szőlő) és zöldségfélék együtt

Ismert, hogy a terméskötés után a gyökéren keresztüli felvétel intenzitása lecsökken. Ilyenkor a levélen adott tápelemek hatékonyan javíthatják az egyes elemek beépülését, ezzel a terméskilátásokat, főként azonban a minőséget. A kezeléseket célszerű este, vagy a kora reggeli órákban végezni, amikor kicsi a párolgás, illetve a levélfelület még nedves. Fontos, hogy a tápoldat fiziológiásan kiegyensúlyozott legyen, az oldat pH-ja ne szenvedjen hirtelen extrém változásokat. A KNO₃ alkalmazásakor pl. a K⁺ és NO₃⁻ ionokat a növény egyenletesen felveheti és beépíti. Amennyiben a K pótlására a KCl oldatát használjuk, a növény számára kevésbé igényelt Cl⁻ marad vissza és sósavat képezve perzselést okozhat.

A növényi sejtek pH-ja 3,0 körüli, savanyú, ami főként a kationok/fémek felvételének kedvez. Ezért a savas, 3,0 körüli pH értékű tápoldatokat a növények jól elviselik, míg 8,0 körüli pH értéknél károsodhatnak. A szerves urea-oldatoktól eltekintve kívánatos tehát, hogy a tápoldatok tompítva, puffertolva legyenek. Fontos a vízdoldhatóság (elektrolitok, melyek oldódáskor ionokat képeznek) és az olyan összetétel, mely fiziológiásan semleges. A növény egyenletesen igényelje az ionpárokat, a savlúg maradékokat. Előnyös, ha a műtrágya higroszkópos, a levegőből sok vizet képes megkötni. Ne felejtjük el, hogy a gyökéren keresztüli felvételnél a talaj puffertol és a talajoldat rendkívül híg, csak ritkán éri el egy-egy elemnél a mg/liter koncentrációt. A permetlé koncentrációja ezzel szemben %-os, tehát 4–6 nagyságrenddel nagyobb.

A levéltrágyázás hatékonyságát befolyásoló tényezők

A növény szelektíven, igénye szerint veszi fel a tápanyagokat és esetleges nagy hatást az anyagcseréhez való közvetlen bekapcsolódás révén érhet el. A levéltrágyázás után ideális esetben a levél zöld színe elmélyül, megnő a klorofilltartalma, a fotoszintézis intenzitása, módosul az enzimrendszer, a sejtkolloidok állapota és a gyökéren való felvétellel is. A felvételt befolyásolja az oldat összetételén és koncentrációján túl a levél/növény kora, levélfelület és levélállás. A nagylevelű és kétszikű növények mint a paradicsom, az uborka, a kelkáposzta, a gyümölcsfák igen érzékenyek, a fűfélék és a gabonák töményebb oldatokat is elviselnek.

A gyökéren és a levélen keresztüli felvételben a konkurencia/antagonizmus és a szinergizmus/segítés egyaránt fennállhat. Amennyiben a növény tápláltsági állapota kielégítő, a levélen keresztüli felvétel természetszerűen jelentéktelenné válhat. Ugyanakkor többen igazolták, hogy pl. a N-levéltrágyázás nyomán nőhet a növények K- és P- felvétele a gyökéren keresztül és így javulhat a KP-ellátottság. Az alkalmazási technikán kívül (oldat pH-ja, koncentrációja, nedvesítőszer és szacharóz adalékok, cseppméret stb.) a felvételt befolyásolják a környezeti tényezők, mint a hőmérséklet, fény- és csapadékviszonyok is. Egy bizonyos határig előnyös lehet a több fény és a magasabb hőmérséklet, mert növeli az anyagcserefolyamatok intenzitását. A szárazság nyomán fellépett víz- és tápelemhiányt a permetezéssel mérsékeljük. A növényi tényezők között a már említett állományfejltség, nedvességi és tápláltsági állapot meghatározó. A cseppméret fontosságát ismételtelen hangsúlyozni szükséges, mert finomporlasztással és segédanyagok alkalmazásával nagytöménységű, akár 10–20%-os tartós, filmszerű bevonatok képezhetők, melyek a levelet nem károsítják.

A levéltrágyázás anyagai

Kezetben főként a műtrágyák vizes oldatait használták, majd külön e célra teljesen vízdoldható keverékeket állítottak elő. Újabban szuszpenziós, szilárd lebegő részeket tartalmazó oldatokat, valamint finom porozással felvitt szilárd trágyaszereket is alkalmaznak. A pétisó, agronit a vízdoldható NH_4NO_3 mellett nem oldódó mészkőport vagy dolomitot tartalmaz, ezért kevésbé alkalmas levéltrágyaszernek. Hasonló a helyzet a szuperfoszfáttal. Ezek a műtrágyák előzetes oldást, szűrést igényelnének. A 40–60%-os kálisó viszonylag vízdoldható, de hátrányos a nagymennyiségű Cl-tartalom.

Ezért N-forrásként a tiszta NH_4NO_3 ajánlott a kiegyensúlyozott anion/kation összetételével, valamint az ugyancsak vízdoldható karbamid. A N és S együttes pótlására alkalmas az $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; a K és N pótlására a KNO_3 ; a K, S és Mg együttes pótlására a Kamex, mely $\text{KCl} + \text{MgSO}_4$ keveréke és vízben szintén jól oldódik. Amint az *1. táblázatban* látható, a Mn, Zn, Cu mikroelemek adhatók szulfát alakban is, bár gyakoribb a kelát forma a Fe-hoz hasonlóan. A bórt bórax vagy bórsav, a molibdént NH_4 vagy Na-molibdenát sójaként alkalmazzák.

Amennyiben 1–1–1%-os N– P_2O_5 – K_2O oldatot kívánunk készíteni pl. a hagyományos műtrágyákból 34%-os NH_4NO_3 , 18%-os szuperfoszfát és 60%-os kálisó felhasználásával,

100 liter vízre bemérendő közelítően 3 kg NH_4NO_3 , 5,6 kg szuperfoszfát és 1,7 kg kálics, mely 1 kg N + 1 kg P_2O_5 + 1 kg K_2O hatóanyagoknak felelne meg. Az oldás lehűléssel jár. Az előoldást ülepítés, szűrés követi. A gyári termékeknel a felhasználási útmutatóban megadják a koncentrációt ha-ra vagy növényre. Növényvédőszerrel akkor keverhető a tápoldat, ha nem képez csapadékot. Olajos és szervesen kéntartalmú szerekkel kerülni kell a keverést. Permetezés előtt célszerű minden esetben keverési próbát végezni és így ellenőrizni a keverhetőséget.

A levéltrágyázás történelmi adatai

A levéltrágyázás feltehetően épp oly régi módszer, mint a talajtrágyázás. Történelmi adatai csak az írott történelemre vonatkozhatnak. A ókori görögöknél együtt jelent meg a négy tápláló-fenntartó őselem: a levegő, föld, víz és a tűz (bomlás). Az újkorban, a növény-táplálás és agrokémia tudományának kezdeteinél, az 1800-as évek elején *Boussingault* francia kutató/kísérletező is vizsgálta a levéltrágyázás lehetőségeit. Az agrokémia megalapítójának tartott *Boussingault* pozitív választ adott a növények levélen keresztüli táplálását illetően.

Thaer (1809–1821) a humuszelmélet és a tudományos agronómia egyik megalapítója szerint a gipsz, a CaSO_4 , régóta használatos trágyaszer, szélesebb körben azonban csak az 1700-as évek közepén terjedt el Európában. A nedvszívó anyagot a szárazabb időjárás idején javasolja alkalmazni: „Jó hatékonyságú a pillangós és keresztesvirágú növényekre. Minden kétséget kizáróan közvetlenül serkenti a növények fejlődését, különösen, ha finom por alakjában rárakódik a levelekre és rájuk tapad ... Korábbi véleményemmel szemben ma már elismerem, hogy a gipsz nemcsak ily módon, hanem a talajon keresztül is hat. A kiszórásra szélcsendes harmatos hajnalon vagy késő esete kerüljön sor, hogy a nedves leveleken megtapadjon. Ideális a herét május elején lekezelti, amikor a lombja már a talajt takarja.”

Thaer (1809) megemlíti a trágyaadagot, várható terméstoppletet és utal a túladagolás veszélyeire is: „A gipsz adagja 2–4 véka között ingadozik holdanként. A finom minőségű porból kevesebbet, a durvából többet használnak ... Jól beállt közepes hereföldön 13–18 centnerrel nagyobb szénatermést lehet nyerni. Amikor azonban a here amúgy is buján fejlődik az erősebb talajon, a gipsz túltrágyázást idézhet elő és az állomány rothadásához vezethet, ezért a gipszesítés kerülendő.” A közelmúltban új technológiának számítót, szilárd trágyaszert finom por alakban növényre juttató módszert tehát elődeink is alkalmazták. Más trágyaszerekre is utal *Thaer* (1809) „Az ésszerű mezőgazdaság alapjai” c. könyve trágyázástani fejezetében, így a FeSO_4 -ra és a hamura. „A vitriol tartalmú szent porítva szórjuk a növényre, vagy a talajra, leszántás nélkül. A hamut kis mennyiségben a here felültrágyázására (lombtrágyázásra) használják.” Megszívlelendő számunkra az alábbi megjegyzése: „Sokféle mesterséges trágyasó állítólag már kis mennyiségben csodálatos hatásokat idéz elő. Összetételüket titokban tartják. A csodaszerek a sarlatánság és a nyereségvágy szüleményei, melyeknek remélhetőleg rövidesen bealkonyul. A csodaszerekkel nem tévesztendő össze a már tárgyalt gipsz, FeSO_4 , hamu stb.”

Az 1800-as évek második felében, a növénytáplálást érintő tudományos ismeretek birtokában kidolgozták a tápoldatos kultúrák módszerét. Tisztázódik, hogy a növényi test anyagai három forrásból származhatnak: víz, levegő és a talaj. A talaj döntően az ásványi sók szállítója. Talaj nélkül is teljes értékű növényeket nevelhetünk fel, amennyiben az ásványi sókat és a N-t a tápoldatban adagoljuk. Vízkultúrák kísérletekben kimutatták az egyes tápelemek hiányát, szükségességét. A módszer arra is alkalmas volt, hogy a levélen keresztüli táplálás lehetőségét ellenőrizzék. Elsőként *Mayer* (1874) bizonyította ilyen kísérleteiben, hogy több növényfaj életben tartható, amennyiben N-igényét a levélre kent $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ oldattal fedezi.

Később *Hiltner* (1912) a csillagfürt klorózisát FeSO_4 permetezésével gyógyította eredményesen, illetve NPK-oldatokkal is dolgozott. Itthon *Kerpely* (1913) igazolta, hogy a dohány levelére adott K-ot a növény felveszi, bár a módszer gyakorlatilag nem lehet gazdaságos. Még a háború előtt *Husz Béla* (1941) az almafák Zn-hiányra visszavezethető törpeszártagúságát kezelte 2%-os ZnSO_4 oldattal és eredményeit „A beteg növény és gyógyítása” c. munkájában közölte. A Szovjetunióban kidolgozták az 1930-as évektől kezdődően a szántóföldi növények levéltrágyázásának módszerét repülőgépes permetezéssel, nagyüzemi méretekben. Az Egyesült Államokban főként a gyümölcsösök N- és mikroelem-pótlásával foglalkoztak kiterjedten. A tudományos igényű, átfogó kísérletezés úttörői Magyarországon *Kuthy Sándor* és *Ferencz Vilmos* (Agrokémiai Kutató Intézet Biokémiai Osztálya, Budapest), valamint *Leszek Éva*, *Nagy Mihály Ferenc* és *Pecznik János* (Agrártudományi Egyetem, Budapest–Gödöllő) voltak az 1950-es éveket követően.

Az 1960–1980 közötti időszakban sok száz kísérletet (tenyészedény, szabadföldi, kisparcellás és nagyüzemi) végeztek a levéltrágyák alkalmazásával. A tapasztalatokat több tucat tudományos és népszerűsítő közlemény taglalta. A kemizálás és a mezőgazdasági termelés fellendülésének idején, a korlátlan export és a támogatott kemikáliák viszonyai között gyakorlati igény jelentkezett e kiegészítő eljárásra. Az első monográfia is korán megjelent, összefoglalva a levéltrágyázás elvi és gyakorlati problémáit, alkalmazási javaslatokat nyújtva (*Ferencz et al.* 1964). A későbbi kiadás az elméleti alapokon túl bemutatta a levéltrágyázás gépeit és eszközeit, az üzemi kísérletek tapasztalatait, valamint kitért a gazdaságosság kérdésre is (*Pecznik J. Szerk.* 1976). Az utóbbi 172 oldalas, 11 A/5 ív terjedelmű kiadvány 10.000 példányban jelent meg puha kötetben, 15.– Ft eladási áron.

A levéltrágyázás szükségességének megállapítása

Levéltrágyákat vakon, tudományos alapok nélkül alkalmazva az eredmény is véletlenszerű lesz. Amennyiben a növény már kielégítően vagy túlzottan ellátott egy-egy elemmel, úgy a trágyázás hatástalanná, esetleg károsná válhat. A felesleges beavatkozáson túl a növény szennyeződhet, minősége romolhat. Nem szabad olyan trágyaszert alkalmazni, amelynek összetétele nem ismert és nem dokumentált. Először azonosítani kell a tápelemhiányt, konkrétan mely elemekben vagy elemekben nem kielégítő az ellátottság, és csak az adott hiányzó elemet szabad pótolni. A sok mikroelemet és egyéb titokzatos „serkentő” szereket tartalmazó drága „csodaszereket” kerülni kell.

A növény tápláltsági állapota megbízhatóan növényelemzéssel állapítható meg. A növény-mintavétel alapelvei és technikája kidolgozott. Legutóbb az Agroforum 9. évf. 13. számában és másutt is részletesen ismertettük a szántóföldi növények ajánlott mintavételi eljárását, valamint bemutattuk alkalmazását a búza, a kukorica, a burgonya és a cukorrépa példáján, ellátottsági optimum koncentrációkat és arányokat közölve (Kádár 1987, 1998). Korábban a MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ által kiadott „Zöld könyv” adott útmutatást az állókultúrák és szántóföldi növények mintavételére és a kapott elemzési adatok értelmezésére, felhasználására (Elek és Kádár 1980). Levéltrágyázási javaslatokat Mn, Zn és Cu mikroelemekre az ún. „Kék könyv” foglalta össze (MÉM NAK 1979). Hely hiányában a növényanalízis, illetve a levélanalízis részletes ismertetésétől, újratárgyalásától ezért eltekintünk.

Hazai viszonyaink között szántóföldön a N-levéltrágya iránti igény mérsékelt, míg Északnyugat-Európában a 2–3-szori karbamidos permetezés jelentősen javíthatja pl. a búza nyersfehérje- és sikértartalmát. A N hiánya ugyanis a csapadékos tájakon és években kifejezett. Ilyenkor a talaj $\text{NO}_3\text{-N}$ készlete a kilúgzás nyomán lecsökken, valamint a nagytömegű vegetatív növényállomány is kimeríti a talaj N-tartalmát. Így a növényben a N koncentrációja hígul, gyenge minőségű, lágy búza terem. Nálunk a helyzet gyakran fordított. A talajoldat betöményedik, a N transzspirációs árammal (felvett vízzel) bejutva felhalmozódik a növényben, magban. Az aszály, a szárazság tehát nem csökkenti, hanem növeli a mobilis N-formák felvételét a növényben.

Lássuk, mi a helyzet a foszforral? Hazánkban nincsenek olyan talajok, melyek a P-t oly mértékben megkötnék, hogy a talajtrágyák hatástalanná válnának. Hasonló a helyzet a K-mal. Igaz, hogy a N-nel ellentétben száraz talajban megnehezül a P és K felvétele, mert a talaj P és K vegyületei rosszabbul oldódnak. Ezen elemek felvételében nem a tömegáramlás/transzspiráció, hanem a lassú diffúzió a meghatározó. A diffúzió lelassul, a diffúziós utak meghosszabbodnak. Elméletileg tehát a levélen keresztüli PK-pótlás extrém viszonyok között előnyössé válhatna.

Szántóföldi kultúrákban ritkán fordul elő a Fe és Mn hiánya, viszont annál gyakoribb az állókultúrákban, ahol kelátok vagy ásványi sók formájában levéltrágyázás javasolt. A Zn hiánya is gyakori az állókultúrákban és a szántóföldön egyaránt, különösen a P-ral jól ellátott meszes termőhelyeken. Tapasztalataink szerint az érzékeny kukorica Zn-hiánya levéltrágyázással megszüntethető. Célszerűbb azonban a talajon keresztül ZnSO_4 trágyázás 20–40 kg/ha Zn-adaggal, mely tartósan helyreállítja a talaj kiegyenlített P–Zn kínálatát és feleslegessé teszi az évenkénti, esetleges többszöri levéltrágyázást (Kádár és Csathó 2002).

A Cu hiánya jelentkezik gyümölcsfákon, szántóföldön pedig főként a gabonában laza talajokon. A talajtrágyázás nem hatékony, főként a szerves anyagban és mészben gazdag termőhelyeken. A bőséges N-trágyázás javítja a növény Cu-felvételét, de a kiegészítő Cu-sók, Cu-kelátok alkalmazása szükségessé válhat. Ugyanakkor a Cu és Zn gyakori talajszennyezők. Autóutak mentén, ipari területeken, városi talajokban, valamint ahol korábban gombaölőszerben nagymennyiségű Cu- és Zn-szulfátot permeteztek ki, akár mérgező mennyiség is előfordulhat. A Cu túlsúlya Mo-hiányt indukálhat. A B és a Mo

hiánya a savanyú kilúgzott, kolloidszegény talajokon gyakori. Mindkét elem a NO_3 -hoz hasonlóan mobilis és száraz években a földfeletti növényi részekben a transzspirációs vízzel könnyen felhalmozódik. Levéltrágyák (Mo a pillangós, B főképpen a burgonya, a répa) alkalmazása a Nyugat-Dunántúl egyes talajain talajtrágyázás hiányában a szántóföldön is indokolt lehet.

ÖSSZEFOGLALÁS

A levéltrágyázás előnyeit és hátrányait áttekintve az alábbiak állapíthatók meg, kitérve a módszer szerepére, jelentőségére, illetve jövőbeni szerepére a növénytáplálásban:

1. A növények főbb makroelemekkel szembeni igényét a levéltrágyák csak néhány %-ban képesek kielégíteni a gyakorlatban. Levéltrágyázás nem pótolhatja, csak kiegészítheti a talajon keresztül történő felvételt. Ez alól részben a N jelenthet kivételt, amennyiben az urea-oldatokkal akár 30–50 kg/ha N kijuttatható gabonára, jelentősen javítva a terméskilátásokat és a minőséget ideális, csapadékosabb körülmények között.
2. A levéltrágya közvetlenül a felhasználás helyére, a levélsejtekbe kerülhet, hatását azonnal kifejtheti a talaj kikapcsolásával (lekötődés, kilúgzás, antagonizmusok, aszály akadályozta felvétel). Mélyen gyökerező állókultúráknál a hiány megszüntetésére gyakran nincs is más lehetőség, mint a többszöri permetezés a hiányzó elem oldatával. Aszályos időben is fenntartható kevés vízzel a tápanyagfelvétel.
3. Ideális körülmények között a tápelemhasznosulás a 100%-ot is elérheti (sőt meg is haladhatja az indukált gyökéraktivitás miatt). Nem lép fel környezetszennyezés. Amennyiben amúgy is sor kerül növényvédelemre és a két szer keverhető, nem igényel külön beavatkozást, eszközrendszert, így gazdaságos és olcsó eljárás lehet pl. a burgonya, szőlő, gyümölcs kultúrákban.
4. A levéltrágyázás csak akkor lehet eredményes, ha valóban a hiányzó tápelemet/elemeket pótoljuk a megfelelő módon és időben. Több háttér-információt, ismeretet feltételez. Megbízhatóan vezetni kell a táblatorzskönyvet, tisztában kell lenni a termőhely talajviszonyaival, rendszeres talaj- és növényanalízisre van szükség. Végül levéltrágyázási próbákat, kísérleteket kell végezni, hogy ellenőrizzük a trágyaszerek hatását. A felhalmozódó tudás, tapasztalat nem amortizálódik, arra építve beavatkozásaink egyre célzottabbá, prognózisaink egyre jobbá válnak.
5. A levéltrágyázással szemben túlzott várakozások alakultak ki a kereskedelmi propaganda nyomán az elmúlt évtizedekben. Szántóföldön a legtöbb növény makro- és mikroelemekkel szembeni szükséglete általában jól kielégíthető talajon keresztül is. A levéltrágyázást a jelenlegi, döntően extenzív, külterjesebb gazdálkodás kevésbé igényli. A módszer jövőbeni elterjesztését átfogó kísérletes kutatásokkal kell megalapozni. Tisztázni szükséges szabatos, ismétléses kisparcellás kísérletekben a levéltrágyák hatékonyságát befolyásoló tényezőket és javaslatokat kidolgozni a szaktanácsadás számára. Meg kell állapítani, hogy mely talajon, mely kultúrában milyen elemhiányok

léphetnek fel és azok milyen módon azonosíthatók és orvosolhatók. Ezek a kísérletes kutatások másutt és mások által nem végezhetőek el. A kereskedelmi cégek által adott ajánlások, amennyiben nem a hazai kísérletek adataira támaszkodnak, érvényüket veszítik és félrevezetőek lehetnek az eltérő természeti és gazdálkodási viszonyok miatt.

IRODALOM

- Elek É. – Kádár I.* (1980): Állókultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest.
- Ferencz V. – Nagymihály F. – Mérei Gy.* (1964): Permetezőtrágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Husz B.* (1941): A beteg növény és gyógyítása. Kir. Magyar Természettud. Társulat. Budapest.
- Kádár I.* (1987): A növénymintavétel alapelvei és technikája. Növénytermelés. 36:395–404.
- Kádár I.* (1998): Növényanalízis jelentősége és alkalmazhatósága a racionális tápanyaggazdálkodásban. Agrofórum. 9. évf. 13. sz. 52–55.
- Kádár I. – Csathó P.* (2002): A P x Zn kölcsönhatás vizsgálata kukorica monokultúrában. In: XVI. Országos Környezetvédelmi Konferencia, Siófok. 161–169.
- Kerpely K.* (1913): Dohánypermetezés kálisó oldattal. Köztelek. 23:3330–3331.
- Pecznik J.* (Szerk. 1976): Levéltrágyázás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Thaer, A.* (1809-1821): Az ésszerű mezőgazdaság alapjai. A trágyázásban. Szerk.: *Kádár I.* (1996). MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete. Budapest.

A szerző levélcíme – Address of the author:

KÁDÁR Imre
Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete
H-1022 Budapest, Herman Ottó út 15.



A műtrágyázás és elemi kén adagolás hatása a talaj kémhatására

KALOCSAI RENÁTÓ¹ – GICZI ZSOLT¹ – SCHMIDT REZSŐ² – SZAKÁL PÁL²

¹ UIS Ungarn Kft.
Mosonmagyaróvár

² Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők laboratóriumi talajérleléses kísérletet állítottak be meszes Duna öntéstalajon különböző elemi kén dózisok (0,1 g; 1,0 g; 2,5 g; 5,0 g; illetve 10 g/tenyészedény, azaz 50, 500, 1250, 2500 és 5000 kg_{ha}⁻¹) talajbeli oxidációjának vizsgálata céljából műtrágyázatlan, illetve N,P,K műtrágyázott körülmények között. A 84 napos inkubációs periódus elteltével a szerzők a talajok pH_{H₂O}, pH_{KCl} értékeit mérték. Az eredményeket varianciaanalízis segítségével értékelték.

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapították, hogy a műtrágyázatlan talajok különböző elemi kén adagok hatására kialakult pH értékei szignifikáns különbséget nem mutattak, míg a műtrágyázott kezelések esetén az emelkedő elemi kén dózisok hatására bekövetkező pH csökkenés 0,1%-os szignifikancia szinten általánosnak bizonyult.

Kulcsszavak: kén, oxidáció, műtrágyázás, pH.

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kén mind a növényi, mind az állati szervezet számára fontos tápelem. A kéntartalmú aminosavak építőeleme, a peptidok, a fehérjék és a lipidek alkotórésze. Esszenciális tápelem, mely közvetlenül, vagy közvetve számos növényi és állati életfunkcióban szerepet játszik (Buzás 1983, Jansson 1994, Zhao et al. 1995, Tölgyesi 1990).

A közvetlen növénytáplálási vonatkozásokon túl a kéntrágyázás letéteményese lehet a bázikus talajok (és szikések) javításának (Groudeva et al. 1984, Slaton et al. 1997, Slaton et al. 1998a, 1998b) és alapját képezheti egyes nehézfém szennyezett talajok (bio)remediációjának is (Southarm és Beveridge 1992, Tichy et al. 1997, Maini et al. 2000).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az elemi kén talajbeli oxidációjának, valamint a műtrágyázásnak az elemi kén oxidációjára kifejtett hatásának vizsgálatára két, egyenként 5 kezeléssel és 3 ismétléses tenyészedenyes talajérlelés kísérletet állítottunk be a Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Növénytermesztési Intézetének Földműveléstan Tanszékén, Mosonmagyaróváron.

A kísérlet alapjául szolgáló meszes Duna öntéstalajt a komáromi székhelyű Solum Rt. B/14 számú táblájáról, annak felső 15 cm-es rétegéből vettük. A területről származó részmintákat egyesítettük, gondosan összekevertük, majd az Intézet laboratóriumában három párhuzamos méréssel analizáltuk, az eredményeket átlagoltuk (*1. táblázat*).

1. táblázat A kísérlet talajának vizsgálati átlageredményei
(MÉM-NAK egységes módszerei szerint)

Table 1. Soil physical- and chemical characteristics

(1) K_A , (2) $CaCO_3$, (3) humus, (4) sulphate, (5) AL-extractable...,
(6) nKCl extractable Mg, (7) EDTA extractable...

pH		Arany féle kötöttség	Szén- savas mész %	Hu- muzs %	Szul- fát mgkg ⁻¹	AL-oldható (5)			nKCl oldható Mg mgkg ⁻¹ (6)	EDTA-oldható (7)			
H ₂ O	KCl					P ₂ O ₅ mgkg ⁻¹	K ₂ O mgkg ⁻¹	Na mgkg ⁻¹		Zn mg/kg ⁻¹	Cu mg/kg ⁻¹	Mn mg/kg ⁻¹	Fe mg/kg ⁻¹
7,92	7,39	37,2	4,4	2,5	40,43	176,8	92,9	13,1	65,3	1,2	1,4	53,6	24,3

A továbbiakban a közepes nitrogén, igen jó foszfor, igen gyenge kálium és gyenge cink ellátottságú talajt két egyenlő részre osztottuk és a kereskedelemben is kapható 3 dl-es PVC edényekbe töltöttük tenyészedenyenként 300 cm³ mennyiségben. Az egyik rész (A) N,P,K műtrágyázásban nem részesült, míg a másikat (B) a vonatkozó talajvizsgálati eredmények, valamint a MÉM-NAK műtrágyázási irányelvei alapján az őszi búza alá számított N,P,K műtrágya adaggal kezeltük (*Buzás et al.* 1979). Az ily módon a talajba juttatott műtrágya-hatóanyagmennyiség megfelelt 191 kg ha⁻¹ nitrogénnek, 80 kg ha⁻¹ P₂O₅-nek, valamint 75 kg ha⁻¹ K₂O-nak. Az egyes hatóanyagok a tenyészedényekbe NH₄NO₃, a bázikus talajokon kevésbé hatékony, de ként nem tartalmazó hyperfoszfát, valamint KCl formában, a kereskedelemben kapható 300 cm³-es PVC edények felülete alapján számított arányban kerültek bemérésre 38,3; 16,07; valamint 15,072 mg hatóanyag/tenyészedény mennyiségben. A vizsgálatok során elemi kéntrágyaként a kereskedelemben is kapható ventilált kénport alkalmaztunk öt dózisban. Az alkalmazott mennyiségeket a *2. táblázat* mutatja be.

A kísérlet alatt a talajokat *Kittams* (1963), *Janzen és Bettany* (1987), *Newell és Wainwright* (1987), *Shukla és Singh* (1992), valamint *Lan et al.* (2000) alapján szántóföldi vízkapacitáson, napi vízpótlás mellett inkubáltuk. A hőmérsékletet *Varga-Haszonits et al.* (2000) alapján 22,8 ± 0,5 °C értéken tartottuk, mely gyakorlatilag a hazai szántóterületeink felső 10 centiméteres rétegében mérhető maximális hőmérsékletnek felel meg.

A 84 napos inkubációs idő elteltével meghatároztuk a talajok pH_{H₂O}, KCl értékeit.

2. táblázat A kísérlet során alkalmazott kezelések

Table 2. The treatments used in the experiment
 (1) treatment/pot (2) unfertilized, (3) N,P,K fertilized
 (4) elemental sulphur, (5) control

Kezelés/tenyészedény (1)	(A) műtrágyázatlan (2)	(B) N,P,K műtrágyázott (3)
N	–	38,3 mg (91,2 mgkg ⁻¹ , 191 kg ha ⁻¹)
P ₂ O ₅	–	16,07 mg (38,26 mgkg ⁻¹ , 80 kg ha ⁻¹)
K ₂ O	–	15,072 mg (35,89 mgkg ⁻¹ , 75 kg ha ⁻¹)
elemi kén (4)		
S ₀ (kontroll) (5)		–
S ₁		0,1 g (238,0 mgkg ⁻¹ , 50kg ha ⁻¹)
S ₂		1,0 g (2380,0 mgkg ⁻¹ , 500 kg ha ⁻¹)
S ₃		2,5 g (5952,4 mgkg ⁻¹ , 1250 kg ha ⁻¹)
S ₄		5,0 g (11904,76 mgkg ⁻¹ , 2500 kg ha ⁻¹)
S ₅ *		10,0 g (23809,52 mgkg ⁻¹ , 5000 kg ha ⁻¹)

* = provokatív mennyiség (provocative dosis)

Az egyes kezelések során kapott eredményeket Sváb (1981) alapján varianciaanalízis segítségével értékeltük.

EREDMÉNYEK

A kezelések hatása a talaj pH_{H₂O} értékeire

Az elemi kén adagok hatását vizsgálva az aktuális pH (pH_{H₂O}) értékeire a műtrágyázatlan sorozatnál (3. táblázat) az egyes kezelések között szignifikáns különbséget nem találtunk. A statisztikailag nem igazolható összefüggés ellenére (F = 0,74) a növekvő kénadagok hatására bekövetkező pH csökkenés tendenciája az adatok alapján azonban nyomon követhető.

A műtrágyázott sorozat pH_{H₂O} értékeinek összehasonlítása során az egyes kezelések között 0,1%-os szignifikancia szinten érvényesülő különbségek adódtak (3. táblázat).

A növekvő elemi kén adagok hatására bekövetkező aktuális pH csökkenés a vizsgálati eredmények alapján 0,1%-os szignifikancia szinten volt igazolható (F = 82,42).

A két sorozat átlageredményeinek összehasonlítása alapján a csoportátlagok közötti 0,1%-on szignifikáns különbség (F = 211,7) a műtrágyázásnak az elemi kén talajbeli oxidációjára kifejtett pozitív hatását mutatja, alátámasztva Li et al. (2000), Jedłowska és Noskovic (1999), Lefroy et al. (1997) valamint Sholeh et al. (1997) kutatási eredményeit, akik mindannyian a műtrágyázás elemi kén oxidációjára kifejtett kedvező hatásáról számolnak be.

Az emelkedő alkalmazott kénmennyiségekkel a műtrágyázatlan talajok pH_{H₂O} értékei az $y = -0,0114x^2 + 0,0466x + 7,574$, az N,P,K műtrágyázott talajok pH_{H₂O} értéke az $y = -0,0693x^2 + 0,1207x + 7,494$ egyenlettel leírható függvény mentén csökkent. Ez utóbbi összefüggés 1,0%-on szignifikáns (P < 1,0)

3. táblázat A talajok $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ átlagértékeiTable 3. The average values of the $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$

- (1) treatment, (2) the average $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ values of unfertilized soil,
 (3) the average $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ values of N,P,K fertilized soils, (4) control, (5) average of groups

Kezelés (1)	Műtrágyázatlan talaj $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ átlagértékei (2)	N,P,K kezelt talaj $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ átlagértékei (3)
Kontroll (4)	7,75	7,63
0,1 g S	7,60	7,53
1,0 g S	7,65	7,49
2,5 g S	7,58	7,23
5,0 g S	7,59	6,84
10,0 g S	7,52	6,38
Csoportátlag (5)	7,62	7,18

$\text{LSD}_{5\%} = 0,16$ bármely két kezelés között (between any two treatments)

$\text{LSD}_{5\%} = 0,07$ a csoportátlagok között (between the average of the two series of treatments)

Összegezve a kísérleti eredményeket megállapíthatjuk, hogy a talajok $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ értékei az elemi kéntrágyázás növekvő dózisainak hatására minden esetben csökkentek a kezeletlen kontroll értékeihez képest. Az N,P,K kezelés hatására az elemi kén adagolás során bekövetkező $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ csökkenés az egyes kezelések között 0,1%-on szignifikáns különbségeket adott ($F = 60,49$).

A kezelések hatása a talaj pH_{KCl} értékeire

A műtrágyázatlan sorozatnál (4. táblázat) a talaj pH_{KCl} értékeinek alakulását tekintve sem találtunk szignifikáns különbséget az egyes kezelések között ($F = 1,48$), míg az N,P,K műtrágyázott sorozat pH_{KCl} értékeinek összehasonlítása során az egyes kezelések között 0,1%-os szignifikancia szinten igazolható különbségek adódtak ($F = 106,52$)

4. táblázat A talajok pH_{KCl} átlagértékeiTable 4. The average values of the pH_{KCl}

- (1) treatment, (2) the average $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ values of unfertilized soil, (3) the average pH_{KCl} values of N,P,K fertilized soils, (4) control, (5) average of groups

Kezelés (1)	Műtrágyázatlan talaj pH_{KCl} átlagértékei (2)	N,P,K kezelt talaj pH_{KCl} átlagértékei (3)
Kontroll (4)	7,37	7,35
0,1 g S	7,29	7,39
1,0 g S	7,31	7,31
2,5 g S	7,24	6,90
5,0 g S	7,32	6,60
10,0 g S	7,17	6,18
Csoportátlag (5)	7,28	6,95

$\text{LSD}_{5\%} = 0,14$ bármely két kezelés között (between any two treatments)

$\text{LSD}_{5\%} = 0,06$ a csoportátlagok között (between the average of the two series of treatments)

A műtrágyázatlan, valamint az N,P,K műtrágyázott sorozat pH_{KCl} átlageredményeinek összehasonlítása 0,1%-os szignifikancia szinten igazolható különbségeket adott ($F = 162,02$).

A növekvő kénadagok hatására a műtrágyázatlan sorozat pH_{KCl} értékei az $y = -0,0136x^2 + 0,0584x + 7,24$ egyenlettel, az N,P,K műtrágyázott sorozat pH_{KCl} értékei az $y = -0,0407x^2 - 0,0687x + 7,53$ egyenlettel leírható függvény mentén csökkentek. Ez utóbbinál az illeszkedés szorossága 1,0%-os tévedési valószínűséggel szignifikáns ($P < 1,0$).

Az elvégzett vizsgálatok alapján a kísérletbe vont talajok pH_{KCl} értékei az elemi kéntrágyázás növekvő adagjainak hatására csökkentek és a legalacsonyabb érték minden esetben a legmagasabb (10 g) elemi kén adagolás esetén volt mérhető.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a meszes talajon beállított kezelések során alkalmazott elemi kén növekvő dózisaik mind a műtrágyázatlan, mind pedig az N,P,K műtrágyázott sorozat esetében az adagolt kén oxidációjának erősödését eredményezték. Az összefüggés háttérben a mikrobiális kénoxidáció erősödése állhat, amit a műtrágyázás a folyamatban szerepet játszó mikrobaközösségek esetleges tápelemigényének kielégítésén túl (Sholeh *et al.* 1997) a talaj lokális pH értékeinek csökkentésével is segít (Lawrence és Germida 1991).

A mikrobiális kénoxidáció során keletkezett H_2SO_4 a talajban disszociál, a keletkező H^+ ionok a talaj pH-t savas irányba tolják el.

Az eredmények további vizsgálatok elvégzését teszik szükségessé.

The effect of elemental sulphur application and fertilisation on the pH of the soil in an incubation experiment

RENÁTÓ KALOCSAI¹ – ZSOLT GICZI¹ – REZSŐ SCHMIDT² – PÁL SZAKÁL²

¹ UIS Ungarn Laboratory Ltd.
Mosonmagyaróvár

² University of West Hungary
Faculty of Agriculture and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

A laboratory experiment was carried out on a calcareous Danube alluvial soil to study the oxidation of elemental sulphur in the soil among fertilised and unfertilised conditions.

The sulphur doses used in the experiment were 0.1, 1.0, 2.5 and gpt^{-1} respectively. After 84 days incubation time the $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ and pH_{KCl} was measured. The results were evaluated by ANOVA.

On the bases of the experiments carried out the authors established that among unfertilised conditions the pH-values of the soil did not change significantly due to the application of elemental sulphur, while in the fertilised soil the increasing sulphur doses resulted in significant ($p < 0.01$) pH decrease.

Keywords: sulphur, oxidation, fertilisation, pH.

IRODALOM

- Buzás I. – Fekete A. – Buzás I.-né – Csengeri P.-né – Kovácsné M. Zs. (szerk.), Antal J. – Buzás I. – Debreczeni B. – Nagy M. – Sípos S. – Sváb J. (1979): N-, P-, K-műtrágyázási irányelvek. (in Műtrágyázási irányelvek az üzemi számítási módszer) MÉM-NAK, Budapest.
- Buzás I. (1983): A növénytáplálás zsebkönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 44–46.
- Groudeva, V. I. – Groudev, S. N. – Szegi, J. (ed.) (1984): Prevention of soil alkalization by means of laboratory-bred chemoautotrophic bacteria. Soil biol. and consrev. On the biosphere. Vol. 2, 847–854.
- Jansson, H. (1994): Sulphur status of soils – a global study. Norweg. J. Agric. Sci.: Suppl. 15, 173–214.
- Janzen, H. H. – Bettany, J. R. (1987): The effect of temperature and water potential on sulfur oxidation in soils. Soil Sci. 144:2, 81–89.
- Kittams, H. A. (1963): The use of sulfur increasing the availability of phosphorus in rock phosphate. Ph.D. Thesis, University of Wisconsin, 12–26.
- Lan, Y. Q. – Zhou, G. – Liu, Z. H. – Huang, X. (2000): Pyrite oxidation under different conditions. J. of Nanjing Agric. Univ. 23:1, 81–84.
- Lawrence, J. R. – Germida, J. J. (1991): Enumeration of sulfur-oxidizing populations in Saskatchewan agricultural soils. Can. J. of Soil Sci. 71:1, 127–136.
- Maini, G. – Sharman, A. K. – Sunderland, G. – Knowles, C. J. – Jackman, S. A. (2000): An integrated method incorporating sulfur – oxidizing bacteria and electrokinetics to enhance removal of copper from contaminated soil. Env. Sci. and Techn. 34:6, 1081–1087.
- Nevell, W. – Wainwright, M. (1987): Influence of soil moisture on sulphur oxidation in brown earth soils. Biol. and Fert. of Soils 5:3, 209–214.
- Sholeh – Lefroy, R. D. B. – Blair, G. J. (1997): Effects of nutrients and elemental sulfur particle size on elemental sulfur oxidation and the growth of Thiobacillus thiooxidans. Austr. J. of Agric. Res. 48:4, 497–501.
- Shukla, A. R. – Singh, R. S. (1992): Oxidation of sulphur in pyrites in relation to soil and water regime. J. of the Ind. Soc. of Soil Sci. 40:4, 848–850.
- Slaton, N. A. – Norman, R. J. – Ntamatungiro, S. – Wilson C. E. (1997): Amendment of alkaline soils with elemental sulfur. Research Series Arkansas Agric. Exp. Stat. No. 456, 130–136.
- Slaton, N. A. – Ntamatungiro, S. – Wilson, C. E. – Norman, R. J. (1998a): Field evaluation of an elemental sulfur product on rice growth. Res. Ser. Arkansas Agric. Exp. Stat. 460, 322–325.
- Slaton, N. A. – Ntamatungiro, S. – Wilson, C. E. – Norman, R. J. (1998b): Influence of two elemental sulfur products applied to an alkaline silt loam on rice growth. Res. Ser. Arkansas Agric. Exp. Stat. 460, 326–329.
- Southarm, G. – Beveridge, T. J. (1992): Enumeration of Thiobacilli within pH – neutral and acidic mine tailings and their role in the development of secondary mineral soil. Appl. Env. Microbiol. 58:6, 1904–1912.

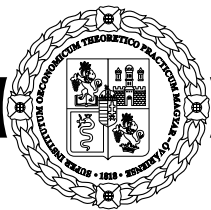
- Tichy, R. – Fajtl, J. – Kuzel, S. – Kolar, L.* (1997): Use of elemental sulphur to enhance a cadmium solubilization and its vegetative removal from contaminated soil. *Nutr. Cycl. in Agroecosys.* 46:3, 249–255.
- Tölgyesi Gy.* (1990): A kén helye és szerepe a táplálékláncban. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 45: 305–312.
- Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Lantos Zs. – Vámos O. – Schmidt R.* (2000): Magyarország éghajlati erőforrásainak agroklimatológiai elemzése. *Mosonmagyaróvár*, 88.
- Zhao, F. J. – McGrath, S. P. – Crosland, A. R.* (1995): Changes in the status of British wheat grain in the last decade and its geographical distribution. <http://emily.soils.wisc.edu>

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

KALOCSAI Renátó – GICZI Zsolt
UIS Ungarn Laborvizsgáló és Szolgáltató Kft.
H-9200 Mosonmagyaróvár, Terv u. 92.

SCHMIDT Rezső
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Földműveléstan Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Kolbai K. u. 8.

SZAKÁL Pál
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.



Különböző mezőgazdasági hasznosítású iszapok vizsgálata toxikus elemtartalmuk veszélyességének megállapítására

PETRÓCZKI FERENC – GERGELY ISTVÁN

Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A szennyvíztisztítás melléktermékeként képződő szennyvizek és szennyvíziszapok kezelése, ismételt felhasználása világszerte gondot jelent. Hasznosításuk és ártalommentes elhelyezésük problémája a szakemberek érdeklődésének középpontjában áll, hiszen mennyiségük a korszerűsödő technológiák ellenére folyamatosan nő, míg a felhasználási lehetőségeik egyre szűkülnek. A szerzők egy biogáz üzemben, a fermentálási folyamat melléktermékeként képződő híg iszap és különböző, kommunális eredetű szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának lehetőségeit vizsgálták.

Kulcsszavak: szennyvíziszap, biogáz, toxikus elemek, mezőgazdasági felhasználás.

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A vízhasználatok következtében mind a termelő, mind a fogyasztási szférában keletkezik szennyvíz, amelynek összegyűjtéséről, elvezetéséről, kezeléséről a szennyvíztisztítás során képződő iszap lehetőség szerinti hasznosításáról, vagy ártalmatlanításáról az emberi egészség és a környezeti elemek védelme érdekében gondoskodni kell (Petróczki 2004). A környezetvédelem fontosságának felismerésével mára már teljesen világos, hogy a hulladékok, köztük a szennyvíz- és a szennyvíziszap elhelyezését és hasznosítását is meg kell oldani, sőt a szennyvíziszap hasznosítással egybekötött elhelyezés arányának radikális növelése szükséges (Parlament 2002). Bár az Országos Hulladékgazdálkodási Terv megállapításai nem új keletűek, a kommunális és az élelmiszeripari szférából származó iszapok széleskörű hasznosítása a mai napig nem megoldott. Pedig a települési szennyvíztisztító folyamatokból származó iszap nem tekintendő veszélyes hulladéknak, hanem éppen a benne megtalálható alkotó elemek miatt hasznosítható melléktermék, mely alkalmas primer anyagok, illetve megfelelő beavatkozással energiahordozók kiváltására vagy pótlására (Barótfi 2000). Elhelyezésének egyik kézenfekvő módja, hogy a mezőgazdaság trágyaként hasznosítsa.

A szennyvizek és -iszapok mezőgazdaságilag művelt területen történő felhasználásakor víz- és tápanyagtartalmuk felhasználható (Németh *et al.* 1996). Kijuttatásuk hatására a talaj fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságai kedvező irányba változnak, víz, tápanyagok, mikrobák jutnak a talajba, így a talajélet jelentős javuláson megy keresztül (Busheé *et al.* 1998). A szennyvíziszapok különböző mennyiségben tartalmazzák a növények számára szükséges esszenciális mikroelemeket, melyek hasznosulása elsődlegesen a felvehetőséget befolyásoló talajtulajdonságoktól függ (Schmidt *et al.* 2005. Kulcsár, 2007). Számos veszélyforrást is hordoznak magukban, ezért ahhoz, hogy felhasználásuk a termőföldön megvalósulhasson, több előírásnak kell megfelelniük, melyeket a szennyvizek és szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználásának és kezelésének szabályairól szóló 50/2001. (IV. 3.) Korm. rendelet (továbbiakban: Rendelet) részletez. Jelen cikk az iszapok mezőgazdasági felhasználásának engedélyezésével kapcsolatban döntően az egyik legfontosabb tényezővel, az iszapok mikroelem-tartalmának vizsgálatával foglalkozik, ezért a következőkben csak a Rendelet 3. és 5. számú mellékletében szereplő előírásokkal foglalkozunk.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A 2007. évi, üzemi körülmények között végzett kísérleteink során 3 különböző tulajdonságú iszap mezőgazdasági felhasználásának lehetőségét vizsgáltuk, a Hanság kistájra jellemző karbonátos öntés talajon. A kísérleti talaj „A” szintje mintegy 25–30 cm vastagságú, humusz-tartalma 2,9–3,5%, ami a típusra jellemző, átlagos érték. Kémhatása gyengén lúgos (pH: 8,1–8,3). A szintek közötti átmenet fokozatos, a talajképző kőzet 60–75 cm-en jelentkezik. A talajvíz átlagos mélysége 5 m alatt húzódik. A kísérleti talaj átlagos toxikus elemtartalmát és a Rendelet 3. mellékletének vonatkozó határértékeit az 1. táblázat szemlélteti.

1. táblázat A 2007. évben végzett kísérlet talajának átlagos toxikus elemvizsgálati eredményei és a vonatkozó határértékek, Jánossomorja

Table 1. Average toxic element characteristics of soil used in field experiment in Jánossomorja in 2007 compared with the referring limit values
(1) unit of measure: mg/kg dry matter content, (2) toxic element,
(3) result of examination, (4) limit value

mértékegység: mg/kg sz. a. (1)

Toxikus elem (2)	As	Cd	Co	Σ Cr	Cr _{VI}	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Se	Zn
Vizsgálati eredmény (3)	11,2	0,18	7,5	36,6	< 0,2	25,4	0,05	< 0,5	28,4	17,2	< 0,5	64,2
Határérték (4)	15	1	30	75	1	75	0,5	7	40	100	1	200

A biogáz üzemben képződő híg iszapban, valamint a 2 különböző szennyvíztisztító műből származó iszapokban előforduló toxikus elemek mennyiségi adatairól és a Rendelet által megállapított határértékekről a 2. táblázat tájékoztat.

2. táblázat A 2007. évben végzett kísérletben felhasznált iszapok átlagos toxikus elem-vizsgálati eredményei és a vonatkozó határértékek, Jánossomorja

Table 2. Average toxic element characteristics of sludges used in field experiment in Jánossomorja in 2007 compared with the referring limit values

(1) unit of measure: mg/kg dry matter content; (2) toxic element;
(3) biogas sludge; (4) sewage sludge I.; (5) limit value

mértékegység: mg/kg sz. a. (1)												
Toxikus elem (2)	As	Cd	Co	ΣCr	Cr _{VI}	Cu	Hg	Mo	Ni	Pb	Se	Zn
Biogáz iszap (3)	0,71	0,59	< 2,00	5,56	< 0,1	28,1	0,93	< 0,50	8,15	< 2,5	0,41	405
Szennyvíziszap I. (4)	< 5,00	< 0,50	4,00	16,00	< 1,0	59,0	0,17	< 1,00	14,00	13,0	< 1,00	250
Szennyvíziszap II.	6,42	< 1,20	0,31	39,80	< 1,0	45,5	0,60	2,26	10,10	17,9	0,41	551
Határérték (5)	75	10	50	1000	1	1000	10	20	200	750	100	2500

Számításaink elvégzésekor a vizek mezőgazdasági eredetű nitrát szennyezéssel szembeni védelméről szóló 27/2006. (II. 7.) Korm. rendelet vonatkozó előírásait is figyelembe vettük.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A Rendelet, valamint a 27/2006. (II. 7.) Korm. rendelet előírásai alapján megállapítottuk, hogy az adott táblán a biogáz üzem anaerob rothasztási folyamata melléktermékeként keletkező híg iszap hektáronként 44,9 m³-es adagban használható fel, a szennyvíziszapok maximális adagja pedig (szárazanyag- és nitrogén-tartalmukat tekintve) az I. számú iszap esetében 25,48 t/ha/év, a II. számú iszapnál pedig 117,5 t/ha/év.

A vizsgált terület talajának mikroelem-terhelési számítását is elvégeztük, a kijuttatható iszapmennyiségek figyelembevételével, Vermes (1998) alapján. A kapott eredményeket a 3. táblázat tartalmazza.

A táblázat egyes soraiban található „∞” jelölés időkorlátozás nélküli kijuttathatóságot tesz lehetővé az adott elemre vonatkozóan. A számított eredmények alapján megállapítható, hogy adott területen az iszapokkal bevitt toxikus elemek talajterhelése nem számottevő, a kijuttatás a II. számmal jelölt szennyvíziszap esetében limitáló Zn-tartalom következtében is minimálisan 22 évig folytatható.

Összefoglalva megállapítható, hogy a kísérletben vizsgált valamennyi iszap eredményesen felhasználható a szántóföldi növények tápanyag-utánpótlására. A jogszabályokban megengedett, évente maximálisan kijuttatható (hektáronként 170 kg) nitrogén-mennyiségek biztosítása mellett a kommunális, illetve élelmiszeripari termék-előállításból, valamint növényi hulladékok anaerob kezeléséből származó anyagok hasznosítása megoldható.

Figyelembe véve azt a tényt, hogy a hasonló jellegű iszapok mezőgazdasági felhasználása hatósági engedélyhez kötött tevékenység, tehát szigorúan ellenőrzött körülmények között, nyilvántartási és utóellenőrzési követelményekhez kötötten valósulhat csak meg, a környezet elszennyezése kizárható. A folyamat eredményeképpen az iszapok értékes anyagai visszajutnak a természetes körforgásba, természetett növényeink hasznosíthatják azokat.

3. táblázat A 2007. évben, Jánossomorján végzett kísérletben felhasznált iszapok elhelyezésének lehetséges időtartama

Table 3. Duration of possible reusing of sludges in field experiment in Jánossomorja, 2007

(1) unit of measure: year, (2) toxic element, (3) duration of possible usage, (4) biogas sludge, (5) sewage sludge I.

mértékegység: év (1)

Toxikus elem (2)	Elhelyezés lehetséges időtartama (3)		
	Biogáz iszap (4)	Szennyvíziszap I. (5)	Szennyvíziszap II.
As	11.175	∞	55
Cd	2.901	∞	∞
Co	∞	4.352	6.768
Cr	14.420	1.856	89
Cu	3.685	650	101
Hg	1.010	2.048	69
Mo	∞	∞	∞
Ni	2.971	641	107
Pb	∞	4.927	431
Se	∞	∞	∞
Zn	700	420	22

Risk assesment of toxic element content of different sludges reused in agriculture

FERENC PETRÓCZKI – ISTVÁN GERGELY

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

As a result of the treatment of waste waters secondary product is generated. The treatment and the repeated reuse of these sewage sludges and waste waters is a worldwide problem. The problem of their recovery and harmless disposal is in the centre of the experts' interests, because their quantity is increasing continuously in spite of the developing technologies and at the same time their reusing possibilities are narrowing. The authors examined the agricultural reusing possibilities of some different type of sludges.

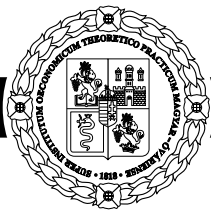
Keywords: sewage sludge, biogas, toxic elements, agricultural usage.

IRODALOM

- Barótfi I.* (szerk.) (2000): Környezettechnika. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Busheé, E. L. – Edwards, D. R. – Moore Jr., P. A.* (1998): Quality of Runoff from Plots Treated with Municipal Sludge and Horse Bedding. Transactions of the ASAE **41**, (4) 1035–1041.
- Németh, T. – Pártay, G. – Bujtás, K. – Csillag, J. – Lukács, A. – Molnár, E. – van Genuchten, M. Th.* (1996): Release of heavy metals from metal-enriched sewage sludge and their stress effects in cropped soil monoliths. In: *Schnug, E. – Szabolcs, I.* (ed.): Recycling of Plant Nutrients from Industrial Processes. Proceedings. 10th International CIEC Symposium. Braunschweig-Völkenrode. 181–196.
- Kulcsár L.* (2007): Települési szennyvíziszapok mezőgazdasági felhasználása. Agro Napló, **11**, (10–11), 57–59.
- Parlament* (2002): Az Országgyűlés 110/2002. (XII. 12.) OGY határozata az Országos Hulladékgazdálkodási Tervről.
- Petróczi F.* (2004): Kommunális szennyvíziszapból készült komposzt hatása a növényi fejlődésre és beltartalomra. Doktori (PhD) dolgozat. VE-GMK, Keszthely.
- 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. Acta Agronomica Óváriensis. **47**, (1), 195.
- Vermes L.* (1998): Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

PETRÓCZKI Ferenc – GERGELY István
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
E-mail: petro@mtk.nyme.hu
E-mail: igergely@mtk.nyme.hu



A Zn-komplex vegyület jelentősége a burgonyatermesztésben

SCHMIDT REZSŐ¹ – SZAKÁL PÁL² – BEKE DÓRA¹ –
BARKÓCZI MARGIT² – MATUS LÁSZLÓ¹

¹ Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Földműveléstan Tanszék
Mosonmagyaróvár

² Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Cinkben hiányos Duna öntéstalajon végeztünk 2007-ben lombtrágyázási kísérletet cink-amin komplexszel Darnózselin. *Agria* fajtájú burgonyát a vegetáció alatt virágzás előtt, virágzaskor és virágzás után kezeltünk cink-amin komplexszel. A kísérleteket kisparcellás körülmények között állítottuk be. Az alkalmazott cink dózisek 0,1; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0 kg/ha. A cinkkezelések hatására a terméshozamok szignifikánsan növekedtek. A legnagyobb hozamnövekedést az 1,0 és 2,0 kg/ha cink dózisonál kaptuk. A cinkkezelések hatására főleg a nagy- és közepes méretű burgonya mennyisége növekedett. A szárazanyag-tartalom a növekvő cink dózisonál hatására emelkedett. A keményítőtartalom emelkedése szintén a magasabb cink dózisonál volt szignifikáns növekedés. Megvizsgáltuk a gumókban lévő cink mennyiségét is. A kezelések hatására nem volt szignifikáns kimutatható cinknövekedés.

Kulcsszavak: burgonya, cink, lombtrágya, hozam, keményítőtartalom

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A burgonya az emberi táplálkozásban kiemelt jelentőségű. A burgonya minőségét számos tényező határozza meg. Legfontosabb követelmény a burgonya ízletessége és a jó főzési, illetve konyhatechnikai tulajdonsága, így a konzisztenciája, lisztessége, szappanossága, a gumó szerkezeti szemcsézettsége és rostossága. Tápláléknövényeink közül az egységnyi területen a legtöbb tápanyagot biztosítja. Fehérjeösszetételét illetően az összes aminosavat

tartalmazza. Zsírszerű anyagokat alig tartalmaz, cukortartalma alacsony. Fontos vitaminokat tartalmaz, így B, B₂, B₆, C, E K és A vitamint. A burgonya az egyik legegészségesebb táplálékunk. A burgonya 1654-ben került Magyarországra (Bíró 1966). A magyarországi burgonyatermesztés úttörője Agnelli József (Nyitra m.) volt. A nemesítési munkáit 1876-ban kezdte meg (Mándy *et al.* 1964). Élelmezési és ipari felhasználás céljából a burgonya növény legfontosabb paramétere a szárazanyag-tartalom. A burgonya beltartalmának nagyobb hányadát a keményítő alkotja, az amilopektint kb. 80%, az amilázt pedig kb. 20%-ban tartalmazza (Doby 1914). Az étkezési fajták közepes keményítőtartalmúak. A kisebb keményítőtartalom rontja a burgonya eltarthatóságát. A „chips” minőségi burgonya magas keményítőtartalmú, és alacsony redukáló cukortartalmú. A redukáló cukortartalom 0,2% alatt kell, hogy legyen, mivel a magasabb cukortartalom a sütés folyamán barnulást okoz. A burgonya magas tápanyagigényű növény. A biztonságos mennyiségű és minőségű termeléshez szükséges, hogy a növény tápanyagellátása biztosítva legyen (Kádár 2005, Petróczki 2005). Az egyoldalú műtrágyázás azonban megbontja a tápanyag egyensúlyt (Németh 2002). A jelentkező ionantagonizmus, ionszinerģizmus hiánytüneteket okozhat (Füleky és Kovács 1993, Kádár 1992). A makroelemek közül a káliumnak van kiemelten fontos szerepe. A kálium növeli az asszimiláták szállításának gyorsaságát a gumókban, így közvetlen is kihatással van a keményítő felépítésében. A mikroelemek közül a réznek, a cinknek, a bórnak és a vasnak van kiemelt szerepe. A többféle mikroelemet tartalmazó permettrágya (mely komplexképzőket is tartalmaz), eredményesen használható fel a burgonyatermesztésben. (Bocz 1996). A cinknek, mint mikroelemnek fontos szerepe van a burgonya tápanyagellátásában, de az enzimtevékenységben betöltött szerepe is jelentős. A cinkfelvétel a magas pH-jú meszes talajokon gátolt. Hazánk talajainak nagy része cinkhiányos. A cinkhiány megszüntetése történhet talaj-, illetve lombtrágyázással. Lombtrágyázási célból a cinknek különböző komplexeit használják fel. A cink pótlására a hulladékból kinyert cink-amin komplex vegyületet használtunk fel.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A lombkezelési kísérleteket 2007-ben állítottuk be a Darnózseli Zrt. területén cinkben és káliumban hiányos Duna öntéstalajon. *Agria* fajtájú burgonyát vizsgáltunk kisparcellás körülmények között. A talajösszetételt az *1. táblázatban* ismertetjük.

1. táblázat Talajösszetétel, Darnózseli

Table 1. Soil components at Darnózseli

pH		K _A	CaCO ₃ %	Hu- musz %	AL-oldható			Mg	EDTA-oldható			
H ₂ O	KCl				P ₂ O ₅	K ₂ O	Na		Zn	Cu	Mn	Fe
mg·kg ⁻¹												
7,8	7,52	39,4	8,3	2,4	175,0	172,0	45,0	63,8	0,9	0,8	52,4	36,4

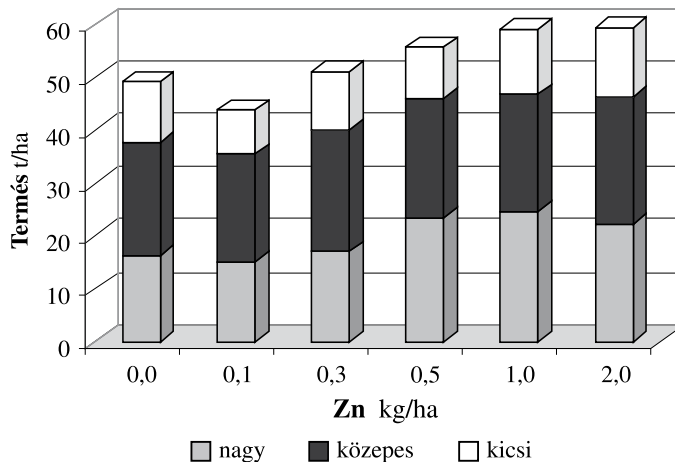
A parcellák mérete: 4 sor burgonya 10 m hosszúságban. A kísérleteket 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. A kezeléseket három fenológiai fázisban virágzás előtt, virágzaskor, valamint a virágzás befejezés után végeztük el. Az alkalmazott cink dózisek, 0,1; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0 kg/ha. A burgonya betakarítását kézi felszedéssel, 10 m hosszan végeztük. A felszedett töveknek a hozamát, méret szerinti eloszlását, szárazanyag-tartalmát, keményítő- és cinktartalmát vizsgáltuk. A méret szerinti eloszlást: kicsi (< 30 mm), közepes (30–50 mm) és nagy (> 50 mm). Frakciók széjjelválasztása alapján végeztük.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A cink-amin komplexszel történt lombtrágyázási kísérletek növelték a terméshozamot. A terméshozamok jelentősebb emelkedését a 0,3 kg/ha cink dózistól kaptuk. A termésnövekedés üteme az 1,0 kg/ha cink dóziséig nagyobb mértékben fokozódott (1. ábra). A 2,0 kg/ha cink dózisinál a növekedés üteme már kisebb mértékű volt. Ez magyarázható a nagy mennyiségben a lomb felületére kivitt cink-amin komplex toxikus hatásával. A 2,0 kg/ha-os cink dózisu lombtrágyázásnál a komplex vegyület perzselő hatását is kimutattuk. A kezelés matematikailag igazolható, $SzD_{5\%} = 5,1$. Szignifikáns növekedést 0,5; 1,0 és a 2,0 kg/ha cink dózisinál kaptuk.

1. ábra Cink-komplex hatása a terméshozamra

Figure 1. Effect of zinc-complex on the yield

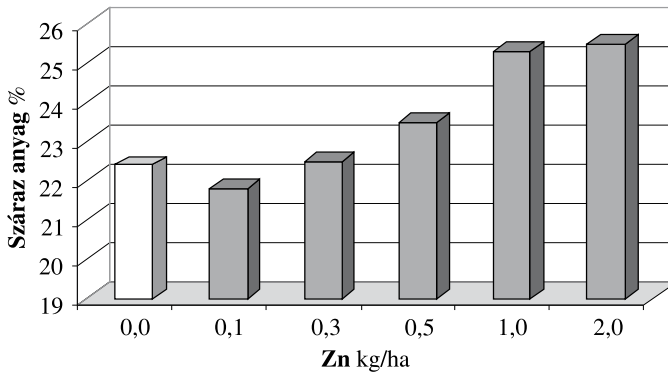


A méreteloszlást vizsgálva megállapítható, hogy a magasabb cink dózisek hatására a nagyméretű burgonya mennyisége növekedett. A közepes mérettartományú burgonya hozama nem változott nagymértékben a kezelésekre. A kisméretű burgonya mennyisége a nagyobb cink dózis (1,0; 2,0 kg/ha) hatására növekedett. A cink a terméskötésre kedvezően hatott.

A szárazanyag-tartalom vizsgálata során kapott eredményeket foglaltuk össze a 2. ábrán. Az ábra adatai alapján a cink kezelések hatására a szárazanyag-tartalom emelkedését észleltük. A növekvő cink dózisek 0,5 kg/ha cink dózistól a szárazanyag-tartalom jelentősebb mértékű növekedése volt kimutatható. A 2,0 kg/ha cink dózis hatására a keményítőtartalom növekedése már kisebb mértékű volt. Szignifikáns növekedést csak az 1,0 és 2,0 kg/ha cink dózissal kaptunk, $SzD_{5\%} = 2,81$.

2. ábra Cink-komplex kezelés hatása a szárazanyag-tartalomra

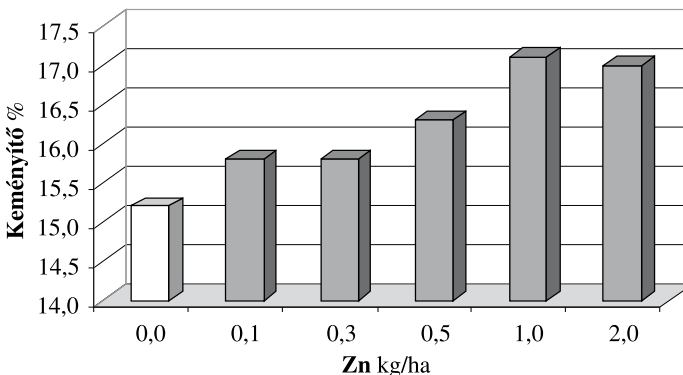
Figure 2. Effect of zinc-complex on dry matter content



A szárazanyag-tartalom változásával közel azonos mértékben változott a keményítőtartalom (3. ábra). A kisebb cink dózisek hatására az emelkedés csak kisebb mértékű volt. A keményítőtartalom jelentősebb mértékben a 0,5 kg/ha cink dózissal nagyobb adagú cink kezelésnél kaptuk. Az 1,0 és a 2,0 kg/ha cink dózissal történt lombtrágyázás hatására a keményítőtartalom szignifikánsan növekedett, $SzD_{5\%} = 1,93$.

3. ábra Cink-komplex hatása a keményítőtartalomra

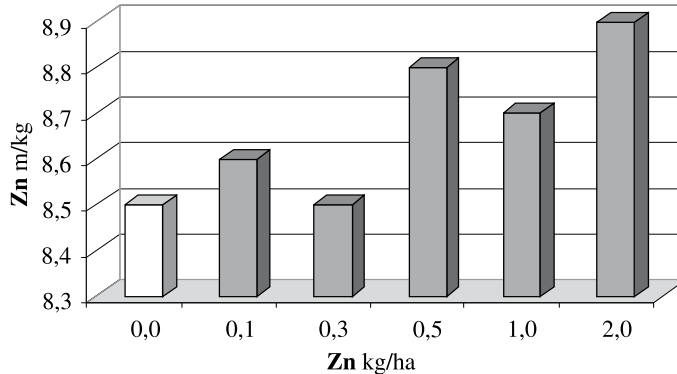
Figure 3. Effect of zinc-complex on starch content



A burgonya kezelések hatására bekövetkező cinktartalom változását vizsgálva (4. ábra), azt kaptuk, hogy a növekvő cink dózisok hatására kismértékben ugyan, de növekedett a burgonya cinktartalma, de egyetlen esetben sem volt matematikailag igazolható a növekedés.

4. ábra Lombkezelés hatása a burgonya cinktartalmára

Figure 4. Effect of foliar treatment on the zinc content of potatoes



The importance of zinc-complex compounds in potato growing

REZSŐ SCHMIDT¹ – PÁL SZAKÁL² – DÓRA BEKE¹ –
MARGIT BARKÓCZI² – LÁSZLÓ MATUS¹

¹ University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Department of Land Cultivation
Mosonmagyaróvár

² University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Chemistry Department
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Zinc-ammine complex was applied in foliar fertilization trials on Danube alluvial soil at Darnózseli in 2007. We treated the potato variety Agria with zinc-ammine complex during the vegetation period before, after and at flowering. Trials were launched under small plot conditions. 0.1, 0.3, 0.5, 1.0, 20 kg/ha zinc doses were applied. Yields significantly increased as a result of zinc treatment. The highest yield increase was produced at zinc doses of 1.0

and 2.0 kg/ha. Zinc treatment raised the amount of big and medium size potatoes. Higher zinc doses also increased the dry matter content. The increase of starch content proved to be significant at higher zinc doses. We tested the quantity of zinc in the tubers, too. Zinc treatment did not produce any significant increase in this respect.

Keywords: potato, zinc, foliar fertilizer, yield, starch content.

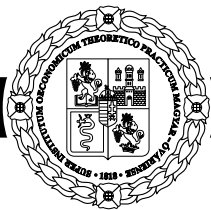
IRODALOM

- Bíró K. (1966): A korai burgonya. In: Mészöly Gy. (szerk.): Zöldségtermesztés homokon. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 197–201.
- Bocz E. (1966): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Doby G. (1914): Növényi enzimekről. I. A burgonyagumó amyláza. Math. Term. Tud. Értes. 32. 712–736.
- Fülek Gy. – Kovács K. (1993): A tartós trágyázás hatása a gödöllői barna erdőtalajon folyó tartam-kísérletben. II. A növények tápelemtartalma. Növénytermelés. 42. 3. 253–264.
- Kádár I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA TAKI, Budapest.
- Kádár I. (2005): Magyarország Zn és Cu ellátottságának jellemzése talaj- és növényvizsgálatok alapján. Acta Agronomica Óváriensis. 47, (1), 11.
- Mándy Gy. – Pozsár B. (1964): A burgonya. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Németh T. (2002): Talajtermékenység, tápanyag-gazdálkodás. Gyakorlati Agroforum 13, (12), 2–3.
- Petróczy F. – Késmárki I. – Gergely I. (2005): A komposztált szennyvíziszap réz- és cinktartalmának hasznosítása a mezőgazdaságban. Acta Agronomica Óváriensis. 47, (1), 67.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

SCHMIDT Rezső – BEKE Dóra – MATUS László
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Földműveléstani Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Kolbai K. u. 8

SZAKÁL Pál – BARKÓCZI Margit
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.



A Zn-talajkezelés hatása a *Cleopatra* fajtájú burgonya termésátlagára és minőségére

SZAKÁL PÁL¹ – SZALKA ÉVA²

¹ Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
Mosonmagyaróvár

² Széchenyi István Egyetem
Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar
Regionális-tudományi és Közpolitikai Tanszék
Győr

ÖSSZEFOGLALÁS

A cink-tetramin-hidroxid hatását vizsgáltuk a burgonya hozamára és minőségére cinkben hiányos Duna öntéstalajon, 2007-ben. A kísérletek beállítása a Darnózseli Zrt. területén történt. Talajkezeléseket végeztünk 100 m²-es parcellákból vett 10 m hosszú mintaterек kiválasztásával. A kísérletek során a *Cleopatra* fajtájú burgonyát használtuk.

A kísérletek igazolták, hogy a cink nemcsak hozamnövelő hatású, hanem a gumók beltartalmi értékeinek változását is pozitívan befolyásolja. A legnagyobb hozamot a 80 kg/ha dózissal kezeltével értük el, a szárazanyag-tartalom és keményítőtartalom azonban a 120 kg/ha dózissal kezeltében volt maximális. Ez a dózis azonban a hozamot már csökkentette. A kezelések hatását vizsgálva megállapítható, hogy a szárazanyag-tartalom és a keményítőtartalom esetében a különbségek szignifikánsak. A vizsgált paraméterek közül a gumók nyersfehérje-tartalma a kezelések hatására csökkent a kontrollhoz képest, a különbség 10%-os szignifikancia szinten szignifikáns.

Kulcsszavak: cink-tetramin-hidroxid, burgonya, hozam, szárazanyag-tartalom, keményítő, nyersfehérje.

BEVEZETÉS

2008 a burgonya éve. A Burgonya Nemzetközi Évének gondolata a perui kormány javaslatára az ENSZ Mezőgazdasági és Élelmiszerügyi Szervezete (Food and Agriculture Organization, FAO) 2005. novemberi kongresszusán vetődött fel. A szervezet a kezdeményezés mögé állt, nem mintha a növényt a kihalás veszélye fenyegetné, épp ellenkezőleg: a benne rejlő

élelmezési lehetőségekre kívánják felhívni a figyelmet. Az élelmezésben legfontosabb nem-gabona növényt világszerte termesztik, több ezer fajtája ismert. Több tápanyag nyerhető ki belőle, gyorsabban, kisebb területen, zordabb körülmények között, mint bármely más termesztett növényből.

Hazánkban élelmezési szempontból az egyik legfontosabb termesztett növény a burgonya, amely érzékenyen reagál a talaj tápanyagtartalmának változására, többek között a cink-tartalomra is (Kádár-Szabó 1996, Schmidt *et al.* 2005).

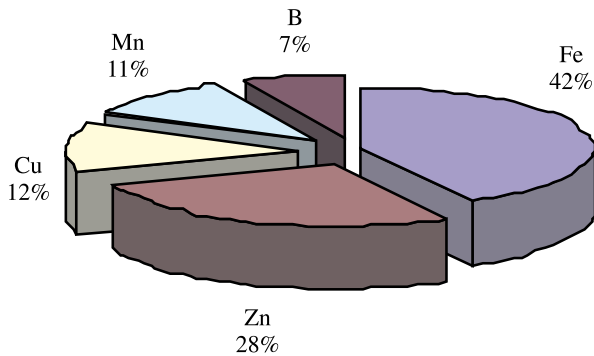
A beltartalmi mutatók közül ki kell emelni a keményítőt, amely 9–26% között változik, és a fehérjét, amely fajtától függően 0,7–4,6%. A keményítő energiahordozó, a fehérje pedig biológiailag csaknem teljes értékű táplálék (Szalay 1998). A beltartalmi mutatók közül kiemelkedő szerepe van még a réznek és cinknek, hiszen hazánk talajai jelentős hiányt mutatnak ezekből az elemekből (1. ábra) (Schmidt *et al.* 1997, Giczi *et al.* 2005, Kappel *et al.* 2005).

1. ábra Mikro-tápelemek aránya a szárazanyag 0,01%-ában

Forrás: Szakál Pál mérései alapján

Figure 1. Rate of micro-nutritive elements in 0.01% of dry matter content

Source: own measurements by Szakál, Pál



A cink jelentős szerepet játszik a biokémiai folyamatokban, ezért fontos a talajok cink-tartalmának növelése. Az ipari üzemekben keletkező nagymennyiségű cink-tartalmú fémhulladékból a mezőgazdaság számára felhasználható, értékes anyagok nyerhetők, mint például a cink-tetramin-hidroxid (Szakál 1993.). A talajok cink-tartalmának növelésére talajkezelésként különböző hidroxid komplexek alkalmazása javasolt (Szakál *et al.* 1989.).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletet 2007-ben végeztük a Darnózseli Zrt. Területén, *Cleopatra* fajtájú burgonyával. A termőterület talajvizsgálati adataiból megállapítható, hogy a káliumhiány mellett jelentősen cinkhiányos a terület. A burgonya kényes a talaj cink-tartalmára, ezért a kísérlet

során a talajkezelést cink-tetramin-hidroxid oldatnak a talajba történő kipermetezésével végeztük, majd rotátorral végeztük a cink egyenletes bekeverését a talajba. az 1. táblázatban található dózissal. Az alkalmazott cinkdózisok 10, 20, 40, 80, 120 kg/ha voltak.

1. táblázat A kísérletek során alkalmazott dózisosok

Table 1. Doses applied in the trials

Kezelés sorszáma	Dózis
1	Kontroll
2	Zn 10 kg/ha
3	Zn 20 kg/ha
4	Zn 40 kg/ha
5	Zn 80 kg/ha
6	Zn 120 kg/ha

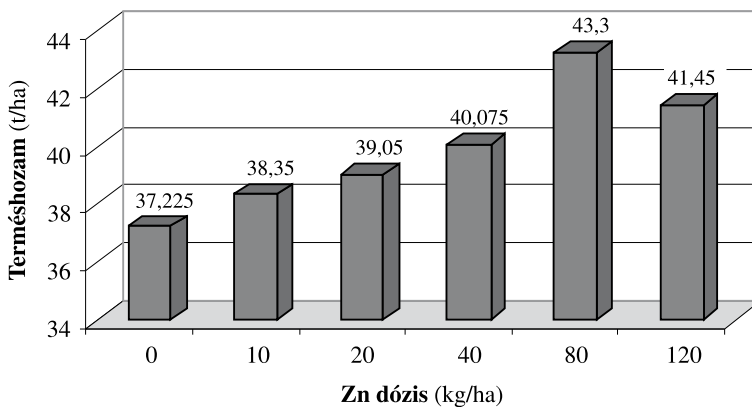
A talajkezelést követően a 100 m²-es parcellákból 10 m hosszú mintateret kiválasztásával vettük a mintát. Ezen mintáknak végeztük a hozamvizsgálatát és a beltartalmi értékeit.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A kezelés hatására a termésátlagok emelkedtek a kontroll parcellához képest. A cink-tetramin-hidroxid hatására a hozamokban bekövetkezett változások bármennyire is egyértelmű növekedést mutattak, ezek a növekedések nem szignifikánsak a kontrollhoz viszonyítva, azaz összefüggésük nem bizonyítható statisztikai úton. A legmagasabb hozamot a 80 kg/ha cinket tartalmazó kezeléssel érték el, és csak ez a kezelés eredményezett szignifikáns különbséget a termésátlag tekintetében a kontroll parcella termésátlagához képest (SZD_{5%} = 2,59 kg/ha).

2. ábra A talajkezelés hatása a terméshozamra

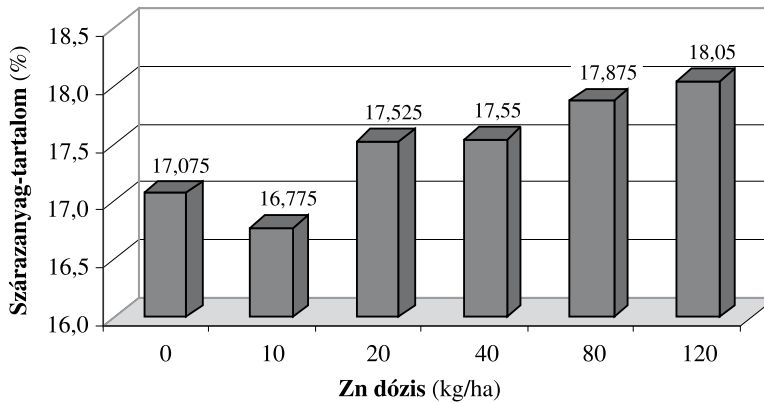
Figure 2. Effect of soil treatment on the yield



A burgonya minőségének megítélésében fontos szerepe van a szárazanyag-tartalomnak. A kísérletek során megvizsgáltuk a cink-tetramin-hidroxid hatását a szárazanyag-tartalomra. Mint a 3. ábrán is látható, a 10 kg/ha cinket tartalmazó kezelés csökkentette a gumók szárazanyag-tartalmát, a többi kezelés hatására azonban ez növekedett a kontrollhoz képest ($SZD_{5\%} = 0,4240$). A kezelések hatására 10%-os szignifikancia szinten mutatható ki különbség a szárazanyag-tartalom változásában (2. táblázat). Az egyes kezelések összehasonlításakor megállapítottuk, hogy a kontroll és a 120 kg/ha és a 10 és 120 kg/ha cinket tartalmazó dóziszú kezelések között 5%-os szignifikanciaszinten különbség van a szárazanyag-tartalomban. A szárazanyag-tartalom növelésével csökkenthető a burgonya redukáló cukortartalma – hisz közöttük fordított arányosság van –, amely rontja a gumók minőségi paraméterét.

3.ábra A talajkezelés hatása a szárazanyag-tartalomra

Figure 3. Effect of soil treatment on the dry matter content



2. táblázat A kezelések varianciatáblázata a szárazanyag-tartalom vizsgálatokor

Table 2. Variance-table of treatments by testing dry matter content

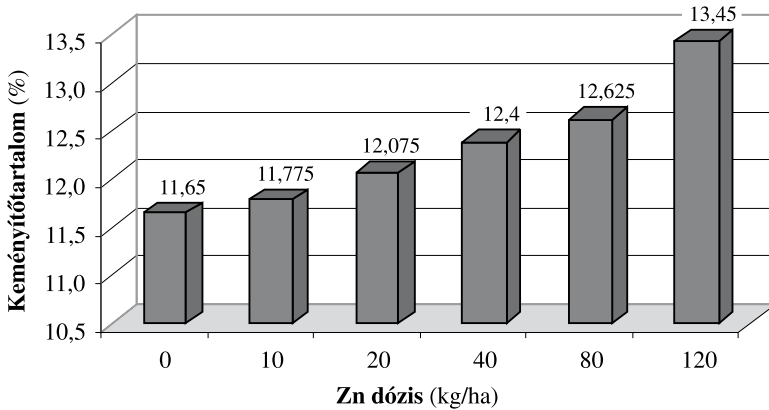
Tényező	SQ	FG	MQ	F	
Összesen	10,705	23			
Ismétlés	0,165	3			
Kezelés	4,595	5	0,9190	2,3188	+
Kontroll	0,768	1	0,7680	1,9378	NS
Többi kezelés	3,827	4	0,9568	2,4140	+
Hiba	5,945	15	0,3963		

+: P = 10%

A szárazanyag-tartalom legnagyobb hányadát a keményítő alkotja (9–26%), amely nagymértékben meghatározza a burgonya minőségét. A túl magas keményítőtartalom sütési szempontból azonban hátrányos. A kezelések hatására a gumók keményítőtartalmának változását a 4. ábra mutatja be.

4. ábra A talajkezelés hatása a keményítőtartalomra

Figure 4. Effect of soil treatments on starch content



Hasonlóan hozamokhoz a keményítőtartalom is növekedett a kezelések hatására. A legmagasabb keményítőtartalmat a 120 kg/ha cinket tartalmazó kezelés esetében értük el. 5%-os szignifikancia szinten (3. táblázat) találtunk különbséget a keményítőtartalomban a kezelések hatására ($SZD_{5\%} = 0,3733$). Nemcsak a kontrollhoz képest, hanem az egyes kezelések hatása között is van szignifikáns különbség (0–80; 0–120; 10–80; 10–120; 20–120; 40–120; 80–120).

3. táblázat A kezelések varianciatáblázata a keményítőtartalom vizsgálatokor

Table 3. Variance-table of treatments by testing starch content

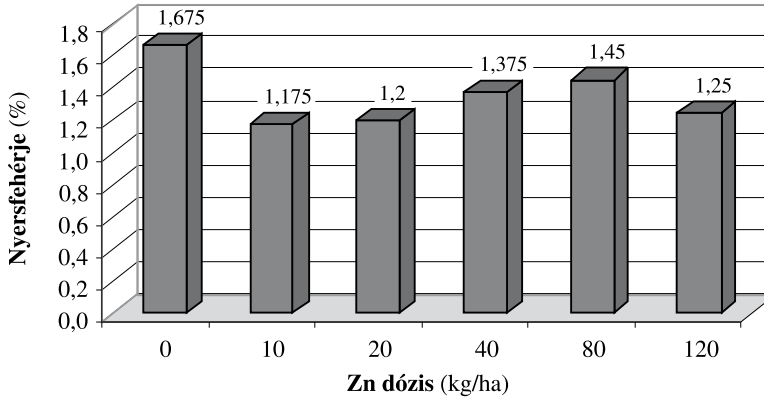
Tényező	SQ	FG	MQ	F	
Összesen	13,5696	23			
Ismétlés	0,2346	3			
Kezelés	8,7271	5	1,7454	5,6817	**
Kontroll	2,2141	1	2,2141	7,2074	*
Többi kezelés	6,5130	4	1,6283	5,3003	*
Hiba	4,6079	15	0,3072		

** : P = 1%; * : P = 5%

A gumók nyersfehérje-tartalmát vizsgálva megállapítható, hogy a kezelések hatására minden esetben csökkenés következett be (5. ábra), a legkisebb nyersfehérje-tartalmat a 10 kg/ha cinket tartalmazó kezelés esetében mértük. A különbségeket vizsgálva megállapítható, hogy a kontroll és a többi kezelés parcelláján termelt burgonyagumók nyersfehérje-tartalma között 10%-os szinten szignifikáns a különbség.

5. ábra A talajkezelés hatása a nyersfehérje-tartalomra

Figure 5. Effect of treatments on raw protein content



KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetünket fejezzük ki az Interreg III/A , HUSKUA/05/02/158. sz. pályázatnak, mely lehetőséget biztosított arra, hogy a hulladékból kinyert mikroelemek mezőgazdasági újrahasznosítását elvégezhettük.

Effect of Zn-soil treatment on yield and quality of potato variety *Cleopatra*

PÁL SZAKÁL¹ – ÉVA SZALKA²

¹ University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Chemistry Department
Mosonmagyaróvár

² Széchenyi István University
Kautz Gyula Faculty of Economic Sciences
Regional Sciences and Public Policies Department
Győr

SUMMARY

The effect of zinc-tetrammine-hydroxide on the yield and quality of potato was studied on alluvial Danube soil with zinc deficiency in 2007. Trials were launched on the fields of Darnózseli Zrt. (Joint-stock Company). Soil treatments were carried out by choosing

sample areas of 10 m in length on plots of 100 m². Potato variety *Cleopatra* was involved into the trials. Trials proved that zinc had not only a yield increasing effect but it also had a positive influence on the change of chemical parameters. A treatment of 80 kg/ha doses produced the highest yield, but dry matter and starch content reached maximum values when a doses of 120 kg/ha was applied. However doses like that reduced the yield. Evaluating the effect of treatments we could observe that there were significant differences in dry matter and starch content. Among the tested parameters the raw protein content of the tubers reduced as a result of the treatments. Compared to the control this difference was significant at a significance level of 10%.

Keywords: zinc-tetrammine-hydroxide, potato, yield, dry matter content, starch, raw protein.

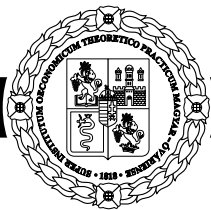
IRODALOM

- Giczi Zs. – Szakál P. – Schmidt R. – Kalocsai R. – Barkóczi M. (2005): Bázisos cink karbonát és napraforgóhamu talajkezelések hatása a burgonya (*Solanum tuberosum*) hozamára és minőségére. *Acta Agronomica Óváriensis*. **47**, (1), 141.
- Kappel N. – Vári R. – Stefanovitsné Bányai É. (2005): Zn-tartalmú lombtrágya hatása más elemek felvehetőségére fűszerpaprikában. *Acta Agronomica Óváriensis*. **47**, (1), 181.
- Kádár, I. – Szabó, L. (1996): Effect of come microelement load on potato (*Solanum tuberosum*) 7. international Trace Element Symposium, Proceeding. 3–10.
- Schmidt, R. – Szalka, É. – Brückner, D. – Szakál, P. (1997): Treatment of potato with metal complexes regained from wastes. 10th International Symposium of CIEC Recycling of plant nutrients from industrial processes. Braunschweig.
- Schmidt, R. – Szakál, P. – Kalocsai, R. – Giczi, Zs. (2005): The effect of copper and zinc tetramints and precipitation ont he yield and baking quality of wheat. *Acta Agronomica Óváriensis*. **47**, (1), 195.
- Szakál P. (1993): Környezetre ártalmatlan réz- és cinktartalmú hulladékból előállított réz- és cink-komplexek mezőgazdasági hasznosítása. Kandidátusi értekezés.
- Szakál, P – Barkóczi, M. – Schmidt, R. (1998): The Agricultural Utilisation if Zn- Utilisation of Copper containing Wasters. World Conference on Hazardus Waste, Elsevier Science Publishers. Amsterdam, 1361–1365.
- Szalay A. (1998): Bevezetés a burgonyatermesztésbe. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

SZAKÁL Pál
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.

SZALKA Éva
Széchenyi István Egyetem
Kautz Gyula Gazdaságtudományi Kar
Regionális-tudományi és Közpolitikai Tanszék
H-9026 Győr, Egyetem tér 1.



Contribution to selective strontium separation and its sorption behaviour study using ^{85}Sr as radioindicator

G. PISARČÍKOVÁ¹ – L. ZÁVODSKÁ² – J. LESNÝ¹

¹ Faculty of Natural Sciences, University of St. Cyril and Methodius
Trnava, Slovakia

² Department of Projecting & Nuclear and Radiation Safety, Ekosur
Jaslovské Bohunice, Slovakia

SUMMARY

An optimization of extraction procedure for Sr^{2+} in model solutions containing many-fold abundance of interfering ions using a commercially available mixture of cis-syn-cis and cis-anti-cis isomers of DCH18C6 has been carried out. ^{85}Sr has been used as radioindicator, trichlormethane as organic solvent and picric acid as counter-ion. At the optimal extraction parameters including 2-fold molar abundance of the extraction reagent, 350-fold abundance of picric acid and pH value in range 3.6–3.8 a 500-fold abundance of Ca^{2+} and Mg^{2+} ions do not have significant interfering effect on extraction selectivity of strontium. At the same conditions a 2-fold abundance of Ba^{2+} ions measurable decreases the extraction efficiency of strontium and a 50-fold abundance of Ba^{2+} disables the realization of extraction. At low Sr^{2+} concentrations, not exceeding $10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$, lignite and natural clinoptilolite show high distribution ratios, while at higher concentrations the ones significantly decrease. Montmorillonite shows from the investigated sorbent samples the lowest distribution ratio. For lignite the influence of the time of foregoing contact with water is for strontium sorption not significant.

Keywords: strontium, DCH18C6, selective extraction, sorption, lignite, clinoptilolite.

INTRODUCTION

Strontium and barium rank 15th and 16th in order of element abundance in the Earth's crust with concentrations not exceeding 400 ppm. The abundance of strontium is far smaller in comparison with the most important alkaline metals (the concentration of Ca in Earth's crust reaches 41000 ppm and the one of Mg reaches 23000 ppm), nevertheless its abundance is 7-fold that of zinc and copper and 30-fold that of lead (Lide 2005). Sr has

no significant biological functions and the reason why its chemical and physical-chemical characteristics are frequent subjects of investigation is as the fact that in the fission process of the mostly used nuclear fuel, namely ^{235}U , its extremely radiotoxic isotope ^{90}Sr is produced with high yields reaching ~6%. As a result of nuclear activity of the mankind as well as the chemical and biochemical similarity of Ca and Sr, in human skeleton the strontium content averages approximately at 4 SU of ^{90}Sr ¹. Owing to its chemical similarity to calcium the contamination of the environment with ^{90}Sr – the consequence of whatever fission products effluences – leads to the possibility of its massive penetration to the food chain via agricultural production. The nuclear properties ^{90}Sr bring about detection problems, which are to solve by including a sample preparation step, namely the selective separation of strontium. The mentioned step represents by environmental samples, as a rule, a difficult task (*Horwitz et al.* 1991, *Andryushchenko et al.* 2003), which is to be handled using specific extraction reagents (*Koreňová et al.* 1990). Some derivatives of macrocyclic polyethers, namely DCH18C6 show for the relevant separation promising results. The extraordinary mobility of strontium in soils significantly influences the remediation potentiality of radiostrontium-contaminated ones (*Sysoeva et al.* 2005). This fact on one hand enables the application of wide scale of natural sorbents, however in the same time the rapid contamination of underground water collectors makes the remediation more difficult.

MATERIALS AND METHODS

Samples & Reagents: The radioindicator etalon for the strontium extraction selectivity investigation as well as for the strontium distribution ratios (D_c) determination, namely $^{85}\text{SrCl}_2$ solution of known specific activity (106.6 kBq g^{-1}) and of known chemical concentration (20 mg dm^{-3} diluted in 3 g dm^{-3} HCl) was obtained from the Czech Meteorology Institute (Czech Republic). All the chemicals used were of analytical reagent grade. The stock solution of the relevant crown ether in trichlormethane was prepared from DCH18C6 – a mixture of cis-syn-cis and cis-anti-cis isomers (Across Organics, Belgium). Aqueous solutions of picric acid were prepared using the relevant reagent (Merck, Germany). All aqueous solutions have been prepared using ultrapure deionized water ($0.054 \mu\text{S cm}^{-1}$). Solutions of interfering cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Ba^{2+}) were prepared from their commercially available chlorides. Sodium citrate and hydrochloric acid of proper concentrations were used as buffer solutions.

The determination of D_c for strontium has been realized for five different sorbents, as follows: a) representative lignite sample obtained by grinding, quartering, sieving (fraction under 1.2 mm) and air-drying of relevant young coal collected from coal-mining site Záhorie (South-West Slovakia), b) and c) the above mentioned sample after 5 minutes and

¹ SU (Strontium unit) represents a unique specific activity unit of ^{90}Sr referring to calcium content in skeleton, which quantitatively equals to $3.7 \cdot 10^{-2} \text{ Bq g}^{-1}$ (1 pCi g^{-1}) (*Takizawa et al.* 2000).

20 hours of agitation with deionised water and air drying, d) representative clinoptilolite sample gained by quartering and sieving of grinded (fraction under 0.5 mm) natural zeolite from the mining site Nižný Hrabovec (East Slovakia), e) montmorillonit K10 with surface area 220–270 m² g⁻¹ (Aldrich, Swiss).

Extraction procedure: For solvent extraction experiments 20 cm³ glass vessels have been applied. As for aqueous and organic phases, an equal volume, 2.5 cm³ have been chosen. The extraction mixtures were horizontally shaken (agitation intensity 2 rps) at 25 °C. Immediately after the separation of phases 1 cm³ of both aqueous and organic phases was taken and the counting rate in all of the resulting solutions has been measured using a gamma spectrometric detection assembly. All analytical procedures have been carried out in three replicate experiments.

Distribution ratios: The experiments targeted the strontium distribution ratios have been carried out using 10 cm³ centrifuge tubes containing 0.05 g of the relevant sorbent and 5 cm³ of radioactively labelled Sr²⁺ solutions of different initial concentrations (from thousandth to tens of mmols). In order to reach quasi-equilibrium state an equal agitation process – 20 h of horizontal shaking by 2 rps – has been chosen. After centrifugation (5 minutes, 3,500 rpm, centrifuge arm length 5.5 cm) the specific counting rates of supernatants have been measured using a gamma spectrometric detection assembly and the particulate distribution ratios have been calculated according the relation, that used by *Wenning et al.* (2000).

Radiometric analysis: For radiometric determinations of ⁸⁵Sr in water, as well as in organic phases a gamma spectrometric detection assembly consisted of the gamma spectrometric scintillation detector 54BP54/2-X, the well type scintillation crystal NaI(Tl) (Scionix, Netherlands) and the data processing software Scintivision32 (Ortec, USA) were used. The counting time 400 s was sufficient for obtaining data with the relative detection error < 2%.

RESULTS AND DISCUSSION

The choice of expected interfering cations was carried out considering the presumptive concentrations in the sample matrixes and the related size correlation with DCH18C6. Our experiments show (*Figure 1*) that the presence of Ca²⁺ and Mg²⁺ has only a negligible influence on the strontium extraction even at 500-fold abundance. However, in markedly lower abundance, Ba²⁺ influences the extraction of Sr²⁺ significantly (*Figure 2*).

The interference effects of Ba²⁺ ions are more evident in comparison with the Ca²⁺ and Mg²⁺ ones. This feature is obviously due to the stronger impact of the favourable ionic radius of Ba²⁺ to the cavity structure of the DCH18C6 than the adequate coincidence of Ca²⁺ and/or Mg²⁺ with the one. The relevant complexation size compatibility plays apparently a critical role. The effect of phase contact time on the extraction efficiency of strontium in the presence of interfering cations at the described conditions we investigated as well. The results show only negligible extraction efficiency changes for time interval 2–120 minutes.

Figure 1. The effect of presence Ca^{2+} and Mg^{2+} on the extraction of strontium
 ($c_{\text{Sr}^{2+}} = 1.25 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, $c_{\text{DCH18C6}} = 2.5 \cdot 10^{-4} \text{ M}$, $c_{\text{C6H3N3O7}} = 4.36 \cdot 10^{-2} \text{ M}$)

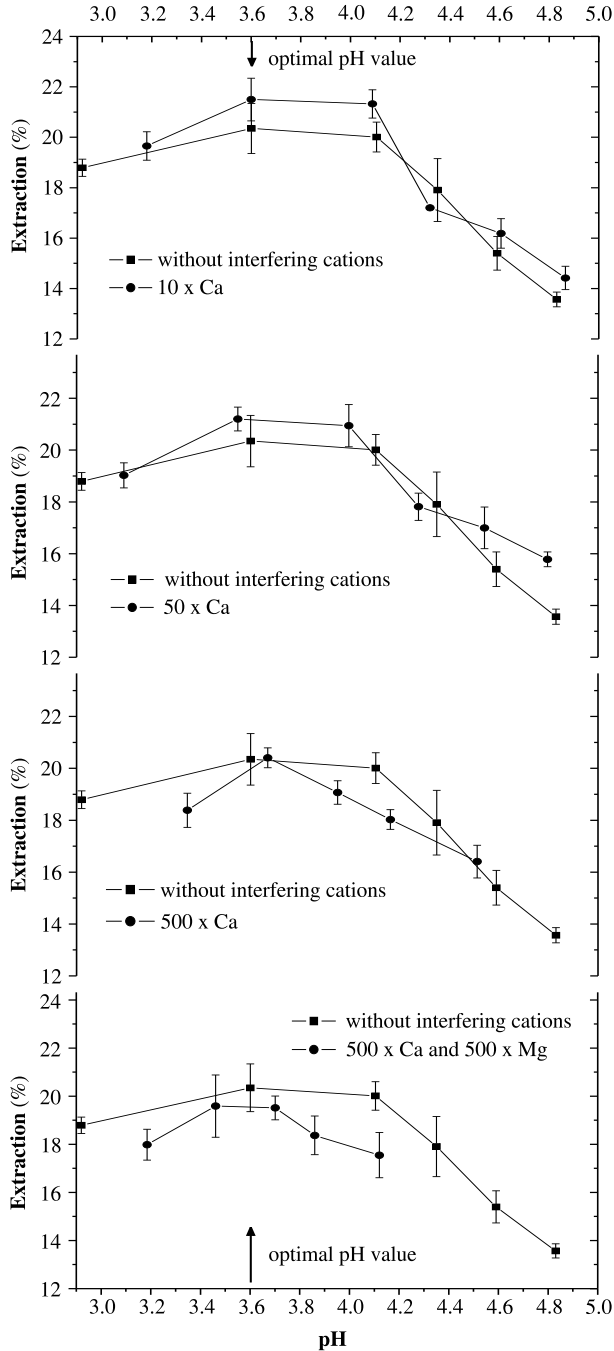
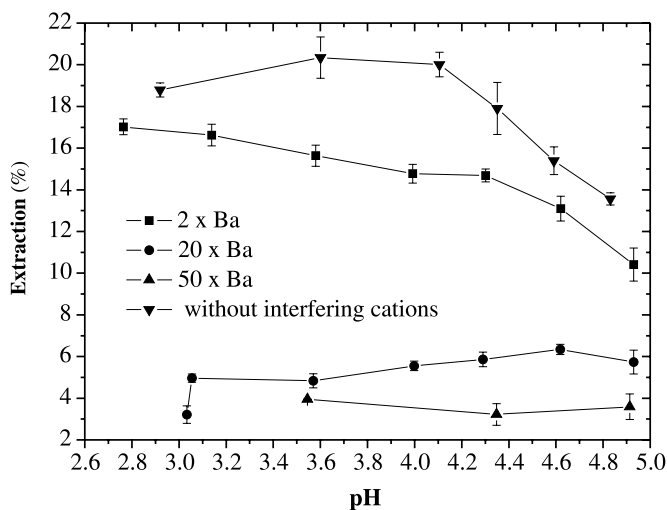
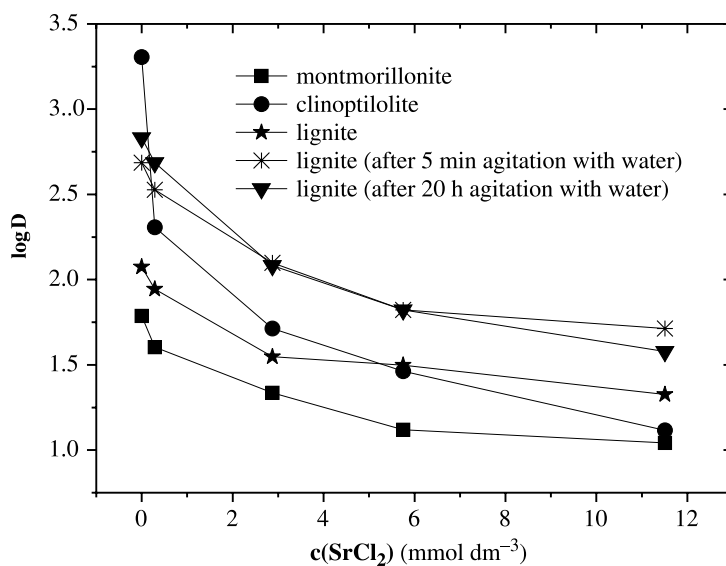


Figure 2. The effect of presence Ba^{2+} on the extraction of strontium ($c_{Sr^{2+}} = 1.25 \cdot 10^{-4} M$, $c_{DCH18C6} = 2.5 \cdot 10^{-4} M$, $c_{C6H3N3O7} = 4.36 \cdot 10^{-2} M$)



From the measurements concerning the distribution ratios of strontium for investigated sorbents the following rising order of sorption ability is apparent: montmorillonite < natural clinoptilolite < lignite. Using initial Sr^{2+} concentrations below $10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$, natural clinoptilolite reaches – beside lignite – an extremely high distribution ratio value as well.

Figure 3. Dependence of strontium distribution ratio on initial Sr^{2+} concentration for the investigated sorbents



As the initial strontium concentration rises, the distribution ratios for studied sorbents distinctly decrease. While the lignite samples after agitation with deionized water show sorption increase, the contact time with water do not play in time interval from 5 minutes to 20 hours any significant role (*Figure 3*). The obtained results show good correlation with the recent literature data and in the same time they enable a more objective assessment of applicability of the investigated natural sorbents for strontium immobilization.

CONCLUSIONS

The investigated extraction reagent, namely the mixture of cis-syn-cis and cis-anti-cis isomers of DCH18C6 in trichlormethane ($c_{\text{DCH18C6}} = 2.5 \cdot 10^{-4}$ M) using picric acid as counter ion ($c_{\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7} = 4.36 \cdot 10^{-2}$ M) at pH 3.6–3.8 is suitable for selective strontium separation ($c_{\text{Sr}^{2+}} = 1.25 \cdot 10^{-4}$) in as much as 500-fold molar abundance of Ca^{2+} and Mg^{2+} ions reaching 19% extraction efficiency. The interference of Ba^{2+} ions, however, causes severe decrease of strontium separation efficiency at much lower abundance not exceeding 2-fold molar concentration that of strontium. At Sr^{2+} concentrations $< 10^{-6}$ M lignite and natural clinoptilolite demonstrate relatively high distribution ratios reaching for wit water treated lignite $D \cong 700 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ and for clinoptilolite even $D \cong 2000 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$. At higher Sr^{2+} concentrations the relevant distribution ratios fall down and at 10^{-3} M concentration do not exceed $100 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$.

Stroncium szelektív szeparációjához és szorpciós tulajdonságainak vizsgálatához való ^{85}Sr radioindikátoros hozzájárulás

G. PISARČÍKOVÁ¹ – L. ZÁVODSKÁ² – J. LESNÝ¹

¹ Szt. Cirill és Metód Egyetem, Természettudományi Kar
Trnava, Szlovákia

² Projekt & Mag és Sugárvédelmi Intézet, Ekosur
Jaslovské Bohunice, Szlovákia

ÖSSZEFOGLALÁS

Sr^{2+} zavaró hatású ionok sokszoros többletének jelenlétében való extrakciós szeparációjának optimalizálását valósítottuk meg. Extrakciós reagensként DCH18C6 cis-syn-cis és cis-anti-cis izomerjeinek elegyét, radioindikátorként ^{85}Sr -ot, szerves oldószerként triklórmetánt és ellen-ionként pikrinsavat alkalmaztunk. A meghatározott paraméterek mellett – beleértve az optimalizált 3,6–3,8 pH-értéket, az extrakciós reagens 2-szeres és a pikrinsav 350-szeres többletét – 500-szoros Ca^{2+} és Mg^{2+} többletének nem volt jelentősebb hatása a

stroncium szelektív extrakciójára. Ezzel ellentétben a Ba^{2+} ionok 2-szeres többlete viszont jelentősen csökkentette a stroncium extrakciójának hatásfokát és 50-szeres Ba^{2+} többlet mellett az extrakciót már nem lehet megvalósítani.

Alacsony, mikromoláris koncentrációkat nem meghaladó Sr^{2+} koncentrációknál a lignit és a természetes klinoptilolit részére magas értékű elosztási együtthatókat határoztunk meg, magasabb koncentrációknál viszont az illető együtthatók erősen csökkennek. A vizsgált szorbensek közül a legalacsonyabb elosztási együtthatókkal a montmorillonit rendelkezik. A lignit részére a stroncium szorpcióját illetően a szorpciót megelőző vízzel való kontaktus ideje nem jár jelentősebb befolyással.

Kulcsszavak: stroncium, DCH18C6, szelektív extrakció, szorpció, lignit, klinoptilolit.

REFERENCES

- Anryushchenko, A. Ju. – Blank, A. B. – Budakovsky, S. V. – Tarasenko, O. A. – Shevtsov, N. I. (2003): Sorption – scintillation determination of ^{90}Sr in natural water. *Anal. Chim. Acta*, 480, 151–156.
- Horwitz, E. P. – Dietz, M. L. – Fisher, D. E. (1991): Separation and preconcentration of strontium from biological, environmental and nuclear waste samples by extraction chromatography using a crown ether. *Anal. Chem.*, 63, 522–525.
- Koreňová, Z. – Lesný, J. – Jagnešáková, J. – Miškovič, T. – Rohoň, O. – Tölgyessy, J. (1990): Subequivalence and superequivalence method of isotope-dilution analysis – determination of strontium. *J. Radioanal. Nucl. Chem. Letters*, 144 (2), 145–149.
- Lide, D. R. (2005): *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, 85th Edition. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Sysoeva, A. A. – Konopleva, I. V. – Sanzharova, N. I. (2005): Bioavailability of radiostrontium in soil: experimental study and modeling. *J. Environ. Rad.*, 81, 269–282.
- Takizawa, Y. – S. Hisamatsu, S. – Abe, T. – Yamashita, J. (2000): Actinides and Long-Lived Radionuclides in Tissues of the Japanese Population: Summary of the Past 20-Year Studies. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 243, (2) 305–312.
- Wenming, D. – Xiangke, W. – Shen, Y. – Zhao, X. – Tao, Z. (2000): Sorption of radiocobalt on bentonite and kaolinite. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 245, 431–434.

Address of the authors – A szerzők levélcíme:

PISARČÍKOVÁ Gabriela
Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave
Fakulta prírodných vied
Nám. J. Herdu 2,
SK-917 01 Trnava

ZÁVODSKÁ Lucia
Ekosur
SK-919 31 Jaslovské Bohunice



Influence of complexing ligands on Zn uptake and translocation in tobacco and celery plants

M. HORNÍK – M. PÍPÍŠKA – L. VRTOCH –
J. SEKÁČOVÁ – J. AUGUSTÍN – J. LESNÝ

Faculty of Natural Sciences
University of SS. Cyril and Methodius
Trnava, Slovakia

SUMMARY

Substances releasing metals sorbed onto soil particles, or substances changing ionic character influence bioavailability of metals and ability for root uptake as well. In our paper in short-term laboratory experiments, the influence of complexing ligands on the uptake and translocation of $^{65}\text{ZnCl}_2$ in hydroponically grown tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) and celery (*Apium graveolens* L.) were studied by gamma-spectrometry. EDTA added in equimolar ratio to ZnCl_2 ($5 \mu\text{mol dm}^{-3}$) caused four-times decrease of Zn uptake within 8 d cultivation in 25% diluted Hoagland medium compared with control experiments. Similar effect of NTA and citrate under the same conditions was not observed. On the other hand NTA, but not EDTA and citrate, stimulated Zn transport from roots to shoots in both tobacco and celery plants. Observed data are discussed in connection with the role of free metal ions and metal-ligand complexes in transport processes.

Keywords: ^{65}Zn , uptake, translocation, tobacco, celery, complexing ligands.

INTRODUCTION

Zinc is an element of special interest with regard to soil fertility. All plants need it as a micronutrient. Zinc deficiency concerns farmers in many regions around the world. Zinc is a trace element essential for cell proliferation and differentiation. It is a structural constituent of many enzymes and proteins, including metabolic enzymes, transcription factors, and cellular signaling proteins. The problems related to micronutrients are not dependent only on their total content in the soil, but rather on their form of binding and therefore their bioavailability. Therefore, several studies have been conducted using seedlings or

adult plant, which have been cultivated in hydroponic conditions (see e.g. *Page and Feller* 2005, *Wenger et al.* 2003, *Sarret et al.* 2001). The chemical speciation is a major factor determining the impact of Zn content on soil fertility.

For more than 40 years, synthetic chelates have been used to supply plants with micro-nutrients in both soil and hydroponics. Ethylenediamine tetraacetate (EDTA) and nitrilotriacetate (NTA) are the common complexing ligands found in synthetic fertilizers. The formation of chelates prevents precipitation and sorption of the metals thereby maintaining their availability for plant uptake. Yet the mechanisms by which chelates enhances metal accumulation are still not well characterized (*Bell et al.* 2003, *Vassil et al.* 1998). Within this context, the objective of our project was firstly to study the changes in chemical speciation of micronutrients, especially zinc in mineral medium supplemented with complexing ligands. The second objective was to study the influence of complexing ligands on the uptake and translocation of Zn in hydroponically grown tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) and celery (*Apium graveolens* L.) in short-term laboratory experiments.

MATERIAL AND METHODS

Seeds of tobacco (*N. tabacum* L.) and celery (*A. graveolens* L.) were germinated and grown at 22 °C in pots filled with granulated perlite watered with diluted Hoagland medium (*Hoagland* 1920), pH 5.5 at light/dark period 12/12 h and illumination with 2 tubes (2000 lx, Brilliant daylight and Tropic sun, SERA, D). After 8 weeks (tobacco) or 5 weeks (celery), seedlings were transferred into Erlenmeyer flask with 25% Hoagland medium (HM) spiked with $^{65}\text{ZnCl}_2$. In time intervals aliquot samples of cultivation media were taken and ^{65}Zn radioactivity was measured by the well type NaI(Tl) scintillation gamma-spectrometer (Scionix, NL) with data processing software Scintivision32 (Ortec, USA). At the end of experiments plants were harvested and roots carefully rinsed in distilled water. In roots, stalks and leaves incorporated radioactivity was measured by gamma-spectrometry. Standardized $^{65}\text{ZnCl}_2$ solution (0.88 MBq cm^{-3} , $50 \text{ mg dm}^{-3} \text{ ZnCl}_2$, $3 \text{ g dm}^{-3} \text{ HCl}$) was obtained from CMI (CZ). Prediction of the Zn speciation in the nutrient solutions as a function of the total salt concentrations, solution pH and temperature was performed using the software Visual MINTEQ ver. 2.52. This speciation model allows the calculation of the composition of solution of specified conditions.

RESULTS AND DISCUSSION

Numerous Zn-ligand complexes can exist in solution which can be difficult to measure directly, and speciation models, based on total dissolved concentrations of elements and ligands and their stability constants are often used to infer Zn^{2+} concentration in soil solution (*Zhang and Young* 2006). As can be calculated by Visual MINTEQ speciation

program, zinc in HM nutrient medium at pH 5.5 occurs practically as free cation (> 95% Zn^{2+}). According to the speciation calculations, the addition of 10 μM of NTA or EDTA led to an almost 90% and 96% Zn complexation, respectively. The addition of 5 μM of NTA or EDTA led to 60–68% Zn complexation, the addition of 5 or 10 μM of citric acid caused only negligible Zn complexation (*Table 1*). It corresponds well with known stability constants of Zn-ligand complexes expressed as $\log \beta = 16.5$ (for EDTA-Zn), 10.7 (for NTA-Zn) and 4.9 (for Citrate-Zn) at $\mu = 0.1$ and 20 °C (*Sillén and Martell 1964*).

Table 1. Content of Zn^{2+} ions and corresponding Zn-ligand complexes (%) at equilibrium in 25% HM* at pH 5.5 and 22 °C in the presence of EDTA, NTA and CA. Calculated by program Visual MINTEQ ver. 2.52.

Metal	Ligand	Zn speciation
5 μM $ZnCl_2$	–	95% Zn^{2+}
5 μM $ZnCl_2$	5 μM Citric acid	92.0% Zn^{2+} ; 3.3% ZnCitrate ⁽⁻⁾
	10 μM Citric acid	88.0% Zn^{2+} ; 6.5% ZnCitrate ⁽⁻⁾
5 μM $ZnCl_2$	5 μM EDTA	30.0% Zn^{2+} ; 68.0% ZnEDTA ⁽²⁻⁾
	10 μM EDTA	3.2% Zn^{2+} ; 96.0% ZnEDTA ⁽²⁻⁾
5 μM $ZnCl_2$	5 μM NTA	38.0% Zn^{2+} ; 60.0% ZnNTA ⁽⁻⁾
	10 μM NTA	11.0% Zn^{2+} ; 89.0% ZnNTA ⁽⁻⁾

* Initial concentration of salts in medium ($mg\ dm^{-3}$): $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ – 92.4; KNO_3 – 101.1; $CaCl_2$ – 111; $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$ – 72.9; $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ – 11.6; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – 4.5; $NaNO_3$ – 84.9; NH_4Cl – 53.5; NH_4NO_3 – 40.0; H_3BO_3 – 2.1; $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ – 0.015; $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ – 1.25; $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0.16; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ – 0.2, pH 5.5

EDTA added in equimolar ratio to $ZnCl_2$ (5 $\mu mol\ dm^{-3}$) caused four-times decrease of Zn uptake by celery within 8 d cultivation in 25% diluted HM, compared with control experiments. Similar effect of NTA and citrate under the same conditions was not observed (*Figure 1*). The same effect was also observed in the case of tobacco plants (data not shown). Speciation analysis showed that Zn root uptake data correspond well with the concentration of zinc in free Zn^{2+} ionic form. The uptake of another bivalent metals in the presence of EDTA will decrease with increasing metal-ligand stability constants in the order $Co^{2+} \geq Zn^{2+} \gg Cu^{2+}$. *Wenger et al.* (2003) remarked that the formation of negatively charged Cu-NTA complexes prevented the Cu from binding to the cation exchange sites in the cell walls of the tobacco roots. The Cu-NTA complex might be taken up and translocated within the plant as an anion and thus overcome the control mechanism of the plants. We suppose that the same mechanism is involved also in the case of Zn-NTA complex uptake by tobacco and celery plants. Zinc is in prevailing part trapped in the tobacco and celery roots and only partially transported to shoots. The presence of EDTA in cultivation media caused decrease of Zn transport from roots to shoot, what can be seen from the increase of $[Zn]_{root} / [Zn]_{shoot}$ concentration ratio comparing with control experiments (*Table 2*). On the contrary NTA slightly supports Zn transport from roots to shoots, effect of citrate is not significant under given experimental conditions. Zn found in the roots and shoots in per cent of the total amount of accumulated zinc are shown in *Figure 2A, 2B*. *Bell et al.* (2003) found, that

citrate and histidine are accumulated average 20-fold greater than EDTA in plant tissues of swiss chard. That may explain the fact that the Zn in the presence of EDTA was preferentially accumulated in roots of tobacco and celery plants.

Figure 1. Influence of complexing ligands on Zn uptake by celery (*A. graveolens* L.) cultivated in 25% HM containing $5 \mu\text{mol dm}^{-3}$ ZnCl_2 and equimolar concentration of NTA, EDTA or CA, pH 5.5 and 22 °C.

Total Zn uptake after 8 d cultivation (%):
No ligands – 40.2; NTA – 52.0; EDTA – 19.9; and CA – 41.5

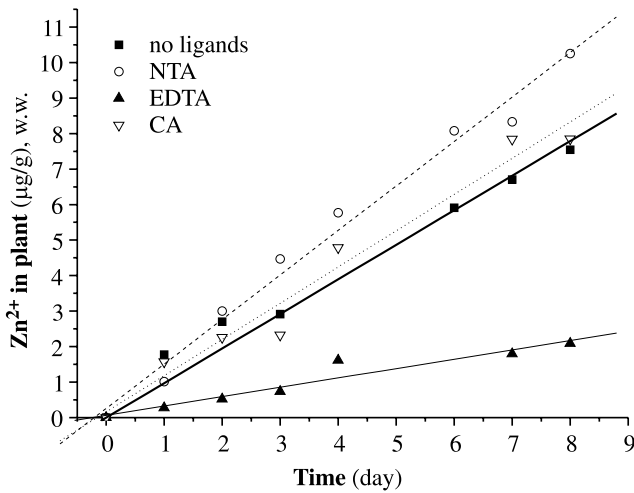


Figure 2. Influence of complexing ligands on distribution of Zn in roots and shoots of tobacco (*N. tabacum* L.) (A) and celery (*A. graveolens* L.) (B) after 8 day cultivation in 25% HM containing $5 \mu\text{mol dm}^{-3}$ ZnCl_2 .

Composition of nutrient media and Zn speciation see in Table 1.

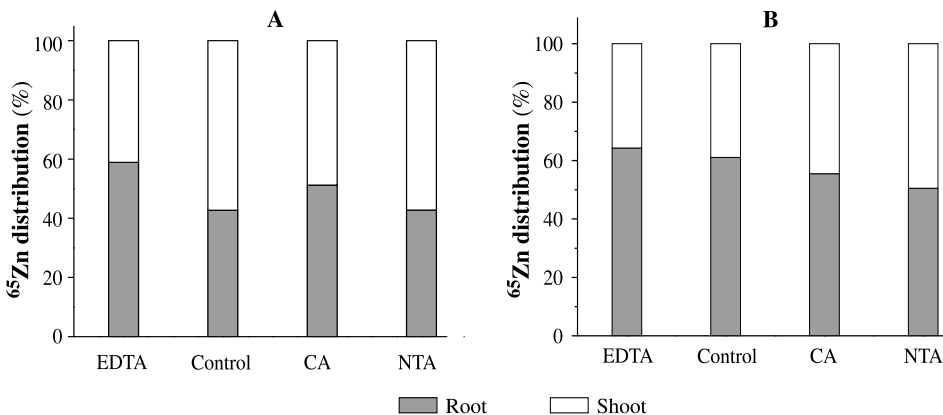


Table 2. Influence of complexing ligands on $[Zn]_{\text{root}} / [Zn]_{\text{shoot}}$ concentration ratio $[\mu\text{g g}^{-1}] / [\mu\text{g g}^{-1}]$ (dry weight basis) in tobacco (*N. tabacum* L.) and celery (*A. graveolens* L.) plants after 8 d cultivation in 25% HM containing $5 \mu\text{mol dm}^{-3} \text{ZnCl}_2$

Plant	Complexing ligand	$[Zn]_{\text{root}} / [Zn]_{\text{shoot}}$
Tobacco	–	10:1
	$10 \mu\text{mol dm}^{-3}$ CA	11:1
	$5 \mu\text{mol dm}^{-3}$ NTA	8:1
	$10 \mu\text{mol dm}^{-3}$ EDTA	17:1
Celery	–	8:1
	$5 \mu\text{mol dm}^{-3}$ CA	9:1
	$5 \mu\text{mol dm}^{-3}$ NTA	6:1
	$5 \mu\text{mol dm}^{-3}$ EDTA	15:1

CONCLUSIONS

EDTA in mineral nutrient hydroponic media diminishes both Zn root uptake and Zn transport from roots to shoots of tobacco and celery plants. NTA slightly accelerate Zn root uptake and Zn transport from roots to shoots. The effect of citrate on both processes was not significant. These facts are necessary to take in consideration at development of new formula of mineral nutrients, supplemented with complexing ligands.

ACKNOWLEDGEMENTS

This project was supported by European Fund for Regional Development as a part of the initiative INTERREG IIIA, HU-SK-UA 05-02-158, No. 144-201-000-32 of The Ministry of Construction and Regional Development of Slovak Republic.

A komplexképző ligandumok hatása a Zn felvételre és a Zn felhalmozódás a dohány és zeller növényekben

M. HORNÍK – M. PIPÍŠKA – L. VRTOCH – J. SEKÁČOVÁ –
J. AUGUSTÍN – J. LESNÝ

Szt. Cirill és Metód Egyetem
Természettudományi Kar
Trnava, Szlovákia

ÖSSZEFOGLALÁS

Olyan anyagok, amelyek a talajok összetevőin szorbeált fémek kioldását teszik lehetővé, illetve olyanok, amelyek változtatják azoknak az ion-jellemzőit, jelentősen befolyásolják a fémek biológiai felhasználhatóságát és a gyökerek általi felvételt. Értekezésünkben, gamma-spektrometria segítségével, rövid lejáratú laboratóriumi kísérleteket alkalmazva, komplexképző ligandumok befolyását tanulmányoztuk, ^{65}Zn -kel jelölt cink-klorid felvételét és transzlokációját illetően, hidroponikusan termesztett dohányra (*Nicotiana tabacum* L.) és zellerre (*Apium graveolens* L.). ZnCl_2 -hoz ($5 \mu\text{mol dm}^{-3}$) ekvimoláris arányban adagolt EDTA négyszeres Zn felvételsökkenéshez vezetett 8 napi kultiválás és 25%-os Hoagland-médium alkalmazásánál. Egyforma feltételek mellett nem észleltünk hasonló befolyást sem NTA, sem pedig citrát alkalmazásánál. Másrészt, az NTA jelentősen elősegítette a cink, a gyökerekből a sarjakba való transzlokációját, mind dohánynál, mind pedig zellernél. EDTA és citrát alkalmazásánál ezt az efféktust nem észleltük. A kapott adatokat a szabad fém ionok és fém-komplexek szerepét illetően tárgyaljuk.

Kulcsszavak: ^{65}Zn , felvétel, transzlokáció, dohány, zeller, komplexképző ligandumok.

REFERENCES

- Bell, P. F. – McLaughlin, M. J. – Cozens, G. – Stevens, D. P. – Owens, G. – South, H. (2003): Plant uptake of ^{14}C -EDTA, ^{14}C -Citrate, and ^{14}C -Histidine from chelator-buffered and conventional hydroponic solutions. *Plant Soil* 253, 311–319.
- Hoagland, D. R. (1920): Optimum nutrient solution for plants. *Science* 52, 562–564.
- Page, V. – Feller, U. (2005): Selective transport of zinc, manganese, nickel, cobalt and cadmium in the root system and transfer to the leaves in young wheat plants. *Ann. Bot.* 96, 425–434.
- Sarret, G. – Vangronsveld, J. – Manceau, A. – Musso, M. – D'Haen, J. – Menthonnex, J. J. – Hazemann, J. L. (2001): Accumulation forms of Zn and Pb in *Phaseolus vulgaris* in the presence and absence of EDTA. *Environ. Sci. Technol.* 35, 2854–2859.
- Sillén, L. G. – Martell, A. E. (1964): Stability constants of metal ion complexes. Metcalfe & Cooper Limited, London, 754 p.
- Vassil, A. D. – Kapulnik, Y. – Raskin, I. – Salt, D. E. (1998): The role of EDTA in lead transport and accumulation by Indian mustard. *Plant Physiol.* 117, 447–453.

Wenger, K. – Gupta, S. K. – Furrer, G. – Schulin, R. (2003): The role of nitrilotriacetate in copper uptake by tobacco. J. Environ. Qual. 32, 1669–1676.

Zhang, H. – Young, S. D. (2006): Characterizing the availability of metals in contaminated soils. II. The soil solution. Soil Use Manag. 21, 459–467.

Address of the authors – A szerzők levélcíme:

HORNÍK Miroslav
University of SS. Cyril and Methodius
Faculty Natural Sciences
Department of biotechnology
J. Herdu 2.
SK-917 01 Trnava
Slovak Republic



Ásványi anyagok a lovak takarmányozásában

PONGRÁCZ LÁSZLÓ¹ – CZIMBER GYULA² – HORVÁTH DANIELLA³

¹ Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Állattudományi Intézet
Mosonmagyaróvár

² Magánállatorvos
Mosonmagyaróvár

³ Bábolna Nemzeti Ménesbirtok Kft.
Bábolna

ÖSSZEFOGLALÁS

A különböző korú, illetve eltérő nehézségű munkát végző lovak takarmányozásában a harmonikus mikroelem-ellátásra hangsúlyt kell helyezni, ugyanis lovaink optimális fejlődéséhez nélkülözhetetlen a megfelelő ásványianyag-ellátás nem csupán a vemhesség és a szoptatás időszakában valamint a csikókorban, de a magas szintű sportteljesítmény eléréséhez a munkavégzés során is. A szükségleteket fedezni kell, a mikroelem-hiányos tömegtakarmányok és abrak etetése esetén pedig a hiány pótlására premix-kiegészítés szükséges.

Kulcsszavak: ásványi anyag, ló, takarmányozás.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A mikroelemek (nyomelemek) az állati szervezetben és a takarmányokban csak kis – 1 kg-ban mg-nyi – mennyiségben előforduló elemek. Az utóbbi évek kísérleteken, illetve vizsgálatokon alapuló idevonatkozó tudományos eredményei sem nevezhetők azonban teljesnek a lovak mikroelem-ellátottság, illetve -szükséglete szempontjából. Az energia- és fehérje-szükséglet, valamint a makroelemek tekintetében azonban az ajánlások a ló fajra vonatkozó szükségleti értékeken alapulnak (*Frape* 1986, *N. R. C.* 1988, *Magyar Takarmánykódex* 2004). Ezzel párhuzamosan a gyakorlatban egyre többször fordulnak elő a lovaknál is mikroelemhiány következtében különféle hiánybetegségek, így a növekedési és fejlődési rendellenességek, valamint a nehéz munkát végző sport- és versenylovaknál gyakori a teljesítőképesség csökkenése (*Glade* 1989).

A mikroelemek a szervezet anyagcseréjének biokémiai folyamataiban nélkülözhetetlenek. Nagyon fontos a mikroelemek egymáshoz, – illetve bizonyos más táplálóanyagokhoz – való aránya, mert gyakran tapasztalunk különféle – leginkább káros, ritkábban előnyös – kölcsönhatásokat. Ezeket a kölcsönhatásokat, illetve a takarmányok mikroelem-tartalmát a lovak szakszerű takarmányozásánál is figyelembe kell venni, szükség esetén pedig mikroelem kiegészítést kell biztosítani (*Bodó-Hecker* 1992, *Meyer* 1986, *Schmidt* 1998, *Zeitler-Feicht* 2001). A lovak számára legfontosabb mikroelemek *Anke* és *mtsai* (1983), *Schubert* (1991), *Fugli* és *mtsai*. (1996), valamint a fentiekben említett szerzők szerint: a vas (Fe), a réz (Cu), a cink (Zn), a mangán (Mn), a kobalt (Co), a szelén (Se) és a jód (I).

Vas (Fe)

A mikroelemek közül a szervezetben a vas fordul elő a legnagyobb mennyiségben. A vas a vörösvértestek, illetve az izom festékanyagának, a hemoglobinnak és a myoglobinnak a képzéséhez nélkülözhetetlen. A sejtek működéséhez szükséges oxigént a hemoglobinban lévő vas köti meg és szállítja a vérrel a sejtekbe. Továbbá jelentős szerepe van a vasnak abban is, hogy több enzimnek az alkotórésze. A szervezet a vasellátását a felszívódás útján jól képes szabályozni. Amikor a szervezet több vasat igényel, a felszívódás mértéke az 50%-ot is meghaladja. Kisebb vasszükséglet esetén a felszívódás mértéke akár 1%-ra is lecsökkenhet.

A vemhesség utolsó három hónapjában a kancák vasszükséglete különösen nagy. Ugyancsak nagy a vasigénye a szopós csikóknak, ráadásul a kancatej nagyon kevés vasat tartalmaz. A fiatal állatok 3–4 hetes kortól egyre több szilárd takarmányt vesznek fel, amely már megfelelő mennyiségben tartalmaz vasat. A sportlovaknál a verejtékezés következtében jelentkezik a többlet vasigény. Jelentősen növekszik a lovak vasszükséglete nagyobb mértékű vérvesztés esetén, valamint pl. véres hasmenéskor. A lovak számára megfelelő takarmány vastartalma 60–100 mg/kg között alakul szárazanyagra vonatkoztatva.

Réz (Cu)

A réz a szervezetben számos nagy jelentőséggel bíró enzimek alkotórésze. Rezet igényel a szervezet a vasszuszívódáshoz és a hemoglobin képződéséhez. Jelentősége van a pigmentképződésben és az energiaátalakításban, valamint nélkülözhetetlen a kollagén szilárdságához (érfalak, izületek stb.).

A rézhiány mutatkozhat már szopós csikóknál is, ha a születéskor a csikók mája nem rendelkezik elegendő mobilizálható réztartalékkal. Éppen ezért fontos a vemhes kancák megfelelő rézellátottsága. A kancatej is kevés rezet tartalmaz, ezért a szopós csikók szilárd takarmányainak is megfelelő mennyiségű rezet kell tartalmaznia. Amennyiben megfelelő réztartalmú takarmányok nem állnak rendelkezésre (pl. ha a növényzet is rézhiányos), akkor kiegészítésről kell gondoskodni. Sajnos Magyarország jelentős területein kell ilyen okból rézhiánnyal számolni. Ráadásul e hiány még növekszik is, ha a takarmány viszonylag sok molibdént vagy szulfátként tartalmaz, melyek olyan kötést képeznek a rézzel, ami gyakorlatilag lehetetlenné teszi a réz felszívódását. A takarmányokban lévő más nyomelemek, mint a cink, a vas és a kadmium, valamint a kalcium is növelhetik a rézszükségletet, mivel ezek az elemek is mérsékelhetik a réz felszívódását. A többi háziállattal ellentétben a

lovak a takarmányok magas réztartalmára nem érzékenyek. A ló által igényelt takarmányok réztartalma 6–10 mg/kg takarmány szárazanyag körül alakul.

Cink (Zn)

A cink fontos enzimek alkotórésze. Cinket tartalmaz az inzulin, így a cink szerepe jelentős a szénhidrát- és fehérjeanyagcserében. Cink szükséges a bőr, a pata és a nyálkahártya megfelelő szintéziséhez is. A cinkhiány varas képződéseket, bőrelváltozást (parakeratózis) és egyidejűleg szőr hullást eredményez, továbbá szaporodási zavarok lépnek fel és megnő a fertőzések kialakulásának a veszélye is.

A lovak cinkszükséglete az etetett takarmányokkal általában biztosítható. Ennek ellenére a fiatal állatoknál figyelembe kell venni a rézanyagcsere antagonistikus hatását. Emellett a nagyteljesítményű sportlovak cinkellátására hangsúlyt kell helyezni, tekintettel a megnövekedett szénhidrátforgalomra, illetve a kültakaróra háruló, a környezeti tényezők gyors változásából fakadó nagyobb szerepre. A lovak takarmányának cinkszükséglete átlagosan 60 mg/kg körül alakul.

Mangán (Mn)

A mangán több metalloenzim alkotórésze, melyek részt vesznek a csontfejlődésben, de a belső elválasztású mirigyek és szaporítószervek működésében, valamint az izomzat fejlődésében és a vérképzésben is. A mangán tehát a szervezet szinte minden sejtjében megtalálható. Sokat tartalmaz belőle a máj, de található belőle az izmokban és a csontokban is. A mangán kevésbé toxikus nyomelem. A lovak abrak- és szálastakarmányokkal ártalmas mennyiséget nem vesznek fel. A takarmányadag magasabb vastartalma a lovak mangánszükségletét növelheti. A meszes talajok takarmánynövényei általában kevés mangánt tartalmaznak, mivel azok a talajból nem tudják a nyomelemet felvenni. A lovak átlagos szükséglete 50–60 mg/kg takarmány szárazanyag.

Kobalt (Co)

A kobalt nélkülözhetetlen alkotója a B₁₂-vitaminnak, mely részt vesz a vérképzésben, de a fehérje- és energiaforgalomban is fontos szerepet tölt be. A lovak bélflórája képes B₁₂-vitamint előállítani, amit a szervezet hasznosít. A lovak kobaltszükséglete a felvett takarmányokból általában biztosított, 0,05–0,1 mg/kg körül alakul.

Szelén (Se)

A szelén védi a sejtmembránt, ugyanakkor a túladagolását el kell kerülni. A szelénmérgezés első tünetei közé tartozik a sörény és a fark szőrzetének hullása, a kötött járás (akár a teljes járásképtelenségig). Hazánkban leginkább a Bakony és a Vértes, valamint a Mecsek és a Börzsöny területén találhatóak olyan területek, ahol a talajok és a termesztett takarmánynövények szelénhiányosak, így a lovak takarmányadagját célszerű szelénnel kiegészíteni. A szelén és az E-vitamin között olyan kölcsönhatás van, hogy a szelénhiány E-vitamin, az E-vitamin hiánya pedig szelénadagolással részben csökkenthető. A lovak takarmányának szerléntartalma 0,1–0,2 mg/kg körül alakul.

Jód (I)

A szervezet jódkészletének nagyobb része – mintegy 75%-a – a pajzsmirigyben található. A pajzsmirigy a jódot az állatok anyagforgalmában alapvető fontosságú két hormonnak, a tiroxinak és a trijodotriioninnak az előállításához használja fel. Jódhiány esetén a pajzsmirigy a hormontermelést úgy igyekszik növelni, hogy állománya túlburjánzik, azaz golyva fejlődik ki. Golyva akkor is kialakulhat, ha a jódelátás kielégítő, azonban az etetett takarmányok a jód hasznosulását gátló anyagokat tartalmaznak. A vemhes és szoptató kancáknak, illetve a tenyésztőszakban a tenyészméneknek nagyobb jódmennyiséget ajánlott biztosítani. A lovak jódszükséglete 0,1–0,3 mg/kg körül alakul a takarmányok szárazanyagtartalmára vonatkozóan.

A különböző korú és hasznosítású lovak mikroelem-szükségletét a teljesítményükhöz igazodva kell biztosítani. Amennyiben az etetett abrak- és tömegtakarmányokban nyomelemekből hiány mutatkozik, azokat a mikroelemeket premixek adagolásával szükséges pótolni.

Trace elements in the practice of horse feeding

LÁSZLÓ PONGRÁCZ – GYULA CZIMBER – DANIELLA HORVÁTH

SUMMARY

It is very important to keep in mind the proper need of trace elements not only of working sporthorses, but also of breeding animals, foals and yearlings because of for the desirable growing and developing of the body. Therefore, having an incomplet feed source in trace elemets, it is necessary to add the needed amount.

Keywords: trace elements, horse, feeding.

IRODALOM

- Anke, M. – Groppe, B. – Kronemann, H. – Kosla, T. (1983): Züchtung, Erneuerung und Wachstum von Pferden. IV. International Symp., Leipzig, 345. p.
- Bodó I. – Hecker W. (1992): Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Frape, D. I. (1986): Equine nutrition and feeding. Longman Scientific Technical. Burnt Mill.
- Fugli K. – Regiusné M. Á. – Gundel J. – Rózsa L. (1996): Állattenyésztés és Takarmányozás, 45. 2–3. 255–260. p.
- Glade, M. (1989): Nutrition for the high performance horse. Feed International.
- Magyar Takarmánykódex (2004): Gazdasági állatok táplálóanyag-szükséglete, takarmányok kémiai összetétele és mikotoxin határértékek a takarmánykeverékekben. Budapest.

- Meyer, H.* (1986): Pferdefütterung. Paul Parey. Berlin-Hamburg.
- N. R. C.* (1988): Nutrient requirements of horses. National Academy of Sciences. Washington DC.
- Schmidt J.* (1998): A gazdasági állatok takarmányozása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Schubert, R.* (1991): Pferdefütterung. Hochschulstudium. Universität Leipzig.
- Zeitler-Feicht, M. H.* (2001): Handbuch Pferdeverhalten. Ulmer. Stuttgart-Hohenheim.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

PONGRÁCZ László
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Állattudományi Intézet
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

CZIMBER Gyula
magánállatorvos
H-9200 Mosonmagyaróvár, Várallyay Gy. u. 31.

HORVÁTH Daniella
Bábolna Nemzeti Ménesbirtok Kft.
H-2943 Bábolna, Mészáros út 1.



Szelénnel kezelt komposzton termesztett csiperkegomba szelénspeciációs vizsgálata

KAROSI ROLAND^{1,2} – MARCIN WOJCIECHOWSKI¹ –
EWA BULSKA¹ – TÓÁSÓ GYULA³ – POSTA JÓZSEF²

¹ Faculty of Chemistry, Warsaw University
Pasteura 1, 02-093 Warsaw, Poland

² Debreceni Egyetem
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék
Debrecen

³ Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÓ

Munkánk célja természetes és szelénnel kezelt komposzton termesztett csiperkegomba (*Agaricus bisporus*) minták teljes szeléntartalmának meghatározására és a minták minőségi szelénspeciációs vizsgálatára irányult. Különböző extrakciós közegeket biztosítva (vizes, savas közeg és enzimek jelenléte – tripszin, drizeláz és proteáz) megvizsgáltuk az extrakció hatásfokát, az extrakcióval kinyert szelénformákat és összehasonlítottuk a hús 6 órás mechanikus keverés és fél órás ultrahangos rázatás hatását az extrakció hatásfokára. A szeléntartalom meghatározása ICP-MS készülékkel történt a ⁸²Se izotóp monitorozásával. A gombaminták vizes és enzimatis extraktumainak szelénspeciációs vizsgálatát HPLC technikával, anioncserélő oszlopon történő elválasztással hajtottuk végre, amit online ICP-MS meghatározás követett. Néhány ismeretlen szelénspeciesszel egyetemben a mintáinkban szelenometionint, szelenocisztint, szeleno-metil-szelenociszteint és szervetlen szelénformákat sikerült azonosítanunk.

BEVEZETÉS

A szelén egyike azoknak az elemeknek, amelyek nagyon szűk toleranciatartománnyal jellemezhetők [1], azaz a szervezet számára szükséges és a toxikus szelénmennyiség nagyon közel esik egymáshoz. Az ajánlott napi beviteli szint alatti szelénfelvétel különböző szelénhiánnyal kapcsolatos betegségekhez vezethet [2–4], az ajánlott bevétel többszörösét

meghaladó mennyiségnél viszont a szelén toxikus hatása figyelhető meg. Mindemellett ezt az elemet az emberek nélkülözhetetlen tápanyagaként könyvelték el, melynek nagy biológiai aktivitása ismert. Fontos része néhány enzimnek, mint például a glutation-peroxidáz és tioredoxin redukáz [5, 6]. A különböző szelénvegyületek szervezetre gyakorolt eltérő hatása miatt az analitikai kémia fontos tárgyává vált a szelenspeciáció, azaz a szelénformák egymás melletti meghatározása. Fontos, hogy a felvett szelén milyen kémiai formában kerül be a szervezetbe, és ennek függvényében milyen átalakulás után raktározódik, illetve ürül ki a szervezetből.

1. táblázat Néhány, a környezetünkben megtalálható szervetlen és szerves szelénmódosulat

Table 1. Some inorganic and organic selenium species and their formula

Name	Formula
Szelenit	SeO_3^{2-}
Szelenát	SeO_4^{2-}
Szelenometionin	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Se-CH}_3$
Szelenocisztein	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{-Se-H}$
Szelenetionin	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Se-CH}_2\text{CH}_3$
Szelenocisztin	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{-Se-Se-CH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$
Se-metil-szelenocisztein	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{-Se-CH}_3$
Selenocianid	HSeCN
γ -glutamil-Se-metil-szelenocisztein	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{-CO-NHCH}(\text{COOH})\text{CH}_2\text{-Se-CH}_3$
Szelenocisztationin	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Se-CH}_2\text{CH}(\text{NH}_3)\text{COOH}$
Szelenohomocisztein	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Se-H}$
Trimetilszelenonium kation	$(\text{CH}_3)_3\text{Se}^+$
Szelenocisztamin	$\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{-Se-Se-CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$
Se-adenozilszelenohomocisztein	$\text{HOOCCH}(\text{NH}_2)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Se-CH}_2\text{C}_4\text{H}_5\text{C}_5\text{N}_4\text{NH}_2$
Dimetilszelenid	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{Se}$ (illékony)
Dimetildiszelenid	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{Se-Se}(\text{CH}_3)$ (illékony)

A szelénhiányos környezetben ezért biztosítani kell, hogy táplálék-kiegészítők formájában pótolhassuk a hiányt. Erre lehetnek alkalmasak a gombák, mert ezek bizonyos nyomelemeket a táptalajból nagy koncentrációban képesek felvenni, elraktározni. Ezért korábbi vizsgálataink első lépése az volt, hogy nátrium-szelenittel és nátrium-szelenáttal kezelt komposzton termesztett csiperkegombának (*Agaricus bisporus*) vizsgáltuk a terméshozamát a táptalaj szelénszintjének függvényében. Sikerült meghatározni az elemfelvételbeli különbséget a szelenit és szelenát forma között. Mindkét formára meghatároztuk a komposzt optimális szeléntartalmát, amely esetén a terméshozam javulása mellett kellő szeléndúsulás érhető el. Megállapítottuk továbbá, hogy milyen a komposzt maximális szeléntartalma, amely jelenlétében megszűnik a gomba fejlődése. A nagy szeléntartalmú termesztett csiperkegomba szárítás után jól porítható, szeléntartalma a kívánt értékre beállítható. Ez alapja lehet olyan tápláléknak, táplálék-kiegészítőnek, amely az emberi szervezet számára a szelénhiány pótlását biztosítja.

E projekt keretében arra kerestünk választ, hogy a felvett szelént a csiperkegomba milyen kémiai formában raktározza. Az emberi szervezet számára ugyanis ettől erősen függ, hogy a gombában dúsult szelént a szervezet mennyire tudja hasznosítani, és hogy e szelénkoncentráció ebben a formában nem toxikus-e. A korábbi és jelenlegi vizsgálatok a Debreceni Egyetem Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékének a Nyugat-Magyarországi Egyetem Élelmiszertudományi Intézetével és a Varsói Egyetem Kémiai Karával folyó együttműködése keretében folynak.

BERENDEZÉSEK ÉS MÓDSZEREK

Teljes szeléntartalom

A vizsgálatok első lépése a gombaminták összes szeléntartalmának meghatározása volt. Ehhez a gombákat mikrohullámmal elősegített nagynyomású roncsolásnak vetettük alá, melyet Multiwave (Anton Paar, Austria) készülékkel végeztünk. A roncsolás 4 ml 65% HNO₃-val folyt 1000 W energiával 40 percen keresztül. Ezt követően az elroncsolt mintákból készült oldatot kvantitatívan műanyag kémcsőbe átmostuk és ioncserélt vízzel 15 ml-re töltöttük. Az így kapott mintaoldatokat teljes szeléntartalmát induktív csatolású plazma tömegspektrométerrel (ICP-MS) határoztuk meg.

Extrakciós eljárások

A homogenizált gombamintát (0,1 g) műanyag kémcsővekbe helyeztük és hozzáadtunk 4 ml-t a megfelelő extrahálószerkekből. A szelénformák kivonását ioncserélt vízzel, 3%-os sósavval, valamint többféle enzimmel (tripszin, drizeláz, proteáz) végeztük el. Összehasonlításra került az ultrahangos rázással és 20 órás mechanikus keveréssel végzett extrakció is. Az extrakciós módszerek leírása a 2. táblázatban látható. Extrakció után a centrifugálással kapott felülúszókat elválasztottuk az üledéktől és 0,45 µm pórusátmérőjű fecskendőszűrőn engedték át.

Szelénmódosulatok elválasztása

Az előbbieket szerint nyert extraktumokból a szelénformák elválasztását anioncserés nagynyomású folyadékkromatográfiával végeztük. Az eluens szállítását L-6210 (Merck, Germany) HPLC nagynyomású pumpával valósítottuk meg. A vivőfolyadék 4,7 pH-jú ammónium-acetát volt. Az elválasztó oszlop típusa: HAMILTON PRP-X 100 (200 mm x 4,6 mm x 10 mm), Hamilton, USA. Az elúciós program a 3. táblázatban látható. Az így elválasztott szelénformák detektálására a folyadékkromatográfot Elan 6100 DRC (Perkin Elmer SCIEX, USA) induktív csatolású plazma tömegspektrométerrel (AE-HPLC-ICP-MS) kombináltuk.

2. táblázat Extrakciós módszerek leírása

Table 2. Description of extraction methods

Extrakciós közeg	Ultrahang	Extrakciós idő	Extrakciós térfogat (ml)	Extrakció hatásfoka (%)
Ioncserélt víz	Igen	30 perc	4,0	20,7
	Nem	20 óra	4,0	25,7
3%-os HCl	Igen	30 perc	4,0	24,6
	Nem	20 óra	4,0	27,2
20 mg tripszin 50 mmol/L Tris-HCl-ben	Igen	30 perc	4,0	35,2
	Nem	20 óra	4,0	42,8
20 mg drizeláz 50 mmol/L Tris-HCl-ben	Igen	30 perc	4,0	32,3
	Nem	20 óra	4,0	33,1
20 mg proteáz 50 mmol/L Tris-HCl-ben	Igen	30 perc	4,0	47,6
	Nem	20 óra	4,0	45,3
20 mg proteáz 50 mmol/L Tris-HCl-ben (drizelázal való extrakció után)	Igen	30 perc	4,0	54,7
	Nem	20 óra	4,0	56,2

3. táblázat A gombaminák szelénmódosulatainak elválasztása során használt elúciós program

Table 3. Elution program used for the separation of selenium species of mushroom samples

Lépések	Elúciós program – gradiens elúció (Eluens összetétele)
I.	0–4 percig 2 mmol/L CH ₃ COONH ₄ – 95% metanol – 5%
II.	4–4,1 percig 2 mmol/L CH ₃ COONH ₄ – 95% – 0% 200 mmol/L CH ₃ COONH ₄ – 0% – 92% metanol – 5% – 8%
III.	4,1–25 percig 200 mmol/L CH ₃ COONH ₄ – 92% metanol – 8%

EREDMÉNYEK

Teljes szeléntartalom meghatározása

A munka során felhasznált gombaminták és a teljes szeléntartalom meghatározás eredményei a 4. táblázatban látható. Magasabb szelénfelvétel volt megfigyelhető, ha a gomba szelennel adalékolt kompozton volt termesztve. A szelennel kezelt kompozton termesztett csiperke gomba szeléntartalma csaknem harmada volt a szelennel kezeltnek.

4. táblázat A gombaminták termesztésénél használt komposzt típusa és a minták teljes szeléntartalma

Table 4. Composts used for cultivation of mushroom samples and total selenium concentration in mushrooms

Minta-szám	A gomba termesztésénél használt komposzt kezelése	Teljes szeléntartalom ($\mu\text{g Se/g}$)
1.	Komposzt adalék nélkül	4,2
2.	1 kg komposzt + 10 mg Se(IV) Na_2SeO_3 formában	182,0
3.	1 kg komposzt + 10 mg Se(VI) Na_2SeO_4 formában	88,0

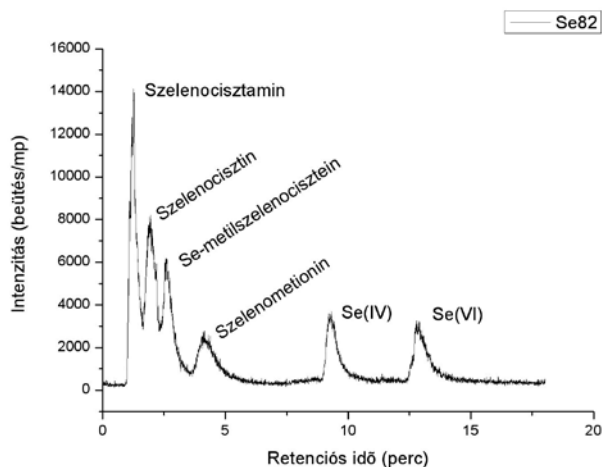
Elválasztás és azonosítás

A szelénmódosulatok extrahálására ioncserélt vizet, 3%-os sósavat, két különböző proteolitikus enzimet (tripszin, proteáz) és egy sejtfalbontó enzimkeveréket (drizeláz) teszteltünk. A különböző extraháló eljárások közül a kétlépéses enzimatis (drizeláz és proteáz) extrakció bizonyult a leghatásosabbnak. Az extrakciók hatásfokait a 2. táblázatban láthatjuk.

Az 1. ábrán bemutatott standard szelénformák kromatogramját a 2. ábrán bemutatott extraktum kromatográfiás csúcaival összehasonlítva jól látható, hogy a kísérő anyagok jelentősen befolyásolják az egyes szelénformák retenciós idejét. Az extraktum egyes komponenseinek azonosítása ezért standard addíciós módszerrel történt, melynek során a következő szelénmódosulatokat azonosítottuk a csiperkegomba mintákban: szelenometionin, szelenocisztin, szeleno-metil-szelenocisztein, illetve szelénsók.

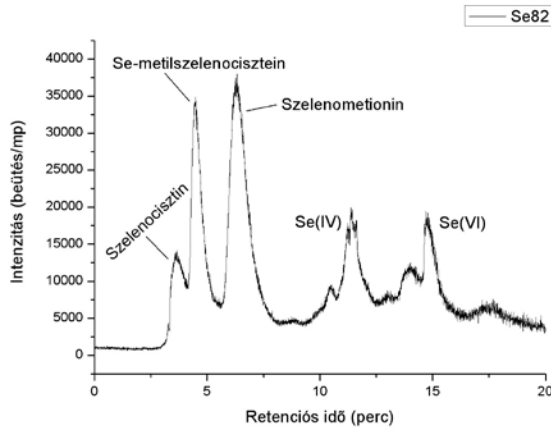
1. ábra Szelénformákra 10-10 μg szelén/L szelén-standardok anion-cserés kromatogramja HPLC-ICP-MS detektálási rendszerrel

Figure 1. Chromatogram of a mixture of standard selenium forms



2. ábra Se(VI)-al kezelt gombaminta enzimátikus extrakciójának (20 órán át drizelázssal) kinyert extraktum anioncserés kromatogramja

Figure 2. Chromatogram of an extract obtained by extraction of mushroom with driselase enzyme

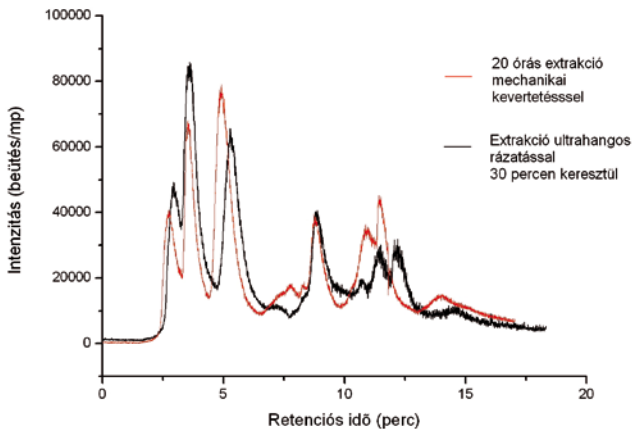


Ultrahangos rázással és mechanikus kevertetéssel végzett extrakció összehasonlítása

Összehasonlításra került az ultrahangos rázással és 20 órás mechanikus keveréssel végzett extrakció is. Az eredményeink alapján az ultrahang segítségével végzett extrakciónál (30 percen belül) elért hatások hasonló a 20 órás mechanikus kevertetéssel végzett extrakcióéval. Az egyetlen eltérés a különböző szelénmódszulatok extrakciós hatásokában található (3. ábra).

3. ábra A mechanikus és ultrahang segítségével végzett extrakció összehasonlítása

Figure 3. Comparison of extractions performed by 20-min shaking with ultrasound and 20-hour mechanic shaking



ÉRTÉKELÉS

Az eddigi vizsgálatokból az alábbiak voltak megállapíthatók. A gomba által felvett szelén koncentrációja függ mind a komposzt szelénkoncentrációjától, mind pedig annak szelénformájától. A korábbi tapasztalatokkal egyezően az azonos (10 mg/kg) koncentrációjú szelennel és szelenáttal kezelt komposztról szedett csiperkegombákban a szelénkoncentráció jelentősen eltért. Többszörös szelénfelvétel volt megfigyelhető, ha a gomba szelennel adalékolt komposzton volt termesztve. Enzimatisz extrakció esetén az ultrahanggal 20 percig végzett rázatás hasonló eredménnyel alkalmazható, mint a 20 órás mechanikai rázatás. Az egyetlen eltérés a különböző szelénmódosulatok extrakciós hatásfokában található. A szerves szelénformákkal kezelt táptalajból felvett szelén jelentős része átalakul szerves szelénvegyületekké. A HPLC-ICP-MS rendszer lehetővé tette számunkra az *Agaricus bisporus* gombamintáinkban eddig a szelenometionin, szelenocisztin, Se-metil-szelenocisztein, szelenit és szelenát szelénmódosulatok azonosítását.

Ezzel a munkával egy megbízható analitikai módszert szeretnénk javasolni gombaminták szelénspeciációjára és egyben megerősítenénk, hogy a szelénsók jelenlétében termesztett gombák képesek a szerves szelénformákat szelenoaminosavakká átalakítani.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az elvégzett kísérletek az OTKA T043366 pályázat és a HEF_06_1-SPECANAL jelű Öveges József Program támogatásával készültek. Karosi Roland köszönetét szeretné kinyilvánítani az International Visegrad Fund-nak az 5 hónapos lengyelországi tanulmányútjának támogatásáért.

SUMMARY

In this study, total determination and speciation analysis of selenium in selenized and non-selenized mushroom samples (*Agaricus bisporus*) have been performed. Different extraction methods (water, acidic and enzymatic – trypsin, protease, driselase), their extraction efficiency and the obtained selenium species were investigated. The use of ultrasounds and 20-hours mechanical extraction were also compared. The selenium speciation of aqueous and enzymatic extracts of mushroom samples were carried out by using anion-exchange high performance liquid chromatography (AE-HPLC) coupled on-line to inductively-coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) by monitoring of Se⁸² isotope. Next to a few unknown species the use of HPLC-ICP-MS method allowed us to identify the following selenium species: selenomethionine, selenocystine, seleno-methyl-selenocysteine and inorganic selenium.

IRODALOM

1. *Suzuki, K. T.* (2005): Metabolomics of selenium: Se metabolites based on speciation studies. *J. Health Sci.* 51, 107–114.
2. *Cheng, Y. Y. – Qian, P. C.* (1990): The effect of selenium-fortified table salt in the prevention of Keshan disease on a population of 1.05 million. *Biomed. Environ. Sci.* 3, 422–428.
3. *Gu, G. W.* (1989): Selenium and cancerous epidemiology. *Int. Med.* 5, 176–177.
4. *Tan, J. A. – Zhu, W. Y. – Wang, W. Y. – Li, R. B. – Hou, S. F. – Wang, D. C. – Yang, L. S.* (2002): Selenium in soil and endemic diseases in China. *Sci. Total Environ.* 284, 227–235.
5. *Arthur, J. R. – Nicol, F. – Beckett, G. J.* (1990): Hepatic iodothyronine 5' deiodinase: the role of selenium. *Biochem. J.* 272, 537–540.
6. *Ganther, H. E.* (1999): Selenium metabolism, selenoproteins, and mechanisms of cancer prevention: complexities with thioredoxin reductase. *Carcinogenesis* 20, 1657–1666.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

WOJCIECHOWSKI Marcin – BULSKA Ewa
Faculty of Chemistry, Warsaw University
Pasteura 1, 02-093 Warsaw, Poland

KAROSI Roland – POSTA József
Debreceni Egyetem
Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék
H-4032 Debrecen, Egyetem tér 1.

TÓÁSÓ Gyula
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.



Csonthéjas gyümölcsök mikroelem-tartalmának szerepe a táplálkozásban

SZILVÁSSY BLANKA¹ – PAPP NÓRA¹ – SZABÓ ZOLTÁN² –
NYÉKI JÓZSEF² – STEFANOVITS-BÁNYAI ÉVA¹ – HEGEDŰS ATTILA¹

¹ Budapesti Corvinus Egyetem
Alkalmazott Kémia Tanszék
Budapest

² Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum
Szaktanácsadási és Fejlesztési Intézet
Debrecen

ÖSSZEFOGLALÓ

Epidemiológiai tanulmányok sokasága bizonyítja, hogy a nagymértékű gyümölcs- és zöldségfogyasztás jelentősen csökkenti olyan degeneratív betegségek kialakulását, mint a szív- és érrendszeri betegségek vagy a daganatos megbetegedések. Az egészségügyi hatások értékelése kapcsán azonban a gyümölcsökkel a szervezetbe jutó makro- és mikroelemek mennyiségét sem hagyhatjuk figyelmen kívül. Öt csonthéjas gyümölcsfaj (meggy, cseresznye, kajszli, japánszilva, cseresznyeszilva) gyümölcseinek elemtartalmát ICP-OES technikával vizsgáltuk. A legtöbb ásványi elemből a meggyfajták tartalmazták a legnagyobb mennyiségeket. A kajszli esetében is találtunk kiemelkedő fajtát, a *Tomcot-ot*, mely egyike azoknak a világfajtáknak, melyek jövőbeni térhódítása hazánkban is várható. A legkisebb elemtartalmat a szilvafajok, közülük is a japánszilvafajták mutatták. Ezek felhasználhatók lehetnek pl. bizonyos neurodegeneratív betegségek kezelésében, ahol az Al-, Ba-, Fe-, Na-, P-, Zn-expozíció mértékének csökkentése különösen kívánatos. A Food and Nutrition Board által közzétett javasolt napi beviteli értékekkel számolva, 100 g friss gyümölcs elfogyasztása egyetlen vizsgált faj és fajta esetében sem fedezi az ajánlott napi Ca-, K-, P-, Mg-, Fe-, Mn- és Zn-bevitel 5%-át. Ennél nagyobb arányú bevittel csak a réz esetében kell számolnunk: a *PC8* cseresznyeszilva 100 g gyümölcse a napi ajánlott bevitel 6,1%-át, míg a *Tomcot* kajszifajta 23,7%-át fedezi.

Kulcsszavak: ásványielem-tartalom, cseresznye, csonthéjas gyümölcsök, kajszli, meggy, szilva.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A táplálék szervesen komponensei igen jelentős hatást gyakorolnak a táplálékot elfogyasztó organizmusra. Bizonyos ásványi elemek hiánya éppúgy egészségkárosító lehet, mint a szükségletet meghaladó (ún. supraoptimális) bevitel okozta toxicitás. Az anorganikus tápanyagok között makro- és mikroelemeket tartunk számon. A makroelemekre (Na, K, Cl, Ca, P és Mg) a humán szervezetnek napi 50 mg-ot meghaladó mennyiségben van szüksége, míg a mikroelemekből (pl. Fe, Zn, Se, Cu, Mn, Cr, Mo, Co és Ni) ennél jóval kevesebb szükséges (*Biró 2004*).

A táplálkozással, tápszerekkel, élelmiszer-kiegészítőkkel szervezetünkbe jutó esszenciális és toxikus fémionok (Al, Cd, Hg, Pb) kölcsönhatásairól keveset tudunk. A toxikus elemek által okozott károsító hatások már igen jól ismertek. A Cd és Hg nagy affinitással kötődik a fehérjék nukleofil szabad SH-csoportjaihoz, míg az átmeneti tulajdonságú ólom inkább az $-NH_2$, $=NH$; aril-OH és $=O$ csoportokat részesíti előnyben. E nehézfémionok a sejtek homeosztázisát gátolják, azok pusztulását eredményezik, a környezetszennyezés következtében a táplálékláncon keresztül jutnak be az emberi szervezetbe.

Hasonlóan kedvezőtlen a Ni, Cr, Zn, Cu, Mn magas koncentrációja, mivel ezeknek jelentős hatásuk van az apoptózisra. A hiányuk is gondot okozhat, hiszen pl. a Cu és Zn hiánya jelentősen hozzájárul a trigliceridszint és a koleszterin növekedéséhez. A Ni kedvezőtlen hatása, hogy csökkenti a redukált glutation mennyiségét, a Cr viszont oxidációs számot vált a szervezetben (*Valko et al. 2005*).

A Zn több mint 200 enzim alkotórésze, és így szerepet játszik a szénhidrát-, lipid-, fehérje- és nukleinsav-anyagcserében. A Fe többek között az oxigenázok, oxidázok, peroxidázok, kataláz, hidrolázok, valamint különböző szignálmolekulákat szintetizáló enzimek komponense. Mindkét nyomelem befolyásolja a szervezet redox-homeosztázisát. A vastoxicitás a Fe(II)-höz kapcsolható, mert a Fenton-reakcióban $OH\cdot$ szabad gyök képződik, ami számos betegség kialakulását idézheti elő (*Toyokuni 2002*).

Az egészséges szervezetben az esszenciális átmenetifém-ionok koncentrációja szigorúan szabályozott, míg a toxikus nehézfémionok metabolizmusa a szervezetben gyengén szabályozott, és kiürülésük lassú. A máj jelentős szerepet játszik a nehézfémionok detoxifikálásában (*Biró és Lindner 1999, Pais 1999*). Bizonyos betegségek esetében az esszenciális fémionok egészséges egyének számára optimális dózisa is okozhat problémát (*Stefanovits-Bányai et al. 2006*).

Nem szabad megfeledkezni az enzimes antioxidáns védelemnél tárgyalt egyes enzimek zavartalan működését biztosító elemek jelentőségéről sem. A növényi antioxidánsok kedvező vagy éppen kedvezőtlen hatásában a növényekben megtalálható ásványi elemek (Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn stb.) is fontos szerepet játszhatnak. Ezek bizonyos molekulákkal (pl. polifenolok) komplexeket képesek alkotni, ami hatásukat jelentősen módosítja, ezenkívül túlzott bevitelükkel a szükséges ásványi elem-bevitel sokszorosa valósulhat meg (*Szentmihályi és Then 1999, Blázovics et al. 2003*).

Epidemiológiai tanulmányok sokasága bizonyítja, hogy a nagymértékű gyümölcs- és zöldségfogyasztás jelentősen csökkenti olyan degeneratív betegségek kialakulását, mint a szív- és érrendszeri betegségek vagy a daganatos megbetegedések (*Dauchet és mts. 2006, Dauchet és Dallongeville 2008, Linseisen és mts. 2007, Terry és mts. 2001*).

A bogyósgyümölcsökről igazolták, hogy nagy mennyiségben tartalmaznak polifenolos vegyületeket és antioxidáns hatásuk jelentős mértékű. Hasonló vizsgálatok csonthéjas gyümölcsökkel kapcsolatosan is ismertek, többek között a meggy (*Prunus cerasus L.*) (*García-Alonso és mts. 2004*), cseresznye (*Prunus avium L.*) (*Serrano et al. 2005*), japánszilva (*Prunus salicina Lindl.*) (*Cevallos-Casals és mts. 2006*), őszibarack [*Prunus persica (L.) Batsch*] (*Scalzo és mts. 2005*) és kajszli (*Prunus armeniaca L.*) (*Stefanovits-Bányai és mts. 2005*) esetében.

A gyümölcsök elemtartalmával kapcsolatos átfogó vizsgálatokat néhány kivételtől eltekintve (*Basar 2006*) mind a mai napig nem végeztek. A nemzetközi táplálkozástudományi trendek a gyümölcsfogyasztás fokozását prioritásként kezelik. Az egészségügyi hatások értékelése kapcsán azonban a gyümölcsökkel a szervezetbe jutó makro- és mikroelemek mennyiségét sem hagyhatjuk figyelmen kívül. Eredményeinkkel ezen alap- és alkalmazott kutatási szempontból egyaránt jelentős kérdések megválaszolásához kívántunk hozzájárulni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgált gyümölcsfajok és -fajták

A meggy- (*Debreceni bőtermő, Érdi bőtermő, Kántorjánosi, Újfehértói fürtös*), cseresznye- (*Celeste, Germersdorfi, Katalin, Van*), kajszli- (*Harcot, Toyuda, Toyesi, Tomcot*), japánszilvafajták (*Black Amber, Super Giant, Santa Rosa, TC Sun*) a Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Szaktanácsadási és Fejlesztési Intézet derecskei, pallagi és nagykutasi ültetvényéből, az Újfehértói Gyümölcstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Kht. génbankjából és egy siófoki árutermelő ültetvényből származtak. A cseresznyeszilva növényegyedeket (*PC1, PC3, PC4, PC8*) a Budapesti Corvinus Egyetem Budai Arborétumában gyűjtöttük.

Elemanalízis

Közel 30–40 g friss gyümölcsöt 80 °C-on 5–7 napig szárítottunk, majd 0,2 g száraz tömeget 2 ml HNO₃:H₂O₂ 1:1 (v/v) arányú keverékében nagy nyomáson és hőmérsékleten roncsoltunk. Az egyes minták elemösszetételét ICP-OES IRIS Thermo Jarrel ASH, Corp., Franklin, MA, USA, segítségével határoztuk meg. A fajták fontosabb ásványi elemeinek 100 g nyers gyümölcsre számított mennyiségeit tüntettük fel a fogyasztáskor történő ásványi-bevitel közvetlen értékelése céljából.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A gyümölcsökben toxikus elemek nem voltak kimutathatóak, kivéve az alumíniumot. Ennek koncentrációja 0,10 és 1,26 mg/100 g friss tömeg között változott. Kísérletünkben a makroelemek közül a kalcium, a kálium, a magnézium, a nátrium és a foszfor mennyiségét határoztuk meg (1. táblázat). A Ca fiziológiai szerepe meglehetősen szerteágazó (szignáltranszdukció, idegrendszer, vérárvadás, csontképződés stb.). A vizsgált gyümölcsök közül a meggy tartalmazta a legtöbb Ca-ot, különösen az *Újfehértói fürtös* fajta, míg a legkevesebb Ca a japánszilva gyümölcsében volt található.

A humán szervezetben a kálium elsősorban intracellulárisan, míg a nátrium extracellulárisan lokalizált. Több anyagcsere-folyamat szabályozásában (pl. vérnyomás) jelentős szerep jut e két ion egymáshoz viszonyított mennyiségének. A napi ajánlott káliumbevitel közel háromszor nagyobb, mint a nátrium esetében, ugyanakkor a konyhasó túlzott használatával jelentős mennyiségű nátrium kerül szervezetünkbe. A gyümölcsök és zöldségek a Na/K arány csökkentése révén mérsékelhetik a magas vérnyomás kialakulásának kockázatát (*Intersalt Cooperative Research Group* 1988). Ebből a szempontból a *Black Amber* és *Santa Rosa* japánszilvafajták és a *PC4* cseresznyeszilva bizonyult legkedvezőbbnek (Na/K = 0,003), míg a *TC Sun* japánszilvafajta a többi vizsgált gyümölcsőhöz képest kiemelkedően rossz eredményt adott (Na/K = 0,034).

A foszfor a membránok, nukleinsavak alkotórésze, a foszforilációnak kitüntetett szerepe van az anyagcsere-folyamatokban; míg az anorganikus foszfát pufferrendszerként működik. A legtöbb foszfor a *Tomcot* kajszifajtában volt kimutatható, míg a japánszilvafajták és cseresznyeszilvák tartalmazták a legkevesebbet ebből az elemből.

A magnézium számos enzim aktivátora, fontos szerepet játszik többek között az energia-termelésben, a nukleinsav-szintézisben, az idegi ingerületátvitelben és az izom-összehúzó-dásban. A legtöbb magnézium a meggy gyümölcsében volt kimutatható, az *Újfehértói fürtös* 18,7 mg/100 g friss gyümölcs mennyiségben tartalmazta. A cseresznye- és kajszifajták valamint a legtöbb cseresznyeszilva Mg-tartalma közel azonos volt, míg a japánszilva-fajták kifejezetten keveset tartalmaztak ebből az elemből.

A mikroelemek közül a vas az oxigénszállító és oxidoreduktáz enzimrendszerek tagja. A gyümölcsök vastartalma az *Érdi bőtermő* meggyfajtára jellemző 0,34 mg/100 g-tól a *TC Sun* és a *PC3* szilvák esetében mért 0,01 mg/100 g minimumértékéig változott. A réz, a mangán és a cink az enzimes védőrendszer kofaktoraiként fontos szerepet játszik. A cink ezenkívül a biomolekulák anyagcseréjében hormonok és receptorok alkotórésze vagy aktivátora. A legtöbb cink a kajszifajták gyümölcsében volt kimutatható, míg a legkevesebb a diploid szilvafajok különböző genotípusaiban. A réz számos metalloenzim és a cöruoplazmin alkotórésze. A kajszifajták gyümölcsének réztartalma igen eltérő volt, a legtöbb rezet a *Tomcot* fajta gyümölcse tartalmazta, a legkevesebb réz a *PC8* cseresznyeszilva gyümölcsében volt kimutatható. A mangán a szuperoxid-dizmutáz enzim kofaktora, továbbá részt vesz a porcszövet proteoglikán bioszintézisében. A *Celeste* nevű cseresznyefajta mangántartalma kimagaslóan bizonyult, a legkevesebb Mn a szilvafélékben, közülük is a *PC4-ben* volt kimutatható.

1. táblázat Csonthéjas gyümölcsfajták ásványelem-tartalma
 Table 1. Nutrient element contents of stone fruit species and cultivars
 (1) species/cultivar

Faj/Fajta (1)	Al*	B*	Ba*	Ca*	Cu**	Fe*	K*	Mg*	Mn**	Na*	P*	Zn*
Meggy												
<i>Debreceni bőtermő</i>	0,13	0,34	0,08	31,65	136,27	0,21	174,55	14,50	120,27	3,30	22,10	0,08
<i>Érdi bőtermő</i>	0,15	0,29	0,09	22,64	124,28	0,34	148,33	11,12	87,82	3,93	19,80	0,07
<i>Kántorjánosi</i>	0,14	0,38	0,08	31,94	132,31	0,19	176,66	16,62	113,67	4,16	17,94	0,08
<i>Újfehértói fürtös</i>	1,26	0,68	0,05	48,46	175,17	0,28	227,10	18,70	132,50	6,25	21,00	0,07
Cseresznye												
<i>Celeste</i>	0,27	0,13	0,08	12,97	90,49	0,22	140,76	9,46	240,33	2,65	18,98	0,09
<i>Germensdorfi</i>	0,48	0,28	0,11	20,43	113,35	0,28	138,47	10,50	84,49	3,81	17,85	0,08
<i>Katalin</i>	0,13	0,15	0,07	21,01	117,09	0,21	178,05	10,48	69,98	3,26	19,94	0,07
<i>Van</i>	0,15	0,35	0,08	17,99	116,61	0,29	168,54	11,29	86,04	3,41	19,23	0,09
Kajszi												
<i>Harcot</i>	0,20	0,35	0,06	22,28	166,77	0,23	211,68	9,18	86,22	2,90	16,69	0,13
<i>Tomcot</i>	0,26	0,52	0,07	30,80	213,70	0,30	275,79	14,21	115,97	3,66	31,45	0,18
<i>Toyosi</i>	0,14	0,47	0,07	22,66	156,57	0,27	213,34	10,68	95,41	2,97	16,98	0,11
<i>Toyuda</i>	0,15	0,34	0,06	19,36	84,75	0,20	178,66	9,53	114,75	2,75	18,83	0,12
Japánszilva												
<i>Black Amber</i>	0,10	0,24	0,01	4,27	99,42	0,16	126,68	5,19	85,34	0,40	9,07	0,05
<i>Santa Rosa</i>	0,19	0,31	0,01	3,21	84,00	0,16	137,56	5,64	73,08	0,43	11,66	0,05
<i>Super Giant</i>	0,13	0,40	0,01	3,90	100,80	0,18	151,06	5,90	71,92	0,65	15,13	0,07
<i>TC Sun</i>	0,89	0,26	0,03	11,97	70,03	0,10	116,07	6,98	102,89	3,97	12,64	0,06
Cseresznyeszilva												
<i>PC1</i>	0,75	0,48	0,03	13,89	79,52	0,11	339,65	9,21	79,14	4,46	15,30	0,05
<i>PC3</i>	0,86	0,73	0,03	16,69	73,34	0,10	238,47	9,67	86,59	3,77	15,27	0,05
<i>PC4</i>	0,18	0,39	0,01	9,85	120,49	0,22	207,96	7,97	59,23	0,73	18,54	0,06
<i>PC8</i>	0,80	0,53	0,03	15,22	54,75	0,16	230,05	10,05	104,45	3,59	12,94	0,05

* mg/100 g friss tömeg, ** µg/100g friss tömeg, *** µg/100 g frish weight

Általánosságban elmondható, hogy a legtöbb ásványi elemből a meggyfajták tartalmazták a legnagyobb mennyiségeket. A meggy kiváló antioxidáns kapacitása régóta ismert (*García-Alonso és mts. 2004*), táplálkozástudományi értékéhez azonban jelentős ásványi elem-tartalma is hozzájárulhat. A kajszi esetében is találtunk kiemelkedő fajtát, a *Tomcot-ot*, mely egyike azoknak a világfajtáknak, melyek jövőbeni térhódítása hazánkban is várható (*Pedryc 2003*) más, hazai nemesítésű fajtajelöltek mellett (*Pedryc és mts. 2005*). Mivel ezen perspektivikus genotípusokról, a „holnap kajszi barackjairól” jelenleg alig áll rendelkezésre információ, korábbi (*Stefanovits-Bányai és mts. 2005*) és tervezett vizsgálatainknak nagy jelentőséget tulajdonítunk. A legkisebb elemtartalmat a szilvafajok, közülük is a japánszilvafajták mutatták. Ezek a hazai termesztés számára is perspektivikus fajták lehetnek (*Szabó 1997*). Felhasználásuk esetlegesen bővíthető olyan betegségek (pl. bizonyos neurodegeneratív betegségek) kezelésében, ahol az Al-, Ba-, Fe-, Na-, P-, Zn-expozíció mértékének csökkentése különösen kívánatos (*Stefanovits-Bányai et al. 2006*).

A Food and Nutrition Board által közzétett javasolt napi beviteli értékekkel (*DRI 1997, 2001, 2004*) számolva, 100 g friss gyümölcs elfogyasztása egyetlen vizsgált faj és fajta esetében sem fedezi az ajánlott napi Ca-, K-, P-, Mg-, Fe-, Mn- és Zn-bevitel 5%-át. Ennél nagyobb arányú bevittel csak réz esetében kell számolnunk: a *PC8* cseresznyeszilva 100 g gyümölcse a napi ajánlott bevitel 6,1%-át, míg a *Tomcot* kajszi fajta 23,7%-át fedezi.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást az NKTH-OTKA K68921 sz. pályázat támogatta.

The microelement content of stone fruits and its contribution to human diet

BLANKA SZILVÁSSY¹ – NÓRA PAPP¹ – ZOLTÁN SZABÓ² –
JÓZSEF NYÉKI² – ÉVA STEFANOVITS-BÁNYAI¹ – ATTILA HEGEDŰS¹

¹ Corvinus University of Budapest
Faculty of Food Science, Department of Applied Chemistry
Budapest

² University of Debrecen
Center of Agricultural Sciences, Institute for Extension and Development
Debrecen

Numerous epidemiological studies support that the increased consumption of fruits and vegetables significantly decreases the risk of several degenerative diseases involving atherosclerosis or cancer. Macro- and microelement contents of fruits should also be

taken into account when health aspects of fruit consumption are evaluated. The element content was measured with ICP-OES in the fruits of five stone fruit crops (sour and sweet cherries, apricot, Japanese plum and cherry plum). The fruits of sour cherry cultivars contained the highest levels from most of the investigated nutrient elements. *Tomcot* proved to be an apricot cultivar rich in macro- and microelements. *Tomcot* is one of the new cultivars and its popularity is expected to rise in the future also in Hungary. Diploid plum species involving Japanese plums showed the lowest element contents. These fruits might be useful in the treatment of several neurodegenerative diseases, where intakes of Al, Ba, Fe, Na, P, and Zn should be restricted. A serving of 100 g fresh fruit for any of the tested cultivars does not cover more than 5% of the dietary reference intakes for Ca, K, P, Mg, Fe, Mn, and Zn. Higher % of RDA can be covered in case of Cu intakes: 100 g fruit of the *PC8* cherry plum and the apricot cultivar *Tomcot* cover 6,1% and 23,7% of RDA, respectively.

Keywords: nutrient elements, sweet cherry, stone fruits, apricot, sour cherry, plums.

IRODALOM

- Basar, H.* (2006): Elemental composition of various peach cultivars. *Sci. Hortic.*, **107**, (3), 259–263.
- Biró Gy.* (2004): Tápanyag-beviteli referencia-értékek. Medicina Könyvkiadó, Budapest.
- Biró Gy. – Lindner K.* (1999): Tápanyagtáblázat. Medicina Kiadó Rt., Budapest.
- Blázovics, A. – Szentmihályi, K. – Lugasi, A. – Balázs, A. – Hagymási, K. – Bányai, É. – Then, M. – Rapavi, E. – Héthelyi, É.* (2003): In vitro analysis of the properties of Beiqishen tea. Basic nutritional investigation. *Nutrition*, **19**, 869–875.
- Cevallos-Casals, B. A. – Byrne, D. – Okie, W. R., Cisneros-Zevallos, L.* (2006): Selecting new peach and plum genotypes rich in phenolic compounds and enhanced functional properties. *Food Chem.*, **96**, 273–280.
- Dauchet, L. – Amouyel, P. – Hercberg, S. – Dallongeville, J.* (2006): Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: A Meta-analysis of cohort studies. *J. Nutr.* **136**, 2588–2593.
- Dauchet, L. – Dallongeville, J.* (2008): Fruit and vegetables and cardiovascular disease: epidemiological evidence from the non-Western world. *Brit. J. Nutr.*, **99**, 219–220.
- DRI* (1997): Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for calcium, phosphorous, magnesium, vitamin D, and fluoride. Washington, DC: National Academy Press.
- DRI* (2001): Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. Washington, DC: National Academy Press.
- DRI* (2004): Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Washington, DC: National Academy Press.
- García-Alonso, M. – Pascual-Teresa, de S. – Santos-Buelga, C. – Rivas-Gonzalo, J. C.* (2004): Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chem.*, **84**, 13–18.
- Intersalt Cooperative Research Group (1988): Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24-hour urinary sodium and potassium excretion. *Br. Med. J.* **297**, 319–328.

- Linseisen, J. – Rohrmann, S. – Miller, A. B. – Bueno-de-Mesquita, H. B. – Büchner, F. L. – Vineis, P. – Agudo, A. – Gram, I. T. – Janson, L. – Krogh, V. – Overvad, K. – Rasmuson, T. – Schulz, M. – Pischon, T. – Kaaks, R. – Nieters, A. – Allen, N. E. – Key, T. J. – Bingham, S. – Khaw, K. T. – Amiano, P. – Barricarte, A. – Martínez, C. – Navarro, C. – Quirós, R. – Clavel-Chapelon, F. – Boutron-Ruault, M. C. – Touvier, M. – Peeters, P. H. M. – Berglund, G. – Hallmans, G. – Lund, E. – Palli, D. – Panico, S. – Tumino, R. – Tjønneland, A. – Olsen, A. – Trichopoulou, A. – Trichopoulos, D. – Autier, P. – Boffetta, P. – Slimani, N. – Riboli, E. (2007): Fruit and vegetable consumption and lung cancer risk: Updated information from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). *Int. J. Cancer*, **121**, (5), 1103–1114.
- Pais I. (1999): A mikroelemek jelentősége az életben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Pedryc A. – Hermán R. – Halász J. (2005): A Budapesti Corvinus Egyetem KTK Genetika és Növénynevelés Tanszéken előállított új kajsziarackhibridek értékelése. XI. Növénynevelési Tudományos Napok Összefoglalói (Szerk.: Kertész Z.), MTA, Budapest, 42.
- Pedryc A. (2003): A kajszi nemesítése. In: Péntes, B., Szalay, L. (szerk.): Kajszi, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 53–84.
- Scalzo, J. – Politi, A. – Pellegrini, N. – Mezzetti, B. – Battino, M. (2005): Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition*, **21**, 207–213.
- Serrano, M. – Guillén, F. – Martínez-Romero, D. – Castillo, S. – Valero, D. (2005): Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stages. *J. Agric. Food Chem.*, **53**, (7), 2741–2745.
- Stefanovits-Bányai, É. – Engel, R. – Hermán, R. – Blázovics, A. – Hegedűs, A. (2005): Antioxidant characterization of apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars and hybrids. *International Journal of Horticultural Science*, **11**, (4), 47–51.
- Stefanovits-Bányai, É. – Szentmihályi, K. – Hegedűs, A. – Koczka, N. – Váli, L. – Taba, G. – Blázovics, A. (2006): Metal ion and antioxidant alterations in leaves between different sexes of *Ginkgo biloba* L. *Life Sci.*, **78**, (10), 1049–1056.
- Szabó Z. (1997): Szilva. In: G. Tóth, M. (szerk.): Gyümölcsészet. PRIMON Vállalkozásélénkítő Alapítvány, Nyíregyháza, 211–236.
- Szentmihályi, K. – Then, M. (1999): Study of the constituents on mineral elements and biological active substances and their extraction in some plants. *J. Oil. Soap. Cosm.*, **48**, 173–180.
- Terry, P. – Giovannucci, E. – Michels, K. B. – Bergkvist, L. – Hansen, H. – Holmberg, L. – Wolk, A. (2001): Fruit, vegetables, dietary fiber, and risk of colorectal cancer. *J. Natl. Cancer I.*, **93**, (7), 525–533.
- Toyokuni, S. (2002): Iron and carcinogenesis: from Fenton reaction to target genes. *Redox. Rep.*, **7**, (4), 189–97.
- Valko, M. – Morris, H. – Cronin, M. T. D. (2005): Metals, toxicity and oxidative stress. *Curr. Med. Chem.*, **12**, (10), 1161–208.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

HEGEDŰS Attila
 Budapesti Corvinus Egyetem
 Alkalmazott Kémia Tanszék
 H-1118 Budapest, Villányi út 29–31.
 E-mail: hegedus.attila@uni-corvinus.hu



Processed slaughterhouse waste application on calcareous sandy soil

PÉTER RAGÁLYI – IMRE KÁDÁR

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry
of the Hungarian Academy of Sciences
Budapest

SUMMARY

Possible agricultural utilization of four different processed slaughterhouse waste composts and meat powder was examined in a field experiment in 2002–2006. The trial was set up with different crops on a calcareous sandy soil with 1–6% CaCO₃, 1–1.5% humus, 10–15% clay fraction, pH(H₂O): 7.0–7.4 in plough layer. The site was prone to drought. The soil was weakly supplied with N, P and K. Composts were applied once at 5 levels (0, 25, 50, 100, 200 t/ha fresh compost and 0, 2.5, 5.0, 10, 20 t/ha meet powder) in 4 replications making 20 plots for each compost form. The plots had an area of 5 x 8 = 40 m² arranged in split-plot. The fertilizing effect of these by-products was pronounced, their N, P, Ca, Zn and Cu content might be many fold compared to manure. In the year of application in 2002 the 25 and 50 t/ha doses showed only slight positive effects on yield, partly due to drought. Extreme doses (100–200 t/ha) of immature and semi-mature compost combined with dry weather in 2002 and 2003 (483 and 337 mm/year) caused depression. Residual effects of composts were pronounced after application in the next growing seasons. In normal years the yield increased threefold compared to control. Differences were significant in the case of stronger composts even in 2006, in the 4th and 5th experimental years.

Keywords: compost, fertilization, crop yield, slaughterhouse waste.

INTRODUCTION

Fodder use of animal origin wastes is strictly regulated by EU since BSE (bovine spongiform encephalopathy) disease showed up, so alternative utilities have to be found. In Hungary 100–120 million tons of wastes produced of which 5% is so called "hazardous". Hazardous wastes from animal bodies reach 300–400 thousand tons of which 70–90 thousand are composted. After heat treatment these wastes become non-hazardous, and

other treatments like composting make land application possible. This practice may improve soil parameters like organic matter, nutrient content, water holding capacity and also reduces the yearly deposited 55 000 tons of slaughterhouse wastes and sewage sludge (Vermees 1998, Kiss *et al.* 2001). Burying or incineration of these materials is expensive and can result in environmental pollution (Izsáki 2000).

Effect of fertilization using various rates of tannery sewage sludge was studied in a field experiment on crop yields on a calcareous humic sandy soil. The 60 t/ha (15–20 t/ha D.M.) sludge dressing applied for four years completed with phosphorus and potassium fertilizers was found to increase by 23 and 15% the grain yield of spring barley and rye resp. as compared to the fertilized control in the first two years, however in the third and fourth years yield dropped by 20%. Dose of 120 t/ha sludge applied for a four-year period was found to cause yield depression in spring barley in the first year, in further years rye and winter wheat grain yields were roughly equal with those obtained in the fertilized treatment. The 60 + 60 t/ha dose for two-two years did not cause depression and resulted in 2–16% higher yields (Izsáki and Debreczeni 1987). A slight residual effect over 2–3 year of this experiment has been observed in 120 t/ha and 60 + 60 t/ha treatments (Debreczeni and Izsáki 1989).

Kádár *et al.* (2002) set up a field experiment with dried communal sewage sludge and slaughterhouse compost with 0, 25, 50, 100, 200 t/ha rate on clayey brown forest soil applied 5–6 weeks before sowing of sugar beet. Despite of draught the crop could develop well on treated plots while control plants were depressed. The highest 200 t/ha load of slaughterhouse compost resulted in the highest sugar yield of 8.7 t/ha compared to 6.5 t/ha of control. Optimal 25 t/ha dose of sewage sludge enhanced yield to 7.2 t/ha, above this rate N overdose worsened quality parameters. Sludge and compost improved structure, water management and fertility of soil.

MATERIALS AND METHODS

The long-term field experiment was set up at experimental site of the Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry at Órbottyán on a calcareous sandy soil with 1–6% CaCO₃, 1–1.5% humus, 10–15% clay fraction, pH(H₂O): 7.0–7.4 in average in the ploughed layer. The water table was at 6–8 m, the site was prone to drought and weakly supplied with N, P and K. Materials were applied at 5 different levels in 4 replications making 20 plots for each experiment (compost form). The plots had an area of 5 x 8 = 40 m² and arranged in split-plot design. In each experiment the applied rates were 0, 25, 50, 100, 200 t/ha fresh compost. In case of meat powder the doses were 0, 2.5, 5.0, 10.0, 20.0 t/ha. As the soil and the composts were poor in potassium, 200 kg/ha K₂O fertilization was given in all the experiments in spring 2003. The composts were processed by ATEVSZOLG Inc.

The mature compost became friable, inodorous, homogeneous material after 2-month air-exposure and 10-month maturation. Immature compost has a bad smell, was rough, heterogeneous, after 6-week air-exposure and without maturation. Meat powder based

semi-mature compost was the material of immature compost maturing 6 months more, but had still a bad smell and was rough. Cooked meat based semi-mature compost received 2-month air-exposure and 8-month maturation.

Testing immature and semi-mature composts as well as extreme high application doses served as experimental purposes. Before application 2–2 composite samples (from 20–20 core samples) were taken from the materials. Analyses were made in the Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry. The average compositions of composts are shown in *Table 1*.

Table 1. Composition of composts and meat powder in D.M.
with cc.HNO₃ + cc. H₂O₂ digestion

Measured parameters	Unit	Mature compost	Immature compost	Semi-mature compost mp*	Semi-mature compost cm**	Meat powder
Dry Matter	%	38.9	45.8	60.0	55.7	95.0
Org. Matter	%	26.3	41.7	40.3	43.8	58.6
Organic C	%	15.2	24.1	23.3	25.3	33.9
C/N ratio		7.5	7.7	7.1	8.7	5.3
Ca	%	9.31	12.65	11.25	11.69	7.02
P	%	2.22	5.56	4.26	5.26	4.06
N	%	2.04	3.12	3.26	2.89	6.41
K	%	0.76	0.76	0.83	0.50	0.41
Mg	%	0.70	0.36	0.37	0.54	0.18
Na	%	0.52	0.79	0.69	0.63	0.45
S	%	0.50	0.70	0.62	0.75	0.60
Zn	mg/kg	540	270	164	237	104
Cu	mg/kg	109	46	19	42	13
NH ₄ -N	mg/kg	169	3006	941	882	167
NO ₃ -N	mg/kg	2480	1135	61	122	1

*meat powder based, **cooked meat based

In the first experimental year (2002) maize (*Zea mays*), in the second mustard (*Sinapis alba*) and from the third year triticale (*X Triticosecale*) monoculture were grown. The amount of precipitation on sandy soil has strong effect on yields. The years 2002 and 2003 were dry. The maize received 237 mm and the mustard 52 mm of precipitation during their growing season. Between 2004 and 2006 the triticale had a satisfactory amount of precipitation evenly distributed.

RESULTS AND DISCUSSION

The average 20–30 t/ha rate of farmyard manure decays in 3–4 years in soil. About half of its 2.0–3.0% D.M. nitrogen content can be utilized during this time of which 50% in the first year, 30% in the second and 20% in the third (*Sarkadi* 1975).

In 2002 the 200 t/ha immature compost caused depression in yield, otherwise no significant effect could develop. Trends showed that up to 50 t/ha mature compost and 25 t/ha immature compost application resulted in slightly better maize stand. Above ground D.M. yield was 3 t/ha as an average. Drought season continued in 2003 when mustard yields were economically negligible.

Effects of the composts were enhanced in 2004 as the crop received sufficient precipitation during the 9 months growing season. The plantation could develop better and reach higher yields even at lower doses of the applied materials, but maximal load boosted the results. The 2nd year residual effect of mature compost was moderate, but significant. Immature compost could increase 3-fold the control yield, that is from 1.6 t/ha to 5.3 t/ha grain (*Table 2.*).

Table 2. Effect of slaughterhouse composts on air-dried triticale yield, t/ha
(Calcareous sandy soil, Órbottyán)

	Compost t/ha fresh material					LSD _{5%}	Mean
	0	25	50	100	200		
<i>Mature compost (applied 09 May 2002)</i>							
Triticale 2004							
Grain	2.2	2.2	2.0	2.9	2.6	0.6	2.4
Straw	3.8	3.8	3.3	4.8	4.5	1.0	4.0
Total	6.0	6.0	5.3	7.6	7.1	1.4	6.4
Triticale 2005							
Grain	1.7	1.9	1.7	2.2	2.3	0.6	1.9
Straw	2.8	2.9	2.6	3.6	3.5	1.1	3.1
Total	4.5	4.8	4.2	5.8	5.8	1.6	5.0
<i>Immature compost (applied 09 May 2002)</i>							
Triticale 2004							
Grain	1.6	2.8	3.2	4.5	5.3	1.8	3.5
Straw	2.8	4.5	5.0	6.7	8.0	2.8	5.4
Total	4.4	7.3	8.2	11.2	13.4	4.6	8.9
Triticale 2005							
Grain	1.8	1.9	2.2	3.1	3.2	1.2	2.4
Straw	2.6	2.7	3.1	4.9	5.3	1.8	3.7
Total	4.4	4.6	5.2	8.0	8.5	3.0	6.1
Triticale 2006							
Grain	0.8	0.8	1.1	1.1	1.5	0.4	1.1
Straw	1.5	1.8	2.1	2.2	3.1	1.2	2.1
Total	2.3	2.6	3.2	3.4	4.6	1.5	3.2

Highest dose of meat powder based semi-mature compost had also strong after effects on triticale and doubled the yield of control, while the cooked meat based one increased it with nearly 50% (*Table 3.*). Meat powder had also similar positive effects, maximal yield could be reached at 5 t/ha load, but considerably decline did not occur even at higher levels (*Table 4.*). The soil could have 320 kg/ha N through the applied 5 t/ha meat powder, which could cover the N demand of the higher biomass production (*Kádár and Ragályi 2004.*).

Table 3. Effect of slaughterhouse composts on air-dried triticale yield, t/ha (Calcareous sandy soil, Órbottyán)

	Compost t/ha fresh material					LSD _{5%}	Mean
	0	25	50	100	200		
<i>Meat powder based semi-mature compost (applied 18 Nov. 2002)</i>							
Triticale 2004							
Grain	2.4	3.8	4.3	4.4	5.4	1.7	4.1
Straw	3.9	5.9	6.3	6.5	8.1	2.1	6.2
Total	6.3	9.7	10.6	10.9	13.6	3.8	10.2
Triticale 2005							
Grain	2.3	2.2	3.0	3.3	3.2	0.9	2.8
Straw	3.3	3.2	4.3	5.2	5.6	1.3	4.3
Total	5.6	5.4	7.3	8.5	8.8	2.2	7.1
Triticale 2006							
Grain	1.2	1.2	1.4	1.5	1.6	0.4	1.4
Straw	2.3	2.4	2.9	3.0	3.4	1.1	2.8
Total	3.5	3.6	4.3	4.5	5.0	1.4	4.2
<i>Cooked meat based semi-mature compost (applied 06 May 2003)</i>							
Triticale 2004							
Grain	3.2	3.1	3.8	4.7	4.6	0.9	3.8
Straw	4.9	5.0	5.7	6.6	6.7	1.2	5.8
Total	8.1	8.0	9.4	11.3	11.4	2.0	9.6
Triticale 2005							
Grain	2.5	2.4	2.3	3.0	3.2	0.5	2.7
Straw	3.9	3.7	3.3	4.5	5.1	0.9	4.1
Total	6.5	6.1	5.6	7.5	8.3	1.3	6.8
Triticale 2006							
Grain	1.1	1.0	1.0	1.4	1.4	0.2	1.2
Straw	2.3	2.1	2.0	2.6	2.6	0.5	2.3
Total	3.4	3.2	3.0	4.0	4.0	0.7	3.5

Comparing the composts the most effective was the meat powder based semi mature one, but the other semi mature and the meat powder had also significant effects. Mature and immature composts were applied one year earlier so they had milder effects.

In 2005, in the 3rd – 4th years of the treatments a mature compost residual effect weakened and was not able to produce significant differences in yield so further experiments were terminated. Meat powder based semi mature gave the highest yields even in this year, which was 30% less, than in previous year. Maximal doses were able to rise the yield from 5–6 t/ha to 8–10 t/ha. The effects are already significant between 25 and 100 t/ha compost as well as 5 and 20 t/ha meat powder treatment. Lower doses of the applied materials however caused no significant effect any more.

Average yields in 2006 were only half of that in 2005 and treatment effects were just above the significant limit except for meat powder in the case of grain yield.

Table 4. Effect of meat powder on air-dried triticale yield, t/ha
Applied 18 Nov. 2002 (Calcareous sandy soil, Órbottyán)

	Meat powder t/ha					LSD _{5%}	Mean
	0	2.5	5	10	20		
Triticale 2004							
Grain	2.7	2.8	4.7	4.5	4.2	1.3	3.8
Straw	4.6	5.0	6.9	6.9	7.0	1.7	6.1
Total	7.3	7.8	11.6	11.4	11.2	3.0	9.9
Triticale 2005							
Grain	1.9	2.0	1.9	3.0	3.9	1.3	2.6
Straw	3.0	3.2	2.7	4.4	6.7	2.5	4.0
Total	4.9	5.2	4.6	7.4	10.6	3.7	6.6
Triticale 2006							
Grain	1.0	0.9	1.0	1.1	1.2	0.4	1.1
Straw	1.6	1.6	1.9	1.8	2.3	0.6	1.8
Total	2.6	2.5	3.0	2.9	3.5	1.0	2.9

The main results and conclusions can be summarised as follows:

1. Composts and meat powder are valuable fertilizers having much higher content of N, P, Ca, Zn and Cu compared to the farmyard manure. These materials could be used in crops having a large fertilizer demand like sugar beet and also fibre crops or cereals.
2. Composts and meat powder have a considerable effect and even after 3–4 years a residual effect on yield.
3. According to results composts can be applied at 25–50 t/ha rate as a fertilizer similarly to manure. On sandy soils, poorly supplied with K, additional K fertilization is recommended. Application above 50 t/ha can cause depression in unfavourable years. 100–200 t/ha doses can also cause environmental risk because of the high N and P content.

Feldolgozott vágóhídi hulladékok alkalmazása meszes homoktalajon

RAGÁLYI PÉTER – KÁDÁR IMRE

Magyar Tudományos Akadémia
Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet
Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

Órbottyáni meszes homoktalajon vizsgáltuk a különböző minőségű állati eredetű komposztok és húsliszt hatását és utóhatását a kukorica, mustár és tritikálé fejlődésére. A talaj átlagosan 1–6% közötti CaCO₃ és 1–1,5% humusz készlettel rendelkezik. A humuszos

szint vastagsága 60–80 cm, a pH(H₂O) 7,0–7,4 közötti értéket mutat. Az agyagfrakció mennyisége 10–15%, a termőhely nitrogén, foszfor és kálium elemekben egyaránt szegény. A talajvíz mélysége 6–8 m. A kísérleteket 2002-ben és 2003-ban 5 kezeléssel és 4 ismétlésben, azaz 20–20 parcellában állítottuk be, melyek 5 x 8 = 40 m² területet jelentettek véletlen blokk elrendezésben. Az egyes kísérletek egyszeri 0, 25, 50, 100, 200 t/ha friss komposzt és 0; 2,5; 5; 10; 20 t/ha húsliszt kezelést kaptak. Kísérleti növényként 2002-ben kukoricát, 2003-ban mustárt vetettünk, 2004-től pedig tritikálét.

A vágóhídi hulladékok trágyahatása erős, a N-, P-, Ca-, Zn- és Cu-tartalmuk többszöröse lehet az istállótrágyákéhoz képest. A kijuttatás évében, 2002-ben a 25 és 50 t/ha kezelések részben az aszály miatt csak enyhe pozitív hatással voltak a termésre. Az éretlen és félérett komposztok extrém nagy adagjai (100–200 t/ha) a száraz 2002-ben és 2003-ban (483 és 337 mm/év csapadék) depressziót okoztak. A komposztok utóhatásai azonban a későbbi években jelentősek voltak, a kontroll parcellák termését akár háromszorosára is megnövelték. Az erősebb hatású komposztok még 2006-ban, azaz a kísérlet 4. és 5. évében is szignifikáns termésmegnövekedést eredményeztek.

Kulcsszavak: komposzt, trágyázás, terméshozam, vágóhídi hulladék.

REFERENCES

- Debreczeni, I. – Izsáki, Z.* (1989): Tannery sewage sludge fertilization effect and residual effect on cereals on a sandy soil. *Növénytermelés*, **38**, (3) 231–239. (in Hungarian)
- Izsáki, Z.* (2000): Collecting, disposal and utility of agricultural wastes. Tessedik Sámuel Főiskola, Szarvas. 94. pp. (in Hungarian)
- Izsáki, Z. – Debreczeni, I.* (1987): Tannery sewage sludge fertilization effect on a sandy soil. *Növénytermelés*, **36**, (6) 481–489. (in Hungarian)
- Kádár, I. – Hámori, V. – Morvai, B. – Petróczki, F.* (2002): Soil load and pollution limit values; sewage sludge and slaughterhouse waste compost effect on sugar beet. In: *Cukorrépa-termesztési/-termeltetési tanfolyam és tanácskozás.* (ed. *Várnainé J. A.*) pp. 37–40. Cukoripari Egyesülés, Budapest. (in Hungarian)
- Kádár I. – Ragályi P.* (2004): Final report in 2004 about long-term field experiments set up with slaughterhouse composts. In: MAE Talajtani Társaság Talajvédelmi Klub. FVM Növény- és Talajvédelmi Szolgálat, Budapest. 6 pp. (in Hungarian)
- Kiss J. – Simon M. – Horváth Z. – Kádár I. – Kriszt B. – Szoboszlai S. – Morvai B. – Csomor L. – Szántó G.* (2001): Biological degradation of animal origin fatty wastes. In: XVI. Országos Környezetvédelmi Konferencia. (ed. *Elek Gy.*) pp. 351–360. Siófok. (in Hungarian)
- Sarkadi, J.* (1975): Methods for estimating fertilizer demand. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.* 252 pp. (in Hungarian)
- Vermes, L.* (1998): Waste management, waste utility. *Mezőgazda Kiadó, Budapest.* 201 pp. (in Hungarian)

Address of the authors – a szerzők levélcíme:

RAGÁLYI Péter – KÁDÁR Imre
Research Institute for Soil Science and
Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences
H-1022 Budapest, Herman Ottó Str. 15.
Tel./fax: (36)-1-3558-491
E-mail: ragalyi@rissac.hu



Hulladékból előállított réz-tetramin komplex hatása az őszi búza beltartalmára

SZAKÁL PÁL¹ – BARKÓCZI MARGIT¹ – SCHMIDT REZSŐ² –
BEKE DÓRA² – TÓÁSÓ GYULA¹ – MATUS LÁSZLÓ²

¹ Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
Mosonmagyaróvár

² Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Földműveléstan Tanszék
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Réz-tetramin-hidroxid komplex vegyülettel végeztünk őszi búzánál lombtrágyázási kísérleteket 2007-ben a Darnózseli Mezőgazdasági Zrt. területén. A kísérleteket véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben 10 m²-es parcellákon állítottuk be, rézben hiányos Duna öntéstalajon. A kezeléseket virágzáskori fenológiai fázisban végeztük el. A kísérleti eredmények alapján megállapítható volt, hogy a rézkezelések hatására a hozamok maximum jellegű görbe alapján változtak. A legmagasabb szignifikáns növekedést a 0,5 kg/ha réz dózisonál kaptuk, az ennél nagyobb dózisek már toxikusak voltak, a hozamok csökkentek. A rézkezelések hatására a nyersfehérje-tartalom szignifikáns növekedését kaptuk. A magasabb dózisek esetében sem észleltük a nyersfehérje jelentősebb csökkenését. A sikértartalom a rézkezelések hatására szintén maximum görbe alapján növekedtek. Kismértékű csökkenést csak a 2,0 kg/ha réztartalomnál kaptuk.

Kulcsszavak: rézhozam, nyersfehérje, sikér, őszebúza.

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A gabonanövények táplálkozásban betöltött szerepe már több ezer év óta ismert. Az őszi búza (*Triticum aestivum* L.) az egyik legfontosabb kultúrnövényünk. Az idők során fokozódott az az igény, hogy adott területről minél több és értékesebb termést takarít-

sunk be. A cél elérésének lehetőségét elsősorban a talaj termékenységének növelésében keressük (Szakál *et al.* 2005, Pepó 2007). Ezen célok megvalósításához ismerni kell a talaj tápanyag ellátottságát, illetve tápanyagszolgáltató képességét (Jolánkai 2003, Kádár 1994). A növények talajon keresztül történő táplálására az 1850-es évektől került sor, a korszerű kémiai ipar kialakulásával. Liebig óta ismert, hogy a makroelemek mellett a mikroelemek megfelelő talajellátottságára is szükség van a növény fejlődéséhez (Kádár 2007, Füleky *et al.* 2005). A növények a rezet ion- vagy kelátszerű formában a gyökéren, valamint a levélen keresztül vehetik fel. A makroelemek mozgékonyasága általában kismérvű a növényekben – különösen igaz ez a légzési lánc aktiváló rézionjára –, ezért is fontos, hogy a gyökér közelében a talaj elegendő és jól felvehető formájú mikroelemet tartalmazzon. Kalászosoknál gyakori, hogy a rézből jól ellátott talajoknál is – a gátolt transzportfolyamatok következtében – gyakran mutatkozik rézhiány a növényekben (Szakál *et al.* 2005). A réznek fontos szerepe van a növényi életfolyamatokban. Olyan enzimek alkotórésze, illetve aktivátora, amelyek részt vesznek a transzspirációs anyagcserében és az elektrontranszportban. Továbbá fontos szerepet játszik a szénhidrát-, fehérje-, és zsír anyagcserében is (Skholnyik 1984). De a réz katalizálja a flavinoidok redoxi reakcióit is (Strack 1984). A kvercetin, a rutin és a robinetin a rézzel színes komplexet alkotva részt vesz egy-egy fafaj színének kialakításában. Magyarország talajainak jelentős részében mutatható ki rézhiány. Hiányuk megszüntetéséről gondoskodnunk kell. A fogyó réztartalmú ásványkincsünk, illetve a költséges és környezetszennyező előállítási technológiák miatt a rézvegyületek beszerzési költsége gátat szab a talajok rézhiány pótlására. Költségkímélés szempontjából a lombkezelés került előtérbe (Réder *et al.* 2005). Az Interreg III/A pályázat lehetőséget biztosított arra, hogy az ország üzemeiben keletkező réztartalmú hulladékok összetételének ismeretében végezzük azoknak mezőgazdasági újrahasznosítását. Az átalakítás eredményeként kialakított réz-komplexek felhasználhatósági területének bővítése, illetve a minőségi árutermelés céljából végeztünk kísérleteket. A kísérleteink során az előállított réz-amin komplexet használtunk fel. A réz (II) a nitrogéntartalmú ligandumokat az alábbi komplexeket képezi. $CuX_{2n}NH_3$ (ahol az általában 2, 4, 5 vagy 61, az X anion hidat képez a fémionok között). A szilárd pentamin komplexek is előállíthatók ammóniagáz reakcióval. A különböző tetraminok 0,88 mólos ammóniából való átkristályosítása mélykék pentaminokat eredményez ($Cu(NH_3)_5X_2$). A síkplanáris négyzetes koordinációjú rézben az ötödik ammónia 3,75 Å⁰-ra található a központi atomtól.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Magyarországi talajok jelentős hányada rézhiányos. A réz pótlására réz-amin komplexet használtunk fel lombtrágyázási kísérleteinkben. A kísérleteket a Darnózseli Mezőgazdasági Zrt. területén állítottuk be 2007-ben *GK-Petur* fajtájú őszi búzánál. A lombtrágyázási kísérleteket bokrosodáskori, virágzáskori fenológiai fázisban végeztük. Az alkalmazott réz dózisek 0,1; 0,3; 0,5; 1,0; 2,0 kg/ha. A kísérleteket 10 m²-es parcellákon négy ismét-

lésben, véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. A permetlé kijuttatását nagynyomású permetezővel végeztük, a parcellákra kijuttatott folyadék mennyisége $0,6 \text{ dm}^3$ volt. A parcellakombájnnal betakarított mintaparcelláknak mértük a tömegét és végeztük belőlük a malomipari vizsgálatokat. A talaj összetételét az *1. táblázatban* mutatjuk be.

1. táblázat Átlagos talajösszetétel (Darnózseli)

Table 1. Average soil composition

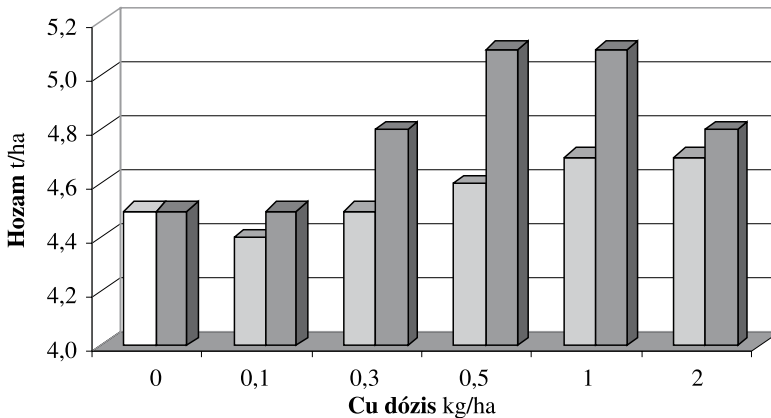
pH		K _A	CaCO ₃ %	Humusz %	AL-oldható			Mg	EDTA-oldható			
H ₂ O	KCl				P ₂ O ₅	K ₂ O	Na		Zn	Cu	Mn	Fe
7,96	7,51	41,4	3,6	2,6	mg·kg ⁻¹							
					185,0	184,0	73,0	75,0	1,1	1,2	57,0	31,0

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A parcellák két fenológiai fázisban, bokrosodáskor és virágzáskor kerültek kezelésre réz-tetramin komplex vegyülettel. A betakarított hozamokat vizsgálva (*1. ábra*) megállapítható, hogy mindkét fenológiai fázisban végzett kezelésekre hatására növekedtek a hozamok.

1. ábra Rézkezelés hatása a búza hozamára

Figure 1. Effect of copper treatment on wheat yield

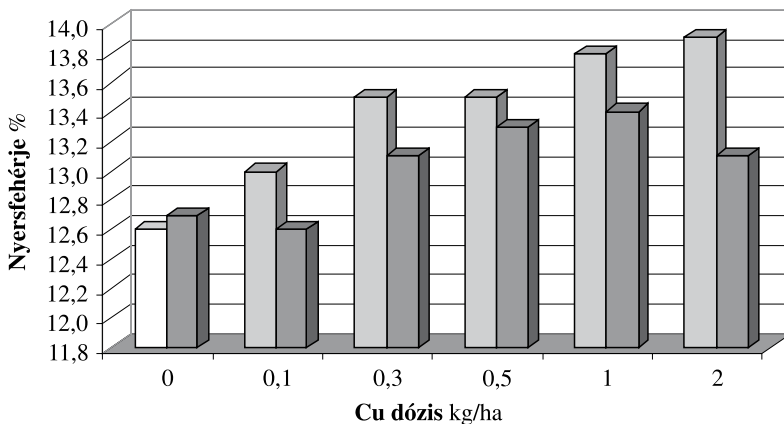


A bokrosodáskori fenológiai kezelésben kiadott réz dózisek hatására a növekedés csak kismértű. Még a nagyobb dózisek hatására sem volt kimutatható szignifikáns növekedés. A virágzáskori kezelésekre végzett kísérletek hatására a hozamok emelkedtek. A legjelentősebb hozamnövekedést a 0,5; 1,0 kg/ha réz dózisinál kaptuk, ezek a növekedések matematikailag is igazolhatók voltak ($SzD_{5\%} = 0,45$). A magasabb 2,0 kg/ha réz dózisinál a hozam kismértű csökkenését észleltük, megmutatkozott a réz toxikus hatására.

A réz-komplexszel történő kezelés hatására nyersfehérje-tartalom változása nem követte a hozamvizsgálatoknál kapott tendenciát. A nyersfehérje-tartalom, mindkét fenológiai fázisban végzett rézkezelés hatására emelkedett, de a jelentősebb emelkedést a bokrosodáskori fenológiai fázisban végzett kezeléseknél kaptuk (2. ábra).

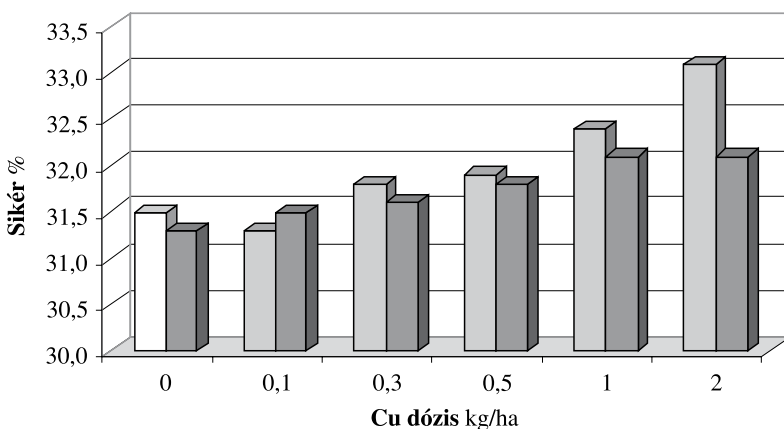
2. ábra Rézkezelés hatása a búza nyersfehérje-tartalmára

Figure 2. Effect of copper treatment on raw protein content of wheat



3. ábra Rézkezelés hatása a búza sikértartalmára

Figure 3. Effect of copper treatment on gluten content of wheat



A kezelés hatására jelentősebb növekedést az 1,0 és 2,0 kg/ha réz dózisinál mértük. Ez a növekedés statisztikailag is igazolt ($SzD_{5\%} = 0,47$): A 2,0 kg/ha réz dózisu kezelésnél még

nem mutatkozott a magas dózis toxikus hatása a nyersfehérjére. A virágzáskori kezelés hatására kismértvű volt a növekedés. Ez a növekedés nem volt statisztikailag igazolható. A virágzáskori rézkezelésben a nagyobb dózis (Cu = 2,0 kg/ha) hatására a nyersfehérje-tartalom csökkenését kaptuk. A rézkezelések mindkét fenológiai fázisban növelték a búza sikértartalmát. A jelentősebb sikértartalmat a bokrosodáskori kezelésben kaptuk. A növekvő réz dózisok hatására emelkedett a sikértartalom. A rézkezelés hatására történő nyersfehérje-tartalom változásához hasonlóan változott a sikértartalom. A bokrosodáskori kezelésben a sikértartalom növekedés jelentősebb, mint a virágzáskori kezelésben (3. ábra), de a kezelések nem voltak szignifikánsak. A virágzáskori kezelésben a magasabb réz dózisok (1,0; 2,0 kg/ha) hatására a nyersfehérje-tartalom csökkenését kaptuk.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetünket fejezzük ki az Interreg III/A , HUSKUA/05/02/158. sz. pályázatnak, mely lehetőséget biztosított arra, hogy a hulladékból kinyert mikroelemek mezőgazdasági újrahasznosítását elvégezhettük.

Effect of waste borne copper-tetramine on chemical parameters of winter wheat

PÁL SZAKÁL¹ – MARGIT BARKÓCZI¹ – REZSŐ SCHMIDT² –
DÓRA BEKE² – GYULA TÓÁSÓ¹ – LÁSZLÓ MATUS²

¹ University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Chemistry Department
Mosonmagyaróvár

² University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Department of Land Cultivation
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

We launched trials with copper-tetramine complex compounds at the fields of Darnózseli Mezőgazdasági Zrt. (Agricultural Joint-stock Co.). Winter wheat was involved in foliar treatments in 2007. Trials were carried out on randomised block design plots of 10 m² in four repetitions on Danube alluvial soil of copper deficiency. Treatments were applied at phenological phases of flowering. As a result of copper treatments yields changes could be described by a maximum curve. The highest significant increase could be achieved

at copper-doses of 0.5 kg/ha. Higher doses proved to be toxic and reduced the yield. Copper-treatments significantly increased raw protein content. However higher doses did not considerably reduce raw protein content. Increase in gluten content was also featured by a maximum curve after copper treatment. Gluten content slightly reduced at a doses of 2.0 kg/ha only.

Keywords: copper-yield, raw protein, gluten, winter wheat.

IRODALOM

- Fülek Gy. – Rétháti G. – Stefanovits P. (2005): Réz és cink adszorpció jellegzetes magyarországi talajokon. *Acta Agronomica Óváriensis*. **47**, (1), 217.
- Jolánkai M (2003): Tápanyag-visszapótlás, tápanyagellátás a növénytermesztésben III. Növénytermesztési Tudományos Nap. Gödöllő, 16–21.
- 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. *Acta Agronomica Ovariensis*. **47**, (1), 195.
- Szakál P. – Schmidt R. – Barkóczi M. – Juraj Lesny. – Halasi T. (2005): Lombtrágyaként alkalmazott réz-szénhidrát komplex hatása az őszi búza hozamára és minőségére. *Acta Agronomica*. **47**, (1), 47.
- Kádár, I. (1994): Importance of Long-term Field Experiments in Sustainable Agriculture for Hungary. *Agrokémia és Talajtan*. Tom. 43. No. 3–4.
- Kádár, I. (2007): Sustainability of Soil Fertility Nutrient Levels. *Cereal Research Communications*. **35**, (2), 573–574.
- Pepo, P. (2007): The Role of Fertilization and Genotype in Sustainable Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) Production. *Cereal Research Communications*. **35**, (2), 917–921.
- Réder O. – Csatai R. – Szakál P. (2005): Az őszi búza réz-tetramin-hidroxid komplexes kezelésének gazdasági vizsgálata. *Acta Agronomica Óváriensis*. **47**, (1), 173.
- Strack, D. (1997): Phenolic Metabolism, in *Plant Biochemistry* (ed. P. M. Dey, J. B. Harborne), Academic Press, San Diego, 387–416.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

SZAKÁL Pál – BARKÓCZI Margit – TÓÁSÓ Gyula
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.

SCHMIDT Rezső – BEKE Dóra – MATUS László
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Földműveléstan Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Kolbai K. u. 8.



Burgonya cink-amin komplexes kezelésének gazdasági vizsgálata

RÉDER ORSOLYA¹ – CSATAI RÓZSA² – SZAKÁL PÁL³

¹ Bolyai János Informatikai és Közgazdasági Szakközépiskola
Mosonmagyaróvár

² Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Statisztika és Gazdasági Informatikai Tanszék
Mosonmagyaróvár

³ Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarország talajainak jelentős része cinkhiányos. Kísérleteinkben cink-amin komplex hatását vizsgáltuk a burgonya hozamára, méreteloszlására és az ezen keresztül keletkező gazdasági hasznot. Kísérleteinknél különböző cink dózisos hatását vizsgáltuk. Ezzel kívántunk egy könnyen adaptálható módszert adni a pénzhiánnyal küzdő mezőgazdasági szervezeteknek a burgonya minél gazdaságosabb termesztéséhez. Az elvégzett kísérletek alapján a cink-komplexes kezelés a minőség javulása mellett a hozamok emelkedésén keresztül a nyereség növekedését okozta.

Kulcsszavak: cink, burgonya, hozam, költség, nyereség.

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A burgonya szerepe kiemelt jelentőségű az emberi táplálkozásban, a világ nagy részén fontos élelmiszeri cikk. A lakosság éves burgonyafogyasztása 60–70 kg/fő, amely így is alatta marad a 100 kg/fő-s európai átlagnak (Magda 2003). Mindezek mellett a gabona után a legjelentősebb növényélelmiszer-ipari termék. Viszonylag olcsó előállítású tápanyagot tartalmaz beltartalmi értékeit tekintve, valamint jelentős az ásványi anyag- és vitamintartalma is. A belőle egyre nagyobb számban előállított élelmiszeripari termékek (pl. chips) előállítása is azt mutatja, hogy még sokáig fontos fogyasztási cikke lesz a lakoságnak. Hazánkra

a burgonya ipari célú és takarmányozási felhasználása nem jellemző, de sok országban jelentős mennyiséget használnak fel ilyen célokra is. Termelése gazdaságosan leginkább a csapadékosabb, hűvösebb éghajlati viszonyok mellett folytatható, hazánkban elsősorban öntözéssel természetesen sikerrel (Pfau és Széles 2001). A biztonságos mennyiségű és jó minőségű burgonya termeléséhez viszont a burgonya megfelelő tápanyagellátása is szükséges. Az egyoldalú műtrágyázás azonban megbontja a tápanyagegyensúlyt (Németh 2002). A makroelemek közül a káliumnak, a mikroelemek közül a bórnak, a cinknek, a réznek és a vasnak van kiemelt szerepe. Kimutatták a többféle mikroelemet tartalmazó permettrágya eredményességét is a burgonyatermesztésben (Bocz 1996). A cinknek, mint mikroelemnek jelentős szerepe van a burgonya tápanyagellátásában, és fontos az enzimtevékenységben betöltött szerepe is. A cink hiánya a növekedés gátlásában is jelentkezik (Kádár 2005). Napjainkra a mezőgazdaságban is uralkodóvá vált piacorientált szemléletmód miatt a gazdálkodó szervezeteknek a nagyobb jövedelem elérése érdekében szükséges jó minőségű termékekkel, terményekkel szerepelnie a piacon. Így a terméseredmények és a minőségi paraméterek értékeinek növelése érdekében időszerűvé vált a gazdaságos tápanyag-visszapótlás módszereinek kidolgozása. Az elmúlt években, évtizedekben azonban az esszenciális elemek, köztük a cink nagyrészt nem kerültek pótlásra. Ugyanakkor nagy mennyiségben keletkeztek az iparban az ezen elemeket tartalmazó hulladékok, melyek megfelelő átalakításával a mezőgazdaság számára hasznos tápanyagok nyerhetők. Ezen munkánkkal a jelenleg anyagi forrásokban szűkölködő mezőgazdasági szervezeteknek szeretnénk egy olyan olcsó, könnyen adaptálható módszert ajánlani, mely segítségével a burgonya termesztése még gazdaságosabbá válhat. A néhány évvel ezelőtti alacsony burgonyaár, az időjárás hatása, a megfelelő öntözési lehetőségek hiánya sokakat visszariasztott a burgonya termesztésétől. Ezzel a módszerrel a termésbiztonság és hozamok növekedésén keresztül a haszon növekedését szeretnénk segíteni. A burgonya ára néhány év alatt nagyjából ötszörösére emelkedett. A KSH adatait megvizsgálva az előző három évben a burgonya kilónkénti ára 2005. márciusi 15 Ft-ról 2006. márciusáig 50 Ft-ra, majd 2007. márciusára 80 Ft-ra emelkedett (KSH; agroinform.com).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kisparcellás lombkezelési kísérleteket 2007-ben állítottuk be cinkben és káliumban hiányos Duna öntéstalajon a Darnózseli Zrt. területén *Agria* fajtájú burgonyánál. A parcellák mérete: 4 sor burgonya 10 méter hosszúságban. A kísérleteket 4 ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. Az alkalmazott cink dózisek 0,1; 0,3; 0,5; 1,0 és 2,0 kg/ha voltak. A burgonya betakarítását 10 méter hosszan kézi felszedéssel végeztük. A felszedett burgonya hozamát és méret szerinti eloszlását vizsgáltuk. Méret szerint kicsi (< 30 mm), közepes (30–50 mm) és nagy (> 50 mm) frakciókra választottuk szét a felszedett termést. Vizsgálataink során csak az étkezési célra is alkalmas nagyméretű burgonya értékesítésével számoltunk.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A cink-amin komplexszel történt kezelések növelték a terméshozamot. Jelentősebb emelkedést a 0,3 kg/ha cink dózistól kaptuk. A termésnövekedés mértéke a 0,1-es dózistól az 1,0 dózsig folyamatos növekedést mutat, a nagyobb dózis (2,0 kg/ha) esetén a növekedés már kisebb mértékű, ez a nagy mennyiségben a lomb felületére kivitt cink-amin komplex toxikus hatásával magyarázható. Itt a perzselő hatást is kimutattuk. A kezelést matematikailag igazolható, $SzD_{5\%} = 5,1$, szignifikáns növekedést a 0,5; 1,0 és a 2,0 kg/ha dózisoknál kaptunk.

1. táblázat Cink-komplex hatása a terméshozamra

Table 1. Produce of the potato
(1) Zn-dose, (2) produce of the potato

Cink-komplex kg/ha	Termés t/ha		
	kicsi	közepes	nagy
0,0	11,5	21,4	16,2
0,1	8,3	20,4	15,2
0,3	11,3	22,8	17,2
0,5	9,8	22,5	23,5
1,0	12,4	22,1	24,7

A méreteloszlás vizsgálatok a magasabb cink dózisok esetén a nagyméretű burgonya mennyiségének növekedését kaptuk, a kicsi és a közepes méretű burgonya mennyisége nem változott jelentős mértékben.

A költségek vizsgálatok a kezeletlen burgonya termesztésének költségein kívül a kezelés költségeit is vizsgálnunk kellett, mely két részből adódik össze: a cink-amin komplex előállításának költségéből és a kijuttatás költségéből. A cink-komplex előállításának kilogrammonkénti költsége 50 Ft, ami az ammónium-hidroxid (15 Ft), az adalékok (6 Ft), a vívígyanyag (1 Ft), az átalakítás technológiája (5 Ft), a csomagolás (20 Ft) és a szállítás (3 Ft) miatti költségekből tevődik össze. A cink-amin komplex előállításának anyagköltségeit az ammónium-hidroxid, az adalékok és a vívígyanyag költsége adja, ez az összes költség 44%-a, vagyis összesen 22 Ft/kg-onként. Az összes költség fennmaradó 56%-át a logisztikai költségek adják, ezek összesen 28 Ft-ot tesznek ki/kg-onként. A kiszórás költsége gépi permetezővel 4000 Ft/ha.

A burgonya költségszerkezetének vizsgálatok ismeretes, hogy az 550000 Ft-os összköltségen belül az anyag jellegű ráfordítások 55% körül alakulnak. Az anyagköltségeken belül a vetőgumó (42%), a műtrágya (8%) és a növényvédőszer (5%) költsége meghatározó jelentőségű. A növényvédelem ugyan a legkisebb költségtényezőit jelenti a burgonya termesztésének, ugyanakkor hibás döntés esetén kedvezőtlenül befolyásolhatja elsősorban a hozamot. A személyi jellegű ráfordítások 10% körül mozognak. A segédüzemi költségek 25%-át adják az összköltségnek, melyen belül a gépköltség a meghatározóbb (15%),

amely ennél magasabb is lehet a speciális gépek újkori értékén számolva. A segédüzemi költségeken belül az öntözés költsége is meglehetősen magas, az összköltség 10%-a, de esetenként akár ez is elérheti a 15%-ot. A földbérleti díj, valamint a saját gépek hiánya, vagy nem megfelelő kapacitása miatt felléphetnek esetlegesen egyéb költségek is. Az általános költségek 10% körül mozognak. Így a közvetlen költségek összesen a termelési költség 90%-át teszik ki. Az összes termelési költséget csökkentik az értékesíthető meléktermékek. A kezeletlen burgonya költségének költségfajtánkénti megoszlását mutatja a 2. táblázat a vizsgált években.

2. táblázat Költségek alakulása kezelés nélkül

Table 2. Costs without treatment

(1) type of cost, (2) cost, (3) material cost, (4) personal cost,
(5) branch-works cost, (6) general cost, (7) total cost

Költségfajta (1)		Költség (2) Ft/ha
Anyagköltség (3)		302 500
ebből:	vetőgumó	231 000
	növényvédőszer	44 000
	műtrágya	27 500
Személyi költség (4)		55 000
Segédüzemi költség (5)		137 500
ebből:	gép	82 500
	öntözés	55 000
Általános költségek (6)		55 000
Összesen (7)		550 000

A költségszerkezetben a cink-amin komplexes kezelés két helyen okoz változást: az anyagköltségekben és az egyéb kiadásoknál. Mivel a cink-komplex ára 50 Ft/kg, így a legnagyobb 2 kg/ha-os vizsgált dózis esetén is csak 100 Ft költségnövekedést eredményez, amely az összes anyagköltséghez viszonyítva elhanyagolható – nem éri el az anyagköltség 0,05%-át. A költségek jelentős megnövekedése azonban nem az anyagköltségben jelentkezik, hanem az egyéb költségeknél, ugyanis nem a cink-amin komplex költsége magas, hanem a növényre való kijuttatásának költsége, amely növényvédőszerrel való együttes kijuttatásakor megtakarítható. A költségek alakulását a kezelésekre hatására a 3. táblázat mutatja be.

Az árbevétel egyenesen arányosnak vehető a hozammal. Az árbevételek számításához a 2007. évi átlagos burgonyaárát vettem figyelembe, mely 80 000 Ft/t volt. Az értékesítésnél csak a nagyméretű burgonyával számoltam, hiszen étkezési célra ez alkalmas. A viszonylag magas ár miatt egy kisebb hozamnövekedés is nagy nyereséget tudott produkálni, mivel a cink-amin komplexes kezelés költségei szinte elhanyagolhatók (0,7%) voltak. A nyereséget az árbevétel és a költségek különbségeként kaphatjuk meg, amelynek az értékeit a 4. táblázat tartalmazza.

3. táblázat Az összes költség alakulása a kezelés hatására

Table 3. Costs with treatment
(1) Zn-complex dose, (2) cost

Cink-komplex (1) kg/ha	Költség (2) Ft/ha
0,0	550000
0,1	554005
0,3	554015
0,5	554025
1,0	554050
2,0	554100

4. táblázat Nyereség alakulása a kezelés hatására

Table 4. Profit with treatment
(1) Zn-complex dose, (2) profit

Cink-komplex (1) kg/ha	Nyereség (2) Ft/ha	Árbevételarányos nyereség (3)
0,0	746000	58%
0,1	661995	54%
0,3	821985	60%
0,5	1325975	71%
1,0	1421950	72%
2,0	1237900	69%

A vizsgálat eredményeiből kitűnik, hogy a kezelés nyereségességét a hozamnövekedés határozza meg, mivel a megfelelő dózisu kezelés hatására a hozamnövekedésből adódó árbevétel növekedés többszöröse a kezelés költségének. Így az árbevételarányos nyereség kiszámítása alapján mind a 0,5; az 1,0 és a 2,0 kg/ha-os cink dózis esetén hasonlóan magas (70% körüli) nyereséget kaptunk. Mivel a legmagasabb cink dózis esetén a burgonyanövényen perzselődés is kimutatható volt, így az 1,0 kg/ha-os cink-amin komplexes kezelés volt a legsikeresebb, amely más vizsgálatok adatai szerint beltartalmi szempontok miatt is kedvező. Az amúgy is viszonylag magas haszon megnövelhető lenne még a kisebb gumók ipari, takarmányozási vagy vetőburgonyakénti felhasználásával, de a burgonya ilyen irányú felhasználása ma Magyarországon nem jellemző.

Economical examination of the potato treatment with zinc-amin complex

ORSOLYA RÉDER – RÓZSA CSATAI – PÁL SZAKÁL

SUMMARY

Most part of Hungary's land is lacking of zinc. In our experiments we analyzed the effect of zinc-amin complex on the potato produce. In our experiments on smaller parcels we studied the effect of different doses. The aim was to provide an easy adaptable method to the Hungarian agrarian organizations suffering in financial resources regarding the potato growing. The results show that use of the zinc complex lead to increased output coupled with quality which in turn provides greater profit.

IRODALOM

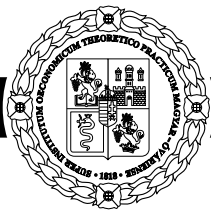
- Bocz E.* (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági kiadó, Budapest.
Kádár I. (2005): Magyarország Zn és Cu ellátottságának jellemzése talaj- és növényvizsgálatok alapján. *Acta Agronomica Óváriensis* **47**, (1), 11–26.
Magda S. (2003): A növénytermesztés szervezése és ökonómiája. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest.
Németh T. (2002): Talajtermékenység, tápanyag-gazdálkodás. *Gyakorlati Agrofórum* 13, (12), 2–3.
Pfau E. – Széles Gy. (2001): Mezőgazdasági üzemtan. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.
KSH Statisztikai Évkönyv (2005)
KSH Statisztikai Évkönyv (2006)
www.agroinform.hu letöltés időpontja: 2008. február 15. 10,45

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

RÉDER Orsolya
Bolyai János Informatikai és Közgazdasági Szakközépiskola
H-9200 Mosonmagyaróvár, Régi Vámház tér 6.
E-mail: reder.orsolya@freemail.hu

CSATAI Rózsa
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Statisztika és Gazdasági Informatikai Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
E-mail: csatair@mtk.nyme.hu

SZAKÁL Pál
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémiai Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.
E-mail: szakalp@mtk.nyme.hu



Az őszi búza mangán-komplexes kezelésének gazdasági vizsgálata

RÉDER ORSÓLYA¹ – CSATAI RÓZSA²

¹ Bolyai János Informatikai és Közgazdasági Szakközépiskola
Mosonmagyaróvár

² Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Statisztikai és Gazdaságinformatikai Tanszék
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Kisparcellás őszi búza lombtrágyázási kísérleteinket Duna öntéstalajon végeztük 2005-ben mangán-szénhidrát komplexszel. A kezelés hatását vizsgáltuk őszi búza hozamára, valamint vizsgáltuk az ezen keresztül keletkező gazdasági hasznot. A kezelés csak a kisebb dózisok használatakor adott pozitív eredményt, legnagyobb hozamnövekedés a 0,05 kg/ha dózis esetén mutatkozott. A gazdasági számítások során kimutattuk, hogy az adott évben az alacsony gabonaárak miatt nem volt jelentős haszon, de a legkedvezőbb a legnagyobb hozamot adó dózis volt. A kapott eredményeket összevettem hasonló réz-szénhidrát komplexes kezelés hatásával. Összességében legnagyobb nyereséget mindenképpen a legnagyobb hozamot adó dózisok adják, mivel a kezelések költsége az összes költséghez viszonyítva elhanyagolható. A két kezelés közül a réz-komplexes hozott nagyobb hozamnövekedést, és ezen keresztül nagyobb hasznot.

Kulcsszavak: mangán, őszi búza, hozam, költség, nyereség.

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A talajok mikroelem-tartalmát a talajt alkotó kőzetek mállása során felszabaduló mikroelem-tartalom határozza meg. Hazánk talajainak mangántartalma széles határok között mozog, általában 100–1100 mg/kg. A növények számára hozzáférhető, felvehető mozgékony mangánformák azonban csak ennek 0,1–1%-a (Győri 1984). A növények számára való hozzáférhetőségét elsősorban a talaj pH-ja határozza meg. Amíg a savanyú talajok bőségesen szállítanak mangánt, addig a semleges és alkalis talajokon inkább mangán-szegény vegetáció terem (Tölgyesi és Vass 1984). A savanyú talajokon (pH 5,5 alatt), reduk-

tív viszonyok között jelentősen, toxikus méretűre megnőhet a mangán-ion koncentrációja (Kalocsai *et al.* 2002). A növények Mn^{2+} -ion vagy szerves komplex formában veszik fel. Felvehetőségét a pH-n kívül számos más tényező (pl. a nedvesség, mikroorganizmusok tevékenysége) is befolyásolja.

A mangán élettani szerepe igen sokoldalú, mely komplexképző hatásán alapul, könnyen változtatja a vegyértékét. Több, a sejtekben lejátszódó redoxifolyamatban vesz részt, számos enzim aktivátora. A mangán kedvezően hat a szénhidrátok képzésére (Szakál *et al.* 2007). A kultúrnövények közül a zab reagál legérzékenyebben a mangánhiányra, szárazfoltosság lép fel, ami a többi gabonafélénél is jelentkezik, csak kisebb mértékben (Loch és Nosticzius 1992). A mangánnak mindezek mellett meghatározó szerepe van a nitrogén anyagcserében is, mivel a nitrátot mangánhiány esetén a növény nem tudja hasznosítani (Szabó *et al.* 1987). A levélen keresztül történő tápanyag pótlása kedvezőbb, ha a sóvegyületek helyett fém-komplexeket használnak fel (Szakál *et al.* 2005, Schmidt *et al.* 2005).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Lombtrágyázási kísérleteinket 2005-ben végeztük Darnózseli területén mangán-szénhidrát komplexszel. A kísérleteket 10 m²-es parcellákon állítottuk be Duna öntéstalajon véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben, *Fatima* fajtájú őszi búzánál. Az őszi búza kezelést virágzáskor végeztük 0,05; 0,1; 0,3 és 0,5 kg/ha mangán-dózisok alkalmazásával. A mangán-szénhidrát komplex kijuttatását nagynyomású permetezővel végeztük, a parcellánként kijuttatott mennyiség minden esetben 0,6 dm³ volt. A betakarítást parcellakombájnnal végeztük. A mintaparcellákról betakarított terménynek mértük a hozamát és beltartalmi értékeit.

Piacgazdasági körülmények között folyó termelés esetén nem elegendő csak a nagyon jó minőséget és a nagy mennyiséget elérni, a gazdálkodónak szükséges megfelelő nyereséget is realizálnia termelésével. Ehhez ismernie kell a piaci viszonyokat, meg kell vizsgálni az adódó lehetőségek költség és árbevételi viszonyait, hogy a kezelés rentabilitását megítélhessük.

EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

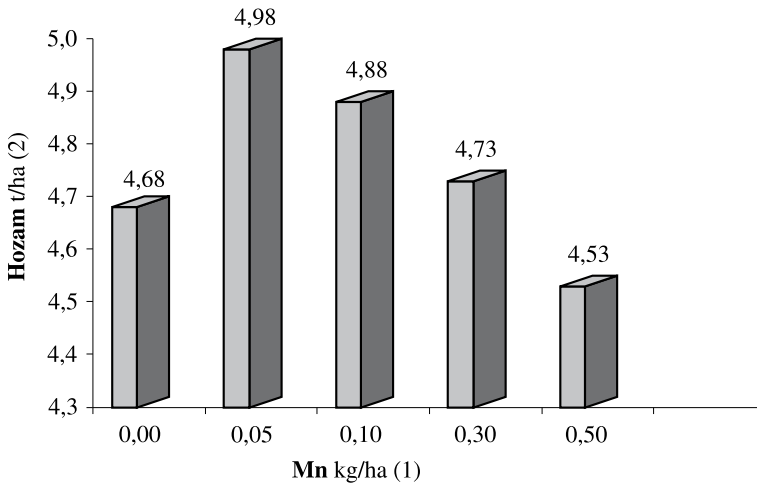
A vizsgált 2005-ös évben a virágzáskor végzett mangán-szénhidrát kezelés hatására a legnagyobb hozamot a 0,05 kg/ha-os dózis adta. A kezeletlen és a kezelt őszi búza hozamainak nagyságát az *I. ábra* szemlélteti.

A költségek vizsgálatakor a kezeletlen búza termesztésének költségein kívül a kezelés költségeit is vizsgálnunk kellett, mely két részből adódik össze: a mangán-szénhidrát komplex előállítás költségeből és a kijuttatás költségeből. A mangán-komplex előállításának kilogrammonkénti költsége 80 Ft, ami az anyagköltségből (37%), az átalakítás technológiai

költségeiből (16%), a csomagolás (36%), a szállítás miatti (6%), valamint az egyéb (5%) költségekből tevődik össze. A kiszórás költsége gépi permetezővel 4100 Ft/ha.

I. ábra Mangán-komplex hatása a terméshozamra

Figure 1. Produce of the winter wheat
(1) Mn-dose, (2) yield



Az őszi búza termesztésének összköltsége a vizsgált évben átlagosan 120 000 Ft/ha volt, mely értékét a búza SAPS szerinti 18 904 Ft/ha-os támogatása csökkentett, így 100 000 Ft/ha-os átlagos költségekkel számoltam. A költségszerkezetének vizsgálatakor mint ismeretes, hogy az anyag jellegű ráfordítások 31% körül alakulnak. Az anyagköltségeken belül a vetőmag (27%), a műtrágya (40%) és a növényvédőszer (25%) költsége meghatározó jelentőségű. A személyi jellegű ráfordítások nem számottevők, ami az őszi búza termesztéstechnológiájából adódik elsősorban. A segédüzemi költségek hasonló nagyságrendűek, mint az anyagköltségek (30%), melyeken belül a traktorüzemi költség a legmeghatározóbb (46%), de a kombájnüzem költsége is meglehetősen magas (25%). A földbérleti díj, valamint a saját gépek hiánya, vagy nem megfelelő kapacitása miatt alakulnak az egyéb költségek 20% körül. Az általános költségek 20% körül mozognak. Így a közvetlen költségek összesen a termelési költség 83%-át teszik ki. Az összes termelési költséget csökkentik az értékesíthető melléktermékek (-4%), illetve növelik az általános költségek (21%). A kezeletlen búza költségének költségfajtánkénti megoszlását mutatja az *I. táblázat*.

A költségszerkezetben a mangán-szénhidrátos kezelés két helyen okoz változást: az anyagköltségekben és az egyéb kiadásoknál. Mivel a mangán-szénhidrát komplex ára 80 Ft/kg, így a legnagyobb 0,5 kg/ha-os vizsgált dózis esetén is csak 40 Ft költség növekedést eredményez, amely az összes anyagköltséghez viszonyítva elhanyagolható – nem éri el az anyagköltség 3%-át. A költségek jelentős megnövekedése azonban nem az anyagköltségben jelentkezik, hanem az egyéb költségeknél, ugyanis nem a réz-szénhidrát komplex

költsége magas, hanem a növényre való kijuttatásának költsége. Ez gépi permetezővel való kijuttatás esetén 4100 Ft-tal növeli meg a költségeket, amely az összköltség kb. 4%-a, de gyomirtóval való kijuttatásakor ez a költség is megtakarítható.

1. táblázat Költségek alakulása kezelés nélkül

Table 1. Costs without treatment

- (1) type of costs, (2) costs, (3) material costs, (4) personal cost,
(5) amortization, (6) machinery costs, (7) other expences,
(8) by-product value, (9) overhead costs, (10) total

Költségfajták (1)	Költség (2) Ft/ha
Anyagköltség (3)	31000
Személyi költség (4)	1000
Értécsökkenési leírás (5)	1000
Segédüzemi költség (6)	30000
Egyéb költségek (7)	20000
Melléktermékek értéke (8)	-4000
Általános költségek (9)	21000
Összesen (10)	100000

Az árbevétel egyenesen arányosnak vehető a hozammal. Az árbevételek számításához az átlagos tőzsdei búzaárát vettem figyelembe, melyek a vizsgált évben 21000 Ft/t volt. A nyereséget az árbevétel és a költségek különbségeként kaphatjuk meg, amelynek az értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat Az összes költség alakulása a kezelés hatására

Table 2. Costs with treatment

- (1) Mn-dose, (2) cost, (3) income, (4) profit

Mn-komplex (1) kg/ha	Költség (2) Ft/ha	Bevétel (3) Ft/ha	Nyereség (4) Ft/ha
0,00	104100	98280	-5820
0,05	104104	104580	476
0,10	104108	102480	-1628
0,30	104124	99330	-4794
0,50	104140	95130	-9010

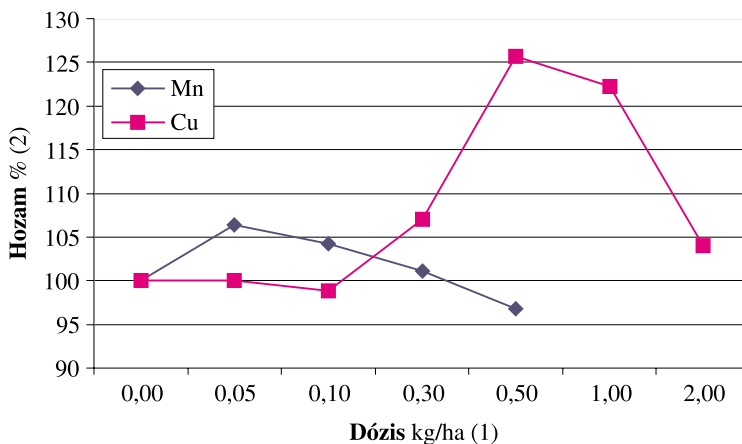
A vizsgálat eredményeiből kitűnik, hogy a kezelés nyereségességét a hozamnövekedés határozza meg, mivel a megfelelő dóziszú kezelés hatására a hozamnövekedésből adódó árbevétel-növekedés többszöröse a kezelés költségének. Így a magasabb hozamot adó dózisz hozták a nagyobb hasznot, a 0,05 kg/ha-os dózis alkalmazása a legcélravezetőbb.

A 2005. év veszteséges volt az alacsony gabonaárak miatt, emiatt a termelők elégedetlenségüknek is hangot adtak. A búza ára azóta jelentősen változott, közel háromszorosára, míg termelési költsége csak kb. 20%-kal növekedett. A jelenleg figyelembe vehető tőzsdei átlagár 62 000 Ft/t, ami már nyereséget ad a termelőknek.

Összehasonlítottam a réz-szénhidrát komplex és a mangán-szénhidrát komplex kezelések hatását. A két szénhidrát-komplexes kezelés a termelési költségeket gyakorlatilag nem befolyásolta (Az őszi búza réz-szénhidrát komplexes kezelésének gazdasági vizsgálata: Gazdálkodás 50. 16. külökiadás). A terméseredményekben azonban jelentős különbség tapasztalható. A kezeletlen kontrollhoz képest a rézkezelés hatására a termésnövekedés 26%-os is lehet, míg a mangán-komplexes kezelés maximum 6%-kal növeli a hozamot. A kezelések összehasonlításánál a százalékos változás figyelembevételével kiszűrhetjük a kísérletek egyéb hatásait. (A földterület minősége azonos, az időjárási viszonyok kissé különböztek, a búza termesztéséhez hasonló technológiát használtunk.) A 2. ábra mutatja a réz- és a mangánkezelések miatti terméshozam változások arányát.

2. ábra Mn- és Cu-komplexes kezelések hozamra gyakorolt hatása

Figure 2. Produce of the winter wheat with Mn and Cu treatment
(1) dose, (2) yield



Összefoglalásként elmondható, hogy mindkét kezelés módosítja a hozamot. Az elvégzett kísérletek alapján az őszi búza a mangán-szénhidrát komplexes kezelését virágzaskor 0,05 kg/ha-os dózisban javaslom, mivel a hozamok növekedése miatt ez a kezelés hozza a legnagyobb hasznot. A réz-komplexes kezelésnél az ajánlott dózis 0,5 kg/ha. Mivel a költségek 0,5%-át sem teszik ki a felhasznált komplexek, így a nagyobb termés nagyobb jövedelmet hoz. A mangán és a réz közötti választásnál gazdasági szempontból egyértelműen a réz javára kell dönteni. A konkrét esetekben azonban mindenképpen figyelembe kell venni a megművelt földterület talajának adottságait.

Economical examination of the winter wheat treatment with copper-tetramin-hydroxide complex

ORSOLYA RÉDER – RÓZSA CSATAI

SUMMARY

We carried out experiments with mangan-carbohydrate folier fertilizer in 2005. The size of plots was 10 m², the arrangement of the experiment was a randomised block design. The soil of the experimental site was calcareous Danube alluvial soil. The treatments were applied at the phenological phase of flowering. The wheat variety was *Fatima*. Due to the mangan supplementetion the yield inceased. In our experiment the highest yield increase was meseured in the case of the 0.05 kg/ha mangan dose. This dose produce also the biggest profit.

Keywords: mangan, winter wheat, yield, cost, profit.

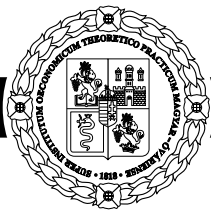
IRODALOM

- Győri D. (1984): A talaj termékenysége. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Tölgyesi Gy. – Vass A. (1984): Bazidiumos nagygombák, valamint magvas növények ásványianyag-tartalmának összehasonlító vizsgálata. *Agrokémia és Talajtan* **33**, (1–2), 125–138.
- Kalocsai R. – Schmidt R. – Szakál P. – Giczi Zs. (2002): A talajvizsgálati eredmények értelmezése. *Acta Agronomica Óváriensis* **42**, (1), 3–10.
- Loch J. – Nosticzius Á. (1992): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Réder O. (2006): Az őszi búza réz-szénhidrát komplexes kezelésének gazdasági vizsgálata: *Gazdálkodás* **50**, (16. külökiadás) 104–108.
- Schmidt, R. – Szakál, P. – Kalocsai, R. – Giczi, Zs. (2005): The effect of copper and zinc treatments and precipitation ont he yield and baking quality of wheat. *Acta Agronomica Óváriensis*. Volume 47. No. 1., 195–203.
- Schmidt, R. – Szakál, P. (2007): Zn fertilisation of wheat, higher protein, lower carbohydrate content. *Cereal Research Communications*. Volume 35. No. 2., 1041–1045.
- Szabó A. – Regusné Möcsényi Á. – Győri D. – Szentmihályi S. (1987): Mikroelemek a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szakál P. – Schmidt R. – Barkóczi M. – J. Lesny – Halasi T. (2005): Lombtrágyaként alkalmazott réz-szénhidrát komplex hatása az őszi búza hozamára és minőségére. *Acta Agronomica Óváriensis*. Volume 47. No. 1., 47–53.
- Szakál, P. – Schmidt, R. – Lesny, J. – Kalocsai, R. – Barkóczi, M. (2007): Quality parameters of wheat, bio ethanol versus bread? *Cereal Research Communications*. Volume 35. No. 2., 1137–1141.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

RÉDER Orsolya
Bolyai János Informatikai és Közgazdasági Szakközépiskola
H-9200 Mosonmagyaróvár, Régi Vámház tér 6.
E-mail: reder.orsolya@freemail.hu

CSATAI Rózsa
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Statisztika és Gazdasági Informatikai Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
E-mail: csatair@mtk.nyme.hu



A műtrágyázás és elemi kén adagolás hatása a talaj felvehető SO_4^{2-} tartalmára

GICZI ZSOLT – KALOCSAI RENÁTÓ

UIS Ungarn Laborvizsgáló és Szolgáltató Kft.
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők laboratóriumi talajérleléses kísérletet állítottak be meszes Duna öntéstalajon különböző elemi kén dózisos (0,1 g; 1,0 g; 2,5 g; 5,0 g; illetve 10 g/tenyészedény, azaz 50, 500, 1250, 2500 és 5000 kg ha^{-1}) talajbeli oxidációjának vizsgálata céljából műtrágyázatlan, illetve N,P,K műtrágyázott körülmények között. A 84 napos inkubációs periódus elteltével a szerzők a talajokban mérhető, vízdoldható szulfátion-koncentrációt elemezték. Az eredményeket varianciaanalízis segítségével értékelték.

A vizsgálatok eredményei alapján megállapították, hogy a talajok felvehető szulfátion-koncentrációja a kezelések, valamint a talajok mikrobiális tevékenységének hatására nőtt.

Kulcsszavak: kén, oxidáció, műtrágyázás, szulfátion-koncentráció.

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kén visszapótlására a növénytaplálási gyakorlat napjainkig viszonylag kisebb figyelmet fordított. Tette ezt annak ellenére, hogy a növények számára rendelkezésre álló kén mennyisége számos mezőgazdasági területen csökken. A tendencia okai között első helyen a „high analysis” műtrágyák használata (Bohn et al. 1985), valamint a csökkenő antropogén kénkibocsátás említhető meg (Gibbs 1991, NAPAP 1996, Radalieu 1995, Zhao et al. 1995, Blake-Kalff et al. 1998, Reynolds et al. 1999, KöM KEVF 2000, Varga 2001).

Ugyancsak a kéntrágyázás szükségességét erősíti az olyan nagyobb termőképességű, kedvezőbb kvalitatív mutatókkal rendelkező növényfajták, hibridek termesztésbe vonása, melyek makroelemekkel (így a kénnel) szemben támasztott igényei is nagyobbak (Hensier és Ninphinus 1985, Loch 1993), valamint az emelkedett N,P,K ellátás is, amely természetett növényeink termésszintjének növelése mellett azok S tartalmának emelkedéséhez is vezet (Lásztity és Csathó 1995).

Fent részletezett összefüggéseknél fogva az okszerűen alkalmazott kéntrágyázás Európa számos területén egyre kifejezettebb növény táplálási jelentőséggel bír és a mikroelemekkel (Cu, Zn) folytatott tápanyagellátáshoz hasonlóan (Szakál et al. 2005, Schmidt et al. 2002, Szakál és Schmidt 1996, 1997) vélhetően egyre inkább mindennapi gyakorlattá válik (Schnug és Pissarek 1984, Schnug 1988, Haneklaus és Schnug 1992, Schnug et al. 1993, Haglund és Hansen 2000, Schmidt és Szakál 2007).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az elemi kén talajbeli oxidációjának, valamint a műtrágyázásnak az elemi kén oxidációjára kifejett hatásának vizsgálatára két, egyenként 5 kezeléssel és 3 ismétléses tenyészedényes talajérleléses kísérletet állítottunk be a Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Növénytermesztési Intézetének Földműveléstan Tanszékén, Mosonmagyaróváron.

A kísérlet alapjául szolgáló meszes Duna öntéstalajt a komáromi székhelyű Solum Rt. B/14 számú táblájáról, annak felső 15 cm-es rétegéből vettük. A területről származó részmintákat egyesítettük, gondosan összekevertük, majd az Intézet laboratóriumában három párhuzamos méréssel analizáltuk, az eredményeket átlagoltuk (1. táblázat).

1. táblázat A kísérlet talajának vizsgálati átlageredményei
(MÉM-NAK egységes módszerei szerint)

Table 1. Soil physical- and chemical characteristics

(1) K_A , (2) $CaCO_3$, (3) humus, (4) sulphate, (5) AL-extractable...,
(6) nKCl extractable Mg, (7) EDTA-extractable...

pH		Arany féle kötöttség (1)	Szén- savas mész % (2)	Hu- muzs % (3)	Szulfát mgkg ⁻¹ (4)	AL-oldható (5)			nKCl oldha- tó Mg mgkg ⁻¹ (6)	EDTA-oldható (7)			
H ₂ O	KCl					P ₂ O ₅ mgkg ⁻¹	K ₂ O mgkg ⁻¹	Na mgkg ⁻¹		Zn mgkg ⁻¹	Cu mgkg ⁻¹	Mn mgkg ⁻¹	Fe mgkg ⁻¹
7,92	7,39	37,2	4,4	2,5	40,43	176,8	92,9	13,1	65,3	1,2	1,4	53,6	24,3

A továbbiakban a közepes nitrogén, igen jó foszfor, igen gyenge kálium és gyenge cink ellátottságú talajt két egyenlő részre osztottuk és a kereskedelemben is kapható 3 dl-es PVC edényekbe töltöttük tenyészedényenként 300 cm³ mennyiségben. Az egyik rész (A) N,P,K műtrágyázásban nem részesült, míg a másikat (B) a vonatkozó talajvizsgálati eredmények, valamint a MÉM-NAK műtrágyázási irányelvei alapján az őszi búza alá számított N,P,K műtrágya adaggal kezeltük (Buzás et al. 1979). Az ily módon a talajba juttatott műtrágya-hatóanyagmennyiség megfelelt 191 kg ha⁻¹ nitrogénnek, 80 kg ha⁻¹ P₂O₅-nek, valamint 75 kg ha⁻¹ K₂O-nak. Az egyes hatóanyagok a tenyészedényekbe NH₄NO₃, a bázikus talajokon kevésbé hatékony, de ként nem tartalmazó hyperfoszfát, valamint KCl formában, a keres-

kedelemben kapható 300 cm³-es PVC edények felülete alapján számított arányban kerültek bemérésre 38,3; 16,07; valamint 15,072 mg hatóanyag/tenyészedény mennyiségben. A vizsgálatok során elemi kéntrágyaként a kereskedelemben is kapható ventilált kénport alkalmaztuk öt dózisban. Az alkalmazott mennyiségeket a 2. táblázat mutatja be.

A kísérlet alatt a talajokat *Kittams* (1963), *Janzen és Bettany* (1987), *Newell és Wainwright* (1987), *Shukla és Singh* (1992), valamint *Lan et al.* (2000) alapján szántóföldi vízkapacitáson, napi vízpótlás mellett inkubáltuk. A hőmérsékletet *Varga-Haszonits et al.* (2000) alapján $22,8 \pm 0,5$ °C értéken tartottuk, mely gyakorlatilag a hazai szántóterületeink felső 10 centiméteres rétegében mérhető maximális hőmérsékletnek felel meg.

A 84 napos inkubációs idő elteltével fotometriás módszerrel *Buzás* (1988) alapján meghatároztuk azok vízoldható (felvehető) SO_4^{2-} koncentrációit.

Az egyes kezelések során kapott eredményeket és az azok közötti összefüggéseket *Sváb* (1981) alapján varianciaanalízis segítségével értékeltük.

2. táblázat A kísérlet során alkalmazott kezelések

Table 2. The treatments used in the experiment
(1) treatment/pot (2) unfertilized, (3) N,P,K fertilized
(4) elemental sulphur, (5) control

Kezelés/tenyészedény (1)	(A) műtrágyázatlan (2)	(B) N,P,K műtrágyázott (3)
N	–	38,30 mg (91,20 mgkg ⁻¹ , 191 kg ^{ha} ⁻¹)
P ₂ O ₅	–	16,07 mg (38,26 mgkg ⁻¹ , 80 kg ^{ha} ⁻¹)
K ₂ O	–	15,072 mg (35,89 mgkg ⁻¹ , 75 kg ^{ha} ⁻¹)
Elemi kén (4)		
S ₀ (kontroll) (5)		–
S ₁	0,1 g	(238,0 mgkg ⁻¹ , 50 kg ^{ha} ⁻¹)
S ₂	1,0 g	(2380,0 mgkg ⁻¹ , 500 kg ^{ha} ⁻¹)
S ₃	2,5 g	(5952,4 mgkg ⁻¹ , 1250 kg ^{ha} ⁻¹)
S ₄	5,0 g	(11904,76 mgkg ⁻¹ , 2500 kg ^{ha} ⁻¹)
S ₅ *	10,0 g	(23809,52 mgkg ⁻¹ , 5000 kg ^{ha} ⁻¹)

* = provokatív mennyiség (provocative dosis)

EREDMÉNYEK

A talajok felvehető (vízoldható) szulfátion tartalma a 84 napos érlelési periódus során mind a műtrágyázatlan, mind pedig a műtrágyázott sorozatnál meghaladta a kezeletlen kontroll értékeit.

A kísérlet során a növekvő elemi kén adagok a kén oxidációjának következtében 0,1%-os szignifikancia szinten igazolható szulfátion-koncentráció növekedést eredményeztek mind a műtrágyázatlan, mind pedig az N,P,K műtrágyázott sorozatnál ($F = 47,29$; $F = 52,48$) (3. táblázat).

3. táblázat Az SO_4^{2-} koncentráció átlagértékei (mgkg^{-1})Table 3. The average values of the SO_4^{2-} concentration (mgkg^{-1})

- (1) treatment, (2) the average $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ values of unfertilized soil,
 (3) the average pH_{KCl} values of N,P,K fertilized soils,
 (4) control, (5) average of groups

Kezelés (1)	Műtrágyázatlan talaj SO_4^{2-} átlagértékei (mgkg^{-1}) (2)	N,P,K kezelt talaj SO_4^{2-} átlagértékei (mgkg^{-1}) (3)
Kontroll (4)	58,00	62,67
0,1 g S	254,67	202,67
1,0 g S	988,33	986,67
2,5 g S	978,33	725,00
5,0 g S	1038,33	853,33
10,0 g S	996,67	1114,33
Csoportátlag (5)	719,10	657,44

$LSD_{5\%} = 144,37$ bármely két kezelés között (between any two treatments)

$LSD_{5\%} = 64,57$ a két sorozat átlaga között (between the average of the two series of treatments)

A műtrágyázott, valamint műtrágyázatlan kezeléseket összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy az emelkedő kénadagok hatására a talajban mérhető szulfátion-koncentráció a kezelésekkal emelkedett ugyan, de az tendenciáját, valamint abszolút értékeit tekintve a két sorozatnál eltérően alakult.

A növekvő elemi kénadagok hatására bekövetkező SO_4^{2-} -ion koncentráció változását a műtrágyázatlan sorozatnál az $y = -105x^2 + 782,96x - 349,25$ ($P < 10,0$), az N,P,K műtrágyázott sorozat esetében az $y = -46,587x^2 + 450,14x - 58,594$ regressziós egyenlet írja le.

A statisztikai értékelés alapján 5%-os szignifikancia szinten volt bizonyítható, hogy az N,P,K műtrágyázott kezelések esetében a talaj felvehető szulfátion-tartalma a műtrágyázatlanokéhoz képest alacsonyabb ($F = 5,93$)

Mindkét sorozat esetén a 0,1 g S/tenyészedenyes kezelés eredményezte a legalacsonyabb koncentrációt. A maximális koncentrációkat tekintve azonban az egyes kezelések között eltérések voltak. Míg a műtrágyázatlan talajmintáknál az 5 g S/tenyészedenyes kezelés adta a maximális felvehető szulfátion-koncentrációt ($1038,33 \text{ mgkg}^{-1}$), addig a műtrágyázott sorozat esetében ez a 10 g S/tenyészedenyes kezelésnél volt mérhető ($1114,33 \text{ mgkg}^{-1}$). Ezen érték adta egyben a kísérlet során mért legmagasabb koncentrációt.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az elvégzett vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy a meszes talajon beállított kezelése során alkalmazott elemi kén növekvő dózisa mind a műtrágyázatlan, mind pedig az N,P,K műtrágyázott sorozat esetében az adagolt kén oxidációjának erősödését eredmé-

nyezték. Az összefüggés hátterében a mikrobiális kénoxidáció erősödése állhat, amit a műtrágyázás a folyamatban szerepet játszó mikróbaközösségek esetleges tápelemigényének kielégítésén túl (Sholeh et al. 1997) a talaj lokális pH értékeinek csökkentésével is segít (Lawrence és *Germida* 1991).

Az elvégzett kísérletek eredményei további vizsgálatok szükségességét vetik fel.

The effect of elemental sulphur application and fertilisation on the SO_4^{2-} -content of the soil in an incubation experiment

ZSOLT GICZI – RENÁTÓ KALOCSAI

UIS Ungarn Laboratory Ltd.
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

A laboratory experiment was carried out on a calcareous Danube alluvial soil to study the oxidation of elemental sulphur in the soil among fertilised and unfertilised conditions. The sulphur doses used in the experiment were 0.1, 1.0, 2.5 and g pot^{-1} respectively. After 84 days incubation time the water-soluble sulphate-ion concentration was measured. The results were evaluated by ANOVA.

On the bases of the experiments carried out the authors established that the available sulphate content of the soil increased in every case due to the treatments and the microbial activity of the soil.

Keywords: sulphur, oxidation, fertilisation, sulphate-ion concentration.

IRODALOM

- Blake-Kalff, M. – Zhao, J. F. – McGrath, S. P. (1998): Sulfur nutrition and environmental quality. COST Action 829: Fundamental, Agronomical and Environmental Aspects of Sulfur Nutrition and Assimilation in Plants. Meeting of Working Group IV 'Sulfur nutrition environmental quality and pest tolerance' November 6–7, 1998 Pulawy, Poland.
- Bohn, H. L. – McNeal, B. L. – O'Connor, G. A. (1985): Talajkémia. Mezőgazdasági Kiadó – Gondolat Kiadó, Budapest, 347–349.
- Buzás, I. (szerk.) (1988): A talajok fizikai és kémiai vizsgálati módszerei II. Mezőgazdasági Kiadó, 186.
- Gibbs, D. (1991): "Forget the environment – The real battle's about jobs, coal and politics as usual". Clear air legislation and flue gas desulphurisation in the U.S.A. In "Acid Deposition. Origins, impact and abatement strategies". Springer – Verlag, New York, 12–128.
- Györi Z. – Mars É. (2001): A műtrágyázás hatása az őszi búza kén-tartalmának változására a tenyészidőszak folyamán. II. Növénytermesztési Tudományos Nap „Integrációs feladatok a hazai növénytermesztésben” MTA Növénytermesztési Bizottság, Budapest, 63.

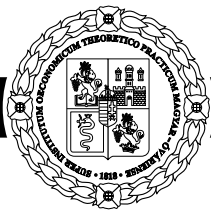
- Hagel, I. (2000): Auswirkungen einer Schwefeldüngung auf Ertrag und Qualität von Weizen schwefel-elmangelgefährdeter Standorte des Ökologischen Landbaus. Landbauforschung Völkenrode (Sonderheft 220) 1–89.
- Haglund, S. – Hansen, S. (2000): The concentration level of sulfur in ley in organic agriculture. COST Action 829: Meeting of Working Groups I. and III. Sulfur and Crop Quality: Molecular and Agronomical Strategies for Crop Improvement. Napoli, Italia, January 8–10., 2000.
- Hensier, R. F. – Ninphius, N. (1985): Sulphur emissions: a soil balance perspective. An educational series of the Cooperative Extension Service and the College of Natural Resources. University of Wisconsin–Stevens Point, 142–187.
- Janzen, H. H. – Bettany, J. R. (1987): The effect of temperature and water potential on sulfur oxidation in soils. *Soil Sci.* 144:2, 81–89.
- Kittams, H. A. (1963): The use of sulfur increasing the availability of phosphorus in rock phosphate. Ph.D. Thesis, University of Wisconsin, 12–26.
- KöM, Környezeti Elemek Védelmének Főosztálya (2000): A levegőt érő terhelések. <http://www.gridbp.ktm.hu/grid3ver/hatas/levego/2leghat.htm>
- Lan, Y. Q. – Zhou, G. – Liu, Z. H. – Huang, X. (2000): Pyrite oxidation under different conditions. *J. of Nanjing Agric. Univ.* 23:1, 81–84.
- Lásztity, B. – Csathó, P. (1995): NPK műtrágyázás vizsgálata tartamkíséletben mezőföldi csernozjom talajon. *Agrokémia és Talajtan*, 44: 47–60.
- Lásztity, B. (1991): A NPK tápanyag ellátás hatása az őszi búza kéntartalmának és felhalmozásának dinamikájára. *Agrokémia és Talajtan*, 40: 131–139.
- Lawrence, J. R. – Germida, J. J. (1991): Enumeration of sulfur-oxidizing populations in Saskatchewan agricultural soils. *Can. J. of Soil Sci.* 71:1, 127–136.
- Loch J. – Nosticzius Á. (1992): *Agrokémia és növényvédelmi kémia*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 99–102.
- NAPAP (1996): National Acid Precipitation Assessment Program Biennial Report, NAPAP 1996. Assessment East-West Highway, 14–135.
- Nevell, W. – Wainwright, M. (1987): Influence of soil moisture on sulphur oxidation in brown earth soils. *Biol. and Fert. of Soils* 5:3, 209–214.
- Radalieu, D. (1995): The air pollution problem. Handbook of air pollution control engineering and technology. Lewis Publishers, New York.
- Reynolds, B. – Lowe, J. A. H. – Smith, R. I. – Norris, D. A. – Fowler, D. – Bell, S. A. – Stevens, P. A. – Ormerod, S. J. (1999): Acid deposition in Wales: the results of the 1995 Welsh acid waters survey. *Environmental pollution*. 1999, 105:2, 251–266.
- Schmidt, R. – Barkóczy, M. – Szakál, P. – Kalocsai, R. (2002): The Impact of Copper Tetramine Hydroxide Treatments on wheat Yield, *agrokémia és Talajtan*, 51, 1–2, 193–200.
- Schnug, E. – Haneklaus, S. – Murphy, D. (1993): Impact of sulphur supply on the baking quality of wheat. *Aspects of Appl. Biol.* 36, 1993b, Cereal Quality III. 337–346.
- Schnug, E. – Pissarek, H. P. (1984): Kalium und Schwefel, Minimumfaktoren des schleswig-holsteinischen Rapsanbaus. *Kali-Briefe (Büntehof)* 16, 77–84.
- Sholeh – Lefroy, R. D. B. – Blair, G. J. (1997): Effects of nutrients and elemental sulfur particle size on elemental sulfur oxidation and the growth of *Thiobacillus thiooxidans*. *Austr. J. of Agric. Res.* 48:4, 497–501.
- Shukla, A. R. – Singh, R. S. (1992): Oxidation of sulphur in pyrites in relation to soil and water regime. *J. of the Ind. Soc. of Soil Sci.* 40:4, 848–850.
- Sváb J. (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szakál, P. – Schmidt, R. (1997): Copper fertilization of wheat with copper complex and changes in flour quality. 17. Arbeitstagung der Mengen- und Spurenelemente. Jena, 53–64.
- Szakál, P. – Schmidt, R. (1996): Effect of copper-amine-complex produced from waste on the yield and bread-making quality of wheat. 10th International Symposium of CIEC Recycling of plant nutrients from industrial processes Braunschweig, 263–271.
- Tiwari, H. C. – Gangwar, M. S. – Nand-Ram (1995): Effect of continuous cropping and fertilization on the total, organic, and available sulphur in a Hapludoll. *Trop. Agric.* 72:4, 274–276.
- Varga T. (2001): Az üzemi légszennyező anyag kibocsátások alakulása az Észak-dunántúli Régiókban. XV. Országos Környezetvédelmi Konferencia. Siófok, 2001. szeptember 11–13., 283–287.

Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Lantos Zs. – Vámos O. – Schmidt R. (2000): Magyarország éghajlati erőforrásainak agroklimatológiai elemzése. Mosonmagyaróvár, 88.

Zhao, F. J. – McGrath, S. P. – Crosland, A. R. (1995): Changes in the status of British wheat grain in the last decade and its geographical distribution. <http://emily.soils.wisc.edu>

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

GICZI Zsolt – KALOCSAI Renátó
UIS Ungarn Laborvizsgálati és Szolgáltató Kft.
H-9200 Mosonmagyaróvár, Terv u. 92.



Gender-dependent alteration of metal element homeostasis after one-month of red wine consumption

GABRIELLA BEKŐ¹ – KLÁRA SZENTMIHÁLYI² – KRISZTINA HAGYMÁSI³ –
ÉVA STEFANOVITS BÁNYAI⁴ – JUDIT FODOR² – ANDREA BALÁZS⁵ –
FERENC SZALAY⁶ – ANNA BLÁZOVICS³

¹ Central Laboratory
Budapest

² Institute of Material and Environmental Chemistry
Chemical Research Center of HAS

³ Semmelweis University
II. Department of Medicine
Budapest

⁴ Corvinus University of Budapest

⁵ Semmelweis University
Institute of Pharmacognosy
Budapest

⁶ Semmelweis University
I. Department of Medicine
Budapest

SUMMARY

Women are significantly more sensitive to the oxidative stress caused by alcohol and their risk of liver cirrhosis is three times higher compared to men. Changes of element status involves in cirrhotic process. Our aim was to examine the changes of element homeostasis after regular red wine input of healthy young adults.

Serum samples of 10 men and 9 women (age: 20–25 years) were measured before and after red wine consumption (men: 300 ml/day; women: 200 ml/day; for a month). Routine chemical parameters were determined from serum. Element content was measured from erythrocytes.

In the case of routine parameters no significant difference was found between men and women before and after the red wine input. The concentration of Ca, Pb and Sr was significantly decreased after wine consumption in both sexes, while the elimination of Mg and Zn from erythrocyte was observed only in female patients. Already the one-month regular red wine input influences the element homeostasis of the organism, and females react more sensitively even to the input of a small amount. The work was supported by the ETT 012/2006 program.

Keywords: gender-dependence, metal element homeostasis.

INTRODUCTION

Several scientific works present that moderate dose red wine consumption is associated with reduced cardiovascular disease mortality (*Stanley and Mazier 1999*). Plasma antioxidant capacity increased significantly after high doses of red wine, but not after de-alcoholized red wine consumption, despite similar amounts of phenolic substances (*Kiviniemi et al. 2007*). In Hungary a lot of people are suffering from alcoholic liver cirrhosis in relative early ages. The main problem is the stabile drinking habit of the centuries in relation to the changed food eating habits and the different manner of living. More and more women have alcoholic liver diseases and their drinking habit resembles to a man's. Changes of metal element concentration can be observed in several diseases e.g. cardiovascular diseases as well as fatty liver (*Szentmihályi et al. 2000a*). Therefore the aim of our study was to establish the effect of systematic and moderate red wine consumption concerning element homeostasis with no controlled feeding of young adult male and female student volunteers during a one-month period.

METHODS AND MATERIALS

Patients: A total of 19 (male: 10; females: 9) Caucasian nondrinker or rare moderate wine drinker (< 250 ml per week) volunteers, all apparently healthy, with an average age of 25 ± 3 years and body mass index (BMI) of 23.6 ± 2.5 kg/m² were drawn into the project. None of the individuals had a history of acute or chronic coronary artery diseases, severe liver or kidney diseases, alterations of glycaemic (with blood glucose > 5,5 mmol/l) or lipid metabolism (with total cholesterol > 6 mmol/l or triglycerides > 2 mmol/l).

Men got 300 ml and women got 200 ml daily input for a month from Egri Cuvée red wine (Hungary) available also in commercial trade. Permission number: TUKEB 69/2000.

Red wine: The wine sample consumed by patients had significant amount of resveratrol (12.03 mg/l), which is 3–4 times higher compared to other wine samples (3.14 mg/l; *Perrone et al. 2007*).

Laboratory measurements: Routine laboratory tests were determined immediately with Roche methods by Hitachi Modular and with Bayer method by Advia 120.

Erythrocytes were separated using standard methods. The hemoglobin content was adjusted to 1 g% uniformly for the measurements.

Measurement of element content: The element content of wine was measured with an inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES, Spectro Genesis) after alcohol evaporation and digestion. The element content of erythrocytes was measured with Spectro Genesis ICP-OES after digestion of the samples in a mixture of HNO₃ (5 ml) and H₂O₂ (3 ml) (*Szentmihályi et al. 2000b*).

Statistical analysis: Mean values and standard deviations (SD) were calculated from the results. For comparison of the means, one way analysis of variance (ANOVA) was used by GraphPAD software version 1.14 (1990). Significance limit was $P < 0.05$.

Table 1. Element concentration ($\mu\text{g/ml}$) in red wine

	Mean	SD		Mean	SD		Mean	SD		Mean	SD
Al	0.817	0.004	Co	<0.003		Mg	99.85	6.02	Pb	0.032	0.021
Ba	0.133	0.004	Cr	<0.004		Mn	1.22	0.01	S	451.5	1.2
B	2.99	0.036	Cu	0.277	0.004	Na	8.03	0.21	Sr	0.548	0.048
Ca	79.57	3.27	Fe	10.67	0.263	Ni	<0.005		Ti	0.0028	0.0001
Cd	<0.002		K	887.9	45.9	P	211.3	15.1	Zn	0.642	0.0178

RESULTS

The Egri Cuvée is also rich in elements since the concentration of Ba, Mn, P and Sr are higher than in Hungarian red wines in general. The other element concentrations are in good agreement with literature data.

There was no observed connection between the element content of wine and the element content in erythrocytes after wine consumption. The consumption of wine and alcohol effects on female and male patients in different ways as it can be seen in Table 2. While in both sexes the concentration of Ca, Pb and Sr decreased significantly ($p < 0.05$), the significant decrease of Mg and Zn concentration was measured only in female patients.

Table 2. Element content ($\mu\text{g/ml}$) in patients before and after consumption of wine

	Female before red wine	Female after red wine	Male before red wine	Male after red wine
Al	0.6405 \pm 0.3054	0.5060 \pm 0.1455	0.6926 \pm 0.2069**	0.4150 \pm 0.0938**
Ba	0.6010 \pm 0.1399	0.6174 \pm 0.1155	0.6469 \pm 0.0863	0.5788 \pm 0.1018
Ca	4.17 \pm 2.16*	1.71 \pm 0.377*	3.54 \pm 0.89**	1.58 \pm 0.51**
Cu	0.0855 \pm 0.0366	0.0819 \pm 0.0391	0.0839 \pm 0.0368	0.0745 \pm 0.0333
Fe	26.61 \pm 6.48	25.67 \pm 4.70	27.89 \pm 3.34	26.36 \pm 4.31
Li	0.1771 \pm 0.0455	0.1628 \pm 0.0406	0.1783 \pm 0.0300**	0.1506 \pm 0.0299*
Mg	1.798 \pm 0.204*	1.552 \pm 0.170*	1.825 \pm 0.278	1.588 \pm 0.261
Mn	0.0152 \pm 0.0073	0.0407 \pm 0.0814	0.0153 \pm 0.0064	0.0115 \pm 0.0025
P	19.05 \pm 4.95	19.04 \pm 4.54	19.35 \pm 4.47	18.90 \pm 3.84
Pb	0.2972 \pm 0.3129*	0.1035 \pm 0.0149*	0.1238 \pm 0.0437**	0.0938 \pm 0.0117**
S	54.85 \pm 10.93	54.23 \pm 8.60	56.78 \pm 11.28	58.31 \pm 6.67
Sr	0.0421 \pm 0.0137*	0.0305 \pm 0.0037*	0.0400 \pm 0.0054**	0.0293 \pm 0.00387**
Zn	0.5821 \pm 0.2935*	0.4044 \pm 0.0903*	0.3768 \pm 0.1217	0.3579 \pm 0.0664

* and ** significant change (< 0.05) by the effect of wine consumption compared to the initial concentration

DISCUSSION

Epidemiological studies justify, that women are significantly more sensitive against the oxidative stress caused by alcoholic beverages and their risk for liver cirrhosis is three times

higher compared to men. In women, alcoholic complication and cirrhosis are developed in a shorter amount time than in the men. The lifetime of alcohol dependent women is shorter, although probability of primer tumor development is lesser, than in men (*Stein and Cyr 1997, Morgan and Sherloc 1977*).

Gender difference can be found in the pharmacokinetic of alcohol as well as in the ethanol metabolism. (*Kwo et al. 1998, Niemela et al. 1999*). The acetaldehyde dehydrogenase 6 gene (ADH6) has got hormonsensitive elements. It was established, that the androgen hormones diminished and progesterin and oestrogen increased the activity of cytosolic ADH in animal experiments (*Yoshida 1994*). The activity of alcohol dehydrogenase in the stomach is very low in women, therefore the first pass reaction is not enough for the rapid elimination of alcohol (*Frezza et al. 1990*). Fukunaga and coworkers found, that the acetaldehyde concentration of women blood was significantly high, while this activity could not be detectable in men (*Fukunaga et al. 1993*). In animal experiments gender difference was found concerning immunoreactivity. Immune reactivity was more intensive in female animals than in male ones (*Yamada et al. 1999*). In other studies, alcohol increased the rate of CD4 + (T-helper cells) in male animals, although the secretion of IgM and IgG was increased in female animals (*Grossmann et al. 1993*). Difference can also be found in the lipid metabolism during alcohol consumption between genders. Alcohol inhibits the α -oxidation of fatty acids in the mitochondria, therefore α -oxidation of microsomes and α -oxidation of peroxisomes are increased as compensatoric effects. These compensatoric mechanisms were not functioning sufficiently in women therefore lipid accumulation in the liver was more frequent than in man (*Ma et al. 1999*). In our examinations in the case of routine parameters no significant difference was found between male and female blood samples before and after the red wine input. Already the one-month regular red wine input influences the element status of the organism, and that of females react more sensitively even to the input of a small amount. Therefore we have to concentrate on the earlier instruction of young people against systematic consumption of alcoholic beverages.

ACKNOWLEDGEMENTS

Authors express our thanks to Mrs. Sarolta Bárkovits, Mrs. Edina Pintér and Mrs. Ezsébet Bíró for their excellent technical assistances. The study was supported by ETT 012/2006 Project.

REFERENCES

- Frezza, M. – Padova, C. – Pozzato, G. – Terpin, M. – Baraona, E. – Lieber, C. S.* (1990): High blood alcohol levels in women. *N. Engl. J. Med.*, **322**, (2) 95–99.
- Fukunaga, T. – Sillanaukee, P. – Eriksson, C. J.* (1993): Occurrence of blood acetaldehyde in women during ethanol intoxication: preliminary findings. *Alc. Clin. Exp. Res.* **17**, (6) 1198–2000.

- Grossman, C. J. – Nienaber, M. – Mendenhall, C. L. – Hurtubise, P. – Roselle, G. A. – Rouster, S. – Weber, N. – Schmitt, G. – Gartside, P. S. (1993): Sex differences and the effect of alcohol on immune response in male and female rats. *Alc. Clin. Exp. Res.*, **17**, (4) 832–840.
- Kiviniemi, T. O. – Saraste, A. – Toikka, J. O. – Saraste, M. – Raitakari, O. T. – Jussi, P. – Lehtimäki, P. T. – Hartiala, J. J. – Viikari, J. – Koskenvuo J. W. (2007): Atherosclerosis, **195**, (2) 176–181.
- Kwo, P. Y. – Ramchandani, V. A. – O'Connor, S. – Amann, D. – Carr, L. G. – Sandrasegaran, K. – Kopecky, K. K. – Li, T. K. (1998): Gender differences in alcohol metabolism: relationship to liver volume and effect of adjusting for body mass. *Gastroenterology*, **115**, (6) 1552–1557.
- Ma, X. – Baraona, E. – Goozner, B. – Lieber C. S. (1999): Gender differences in medium-chain dicarboxylic aciduria in alcoholic men and women. *Am. J. Med.*, **106**, (1) 70–75.
- Morgan, M. Y. – Sherlock, S. (1977): Sex-related differences among 100 patients with alcoholic liver disease. *BMJ*, **1**, (6066) 939–941.
- Niemela, O. – Parkkila, S. – Pasamen, M. – Viitala, K. – Villanueva, J. A. – Halsted, C. H. (1999): Induction of cytochrome P450 enzymes and generation of protein-aldehyde adducts are associated with sex-dependent sensitivity to alcohol-induced liver disease in micropigs. *Hepatology*, **30**, (4) 1011–1017.
- Stanly, L. L. – Mazier, M. J. P. (1999): Potential explanations for the French paradox. *Nutr Res* **19**, (1) 3–15.
- Perrone, G. – Nicoletti, I. – Pascale, M. – De Rossi, A. – De Girolamo, A. – Visconti, A. (2007): Positive correlation between high levels of ochratoxin A and resveratrol-related compounds in red wines. *J. Agricult. Food Chem.*, **55**, (16): 6807–6812.
- Stein, M. D. – Cyr, M. G. (1997): Women and substance abuse. *Med. Clin. North. Am.*, **81**, (4) 979–998.
- Szentmihályi, K. – Blázovics, A. – Kocsis, I. – Fehér, J. – Lakatos, B. – Vinkler, P. (2000a): The effect of fat rich diet and alcohol on ion concentration in bile fluid in rats. *Acta Alimentaria*, **29**, (3) 359–366.
- Szentmihályi, K. – Csiktusnádi-Kiss, G. A. – Keszler, Á. – Kótai, L. – Candeaia, M. – Bronze, M. R. – Boas, L. V. – Spauger, I. – Forgács, E. (2000b): Method development for measurement of elements in Hungarian red wines by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). *Acta Alim*, **29**, (2), 105–121.
- Yamada, S. – Matsuoka, H. – Harada, Y. – Momosaka, Y. – Izumi, H. – Kohno, K. – Yamaguchi, Y. – Eto, S. (1999): Effect of long term ethanol consumption on ability to produce cytokine-induced neutrophil chemoattractant –1 in the rat liver and its gender difference. *Alc. Clin. Exp. Res.*, **23**, (Suppl. 4), 61S–66S.
- Yoshida, A. (1994): Genetic polymorphisms of alcohol metabolizing enzymes related to alcohol sensitivity and alcoholic diseases. *Alcohol*, **29**, (6) 693–696.

Address of the author – A szerző címe:

BEKŐ Gabriella

Levelezési cím: H-1237 Budapest, Maros u. 152/1.

Munkahely: Semmelweis Egyetem, Központi Laboratórium (Pest)

H-1083 Budapest, Korányi S. u. 2/a

E-mail: bekgab@bell.sote.hu



Az őszi búza keményítőtartalmának növelése bioetanol előállítására céljából

SZAKÁL PÁL¹ – SCHMIDT REZSŐ² – TURY RITA³

Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar

¹ Kémia Tanszék

² Földműveléstani Tanszék
Mosonmagyaróvár

³ Károly Róbert Főiskola
Gyöngyös

ÖSSZEFOGLALÁS

Lombtrágyázási kísérleteket végeztünk mangán-szénhidrát komplexszel őszi búza növény-nél 2006-ban Győrszentivánon. A kísérleteket 10 m²-es parcellákon hajtottuk végre, a lombkezelést virágzáskori fenológiai fázisban végeztünk. A mangán-szénhidrát komplex hatására a hozamok kismértékben emelkedtek, a magasabb dózisok hatására pedig a kontrollhoz képest csökkenést észleltünk. A nyersfehérje-tartalom a kontrollhoz képest nem emelkedett jelentős mértékben, a nagyobb dózisok hatására itt is a csökkenést észleltük. A keményítőtartalmat vizsgálva megállapíthattuk, hogy a mangán-szénhidrát kezelés minden esetben emelte a keményítőtartalmat, de az emelkedés nem volt matematikailag igazolható. A keményítőhozamok emelkedését kaptuk a mangán-komplex kezelések hatására. A szignifikáns növekedést 0,05 kg/ha mangán dózis esetében kaptuk.

Kulcsszavak: mangán, őszi búza, bioetanol, hozam, keményítőtartalom.

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az utóbbi időben motorhajtó anyagként, üzemanyagként mind nagyobb jelentőségre tettek szert a motoralkoholok, melyek közül a legelterjedtebb üzemanyag a bioetanol. Bioetanol használnak kőolaj alapú üzemanyag helyettesítőjeként, vagy a benzinbe keverve. A bioetanol benzinhez történő keverését az oktánszám javítása végett leggyakrabban éterezés, izobutilénnel történő reagáltatás előzi meg. Így jön létre a jelentős bioetanol tartalma miatt bioüzemanyagnak tekintett etil-terciál-butil-éter (ETBE). Az etanol és izobutilén reakciójából létrejövő ETBE-t csakúgy, mint a metil-alkohol és izobutilén reakciójából származó MTBE-t – azért keverik a benzinhez, hogy annak oxigéntartalmát, oktánszámát növeljék.

A motorizáció kezdeti időszakában az alkoholnak, mint motorhajtó anyagnak a jelentősége elhanyagolható volt. Adalékként azonban szinte mindig jelen volt a történelem folyamán. Henry Ford a T-mobil és Nicolaus August Otto a négyütemű motorok őseinek megalkotója is az alkoholt alkalmazta energiaforrásként az első motorban. Hazánkban 1929-től kezdtek foglalkozni az alkoholnak motorban történő felhasználási lehetőségeivel.

Az etil-alkoholt poliszacharidból (keményítő, cellulóz stb), illetve szacharóz tartalmú nyersanyagokból, vagy melléktermékekből állíthatjuk elő fermentációval. Egy kg glükózból elméletileg 51,1% etanol nyerhető, a gyakorlatban ez a legkedvezőbb esetben 0,48% körüli érték. Hazánkban legnagyobb mennyiségben keményítő tartalmú nyersanyagból (kukorica, búza) állítjuk elő az etil-alkoholt. Az erjesztés alapanyaga a keményítő szemcsés formában található (*Mori és Inaba 1990, Bai 2004*). A búzából nedves úton végzett technológiával (előáztatás és nedves őrlés) a szokásoshoz képest nagyobb arányú erjeszhető szénhidrát vonható ki (*Simmonds 1981*). A technológia további lépéseként a keményítőt termotabil alfa-amiláz jelenlétében visszük oldatba, majd a szuszpenziót glükoamiláz-enzimmel glükózzá hidrolizáljuk. *Jones és Ingledeu 1994* a búzacefre erjesztésének technológiáját karbamid adagolásával fejlesztette tovább. A glükóz erjesztését 27 °C-on végzik, mely kb. 50 órát vesz igénybe. Az erjedés végén a cefre alkoholkoncentrációja 20%. A bioetanol előállítására céljából fontos jelentőségű növény az őszi búza. Az őszi búza az emberiség egyik legfontosabb termesztett kultúrnövénye. Az őszi búzának kiemelt szerepe van az élelmiszeriparban. A legfontosabb táplálékaink állíthatók elő belőle. A lisztes alapú termékek legfontosabb paraméterei a fehérjetartalom, sikértartalom, sütőipari értékszám. Az utóbbi időben jelentkező energia, üzemanyag készletek fogyása miatt a gabonafélék a kutatások homlokterébe kerültek. A gabonánövények magjának magas keményítőtartalma folytán alkoholos etanol gyártás alapanyagának (*Daniel és Whistler 1981*). Az élelmezési célból megkövetelt minőségi búza, bioetanol előállítására céljára kedvezőtlen (*Szakál et al. 2007*). A megújuló energiaforrások felhasználásának tekintetében Magyarországra vezető szerep vár.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok Győrszentivánon 2006-ban Duna öntéstalajon kerültek beállításra. A talaj átlagos összetételét az 1. táblázat mutatja be.

1. táblázat A talaj átlagos összetétele

Table 1. Average soil composition

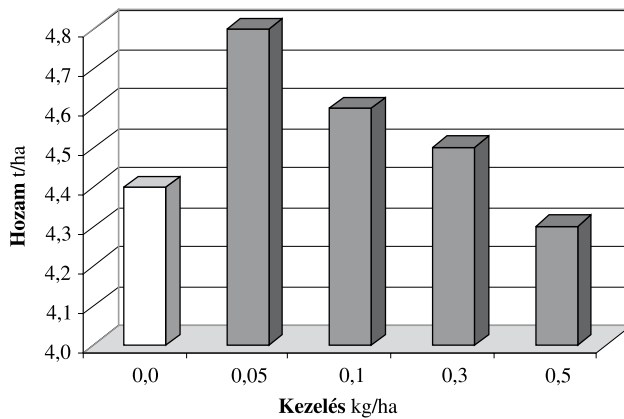
pH		K _A	CaCO ₃ %	Humus %	AL-soluble			Mg	EDTA-soluble			
H ₂ O	KCl				P ₂ O ₅	K ₂ O	Na		Zn	Cu	Mn	Fe
7,6	8,1	35,2	4,1	2,6	235,0	196,0	38,0	51,3	0,7	1,8	42,1	38,4

A kísérleteket *Fatima* fajtájú őszi búzával végeztük el kisparcellás körülmények között. A parcellák mérete 10 m² volt. A kísérletek négy ismétlésben véletlen blokk elrendezésben kerültek beállításra. Lombkezelés céljából Mn-komplex (szénhidrát) vegyületet használtunk. A lombkezelést virágzáskori fenológiai fázisban végeztük. A betakarított mintáknak mértük a hozamát és vizsgáltuk a beltartalmi értékeit.

A hozamot vizsgálva megállapítható, hogy hozamnövekedést a kontrollhoz képest a 0,05; 0,1; 0,3; kg/ha Mn-dózis esetében kaptunk (1. ábra). Szignifikáns hozamnövekedés csak a 0,05 kg/ha Mn-dóziskezelésben volt kimutatható ($SzD_{5\%} = 0,29$). A 0,5 kg/ha Mn dózis már toxikus volt, a kontrollhoz képest kisebb hozamot kaptunk.

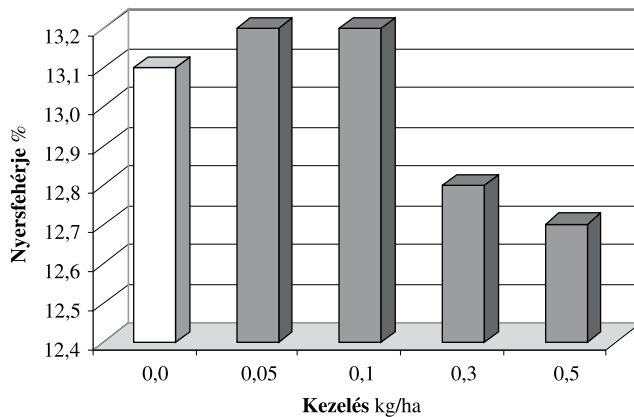
1. ábra Hozam (t/ha)

Figure 1. Yields (t/ha)



2. ábra Nyersfehérje (%)

Figure 2. Raw protein (%)

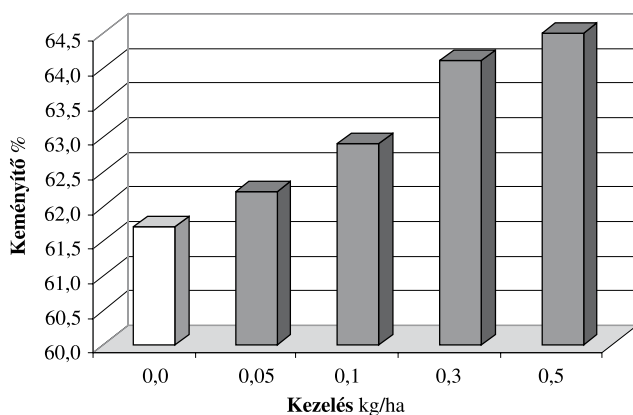


A nyersfehérjetartalom a 0,05; 0,1 kg/ha Mn-dózis esetében emelkedett a kontrollhoz képest, de ez a növekedés nem volt szignifikáns. A magasabb dózisok hatására a kontrollhoz képest alacsonyabb fehérjetartalmat mértünk (2. ábra).

A keményítőtartalmat vizsgálva megállapítható volt, hogy a Mn-kezelés hatására a keményítőtartalom növekedett (3. ábra). A legnagyobb keményítőtartalmat a 0,5 kg/ha Mn dózisonál kaptuk. A 0,5 kg/ha dózisonál Mn-kezelés nem volt matematikailag igazolható. A hozam és a mért keményítőtartalom alapján kiszámoltuk a keményítőhozamot (4. ábra).

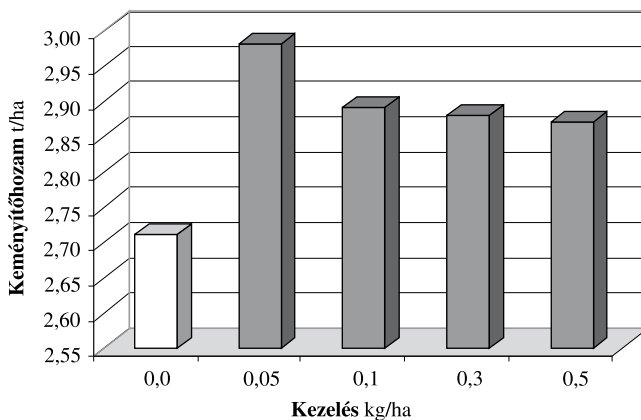
3. ábra Keményítő (%)

Figure 3. Starch (%)



4. ábra Keményítőhozam (t/ha)

Figure 4. Starch yield (t/ha)

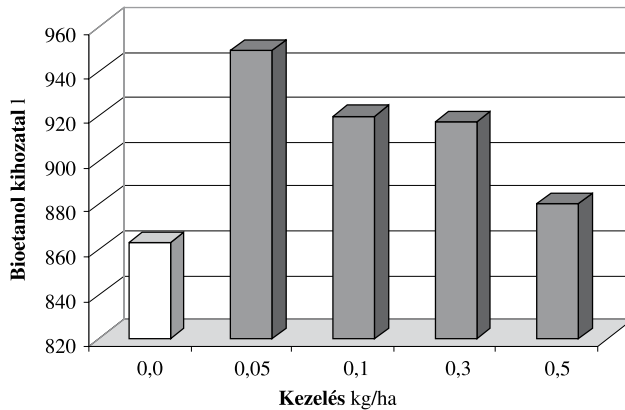


A keményítő hozamnövekedését észleltük a Mn kezelések hatására. A legjelentősebb hozamnövekedést a 0,05 kg/ha dózisonál kaptuk. Ez a keményítő hozamnövekedés statisztikailag igazolható volt ($SzD_{5\%} = 0,21$).

A bioetanol kihozatal legjelentősebb mértékben a 0,05 kg/ha Mn-dózis esetében emelkedett, ez a növekedés matematikailag is bizonyítható volt ($SzD_{5\%} = 68$). A nagyobb Mn-dózisok esetében is a bioetanol kihozatal emelkedett (5. ábra).

5. ábra Bioetanol kihozatal (liter)

Figure 5. Bio-ethanol output (litre)



Inreasing Starch Content of Winter Wheat for Producing Bio-ethanol

PÁL SZAKÁL¹ – REZSŐ SCHMIDT² – RITA TURY³

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences

¹ Department of Chemistry

² Department of Land Cultivation
Mosonmagyaróvár

³ Károly Róbert College
Dept. of Environment Management and Agronomy
Gyöngyös

SUMMARY

Manganese carbohydrate complex compounds were applied in foliar treatment on winter wheat in Györszentiván in 2006. Trials were launched on plots of 10 m² in size at the phenological phase of flowering. Compared to the control yields slightly increased as a

result of treatments with manganese carbohydrate complexes, but at higher doses yields decreased. Compared to the control raw protein content did not increase considerably. Higher doses caused even a reduction. Testing the starch content we observed that manganese carbohydrate treatment always increased the starch content, but the increase could not be confirmed statistically. Manganese-complex treatments raised the starch content and manganese doses of 0.05 kg/ha produced significant starch increase.

Keywords: manganese, winter wheat, bio-ethanol, yield, starch content.

IRODALOM

- Bai, A. (2004): A bioetanol-előállítás gazdasági kérdései. Agrártudományi Közlemények, 14. 30–38.
- Daniel, J. R. – Whistler, R. L. (1981): Industrial chemicals from cereals. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, USA, 307–323.
- Jones, A. M. – Ingledeu, W. M. (1994): Fuel alcohol production: optimization of temperature for efficient very-high-gravity fermentation. App. Envir. Microb. 60, 1048–1051.
- Mori, Y. – Inaba, T. (1990): Ethanol production from starch in a pervaporation membrane bioreactor using *Clostridium thermohydrosulfuricum*. Biotechnol. Bioeng. 36, 849–853.
- Simmonds, D. H. – Batey, I. (1981): The separation of fermentable carbohydrate and protein from wheat by wet-milling under australian conditions. The American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota, 145–164.
- Szakál, P. – Schmidt, R. – Juraj Lesny – Kalocsai, R. – Barkóczy, M. (2007): Quality parameters of wheat, bio ethanol versus bread? Cereal Research Communications. Volume 35. No.2. 1137–1141.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

SZAKÁL Pál
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.

SCHMIDT Rezső
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Földműveléstan Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Kolbai K. u. 8.

TURY Rita
Károly Róbert Főiskola
Környezetgazdálkodási és Agronómiai Tanszék
H-3200 Gyöngyös, Mátrai út 36.



A komposzt szeléndúsításának (SeIV) hatása a természetett csiperke cink-, réz-, vas- és mangántartalmára

TÓÁSÓ GYULA¹ – SCHMIDT REZSŐ² – SZAKÁL PÁL¹ –
GICZI ZSOLT³ – KALOCSAI RENÁTÓ³

¹ Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
Mosonmagyaróvár

² Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Földműveléstani Tanszék
Mosonmagyaróvár

³ UIS Ungarn Kft.
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Mind a természetett, mind a vadon termő gombák képesek a környezetükben található elemeket jelentős mértékben feldúsítani. Korábbi kísérleteinkben a komposzt szeléntartalmának növelésével magas szeléntartalmú gombákat állítottunk elő.

Jelen munkánkban célul tűztük ki annak tanulmányozását, hogyan hat a komposzt és ebből következően a gomba szeléntartalma egyéb, élettanilag fontos mikroelemek: a cink, a réz, a vas és a mangán felvételére. Vizsgálatainkat különböző koncentrációjú nátrium-szelenittel dúsított komposzton végeztük.

Eredményeink alapján megállapítottuk, hogy az eltérő szeléndózisok hatására a cink-, réz- és mangántartalom esetében találtunk szignifikáns különbséget.

BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedekben a szelén élettani szerepének tisztázása került a mikroelem-kutatás középpontjába. *Van Vleet* 1984-ben bizonyította, hogy a szelént szeleno-cisztein formában tartalmazó glutation-peroxidáz az E-vitaminnal együtt a vörösvértesteket, az izom- és májsejteket védi a vérben zsírokból és szerves savakból keletkező káros peroxidok hatásától. *Criqui* és *munkatársai* 1992-ben igazolták, hogy a szeleno-cisztein nem a transzlációt követő kénnel történő kicserélődés következménye, hanem egy újabb, genetikailag kódolt

aminosav-féleség. *Peterson és Bennett* (1984) vizsgálataik alapján az elsődleges szelénfelhalmozók közé – melyek 1000 µg/g szelént is képesek felhalmozni – sorolja a pillangósokat és a kalapos gombákat. Számos publikáció jelent meg az emberi táplálékok szeléntartalmának vizsgálatával kapcsolatban. *Vetter* jelentős szelén mennyiséget mért különböző vadon termő gombákban (*Vetter* 1990). Az emberi táplálkozásban a napi szelénfelvétel 6–220 µg között változik (*Peterson és Bennett* 1984). Napi 20–120 µg szelén már elegendő a hiánytünetek elkerüléséhez. A FAO/WHO ajánlása alapján 1 µg/testsúly kg szelén bevitele ajánlott (*Oster* 1996). A kereskedelemben nagy választékban jelentek meg a szeléntartalmú gyógyszernek nem minősülő gyógyhatású készítmények és a szeléntartalmú élelmiszerek. A gombák azon tulajdonsága, hogy a környezetükben található mikroelemeket jelentős mértékben képesek termőtestükben feldúsítani, lehetőséget ad arra, hogy az emberi táplálkozás szempontjából fontos, a szükséges szintnél alacsonyabb koncentrációban előforduló elemek pótlását részben a segítségükkel oldjuk meg.

Van Elteren és munkatársai (1998) radioaktív szelén- és céziumsókkal tanulmányozták e két elem beépülését a termesztett csiperkébe. Igazolták, hogy a szelén, felvétele után molekulákba épül be. A gomba tönkjéből négy, a kalapból öt különböző molekulatömegű, szeléntartalmú sejtalkotót mutattak ki.

Vetter (1993) különböző vadon termő gombafajták szeléntartalmát vizsgálta és hasonlította össze.

Rácz és munkatársai (2000) különböző toxikus fémek és szelén felvételét tanulmányozták termesztett csiperkével.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A csiperkegomba (Agaricus bisporus) termesztése

A vizsgálatainkhoz szükséges gomba (*Agaricus bisporus*) termesztését a Sampinyon Kft. székhelyén, Máriakálnokon végeztük.

A gombatermesztéshez szükséges második fázisú komposztot a Sampinyon Kft. komposzt előállító üzeméből kaptuk. Zsákos termesztést alkalmaztunk.

A komposzt gombacsírával történő beoltását és bekeverését kézzel végeztük. A munkasztalon 15 kg komposztot terítettünk szét, melyhez 150 ml Ital Spawn gombacsírárt adtunk. A becsírázott komposztot összekevertük és polietilén zsákokba töltöttük. A termesztést a gombaüzemben alkalmazott technológiával azonos módon végeztük.

A komposzt szelénrel történő dúsítása

A kimért mennyiségű komposztot a munkasztalon szétterítettük és a gombacsíra hozzáadása után a megfelelő mennyiségű nátrium-szelenit oldatot finom porlasztással rápermeteztük, majd homogenizáltuk és betöltöttük a zsákba. Négy párhuzamos kísérletet végeztünk.

A munkánk során többféle komposzt szelén-koncentrációval (5 mg/kg, 10 mg/kg, 50 mg/kg, 100 mg/kg, 250 mg/kg) végeztünk kísérleteket.

A gomba szedése

Megközelítőleg öt héttel a komposzt gombacsírával történt beoltása után megjelentek a termőtestek. A gombákat szükség szerint, általában egy-két naponta szedtük. A különböző napokon szedett gombákat külön gyűjtöttük, tömegüket mértük és a további feldolgozás céljára szeleteltük, szárítottuk.

1. ábra A termőtestek képződése
Figure 1. Formation of mushrooms



A gombaminták előkészítése mikroelem vizsgálatokhoz

Az azonos kezeléssű komposztokon termett, szeletelt, levegőn szárított gombamintákat összekevertük, homogenizáltuk majd 105 °C-on tömegállandóságig szárítottuk, mozsárban porrá törtük, átszitáltuk és belőlük a szükséges mennyiséget (0,5–2 g) analitikai mérlegen bemértük. A gombaporhoz 50 cm³ 65%-os Carlo Erba gyártmányú salétromsav oldatot adtunk. A roncsolást másnap kezdtük. Az elegyhez szükség szerint Reanal gyártmányú 30%-os H₂O₂ oldatot is adtunk. A roncsolt mintákat desztillált vízzel 25 cm³-re töltöttük. A felhasznált vegyszerekből háttér oldatot készítettünk. A standard oldataink 1000 µg/ml koncentrációjú BDH (England) törzsoldatok voltak.

Az oldatok mikroelem-tartalmának meghatározása

A fenti módon előkészített minták vizsgálatát Jobin-Yvon 24 ICP-OES készülékkel végeztük. A mérés fontosabb paraméterei a következők voltak. Méréseinkhez üvegből készült koncentrikus C1 típusú Meinhard-féle porlasztó készüléket használtunk. Az általunk használt porlasztási sebesség 0,4 l/min, az ehhez tartozó nyomás 3 bar volt. Az RF-generátor frekvenciája: 40, 68 MHz, teljesítménye: 1000 W. A plazmagáz áramlási sebessége 12 l/min, a burkológáz áramlási sebessége 0,2 l/min volt. A porlasztógáz sebessége 0,35 l/min a mintabevitel: 1,5 ml/min volt.

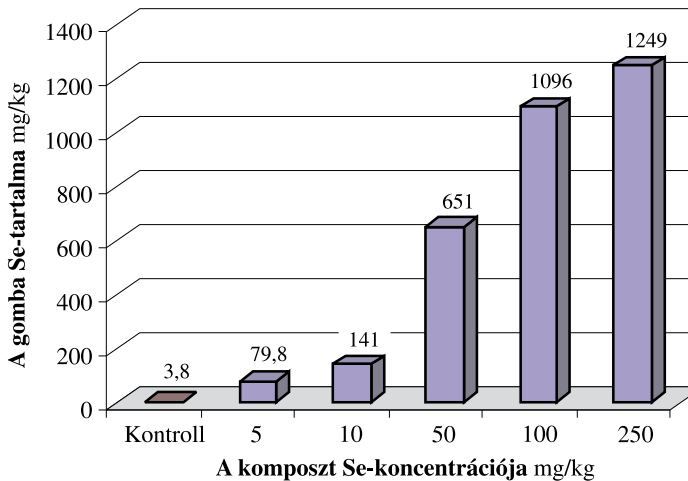
A statisztikai értékelés során alkalmazott módszerek

A kísérleti eredményeket varianciaanalízissel értékeltük, Sváb (1981) szerint.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A különböző szelén-koncentrációjú komposztokon a gomba szeléntartalmának változása a 2. ábrán látható (Tóásó 2005).

2. ábra A gomba szeléntartalmának változása a komposzt szelénkoncentrációjának függvényében nátrium-szelenit alkalmazása során
 Figure 2. Changes of selenium concentration in mushrooms dependently on the different selenium concentration of compost in the course of Na-selenit



1. táblázat A Na_2SeO_3 kezelések esetében mért elemtartalom

Table 1. Elementconcentration in case of Na_2SeO_3 treating

		Zn mg/kg	Cu mg/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg
Na_2SeO_3	Kontroll	63,13	74,60	47,23	7,45
	5	69,67	74,60	44,20	7,63
	10	80,20	55,60	55,87	6,94
	50	77,97	54,77	45,13	6,36
	100	54,03	53,07	57,10	6,38
	250	111,33	80,17	61,80	8,67

2. táblázat A varianciaanalízis eredményeinek bemutatása

Table 2. The results of variance analysis

	Zn	Cu	Fe	Mn
Szignifikanciaszint jelzése				
Kezelés	***	***	nsz	**
Kontroll	nsz	**	nsz	nsz
Többi	**	**	nsz	**
1. csoporton belül	***	**	nsz	**
	SzD _{5%}	SzD _{5%}	SzD _{5%}	SzD _{5%}
Bármely két kezelés átlaga között	20,78	16,78	18,51	1,28
Kontroll és csoport átlaga között	16,43	13,26	14,63	1,01

* 5 %, ** 1 %, *** 0,1 %, nsz = nem szignifikáns

Az 1. és 2. táblázat adataiból a következő megállapításokat tehetjük. Az eltérő szeléndózisok hatására szignifikáns különbségeket a cink-, a réz- és a mangántartalom esetében találtunk. Különösen a cink és a réz esetében voltak jelentősek a különbségek. A cink és a réz esetében 0,1%-os tévedési valószínűséggel igazolható kezelési hatásokat állapítottunk meg.

A vas kivételével legalább 1%-os, a cink esetében 0,1%-os tévedési valószínűséggel igazolható különbségeket találtunk. Ugyancsak jelentős különbségeket mértünk a két szelénforma hatásait illetően.

A csoporton belüli különbségek nem igazodnak a kezelésekhöz. Úgy tűnik, hogy a szelén szelenit formában hat a fenti elemek felvételére.

Regressziós analízist is végeztünk, melynek eredménye nem mutatott igazolható különbségeket. Ez arra utal, hogy az elemek koncentrációjának megfigyelt és bizonyított változása nem volt a kezelési sorral (szeléndózis) összefüggésbe hozható.

SUMMARY

Mushrooms are able to concentrate in their body the chemical elements that can be found in their surroundings. In our earlier experiments we produced mushrooms with elevated selenium content by rising the selenium content of the compost. In this project we studied the influence of the selenium content of the compost – and it follows the mushroom – on other physiological important microelements as zinc, copper, iron and manganese absorbing. The experiments were made on different composts treated with Na-selenit. On the basis of the experiment we established that due to the different selenium dose there were significant difference in the zinc, copper and manganese content of the mushroom.

IRODALOM

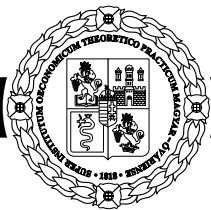
- Criqui, M. C. – Jamet, E. – Parmentier, Y. – Marbach, J. – Durr, A. – Flech, J. (1992): Isolation and characterization of plant cDNA showing homology to animal glutathione peroxidases. *Plant Molec. Bio.* **18**, 623–627.
- Peterson, P. J. – Bennett, B. G. (1984): Assessment of human exposure to environmental selenium. Selenium in Biology and Medicine. Third International Symposium. Part B. 608–619. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Oster, O. (1996): Selen-Ein Essentielles Spurelement. *Die Med. Welt.* **47**, 12–22.
- Rác, L. – Oldal, V. (2000): Investigation of uptake processes in soil/mushroom system by AES and AAS methods. *Microchem. J.* **67**, 115–118.
- Sváb J. (1981): Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Tóásó Gy. (2005): A szelénkezelés hatása a termesztett csiperke (*Agaricus bisporus*) termésmennyiségére és szeléntartalmára. Doktori dolgozat. NYME, Mosonmagyaróvár.
- Van Elteren, J. T. – Woroniecka, U. D. – Kroon, K. J. (1998): Accumulation and distribution of selenium and cesium in cultivated mushroom *Agaricus bisporus* – radiotracer-aided study. *Chemosp.* **36**, 1787–1798.
- Van Vleet, J. F. (1984): Pathology of Selenium and Vitamin E Deficiency in Animals. Selenium in Biology and Medicine. Third International Symposium. Part B 715–733. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Vetter, J. (1990): Mineral Element Content of Edible and Poisonous Macrofungi. *Acta Alim.* **19**, 27–40.
- Vetter, J. (1993): Selenium content of some higher fungi. *Acta Alim.* **22**, 383–387.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

TÓÁSÓ Gyula – SZAKÁL Pál
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár,

SCHMIDT Rezső
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Földműveléstani Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár,

GICZI Zsolt – KALOCSAI Renátó
UIS Ungarn Kft.
H-9200 Mosonmagyaróvár, Terv u. 92.



A lucerna (*Medicago sativa*) növekedése, valamint réz- és cinktartalma nehézfém tartalmú meddőhányón, különböző kezelések hatására

TURY RITA¹ – SZAKÁL PÁL²

¹ Károly Róbert Főiskola
Környezetgazdálkodási és Agronómiai Tanszék
Gyöngyös

² Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Gyöngyösoroszitól 1 km-re északra elhelyezkedő ércbánya meddőhányója nehézfémekkel terhelt. A 26 hektáron elterülő flotációs zagy pH-ja 2,13 és 7,13 közötti, nagyobb részt savanyú. A 10 négyzetméteres parcellákat a meddőhányótól kb. 400 méterre alakítottuk ki. A fakerettel elhatárolt egységek 50 cm magasak, amelyekbe a meddőhányóról származó flotációs iszapot elhelyeztük. A három bemutatásra kerülő kezelést négy ismétléssel alkalmaztuk. A parcellák egyik felébe tavaszi árpa (*Hordeum vulgare*), másik felébe lucerna (*Medicago sativa*) Viktória fajta került. A komposzttal, szennyvíziszap + szintetikus zeolittal, szennyvíziszap + természetes zeolittal kezelt parcellákban a lucerna kelése intenzív, a növények további fejlődése zavartalan. A kontrollhoz képest a komposzttal, szennyvíziszap + szintetikus zeolittal, szennyvíziszap + természetes zeolittal való kezelés alkalmával a növények viszonylag csekély réz akkumulációjának oka, hogy a réz komplexképző tulajdonságú, és szerves anyagokkal stabil komplexet alkot s ebből a növények csak nehezen tudják felvenni. A kontroll esetében mért magas érték a talaj savanyúsága miatt könnyen oldható réz, és cink mennyiségének köszönhető.

Kulcsszavak: meddőhányó, réz, cink, nehézfém szennyezés.

BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Gyöngyösoroszi környéke a nehézfémek szempontjából speciális helyzetben van. A természetes eredetű fémtartalomnak ugyanis geológiai okai vannak. A területen átfolyó Toka-patak

vízgyűjtő területén az érces kőzetek lepusztulásából származó hordalékban megtalálhatóak a felszíni, felszínhez közeli ércek. A vizekből kiülepedő nehézfém tartalmú hordalék árvizek alkalmával kijut a mederből és hozzájárul a háttérkoncentráció emelkedéséhez.

A mesterséges fémterhelés ipari tevékenységhez köthető. Az ércbányászat és dúsítás során többlet nehézfém-mennyiség került ki a felszínre. A bányából kikerült meddőanyagok ugyanis a környezetnél nagyobb fémtartalommal rendelkeznek, s a bányavíz tisztításakor kiülepedő szennyvíz-iszapban dúsulás lép fel. A flotációs zaggyal úgyszintén jelentős mennyiségű fém távozott a környezetbe, valamint az ércdúsító technológiai vize is továbbszennyezte a környezetet.

Az Országos Érc- és Ásványbányák a termelést 1949-ben indította meg, és 1985-ig tartott. A flotációs zaggyot szivattyúkkal nyomták a meddőhányóra, amely a falutól északra, kb. 1 km-re található. Az üzem működése alatt mintegy 3 millió m³ zagy elhelyezésére került sor. A flotációs iszap pH-ja többnyire igen savanyú. Korábbi vizsgálatok alkalmával 2,13 és 7,93 közötti értékeket mértünk 0–20 és 40–60 cm mélységekben (Tury 2003). A Toka-patak két oldalán található kiskertekben 0–20 és 20–40 cm mélységben 2,98 és 7,61 közötti értékeket regisztráltak (BFNTA 1994).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A szabadföldi kísérlet beállítása 2004 őszén kezdődött. A tíz négyzetméteres parcellákat a meddőhányótól kb. 400 méterre alakítottuk ki. A fakerettel elhatárolt egységek 50 cm magasak, amelyekbe a meddőhányóról származó flotációs iszapot elhelyeztük. A három bemutatásra kerülő kezelést négy ismétléssel alkalmaztuk. A kezelések a következők:

1. 30 kg komposzt (Terra-vita Kft.),
2. 10 cm szennyvíziszap + 1 cm szintetikus zeolit (Ajakai Timföld Kft.),
3. 10 cm szennyvíziszap + 1 cm természetes zeolit (Geoproduct Kft.),
4. kontroll.

A vetésre 2005. május 28-án került sor. A parcellák egyik felébe tavaszi árpa (*Hordeum vulgare*) Paszadéna fajta, másik felébe lucerna (*Medicago sativa*) Viktória fajta került. A vetési mélység a tavaszi árpa esetén 4–5 cm, a lucernánál 2–3 cm; a sortávolság egységesen 10 cm. A vetést öntözés követte, a kelés elősegítése céljából. A vetéskori 30 fok körüli forróságot csapadékos, hűvösebb időszak követte. Az alacsonyabb hőmérséklet a csírázás időszakában kedvezően hatott a növényekre.

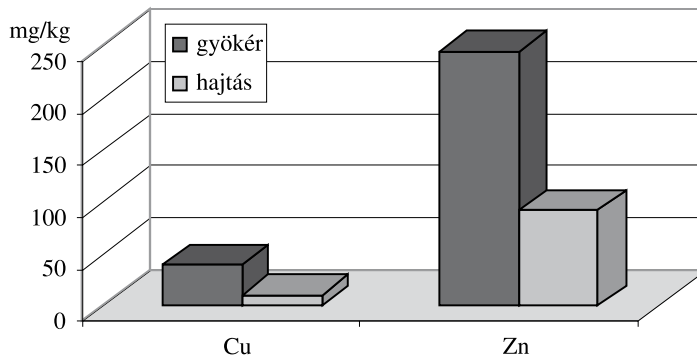
A növényminta előkészítése során 60 °C-on kiszáritott minta 1 g-ját teflonbombában roncsolták 3 ml HNO₃, 1 ml H₂O₂ és 1 ml HClO₄ savszterekkel. A roncsolás 3 órán keresztül 105 °C-on történt. Lehűlés után 25 ml desztillált víz hozzáadását követően újabb 1 órán át 105 °C-on tartották. Lehűlés és szűrés után 50 ml végtérfogatra töltötték fel. A 60 °C-on szárított minta maradéka 105 °C-on száradt a továbbiakban, és ebből történt a 105 °C-os szárazanyag % meghatározása. Műszeres mérések alkalmával az előkészítés során nyert szűrlet elemtartalmát induktív csatolású plazma emissziós módszerrel – ICP-AES – határozták meg.

EREDMÉNYEK, KÖVETKEZTETÉSEK

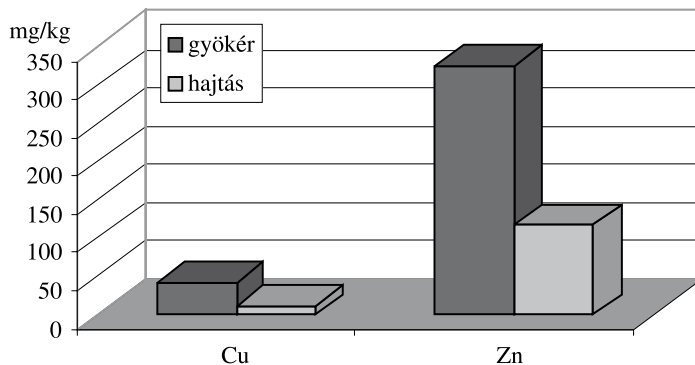
A kísérlet első évének eredményei a következőképpen alakultak:

A lucerna magok csírázása lassú volt, a használt fajta ugyanis a kemény héjúak közé tartozik. Először csak a gyököcske fejlődött, június közepén a komposzttal kezelt parcellákban jelentek meg a sziklevelek, a csírázás 80% feletti volt. Az intenzívebb kelés vetés után egy hónappal vette kezdetét. Ez alkalommal a csírázás kb. 25%-os volt. Ennek oka abban rejlik, hogy a lucerna érzékeny a talaj savanyúságára. Abban az esetekben, ahol a kezelés hatására nem csökkent a talaj savanyúsága a lucerna gyenge kelést produkált, a kikelt növények pedig alig fejlődtek. A vegetációs időszak hatodik héten a növények fejlődése a kontroll parcellában lelassult, az említett 3 kezelés hatására azonban a növekedés zavartalannak bizonyult. Hatékonyak bizonyult tehát a kezelés, amellyel lebomlott szerves anyagot jutattunk ki.

1. ábra Elemakkumuláció a gyökérben és a hajtásban komposzt, szennyvíziszap + szintetikus zeolit, szennyvíziszap + természetes zeolit kezelés hatására Lucerna (2005. november)



2. ábra Elemakkumuláció a gyökérben és a hajtásban a kontrollnál Lucerna (2005. november)



A vizsgálatok kiterjedtek a növények réz- és cinkakkumulációjára. A bemutatásra kerülő komposzt, szennyvíziszap + szintetikus zeolit, szennyvíziszap + természetes zeolit, és a kontroll eredményei mutatják a szerves anyag, valamint a semleges pH-jú közeg jelentőségét.

Az ábrák alapján megállapítható, hogy komposzt, szennyvíziszap + szintetikus zeolit, szennyvíziszap + természetes zeolit kezelés hatására valamint a kontroll esetében is az elemfelvétel mértéke hasonló, és a lucernának a fő akkumuláló szerve a gyökér.

A *Medicago* nemzetséghez tartozó növényfajok átlagos réztartalma szennyezetlen területen 7,3 mg/kg; átlagos cinktartalma 32 mg/kg. (Tölgyesi 1969). A legalacsonyabb mért érték a réz esetében az említett átlag kétszerese, a cinknél a háromszorosa. A kontrollhoz képest az adott kezelések alkalmával a növények viszonylag csekély réz akkumulációjának oka, hogy a réz komplexképző tulajdonságú és szerves anyagokkal is stabil komplexet alkot ebből a növények csak nehezen tudják felvenni (Szakál *et al.* 1997, Schmidt *et al.* 1999, Simon 1999). A kontroll esetében mért magasabb érték a talaj savanyúsága miatt könnyen oldható réz és cink mennyiségének köszönhető.

The growth and copper and zinc content of lucerne (*Medicago sativa*) on refuse dump with heavy-metal content under the influence of different treatments

RITA TURY¹ – PÁL SZAKÁL²

¹ Károly Róbert College
Department of Environment Management and Agronomy
Gyöngyös

² University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Department of Chemistry
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

The refuse dump of the copper mine located 1 km north of Gyöngyösoroszi is polluted with heavy metals. The pH of the flotation slurry extended on 26 hectares falls between 2.13 and 7.13, and is mainly acidic. 10 m² plots were created approx. 400 m away from the refuse dump. The flotation slurry taken from the refuse dump was placed in 50 cm high units separated by wooden frames. 3 different treatments with four repetitions were applied in the experiment. In one half of the plots, spring barley (*Hordeum vulgare*) was planted, while in the other, the variety *Viktoria* of Lucerne (*Medicago sativa*). In the plots treated with organic material, Lucerne sprouting was intensive and the further growth of the plants was undisturbed. In comparison with the control sample, the relatively low

level of copper accumulation in the Lucerne resulted from the complex-forming property of copper. As it forms stable complexes with organic materials, plants can absorb it only with difficulty. The high value measured in the control sample can be explained by the easily soluble copper and zinc content of the soil due to its acidity.

Keywords: refuse dump, copper, zinc, heavy metal pollution.

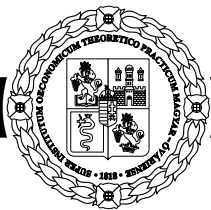
IRODALOM

- Budapest Fővárosi Növényegészségügyi és Talajvédelmi Állomás Környezetvédelmi O.* (1994): Jelentés a „Toka patak nehézfémekkel szennyezett árterületének mentesítését megalapozó vizsgálatok” című kutatási szerződés – környezeti állapotfelmérés – talaj- és növényvizsgálatok – részfeladatról. Budapest. 1–51.
- Tölgyesi Gy.* (1969): A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Simon, L.* (1999): Talajszennyeződés, talajtisztítás. Környezetgazdálkodási Intézet. Környezet- és Természetvédelmi Szakkönyvtár és Információs Központ. 10–11,18.
- Schmidt R. – Barkózi M. – Szakál P. – Horak, O. Lesny, J.* (1999): Hulladékból előállított fém-komplexek mezőgazdasági újrahasznosítása. XIII. Országos Környezetvédelmi Konferencia, Kiadvány. 206–209.
- Szakál P. – Reisinger P. – Schmidt P. – Hámori K. Szederkényi T.* (1997): Meszesítés és mikroelempótlás hatása az őszi búza termésére és lisztminőségére. Integrált termesztés a szántóföldi kultúrában, Budapest, 204–210.
- Tury R.* (2003): A meddőhányó és egyes rajta élő növényfajok káros elem-tartalmának vizsgálata a gyöngyös-orosi ércbánya egykori területén. Diplomamunka. Gödöllő.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

TURY Rita
Károly Róbert Főiskola
Környezetgazdálkodási és Agronómiai Tanszék
H-3200 Gyöngyös, Mátrai út 36.

SZAKÁL Pál
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.



Anyagába beépített mikroelem- (réz-, illetve cink) tartalmú tápanyagokkal kiegészített biológiai úton maradéktalanul lebomlni képes palántanevelő edények felhasználhatóságának vizsgálata a mikroelem-hiányos talajokon történő paprikatermesztésben

BAKOS PIROSKA

Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A kísérlet során mátrixukban különböző koncentrációjú réz-, illetve cink-tartalmú tápanyag-komplexekkel kiegészített saját fejlesztésű, biológiai úton tökéletesen lebomló, komposztálható palántázóedények (BL-edények) alkalmazásának lehetőségét, felhasználásuk eredményességét vizsgáltam réz- és cinkhiányos talajon paprika tesztnövény terméshozamának és bogyóméretének értékelésén keresztül.

A kapott eredmények egyértelműen bizonyítják a BL-edények alkalmazhatóságát a réz és cink pótlásának területén, azok kedvező hatását a paprikatermesztésben. A munka során bizonyítást nyert, hogy a BL-edényekbe beépített nagyobb szerkoncentráció nagyobb és hosszabbantató eredményt hoz mind a terméshozam, mind pedig a bogyóméret viszonylatában.

Megállapítást nyert, hogy a BL-edényekben nevelt és azokkal együtt kiültetett növények – még a tápanyag-kiegészítésben nem részesített BL-edények alkalmazása esetén is – mindkét mikroelem esetében jobb eredményt mutatnak a vizsgált paraméterek tekintetében, mint a kontrollként használt, hagyományos műanyag palántanevelő edényekben nevelt növények. Ez – az edényzetekbe beépített tápanyagtartalom mellett – egy részről annak is köszönhető, hogy a BL-edényekben nevelt palánták a palántanevelés időszakát követően a nevelő közeg, a növényi szervezet bolygatása nélkül, az edényzettel együtt a talajba helyezhetőek (így kiküszöbölhető a növényeket a kiültetés során érő stressz, nem sérül a gyökér), ugyanakkor az idő előrehaladtával fokozódó edény-degradáció (az egyre intenzívebben a hatását éreztető biodegradációs folyamat) és az annak nyomán kialakuló kedvezőbb talajviszonyok szintén a jobb és nagyobb növényi produkciót támogatják.

Kulcsszavak: biológiailag lebomló palántázóedény, felhasználhatóság, mikroelem, réz, cink.

BEVEZETÉS

A biológiai úton lebomló eszközök nem pusztán a különböző termékek – nem utolsósorban a legkülönbözőbb mátrixokat felvonultató élelmiszerek – esetében jelenthetnek környezetbarát alternatívát azok műanyag csomagolásaik kiváltásának tekintetében, de – természetazonos anyagaik jóvoltából a biológiai úton lebomló (BL) fejlesztések egy része – jól alkalmazható lehet a mezőgazdaság területén is. A célirányosan fejlesztett talajtakaró fóliák és merev falú eszközök (pl. palántázóedények) képesek lehetnek kiváltani az ez ideig hagyományosan alkalmazott, mind előállításuk, mind pedig hulladékká válásuk után a környezetet terhelő, a környezetünkben egyre inkább felhalmozódó, életterünket szennyező, szűkítő műanyag megoldásokat, támogatva, elősegítve a fenntarthatóság megvalósulását.

Az elmúlt években olyan merev falú, biológiai úton maradéktalanul lebomlani képes, komposztálható, összetételükben kizárólag hazánkban is folyamatosan és nagy tömegben termelődő, dominánsan melléktermékeknek, valamint hulladéknak minősülő, csak minimális előfeldolgozást igénylő növényi anyagokra épülő (csomagoló) eszköz-családot fejlesztettem ki, mely alkalmas különböző jellegű élelmiszerek csomagolására/tárolására, ugyanakkor felhasználható a palánta/csemete stb. -alapú növénytermesztésben is.

A kifejlesztett BL-palántázóedények alkalmazásának kétségtelenül legfőbb előnye, hogy felhasználásukkal kiküszöbölhető a növényeket a kiültetéskor érő stressz, a gyökerek sérülése, azaz lényegesen megkönnyíthetjük, elősegíthetjük alkalmazásukkal a növények sikeres alkalmazkodását új környezetükhöz. Amellett, hogy a BL-edények segítségével kompetitív előnyhöz juttathatjuk a növényeket (amint azt a következőkben részletesen is taglalom) fejlődésüknek már legkritikusabb fázisában (is), de alkalmazásukkal a palántázás folyamata is leegyszerűsödik. A kifejlesztett BL-palántázóedények/konténerek stb. elterjedését nagyban megkönnyítheti, hogy mechanikai, valamint alaki tulajdonságaik tekintetében probléma nélkül kialakíthatóak a használatban lévő palántázógépek és egyéb berendezések igényei szerint.

Kutatásaim kiemelt irányát képezi olyan palántázóedények kialakítása, melyek anyagukban adalékolhatóak különböző, a növényeket fejlődésük során segítő anyagokkal (pl. műtrágyákkal, növényvédőszerrel, egyéb, a termés mennyiségét és minőségét fokozó anyagokkal). Mivel azonban az egyes növényfajok igénye az adott talaj adottságainak függvényében más és más (azaz az esetenkénti optimális hatás eléréséhez mindenkor ismerni kell az adott talajra vonatkozó talajvizsgálati eredményeket), így – magától érthető módon – nem lehet egyetlen univerzálisan optimális összetételű termékben gondolkodni, meg kell elégednünk faj – talajtípus-specifikus „részmegoldásokkal”. Ez amellett, hogy szerteágazóvá teszi a fejlesztői/előállítói munkát, jótékony hatással is bír, tekintve, hogy – egy részről – segít elkerülni az esetleges túltrágyázásból eredő gondokat (nehézfémek esetében különösen jelentős szempont), a „túlsegítést”, más részről a gazdaságosság figyelembe vételére is ösztönöz (pl. a szertakarekosság oldaláról). Fontos szempont a gazdaságosság oldaláról, hogy az anyagában kiegészített (beépített tápanyagokat, egyéb növényt segítő anyagokat tartalmazó) BL-palántázóedények a stressztényezők számának csökkentésén túl egyszersmint időt, élő- és

holt munkát takarítanak meg a felhasználóknak, hiszen gyakorlatilag „egy menetben” fejtrágyázást is végrehajtunk használatba vételükkel. Így a kialakított adalékolt palántanevelési megoldásoknak – behelyezve azokat a szabadföldi termesztésbe – újabb előnye, sajátossága, hogy azokkal jóval egyszerűbb és olcsóbb megoldási lehetőség teremthető a precíziós gazdálkodás megvalósítására (a palántázott növények esetében), mint az ez ideig rendelkezésre álló megoldások. Ugyanakkor az általam kifejlesztett (komposztálható) palántázóedények felhasználásának előnyeit taglalva nem szabad kifejejtenünk a sorból azt sem, hogy ezek az eszközök – éppen anyagösszetételük okán – tulajdonképpen már önmagukban is precíziósan kijutatott alkalmazható szerves trágyák, hiszen lebomlásuk során saját anyagaik is felvehetővé válnak a növény számára, miközben szerkezetileg is kedvezőbb viszonyokat képesek teremteni a talajban a növénytermesztéshez.

Kutatásom során megoldási lehetőségeket találtam, dolgoztam ki a beépíthető szerek programozott leadását (a BL-edények lebomlásának programozását) illetően is, ami még gazdaságosabbá, még piacképesebbé teszi ezen megoldásokat a még fokozottabb szergazdaságosság javításának oldaláról.

A jelen tanulmány tárgyát képező vizsgálatok csupán egy hosszú munka első lépései, hiszen a különböző, számításba vehető nagyszámú növényfajoknak a talajtulajdonságok függvényében felmerülő igényeinek kielégíthetősége – csak a számtalan kombinációs lehetőség okán is – még hosszú időt, rengeteg vizsgálatot igényel. Azonban a hazai termőterületek mikroelemek tekintetében mutatott hiánya arra ösztönöz, hogy már részeredményeket is bemutassunk, elősegítve a megoldási lehetőségek számbavételét. E mellett a BL-palántázóedények mikroelemek (esetünkben réz, illetve cink) oldaláról való tesztelése lehetőséget teremtett a „szélsőségesen kis” hatóanyag-dózisok beépíthetőségének megítélésére, azok gyakorlati felhasználhatóságának vizsgálatához.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Magyarország talajai a réz- és cinkellátottság tekintetében jelentős hiányokat mutatnak. E két kiemelten fontos esszenciális mikroelem mérlegét vizsgálva megállapítható, hogy cinkből 965 t, rézből 253 t az éves hiány (*Szakál* 1990).

Talajaink 46%-a cinkben, 13%-a pedig rézben gyengén ellátott. Súlyos cink-ellátottsági problémák jelentkeznek Békés, Győr-Moson-Sopron, Fejér, Jász-Nagykun-Szolnok és Borsod megyékben. Ugyanakkor erősen rézhiányos területek találhatók Csongrád, Békés, Veszprém és Heves megyékben (*Tölgyesi* 1978). FAO-vizsgálatok alapján hazánk talajainak mozgékony réz- és cinktartalma – az ammónium-acetát-EDTA extrahálószerrel végzett elemzések alapján – nemzetközi összehasonlításban is alacsony értékeket mutat (*Sillampäa* 1982). Ráadásul a réz- és cinkhiány legnagyobb hányadban éppen a kiemelkedően jó termőképességű réti csernozjom talajok jellemzője (*Fekete és Patócs* 1988).

A réznek és a cinknek kiemelt szerepe van a növényi, az állati és az emberi szervezetben egyaránt (*Sas* 1978, *Salgó et al.* 1979, *Takács* 1984). Esszencialitásukat mi sem bizonyítja jobban, mint a hiányukban megrekedő élettani folyamatok, a hiányukat jelző tünetek.

A réz bizonyítottan nélkülözhetetlen az oxidázenzimek (mint pl. az aszkorbinsav-oxidáz, polifenol-oxidáz, tirozináz) katalizálásában, valamint a citokrómoxidáz terminális oxidációjában (Pethő 1993). A réz – amellet, hogy a kloroplasztiszokban felhalmozódó réz-tartalmú enzimekben elektronszállítóként szerepel (azaz részese a fotoszintetikus elektrontransportnak) – segítséget nyújt a klorofill és más növényi pigmentek stabilitásának megőrzéséhez is (Füleky 1999, Loch és Nosticzius 2003). A klorofill lebomlásának késleltetésével a réz hozzájárul a növényi asszimilációs teljesítmény növeléséhez (Szakál 1990). A polifenol-oxidáz aktivitásának réz hiányában történő csökkenése a ligninszintézis gátlódásához (rendellenes növényi sejttal-lignifikációhoz) vezet, melynek nyomán csökken a növény szárszilárdsága, romlik a vízháztartása, csökken a szárazságtűrő képesség (Szakál 1990). Judel (1962) megállapította, hogy e hatások következménye a betegségekkel szembeni ellenállóság csökkenése. A zsírsavak hidroxilációját ugyancsak réztartalmú enzimek katalizálják (Shkolnyik 1984, Füleky 1999). Kísérletileg igazolták, hogy réz hiányában gátlódik a növények nitrogénfelvétele (Kádár és Shalaby 1984, Szakál et al. 1988). A réz jelenléte különösen fontos a szimbiotikus N₂-fixációhoz, bár a mechanizmus nem teljesen tisztázott (Füleky 1999). A réz ugyanakkor elősegíti a fehérje- és szénhidrát szintézist (Loch és Nosticzius 2003), katalizálja a cisztein és a cisztin oxidációját, a diszulfidhidak kialakításával elősegíti a fehérje-stabilizációt (Szakál 1990). A fiatal, növekvő növényi szövetekben, ahol a fehérjeszintézis a legintenzívebb, alacsonyabb DNS-mennyiségeket találtak a rézhiányos növényeknél (Füleky 1999). Újabb, a réz szükségességét alátámasztó tény, hogy a nitrátredukcióban való részvételével segíti a nitrátoknak a növényekben való hasznosulását (Loch és Nosticzius 2003). Bizonyítást nyert, hogy hiányában a kinon redukciója gátlódik, az ez által kialakuló erőteljes melamin-képződés következménye pl. a burgonya vágási felületének feketedése (Szakál 1990).

A rézhiány gyakran látens hiány, külső megjelenéséről nem lehet felismerni, de szélsőséges esetben tartós fonyadás, levélsodródás, a levélgyekek lehajlása figyelhető meg (Szalai 1994). A legérzékenyebb a hiányára a zab, az árpa és a búza. Gabonaféléknél hiányát a levélsúcscok fehéredése jelzi legkorábban, keskeny, összezsugorodott levelek képződnek, de a hiányos buga- vagy kalászképződés, illetve a csökkent szemképződés is jellemző tünet, nagyarányú rézhiány esetén a kalászok üresek is maradhatnak. A szem nélküli kalászok aránya a réztartalom növekedésével csökken, ami egyértelmű bizonyítéka annak, hogy a rézhiány kedvezőtlenül hat a generatív szövetek képződésére (Loch és Nosticzius 2003). A réz hiánya a zöldségtermesztésben sokkal ritkábban fordul elő, mivel a zöldségnövények rendszerint jóval kisebb mennyiségben igénylik, és a rendszeres szervestrágyázás, a réz-tartalmú növényvédőszeres és a kijutatott lombtrágyák általában kielégítik a növények igényeit (Terbe 2002). Amennyiben azonban hiánytünet lép fel, úgy az (mind a réz-, mind pedig a cinkhiány esetében) elsősorban a fejlődő hajtásokon, a fiatalabb növényi részekben jelenik meg (Bergmann 1979, Terbe 2002, 2004). A lágyszárú növények, különösen pedig a fiatal egyedek – a palánták – általában gyorsabban és fokozott mértékben mutatják az egyes tápelemek hiányát (Terbe 2002).

Fontos megemlíteni, hogy a réz a nagy szervesanyag-tartalmú talajokon erősen kötődik. A nagy adagú nitrogén-trágyázás előidézhetheti az addig látens rézhiány megjelenését (Papp és Tamási 1979). Az irodalmi adatok meggyőzően bizonyítják, hogy a növények számára

esetleg nem megfelelő mennyiségben adagolt műtrágyák abiotikus stresszfaktorként jelentkeznek (Tisdale és Nelson 1966, Fischer 1975, Kádár 1992). Ez a megállapítás nem pusztán a tápelemhiány, de a többlet-adagolás tekintetében is megállja a helyét. Bizonyítást nyert, hogy a felvehető réztöbblet ugyan úgy élettani zavarokhoz vezet, mint a tápelem hiánya: akadályozza a vas felvételét, illetve annak növényen belüli transzportját, így kedvezőtlenül hat a növekedésre (Szalai 1994). A réz a növényi tápanyagfelvételben (de az egyéb életfolyamatokban is) a vason kívül a mangánnal is antagonistá (Bergmann 1979).

A kijuttatandó szerdózis helyes megállapítása csak a talajvizsgálat elvégzése mellett szavatolható. Ez nem csupán a tápelemhiány elkerülését biztosítja, de a tápelemek esetleges káros felhalmozódását is segít elkerülni, mely napjainkban – a fokozódó ipari termelés és egyéb okok folytán – domináns lehetőségként jelentkezik a talajok nehézfém-tartalmának alakulásával kapcsolatban. A réz túlzott felvétele – az élelmezési lánc kapcsán – az emberi szervezetben agykárosodást okozhat (jellegzetes tünete a „Wilson-kór”), az állatoknál akár elhullás is bekövetkezhet (Barna *et al.* 2005). A növényekben a réztoxicitás ritkán fordul elő, mivel a réz erősen kötődik a talajszemcsékhez, az erősen savanyú talajoknál azonban felléphet (Pethő 1993).

A mikroelemekből – főként a rézből – rendkívül keveset vesz fel a növény (jóval kevesebbet, mint a cinkből), 2–20 mg/kg közé esik mennyisége a szárazanyagban. Mivel nagyobb része a kloroplasztiszokban található fehérjéhez kötött, így érthető, hogy a fehérjedús növények rézben gazdagabbak (Kádár 2005). A rézhiány küszöbértékének a 4 mg/kg alatti mennyiséget tartják (Papp és Tamási 1979).

A cink ugyancsak létfontosságú elem a növényi fejlődés szempontjából (Katalimov 1969). A növények cinktartalma többszöröse réztartalmuknak (Loch és Nosticzius 2003).

Az auxin és a cink közti összefüggés már 1940 óta ismert (Szakál 1990). A cink katalizálja a triptofán szintézisét, mely serkentőleg hat az auxinképződésre. A triptofán ugyanakkor a β -indolil-ecetsav prekursora, következésképpen a megfelelő cinkellátás közvetetten a hajtások megnyúlásához is szükséges (Füleky 1999, Loch és Nosticzius 2003). A cink a növények növekedését úgy is befolyásolja, hogy a nitrifikáló mikroorganizmusokban az RNS-polimeráz és a glutaminsav-dehidrogenáz aktivitását fokozza, így növelve az ammónia-N beépülését (Szakál 1990). Részt vesz a N-anyagcserében (Pethő 1993). A cink emellett katalizálja a NAD⁺, NADP⁺ kötődését a hordozó fehérjéken (Nason 1958). Igen fontos szerepet tölt be a stabil metalloenzim-komplexek kialakításában és számos enzim (pl. dehidrogenázok, peptidázok, szuperoxid-dimutáz) aktivátora, ám jelenleg nem teljesen tisztázott, hogy funkcionális, strukturális vagy regulátorszerepet tölt-e be (Füleky 1999). Cinkhiány esetén a fiatal levelek aprók („little leaf”), az ízközök rövidek (rozettásodás) maradnak, a levelek közötti szövetek fehéreszöld színűek, esetleg apró, nekrotikus foltok láthatók a hajtásokon, leveleken, terméseken (Terbe 2002). Cink hiányában a gyökerek abnormálisan fejlődnek, a terméskötődés hiányos, a télállóság csökken (Szakál 1990). Cinkhiány (de az egyéb mikroelemek hiánya is) főleg laza homoktalajokon fordul elő, a magas pH-értékű, erősen meszes homoktalajokon (pl. a Duna–Tisza közén) gyakori, ott, ahol a talaj eredeti cinkszolgáltató képessége eleve gyenge (Racsó *et al.* 2005).

Az állati és emberi szervezetben a cink amellet, hogy nélkülözhetetlen a DNS-, RNS- és fehérje-anyagcseréhez, fontos szerepet tölt be a hámsejtképzésben, a sebek gyógyulásában, az immunrendszer fenntartásában (*Régiusné* 1976). Bizonyított, hogy a cink – az egyes növényfajok érzékenységeinek, igényének függvényében – túladagolva szintén toxikus hatású (*Muraközy et al.* 1963).

A mikroelemek talajban felhalmozódó készletét döntően a talajalkotó kőzet, annak mállásintenzitása határozza meg (*Kádár* 2005). Az elvégzett vizsgálatok alapján arra következtethetünk, hogy az oldható réztartalom a biológiai felhalmozódás, a cinktartalom pedig az atmoszférából való kihullás következménye (*Szűcs M. és Szűcs L.* 2005). Jelentős forrás a talaj szerves anyaga, mivel a növényzet az esszenciális elemeket felhalmozza (Megjegyezném: az általam kialakított palántázóedények szerves-anyagösszetételűek). Amennyiben azonban a szerves anyag az 5–10%-ot meghaladja a talajban, úgy újra csökken a mikroelemek készlete a talaj térfogatsúlyának csökkenése miatt, a tőzegek mikroelemhiánya részben ezzel magyarázható (*Kádár* 2005). A talajok szerves anyagának a fulvósav része oldékony komplexet, míg a huminsav része oldhatatlan komplexet képezve gátolja a mikroelemek felvehetőségét, ezzel csökkentve a közvetlenül felvehető cink-, illetve rézmennyiséget (*Szakál* 1990).

A növények a rezet és a cinket kétértékű kationként és komplex vegyület formájában veszik fel a talajból (*Szakál* 1990, *Loch és Nosticzius* 2003). *Szakál* (1990) kiemeli, hogy mivel a mikroelemek mozgékonysága általában kicsi a növényekben, ezért fontos, hogy a gyökér közelében a talaj elegendő könnyen felvehető mikroelemet tartalmazzon (a BL-edények képesek megvalósítani ezt az elvárást).

A talaj megfelelő tápelemkészlete azonban még nem garancia a tápelemeknek a növényekhez való eljutásához, azok felvehetőségére. Azt a legmarkánsabban a talaj reakcióállapota, a pH szabályozza. A réz esetében ugyanakkor – annak komplex-képzésre való hajlama miatt – a talajok Cu-készletét nem annyira a redox-folyamatok, vagy a pH, mint inkább a kolloidok mennyisége (kötöttség és a szervesanyag-tartalom) határozza meg (*Kádár* 2005).

Ismeretes és figyelmet érdemel, hogy a talaj savanyodásakor a Cu^{2+} és a Zn^{2+} -ion mobilitása nő. Túlmeszezéskor, magas pH-jú talajon azonban számolni kell a két tápelem hiányával (*Tisdale és Nelson* 1966, *Szakál et al.* 1998, *Kádár* 2005). Az elemek felvételét módosíthatja az egyéb tápelemek hiánya vagy jelenléte is az antagonizmusok és szinergizmusok által. Amint arról a rézhiány kapcsán már szó volt, gyengén ellátott talajokon N-trágyázáskor csökken a növények Cu-tartalma, a növekvő termés Cu-igényét a talaj nem képes kiegészíteni, látszólagos NxCu antagonizmus lép fel. Amennyiben a talaj rézzel jól ellátott vagy egyidejűleg Cu-trágyázást folytatunk, a N-trágyázással a Cu-felvétel is nő. A N-műtrágyák savanyító hatása, a NO_3^- anion jelenléte különösen serkentőleg hat a fémkationok felvételére (*Kádár* 2005).

A magas foszfortartalom a cink felvételét, hatékonyságát gátolja a növényi szervezetben (*Bergmann* 1979). A PxZn antagonizmus jelenségének magyarázata azonban nem a képződő cinkfoszfát a talajban, hiszen a $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ megfelelő Zn- és P-forrásul szolgálhat, hanem a P-túlsúly, mely gátolhatja a Zn növénybeli transzportját. Következésképpen a PxZn antagonizmus a növényben játszódik le és faj-, illetve fajtaspecifikus (*Kádár* 2005).

A réz és cink felvehető készletét a talaj nedvességtartalma is erősen befolyásolja. A tapasztalatok szerint a talaj magas nedvességtartalma következtében nő a réz és a cink mozgékonyasága, így igen jelentősek lehetnek a kimosódási veszteségek (Szakál 1990). A fentiek alapján azáltal, hogy az egyes tápanyagokat/tápelemeket a BL-palántázóedények képesek célzottan (precíziósan) a növények gyökeréhez juttatni, valamint azáltal, hogy az edényzetek tápelem- és egyéb adagolandó tartalma a talaj adottságainak és a növényfaj/fajta igényei szerint állítható össze (természetesen szem előtt tartva a keverhetőségi, összeférhetlenségi próbákat) joggal mondhatjuk, hogy a BL-palántázóedények jó eredményekkel kecsegtetnek mind a palánta-alapú zöldségtermesztés, illetve a kertészet egyéb ágazataiban (gyümölcsfák, szőlő, dísnövények konténeres, tápkockás nevelőközegeiként), előrevetítve a felhasználó kultúrák minőségi és mennyiségi paramétereinek javulását.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az ismertetésre kerülő kísérlet során elsődlegesen arra a kérdésre kerestem a választ, alkalmasak-e a kifejlesztett BL-edények mikroelemek (szükségszerűen rendkívül kis koncentrációban jelen lévő hatóanyagok) beépítésével mátrixukba arra, hogy hatásosan kiegészítsék a mikroelem-hiányos talajok felvehető mikroelem-készletét a növények optimális ellátása, a termés mennyiségi és minőségi mutatóinak növelése érdekében, azaz, hogy a BL-edények a mikroelemek tekintetében is rendelkeznek-e azzal az „értéknövelő plusszal”, mint a makroelemek tekintetében.

Ez az ismertetés – amint az a bevezetőben már említésre került – csupán az első felhasználói szintű vizsgálatok eredményeit taglalja, a teljesség igénye nélkül.

A munka során anyagukba különböző koncentrációban beépített, környezetszennyező hulladékokból előállított (Szakál 1990) réz- (RTH), illetve cink-tetramin-hidroxid komplexet (CTH) tartalmazó (a komplexek elemi összetételét mutatja az 1. táblázat) BL-edények esetében vizsgáltuk a mikroelempótlás lehetőségét paprika (*Capsicum annum L.*) teszt-növény termésmennyiségének és bogyóméretének alakulásán keresztül a növény teljes tenyészidőszakában. A beépített komplexek számos növénykultúra (pl. őszi búza, burgonya) esetében igazolták a termények minőségének javulása és a hozamok emelkedése mellett a nyereség növekedését (Szakál 1990, Réder et al. 2005).

A vizsgálatokhoz a bemutatott komplexek 10%-os oldatából készített hígítási sorozat szolgált alapul, amint az a következőkben ismertetésre kerül.

A kísérletekhez felhasznált BL-edények keményítő-bázisú, tökéletesen lebomló, saját fejlesztésű, kontakt eljárással előállított termékek voltak, melyek jelenleg szabadalmaztatás alatt állnak, így azok részletes ismertetésére jelen tanulmányban nem térek ki.

A vizsgálatba bevont BL-edények alkalmazástechnikai-mechanikai paramétereik tekintetében a minősítések során sikeresen vették fel a versenyt a kiváltani kívánt, hagyományos palántanevelésben alkalmazott műanyag palántázó edényekkel. Terhelhetőségük (szakítószilárdságuk) 120,4 N (~12,04 kg) volt cm²-ként. (a szórás ± 1,3 N-nak adódott

adott összetétel mellett). Ez az érték – az elvégzett felhasználási próbák alapján – jóval meghaladja a szükséges értéket, a raktározási és szállítási körülmények ismeretében – az anyagösszetétel okán – szándékosan túlméretezett.

I. táblázat A beépített mikroelem-tartalmú komplexek elemi összetétele
(Szakál 1990)

Elem	Réz-tetramin-hidroxid komplex	Cink-tetramin-hidroxid komplex
	mg/kg (ppm)	
Cu	210 000,0	0,7
Zn	0,0	390 000,0
Al	0,0	11,2
Ba	0,0	0,0
Ca	27,0	37,0
Cd	0,4	0,9
Cr	0,0	0,2
Fe	0,6	21,2
K	18,0	18,0
Li	0,0	0,0
Mg	1,4	3,5
Mn	0,0	0,0
Ni	0,2	0,0
Pb	0,0	0,6
Sr	0,2	0,2
Ti	1,5	1,7
Co	0,0	0,0
B	1,0	3,1
Va	0,0	0,0
As	2,0	0,1
Mo	0,9	0,7
Se	17,0	11,0
Ca	0,9	0,6

A felhasznált BL-edények alakjukat, méretüket tekintve megegyeztek a kísérletbe bevont hagyományos műanyag palántázóedények által felmutatott paraméterekkel (60 x 60 x 60 mm). A RTH, illetve a CTH komplexnek a BL-mátrixba való bekeverése semmilyen nehézséget nem okozott, tekintve, hogy a BL-edények előállítására vizet alapon történik, a komplexek pedig kiválóan elegyednek a vízzel. A komplexek mátrixba építésekor tulajdonképpen az edényzet szárazanyagait „homogenizáló” masszába vivő vízbe kevertem bele a komplexek eltérő koncentrációit azonos mennyiségben (azzal csökkentve a mátrix kialakításához szükséges vízmennyiséget), így módon eltérő hatóanyagtartalmú (koncentrációjú) edényzeteket állítottam elő.

A kísérlet során alkalmazott, BL-edényekbe beépített RTH- és CTH-koncentrációk a következők voltak: 0,1%, 0,2%, 0,3%, 0,5%, 1%, 2%, 3%, 5%.

Emellett – kontrollként – a kísérletbe bevontunk még olyan BL-edényzeteket is, melyek nem részesültek mikroelem kiegészítésben, illetve hagyományos műanyag palántázóedényt is, így adva lehetőséget arra, hogy a BL-anyagmátrix saját anyagainak hatását kiszűrjessük.

A komplexek beépítésével kapott edényzetek terhelhetősége a komplexeket nem tartalmazó edények terhelhetőségi átlagértékéhez képest nem mutatott eltérést (minden mérés esetében az eltérés a mérési hibahatáron belülnek adódott), ellenben a komplexekkel kiegészített edények kivétel nélkül kékes-zöldes színeződést kaptak (a színeződés intenzitása összefüggést mutatott a beépített szerkoncentrációval), szemben a komplexet nem tartalmazó halványbarna termékekkel.

A kísérlet alkalmával az edényeket azzal a savanyú, réz és cink tekintetében egyaránt hiányt mutató barna erdőtalajjal töltöttem meg, melybe a palántanevelés időtartamát követően a növények (BL-edényekben neveltek az edénnyel együtt) kiültetésre kerültek. A Sárváron vett talaj Zn-tartalma 2,0 ppm, Cu-tartalma 2,9 ppm volt.

Az edényekben *Szentesi piacos* fajtájú, szabadföldi termesztésre és hajtatasra egyaránt ajánlott paprikafajtát vettem 2 cm mélységbe február hónap végén. A felhasznált vetőmag EK szabályoknak és szabványoknak megfelelő standard szaporítóanyag volt.

A kísérletbe vont fajta folytonnövő, nagy bogójú (átlagos bogyósúlya a magot forgalmazó közlésében 60–70 g). Bogója vállas, tompán hegyesedő, csüngő állású, halványzöldből pirosra érő. Az, hogy a termés az érést színváltozással jelezte megkönnyítette a minősítési munka időzítését, mivel így a növény „jelezte”, mikor kell azt elvégezni.

Az edényeket a vetést követően a szabadföldbe való kihelyezés időpontjáig (május közepéig) állandó 22–24 °C-os hőmérsékleti viszonyok között napfénynek mérsékeltén kitett helyen, 2 naponta 5 mm-nek megfelelő vízmennyiséggel ellátva gondoztam.

A kiültetés ugyancsak a szaporítóanyagot forgalmazó előírásai szerint történt: a palántákat 60 cm-es sortáv és 30 cm-es tőtáv mellett helyeztem ki szabadföldre. Míg azonban a műanyag edényzetben nevelt palántákat – szükségszerűen, hiszen a gyökerek és a növény fejlődése már nem volt biztosított a műanyag edényzet méretei által behatárolt keretek között – ki kellett emelni a palántanevelő edényzetből és pusztán a nevelő talajával együtt helyezhettem ki (a nevelőtalajt a gyökerek védelme okán nem célszerű eltávolítani), addig a BL-edényekben nevelt növényeket az edénnyel együtt helyeztem a talajba. Ezt követően a növények hat alkalommal végeztem, alkalmanként 30–40 mm-es permetező öntözésben részesültek, amit a rendkívül száraz időjárás indokolt, valamint három alkalommal gyomtalanítottam, illetve lazítottam a talajfelszínt a növények környezetében.

A kísérlet során valamennyi komplexszel kiegészített edényzet, illetve a BL- és a műanyag kontroll edények esetében is 10–10 párhuzamos mintával dolgoztam. A minősítéseket június második felétől (az első termések erre az időszakra értek be) szeptember közepéig, az utolsó értékelhető (beérett) termés leszedéséig végeztem, az össztermés adatok értelemszerűen az időről időre kapott eredmények összegzéseként adódnak a vizsgált paraméterek tekintetében.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A következőkben a beépített komplexek szerinti bontásban ismertetem a kísérlet eredményeit és az azokból levont következtetéseket.

A Réz-tetramin-hidroxid (RTH) komplex beépítésének tapasztalatai

Amint azt a 2. táblázat adatai is mutatják, a RTH komplexszel végzett vizsgálat-sorozat alkalmával a BL-edényekben nevelt és azokkal együtt a földbe helyezett, kiültetett növények a tenyészidő valamennyi szakaszában (hónapjában) – függetlenül attól, hogy az edények tartalmaztak-e tápanyagkiegészítést vagy sem – nagyobb terméstömeget produkáltak a műanyag kontroll-edényekben nevelt növényekhez képest. Ez kétséget kizáróan a BL-edények „jótékony” hatásának volt köszönhető, tekintve, hogy minden más körülmény azonos volt a vizsgálatba vont növények esetében. Ez a kedvező hatás – mivel a tápanyagkiegészítést nem tartalmazó BL-edény esetében is jelentkezett – minden bizonnyal a BL-edények anyagösszetételének és a használat kezdete óta eltelt idő előrehaladtával fokozódó biodegradációs folyamat együttes hatásának köszönhető. (2. táblázat)

2. táblázat A Réz-tetramin-hidroxid komplex különböző koncentrációinak hatása a terméshozam alakulására

	Június*	Július	Augusztus	Szeptember	Σátlag
	átlag g/növény				
Műanyag _k	123,98	310,50	374,70	312,10	1,12
BL _k	124,90	384,84	385,98	387,48	1,28
BL 0,1%	129,58	391,32	453,60	387,96	1,36
BL 0,2%	129,76	458,15	458,43	389,34	1,44
BL 0,3%	130,62	472,01	468,30	461,16	1,53
BL 0,5%	196,59	479,15	478,59	468,23	1,62
BL 1,0%	206,79	559,92	567,20	499,87	1,83
BL 2,0%	209,67	571,52	582,96	501,21	1,87
BL 3,0%	217,23	671,94	674,82	605,04	2,17
BL 5,0%	222,03	677,52	687,51	611,92	2,20

k: kontroll (tápanyagot nem tartalmazó edény)

*: értékelésre csak a hónap második felében került sor, ekkor értek be az első termések.

Valamennyi növény esetében – függetlenül a palántanevelés és talajba helyezés körülményeitől – növekvő termésátlagokat kaptunk az idő előrehaladtával egészen az utolsó vizsgált hónapig. A legnagyobb terméstömeget minden növény esetében augusztus hónap során mértük. Ez – részben – a növényi produktivitás fokozódásával, részben pedig a biodegradációs folyamat előrehaladásának nyomán egyre inkább a beépített tápanyag-készlet egyre nagyobb arányú felszabadulásával, érvényre jutásával, azaz felvételével magyarázható. A szeptember hónap folyamán tapasztalt terméscsökkenés vélhetően

a növény „fáradásának”, a növények számára egyre kedvezőtlenebbé váló környezeti tényezőknek, valamint a beépített, a talaj mikroelem-hiányát kompenzálni hivatott még felvehető tápanyag fogyásának tudható be (a felsorolt tényezők dominanciaviszonyai még tisztázásra szorulnak).

Az, hogy a BL-edények még az amúgy csökkenő terméshozamokat felmutató szeptember hónap során is a műanyag kontrollhoz viszonyítva lényegesen jobb eredményeket értek el, illetve az a tény, hogy a BL-kontroll edények átlagos terméseredménye ha kevéssel is, de növekedést mutatott, arra enged következtetni, hogy a BL-edényekben nevelt növényeket a biodegradáció, az annak kapcsán kialakuló kedvező talajszerkezet, a tulajdonképpeni célzott trágyázás, a talajfauna kedvező eltolódása segíti.

Amint azt a 2. táblázat adatai is alátámasztják, a terméshozam a beépített tápanyagtartalom növekedésével növekedett, a legjobb eredményt valamennyi havi összesítés és így az összes terméshozam ($\Sigma_{\text{átlag}}$) esetében is az 5%-os koncentrációjú RTH-t tartalmazó edények esetében értük el. Figyelemreméltó azonban, hogy a 3%-os koncentrációjú komplexszel kiegészített edényekben nevelt növények terméseredményei alig maradtak alatta a havi összesítések során az 5%-os tápanyagoldattal kiegészített edényekben nevelt növények terméseredményénél, valamint, hogy az említett két koncentráció esetében kapott összesített termésátlag gyakorlatilag azonos. Ez a tény a gazdaságosság oldaláról a 3%-os koncentrációjú komplexszel kiegészített BL-edények alkalmazását támogatja, mivel a nagyobb koncentráció esetében felhasználásra kerülő nagyobb (drágább) szeradaggal gyakorlatilag ugyanazt az eredményt érjük el.

A BL-edények alkalmazhatóságának vizsgálata kapcsán magáért beszél az a tény, hogy a RTH komplex 3-, illetve 5%-os koncentrációjú oldataival kiegészített BL-edényekben nevelt és kiültetett növények terméshozama megközelítőleg 100%-os növekedést mutatott a műanyag kontrollban neveltek eredményéhez képest, ugyanakkor a szerkiegészítés hatékonyságát bizonyítja az is, hogy ez a termésmegduplázódás a BL-kontrollal szemben is megmutatkozott (igaz, kisebb mértékben). Mindez már önmagában alátámasztja a RTH komplexszel kiegészített BL-edények alkalmazhatóságát a rézpótlás területén.

A termés felhasználási módjának oldaláról (befőzésre, közvetlen fogyasztásra szánják-e stb.) nem közömbös, hogyan alakul a termés minősége, azaz a kapott termésátlagok hány darab és milyen méretű termésből tevődnek össze. Ezen megfontolásból minősítettem a kísérleti növények termésének nagyságát is a bogyótömeg mérésével, a kapott eredményeket a 3. táblázat foglalja össze.

Amint azt a táblázat adatai mutatják, az átlagos bogyóméret alakulása hasonló tendenciát követett, mint a termésmegduplázódás.

A műanyag kontroll edényben nevelt növények átlagos bogyóméretét minden esetben felülmúlta a BL-edényekben nevelkedett és azokkal együtt kiültetett növények átlagos bogyómérete. Mivel (ez esetben is) jobb eredményt értünk el a BL-kontroll edényekkel, mint a hagyományosan alkalmazott műanyag eszközökkel, ezért joggal mondhatjuk, hogy ez a kedvező hatás a BL-edényeket felépítő természetes anyagok alkotta mátrixnak köszönhető.

3. táblázat Az átlagos bogyóméret alakulása
a Réz-tetramin-hidroxidos kísérletsorozatban (g/db)

	Június*	Július	Augusztus	Szeptember	Éves átlag
	átlag g/db				g/db
Műanyag _k	61,94	62,10	62,45	62,42	62,23
BL _k	62,45	64,14	64,33	64,58	63,88
BL 0,1%	64,79	65,22	64,80	64,66	64,87
BL 0,2%	64,88	65,45	65,49	64,89	65,18
BL 0,3%	65,31	67,43	66,90	65,88	66,38
BL 0,5%	65,53	68,45	68,37	66,89	67,31
BL 1,0%	68,93	69,99	70,90	71,41	70,31
BL 2,0%	69,89	71,44	72,87	73,03	71,81
BL 3,0%	72,41	74,66	74,98	75,63	74,42
BL 5,0%	74,01	75,28	76,39	76,49	75,54

k: kontroll (tápanyagot nem tartalmazó edény)

*: értékelésre csak a hónap 2. felében került sor, ekkor értek be az első termések

A bogyóméret a beépített tápanyagtartalom emelkedésével növekedést mutat, azaz a BL-edénnyel célzottan a növények gyökeréhez juttatott réz ez esetben is elérte célját (akárcsak a terméshozamok tekintetében), a növények éltek a felkínált könnyen vehető tápanyag-kiegészítéssel.

A 0,1%–0,5% koncentrációtartományban a legnagyobb bogyóméreteket augusztus folyamán, az e tartomány feletti koncentrációk esetében azonban később, csak szeptember hónap folyamán tapasztaltuk. Az, hogy a magasabb koncentrációk esetében kivétel nélkül később jelentkezett a bogyóméret „maximalizálódása” egyértelműen azt jelzi, hogy ez a tendencia összefügg a BL-edényekbe beépített hatóanyag koncentrációval. Az alacsonyabb koncentrációk esetében tapasztalt korábbi tömegmaximalizálódás oka vélhetően a kisebb tápanyag-koncentráció korábbi kimerülése.

A bogyóméret tekintetében is a az 5%-os koncentrációjú komplexszel kiegészített BL-edények esetében kaptuk a legjobb eredményt, azonban most is, akárcsak a terméshozam esetében, alig maradtak el a 3%-os koncentrációjú oldattal kiegészített edények eredményei a legjobbtól, igaz, ez esetben „nagyobb” különbségek adódtak (a gazdaságosság oldaláról ismételtén a 3%-os koncentrációjú komplexszel kiegészített edényzetek felhasználhatósága tűnik ésszerűnek).

A Cink-tetramin-hidroxid (CTH) komplex beépítésének tapasztalatai

A 4. táblázat a Cink-tetramin-hidroxid komplexszel kiegészített BL-edényekkel végzett kísérlet eredményét foglalja össze a terméshozam tekintetében.

Amint az látható, a CTH-komplex esetében – akárcsak a RTH-komplexnél – a BL-edényekbe vetett növények (függetlenül attól, beépítésre került-e a mátrixukba a mikroelemtartalmú vegyület, vagy sem) kivétel nélkül nagyobb terméshozamot produkáltak a tenyészidő teljes időszakában. Ez a réz-komplex kapcsán már ismertetett tényezőkkel magyarázható.

4. táblázat A Cink-tetramin-hidroxid komplex különböző dózisainak hatása a terméshozamra

	Június*	Július	Augusztus	Szeptember	Σátlag
	átlag g/növény				(átlag kg/növény)
Műanyag _k	123,88	310,50	374,7	312,1	1,12
BL _k	124,90	384,84	385,98	387,48	1,28
BL 0,1%	128,76	455,98	455,07	453,04	1,49
BL 0,2%	128,90	461,02	464,73	461,09	1,52
BL 0,3%	194,91	533,52	547,28	475,65	1,75
BL 0,5%	196,14	547,92	624,69	625,05	1,99
BL 1,0%	206,73	630,63	648,09	641,70	2,13
BL 2,0%	209,76	643,05	732,10	658,80	2,24
BL 3,0%	217,32	745,10	747,20	681,12	2,39
BL 5,0%	219,15	739,80	749,00	674,01	2,38

k: kontroll (tápanyagot nem tartalmazó edény

*: értékelésre csak a hónap 2. felében került sor, ekkor értek be az első termések

Szembetűnő, hogy a CTH-dal végzett vizsgálatok során kapott eredmények rendre felülműlják a RTH-dal kapott értékeket. A CTH-komplex esetében azonban az idő előrehaladtával nem rajzolódott ki olyan egyértelmű tendencia a terméshozamok kapcsán, hiszen két koncentrációnál is (0,2% és 0,5%) nem augusztus hónap folyamán (mint a többi koncentráció esetében), hanem szeptemberben kaptuk a legmagasabb hozamértéket.

A terméshozam most is emelkedett a koncentráció növekedésével egészen az 5%-os koncentrációig, mely jelen esetben július és szeptember hónapban valamint az összes átlagos termés tekintetében (igaz csak nagyon kis különbséggel) alatta maradt a 3%-os koncentrációs tápanyagot tartalmazó edényekkel elért terméshozamokkal szemben.

A táblázat adatai alapján a CTH komplexes kiegészítéssel a terméshozam jelentősen növelhető. Akárcsak a RTH-os vizsgálat kapcsán, a műanyag kontroll edényben nevelt növények terméshozamához képest a legmagasabb terméshozamot produkáló (az anyagába 3%-os CTH komplexszel kiegészített edényben nevelt) növények terméshozama több, mint kétszeresére nőtt. Ez alátámasztja a CTH komplexszel kiegészített BL-edények alkalmazásának hasznosságát, azok alkalmazhatóságát a paprikatermesztésben. A bogyóméret tekintetében a CTH komplexekkel végzett vizsgálatok kapcsán kapott eredményeket az 5. táblázat taglalja.

Akárcsak a RTH-dal végzett vizsgálatok esetében, a tápanyagot/elemelet nagyobb koncentrációban tartalmazó edények – a fokozódó biodegradáció mellett – most is hosszabb távon éreztették nagyobb termésfokozó (minőségjavító) hatásukat.

Az átlagos bogyóméret tekintetében kapott eredmények a RTH-dal végzett vizsgálatok eredményeihez közelítettek, illetve valamelyest az alatt maradnak.

A műanyag kontrollban nevelt növények által produkált bogyók méretéhez képest a BL-edényekben nevelt növények bogyóinak átlagos tömege most is minden esetben magasabb volt. A beépített CTH-ot tartalmazó edényzetekben nevelt növények bogyói – kivéve az 5%-os koncentráció júliusi és szeptemberi eredményeit – a szerkoncentráció emelkedésével jelen kísérletben is nagyobb mérettel rendelkeztek.

5. táblázat Az átlagos bogyóméret alakulása
a Cink-tetramin-hidroxidos kísérletsorozatban (átlag g/db)

	Június	Július	Augusztus	Szeptember	Éves átlag
	átlag g/db				(g/db)
Műanyag _k	61,94	62,10	62,45	62,42	62,23
BL _k	62,45	64,14	64,33	64,58	63,88
BL 0,1%	64,38	65,14	65,01	64,72	64,81
BL 0,2%	64,45	65,86	66,39	65,87	65,64
BL 0,3%	64,97	66,69	68,41	67,95	67,01
BL 0,5%	65,38	68,49	69,41	69,45	67,93
BL 1,0%	68,91	70,07	72,01	71,30	70,57
BL 2,0%	69,92	71,45	73,21	73,20	71,95
BL 3,0%	72,44	74,51	74,72	75,68	74,34
BL 5,0%	73,05	73,98	74,90	74,89	74,21

k: kontroll (tápanyagot nem tartalmazó edény)

Az idő előrehaladtával, a biológiai lebomlás fokozódásával a termés méret növekedése figyelhető meg, mely azonban ez esetben – eltekintve néhány, köztük a „legeredményesebb” koncentrációtól – csökkenést mutat az utolsó hónapban.

A kapott eredményeket összegezve elmondható, hogy a tápanyaggal nem kiegészített BL-edényzetek mindenkor hozzájárultak a növényi terméshozzáadás méretének növekedéséhez, hatásukat – az eredmények alapján – a mátrixukba beépített CTH tovább növeli, ez a kedvező hatás a beépített szerkoncentráció növekedésével tovább növelhető.

IRODALOM

- Barna Sz. – Szabó Z. – Fülek Gy. – Dobolyi Cs. (2005): Nehézfémekkel (Cd, Cu és Pb) szennyezett talajok ökotoxikológiai értékelése. *Acta Agronomica Óváriensis* **47**, (1) 141–152.
- Bergmann, W. (1979): Termesztett növények táplálkozási zavarainak előfordulása és felismerése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Fekete A. – Patás I. (1988): Mikroelemtrágyázás a hazai talajok esszenciális elemtartalmának függvényében. *Hungarochem, Keszthely*. 37–49.
- Fischer I. (1985): A paprika sőtűrési és exocarpium-vastagsága. *Kertgazdaság* **17**, (1) 57–61.
- Fülek Gy. (szerk.) (1999): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Judel, G. K. (1962): Einfluss von kupfer und Stickstoffmangel auf die aktivität der phenoloxidase und den gehalt on phenolen in den blättern der Sonnenblume. *U. Pflanzenähr. u. Bodenkunde*. 131: 159–170.
- Katalimov, M. V. (1969): Mikronährstoffe – mikronährstoffdüngung. VEB Deustcher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Kádár I. – Shalaby, M. H. (1984): A nitrogén és a réztrágyázás közötti kölcsönhatások vizsgálata meszes homoktalajon. *Agrokémia és talajtan* **33**, 268–274.
- Kádár I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest.

- Kádár I.* (1995): Magyarország Zn és Cu ellátottságának jellemzése talaj és növényvizsgálatok alapján. *Acta Agronomica Óváriensis* **47**, (1) 11–25.
- Loch J.* – *Nosticzius Á.* (2003): Agrokémia és növényvédelmi kémia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Muraközy T.* – *Okányi I.* – *Tímár Zs.* (szerk.) (1963): Kertészeti Lexikon. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Nason, A.* (1958): The function of metals in enzyme systems. *Soil, Sci. Soc. Am. J.* **1**, 67–77.
- Papp J.* – *Tamási J.* (1979): Gyümölcsök talajművelése és tápanyagellátása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Pethő M.* (1993): Mezőgazdasági növények élettana. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Rucskó J.* – *Szabó Z.* – *Nagy P. T.* – *Budai L.* – *Szabó T.* – *Nyéki J.* (2005): Almafajták gyümölcsseinek cink-tartalma. *Acta Agronomica Óváriensis* **47**, (1) 133–179.
- Réder O.* – *Csatai R.* – *Szakál P.* (2005): Az őszi búza réz-tetramin-hidroxid komplexes kezelésének gazdasági vizsgálata. *Acta Agronomica Óváriensis* **47**, (1) 173–179.
- Régiusné Möcsényi Á.* (1976): Az ásványanyagok jelentősége az ipari jellegű állati termelésben. *Állattenyésztés* **25**, (6) 497–503.
- Salgó L.* – *Gyurkovits K.* – *Vranek I.* (1979): A réz biológiai szerepe. *Orvosi képzés* (54). p. 151–160.
- Sas B.* (1978): A cink intermedier anyagcsereje, szabályozása és hiányának következményei háziállatokban. *Magyar Állatorvosok lapja*.
- Shkolnyik, Ny. A.* (1984): Trace elements in plants. Elsevier, Amsterdam.
- Sillampää, M.* (1982): Mikronutrients and the nutrient status of soils. A global study. *FAO Soils Bulletin*, Róma, 48.
- Szakál P.* (1987): Kísérletek réztartalmú hulladékok mezőgazdasági célú felhasználására. VII. Gépipari Környezetvédelmi Napok, Győr. 404–414.
- Szakál, P.* – *Schmidt, R.* – *Barkóczy, M.* (1988): Experiments for the agricultural utilization of copper containing wastes. *World Conference on hazardous waste*. Elsevier, Science Publishers, Amsterdam. 1361–1365.
- Szakál P.* (1990): Környezetre ártalmatlan réz- és cinktartalmú hulladékokból előállított réz- és cinkkomplexelek mezőgazdasági hasznosítása. Kandidátusi Értekezés. Pannon Agrártudományi Egyetem, Mosonmagyaróvár.
- Szakál P.* – *Schmidt R.* – *Reisinger P.* – *Hámori K.* (1998): meszezési és mikroelemtrágyázási kísérletek savanyú talajokon. Talajsavanyodási helyzetkép és megoldások. Pannon Agrártudományi Egyetem, Mosonmagyaróvár. 103–125.
- Szalai I.* (1994): A növények élete. JATEPress, Szeged.
- Szűcs M.* – *Szűcs L.* (2005): Easily soluble copper and zinc content of soil profile samples from the Danube valley in Hungary. *Acta Agronomica Óváriensis* **47**, (1) 115–124.
- Takács S.* (1984): Mikroelemek a környezetben és koncentrációjuk az emberi szervezetben. Akadémiai Doktori Értekezés.
- Terbe I.* (2002): Élettani eredetű fejlődési rendellenességek okai. In *Budai Cs.* (szerk.): Növényvédelem a zöldségtermelésben. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Terbe I.* (2004): A zöldségtermesztés ökológiai igénye. In *Hodossi S.* – *Kovács A.* – *Terbe I.* (szerk.): zöldségtermesztés szabadföldön. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Tisdale, S. L.* – *Nelson, W. L.* (1966): A talaj termékenysége és a trágyázás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

A szerző levélcíme – Address of the author:

BAKOS Piroska
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Kémia Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Lucsony u. 15–17.



Experimental investigation of the neurotoxicity of environmental micropollutant heavy metals

ANDRÁS PAPP – ANDREA SZABÓ – ANITA LUKÁCS – TÜNDE VEZÉR

University of Szeged
Faculty of Medicine
Department of Public Health
Szeged

SUMMARY

Microelements may be essential for humans, toxic, or both depending on dose. In this paper, selected results of the neurotoxicological work done at the Department of Public Health at the University of Szeged, Faculty of Medicine, are presented. All experiments were done on Wistar rats. Acute application of Pb, Hg, Mn and their combinations induced a shift to lower frequencies of the spontaneous cortical electric activity. The evoked cortical responses showed an increase of the peak-to-peak amplitude and peak latency. When Pb or Hg was given, combined with 5% alcohol in the drinking water, for 12 weeks, evoked potential latency was significantly increased by both metals and by their combination in the water-drinking rats, and the effect of Pb, but not of Hg, seemed to be abolished by ethanol. When Hg was given during pre- and postnatal development, it was found that prenatal exposure increased the effect of postnatal Hg administration, and that the changes of peripheral nerve activity indicated the effect of Hg as sensitively as some traditional toxicological parameters. More practical biomarkers of the functional alterations caused by micropollutant metals would be advantageous. The results of research done at our Department may contribute to achieving that.

INTRODUCTION

Environment is the final source of all substances we need to consume to stay alive. Beyond water for drinking and bulk nutrients of plant and animal origin, the presence or absence of certain molecules and chemical elements may have decisive role in health. Some microelements are essential for humans (iron, copper, zinc etc.), others are toxic (mercury, lead, cadmium etc.), and still others can play both roles depending on the dose. An example for the latter is manganese, being essential in micro, but toxic in macro, amounts.

Environmental Mn originates from organo-Mn fungicides (*Ferraz et al.* 1988), a petrol additive (*Lynam et al.* 1999), and other sources. Its intestinal absorption is limited and is linked to Fe supply (*Davis et al.* 1992). Once absorbed, Mn passes the blood-brain barrier, partly in transferrin-bound form (*Aschner and Gannon* 1994) and deposits in the brain. In human chronic (occupational) exposure to Mn, the leading feature is functional brain damage (*Shinotoh et al.* 1997).

Lead has been used – and has caused occupational, foodborne and other exposures – for thousands of years. Pb is well absorbed after inhalation and ingestion, in a process linked to the absorption of Ca, and permeates readily the blood-brain barrier (*Grandjean* 1978). Intestinal absorption of Pb is increased in persons with Ca and/or Fe insufficiency (*Mahaffey and Annest* 1986, *Mahaffey et al.* 1986). The neurological consequences of Pb intake include impaired IQ and different behavioural difficulties (*Needleman and Gatsonis* 1990), and EEG and auditory evoked potential alterations (*Otto et al.* 1985), mainly in children.

In the mercury exposure of the population, the amount released into the environment and contained in dental amalgam are the major sources. Environmental Hg finally takes the form of methyl and dimethyl Hg, both being lipophilic, and hence accumulated and concentrated along the food chain. Both inorganic and organic Hg forms can pass the blood-brain barrier (*Aschner and Aschner* 1990) and the placental barrier (*Clarkson* 1989). Hg burden of the mothers' organism (food-borne methyl mercury, dental amalgam etc.) was shown to pass the placenta and appear in breast milk (*Plockinger et al.* 1993, *Sakamoto et al.* 2002) so that babies are exposed this way for several months (*Grandjean et al.* 2003, *Oskarsson et al.* 1996). Mercury, when present in the nervous system, affects the bioelectric processes of nerve cells by influencing the operation of voltage-activated Ca²⁺-channels and the release or turnover of neurotransmitters. In persons occupationally exposed to inorganic mercury, various disorders of the EEG (*Piikivi and Tolonen* 1989) and evoked-responses (*Discalzi et al.* 1993) were seen.

The Department of Public Health at the University of Szeged, Faculty of Medicine, has been active in experimental investigations of the neurotoxicity of environmental chemicals for ca. 25 years. In this paper, selected results of our work are presented.

MATERIALS AND METHODS

All experiments were done on Wistar rats. In the subacute/subchronic scheme, 10 weeks old male rats were exposed by the investigated metal orally (by gavage) for 5 to 12 weeks, 5 times a week. In the developmental scheme, pregnant females were treated daily from the 5 to 15 day of pregnancy (P protocol); or were treated as above plus during lactation from the 2 day after delivery until weaning (pregnancy+lactation: P + L protocol); or the male offspring after the P + L protocol was treated for further 8 weeks in a 5 days per week schedule (P + L + P protocol).

For electrophysiological recording after the treatment period, the rats were anaesthetised with urethane, the skull was opened, and spontaneous electrical activity of the cortex (electro-

corticogram, ECoG), and sensory evoked potentials (EPs) were recorded from the primary sensory areas by silver electrodes. From the rats' tail, compound action potential of the tail nerve was taken. In case of the ECoG, the frequency spectrum was determined (δ , θ etc. waves) and/or ECoG index (obtained as the $[\delta + \theta]/[\beta_1 + \beta_2]$ activity ratio) was calculated. The measured parameters of EPs were latency and duration. The calculated parameters of the tail nerve were conduction velocity and refractory period. Significance of the differences was tested by ANOVA. All investigations were performed in accordance with the principles of the Ethical Committee for the Protection of Animals in Research of our University. Some experiments were done under GLP-certified conditions (certification No: 3837/48/2007, issued by the Hungarian National Institute of Pharmacy).

RESULTS AND DISCUSSION

Acute nervous system effects of Pb, Hg, Mn and their combinations (Papp *et al.* 2006). Adult male rats were treated with inorganic lead (Pb-acetate, 1000 mg/kg b.w.; doses given for pure metal), mercury (HgCl_2 , 7 mg/kg) and manganese (MnCl_2 , 50 mg/kg), and their double combinations (Pb + Hg, 500 + 3.5 mg/kg; Pb + Mn, 500 + 25 mg/kg); in acute application, that is, during recording. The aim was to see the effects on the spontaneous and stimulus-evoked cortical, and the evoked peripheral nervous activity,

Table 1. Relative change (group mean \pm SD, n = 8) of the ECoG index ($[\delta + \theta]/[\beta_1 + \beta_2]$ activity ratio), evoked potential amplitude, and evoked potential latency; 60 and 160 min after ip. application of the metals and combinations indicated

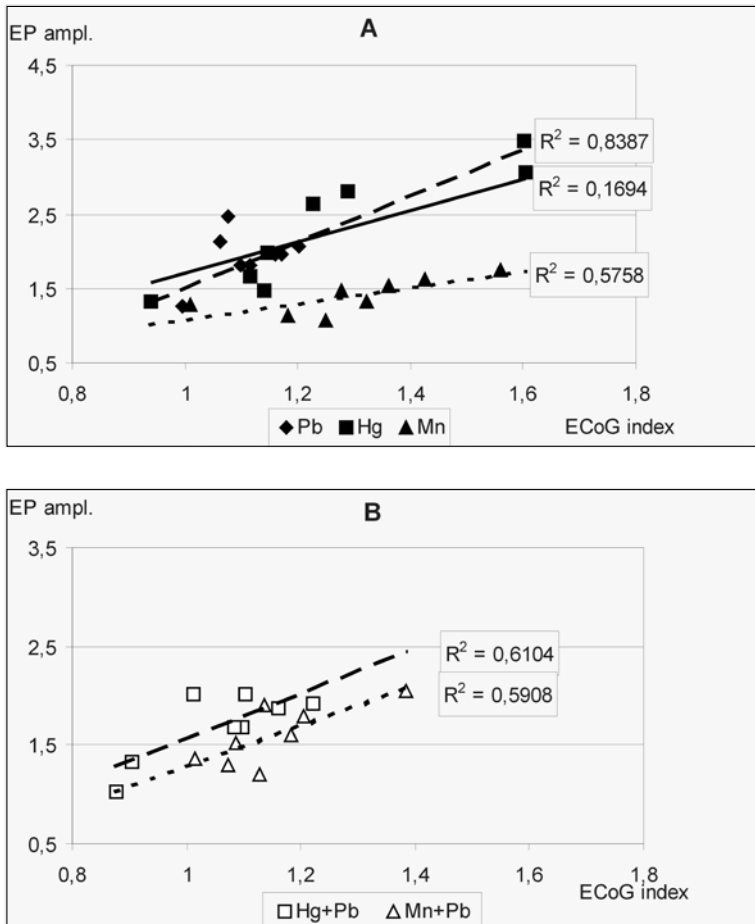
Treatment	ECoG index		EP peak-to-peak amplitude		EP 1 st peak latency	
	60 min	160 min	60 min	160 min	60 min	160 min
Control	1.1539 \pm 0.0867	1.1634 \pm 0.0945	1.0611 \pm 0.0799	1.0615 \pm 0.0959	1.0065 \pm 0.0292	1.0008 \pm 0.0441
Pb ²⁺	1.1397 \pm 0.0764	1.0871 \pm 0.0467	1.8208* \pm 0.2339	2.4752* \pm 0.3742	0.9774 \pm 0.0426	1.0029 \pm 0.0803
Hg ²⁺	1.1153 \pm 0.0852	1.6038* \pm 0.1215	1.6557 \pm 0.2079	3.0613* \pm 0.7013	1.0592* \pm 0.0791	1.1673* \pm 0.0781
Mn ²⁺	1.1832 \pm 0.0708	1.5592* \pm 0.0910	1.1423 \pm 0.1289	1.7414* \pm 0.1939	1.0247 \pm 0.05588	1.0299 \pm 0.03833
Pb ²⁺ + Hg ²⁺	1.1002 \pm 0.0395	1.2192 \pm 0.0566	1.6782 \pm 0.1593	1.9203 \pm 0.2448	1.0494 \pm 0.0734	1.0910* \pm 0.1031
Pb ²⁺ + Mn ²⁺	1.0707 \pm 0.0697	1.3785 \pm 0.1725	1.3043 \pm 0.1985	2.0489* \pm 0.3717	1.0609* \pm 0.0526	1.0905* \pm 0.05853

Relative change was calculated by normalizing all individual data to the average of the 5 pre-administration control records.

* p < 0.05 (LSD after ANOVA).

to detect any interaction of the metals and any correlation between the changes caused in the spontaneous and stimulus-evoked electrical activity, in the primary somatosensory cortical area, and on compound action potential of the tail nerve. On administration of the metals and metal combinations, a shift to lower frequencies was seen in the spectrum of the spontaneous cortical activity, (resulting in increasing ECoG index values, *Table 1*). The cortical responses showed an increase of the peak-to-peak amplitude and peak latency. The correlation of ECoG index and parameters of the EPs was good for Hg, Mn, and the combinations, but poor for Pb (*Figure 1*).

Figure 1. Correlation diagram of the ECoG index (abscissa) and cortical evoked potential amplitude (ordinate). Effects of Pb, Hg and Mn given alone (A), and effect of the Pb + Hg and Pb + Mn combination (B). Symbols for the treatments in the insert below the graph. Linear trend lines fitted by EXCEL. Inserts at the right-side end of the trend lines give the correlation coefficients.



This was interpreted by the effect of the metals on the ascending cholinergic cortical activation (choline acetyltransferase activity is reduced by Hg: *Dwivedi et al.* 1980, and Mn: *Martinez and Bonilla* 1981) and on glutamatergic thalamocortical input. Hg inhibits the glial uptake of Glu (*Brookes* 1992), and Mn inhibits its breakdown (*Normandin and Hazell* 2002), leading finally to increased cortical excitation. The results with the metal combinations (two halved, themselves ineffective, doses together) indicated synergism. Pb, for example, was alone weaker than the two other metals, but its low dose greatly enhanced the effect of dose of Hg and Mn on the EP, probably due to the breakdown of the blood brain barrier caused by Pb (*Bradbury and Deane* 1993).

Subchronic effects of Pb and Hg, interaction with alcohol (*Lukács et al.* 2007).

Absorption, accumulation and toxicity of heavy metals is influenced by a number of nutritional, physiological and environmental factors, alcohol consumption being one of these. In this experiment, 12 weeks oral administration (by gavage) of Pb and Hg to adult male rats was combined with 5% alcohol in the rats' drinking water as shown in *Table 2*.

Table 2. Doses of lead, mercury and alcohol, with the corresponding group codes

Group code	Treatment	Metal dose ^a	Alcohol
WC	water control	none	none
AC	alcohol control	none	5% in drinking water
PbLW	lead, low dose	80 mg/kg	none
PbHW	lead, high dose	320 mg/kg	none
PbLA	lead, low dose + alcohol	80 mg/kg	5% in drinking water
PbHA	lead, high dose + alcohol	320 mg/kg	5% in drinking water
HgLW	mercury, low dose	0.4 mg/kg	none
HgHW	mercury, high dose	1.6 mg/kg	none
HgLA	mercury, low dose + alcohol	0.4 mg/kg	5% in drinking water
HgHA	mercury, high dose + alcohol	1.6 mg/kg	5% in drinking water
HgPbLW	lead, low dose + mercury, low dose	80 mg/kg + 0.4 mg/kg	none
HgPbLA	lead, low dose + mercury, low dose + alcohol	80 mg/kg + 0.4 mg/kg	5% in drinking water

^a Lead acetate and mercuric chloride was dissolved in distilled water to yield the given metal doses. Administration volume was 1 ml/kg b.w.

By the end of the 12 weeks, the higher doses of both metals induced some slight changes in the exposed rats' ECoG spectrum from the somatosensory cortex (*Figure 2. A*). The changes in the EP parameters (*Figure 2. B–D*) were more characteristic. Latency was significantly increased by both metals and by their combination in the water-drinking rats. In the alcohol-drinking groups the effect of Pb, but not of Hg, seemed to be abolished by ethanol, which alone caused some latency increase. The decrease of the EP amplitude during a stimulus series (a kind of fatigue, *Papp et al.* 2000) was moderate in the controls but was significantly increased in most metal-treated groups. Alcohol, a lifestyle factor

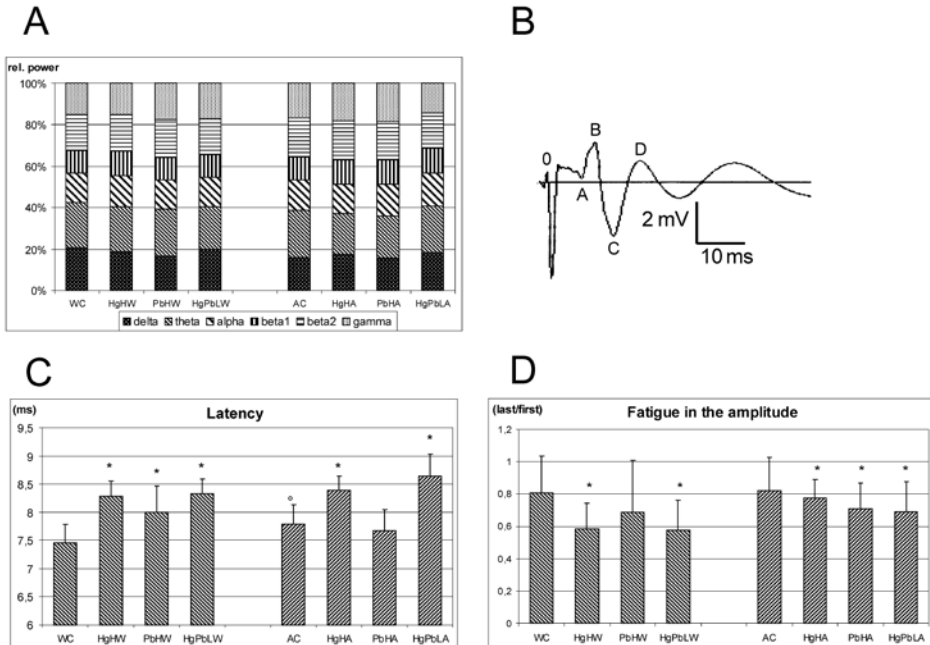
interacting with environmental toxicants (*Maranelli et al.* 1990) is known to enhance the toxicity of numerous chemicals in humans. One mechanism most likely involved in this effect is the increased permeability of the blood-brain-barrier (*Gulati et al.* 1985). Subchronic mercury treatment of rats in different phases of ontogenesis: functional effects on the central and peripheral nervous system (*Papp et al.* 2005).

Figure 2. A: Power spectrum of the somatosensory cortex ECoG in the control and treated rats. Insert: bar pattern for the frequency bands. For group codes, see *Table 1*.

B: Measurements of the cortical evoked potentials (latency, between 0 and A; duration, between A and D; amplitude, between B and C).

C: Latency of the EP. Mean + SD, n = 10. * p < 0.05 vs. control; °p < 0.05 alcohol control vs. water control.

D: Fatigue, calculated from the amplitude of the EPs (see text for details).



In this study, the electrophysiological consequences of pre- and/or postnatal oral exposure to Hg were studied. Pregnant female rats were treated, by gavage, with 0.4, 0.8, or 1.6 mg/kg mercury (HgCl_2 diluted in distilled water) according to the P, P + L and P + L + P protocols described in Material and methods. From the male offspring, cortical spontaneous and evoked activity, and tail nerve action potential, was recorded at the age of 12 weeks. On the ECoG, a dose- and treatment protocol-dependent shift to lower frequencies was seen (*Figure 3.*), significant with the high dose and in P + L + P. In the high and middle dose P + L + P groups, EP latency was significantly lengthened in all sensory areas recorded (*Figure 4.*).

Figure 3. Changes of the ECoG index in the three cortical centers (A somatosensory; B visual; C auditory). Ordinate, index value (mean + SD), n = 8. Abscissa, treatment protocol. Bar pattern (insert): groups and doses. * p < 0.05 vs. control in the same protocol.

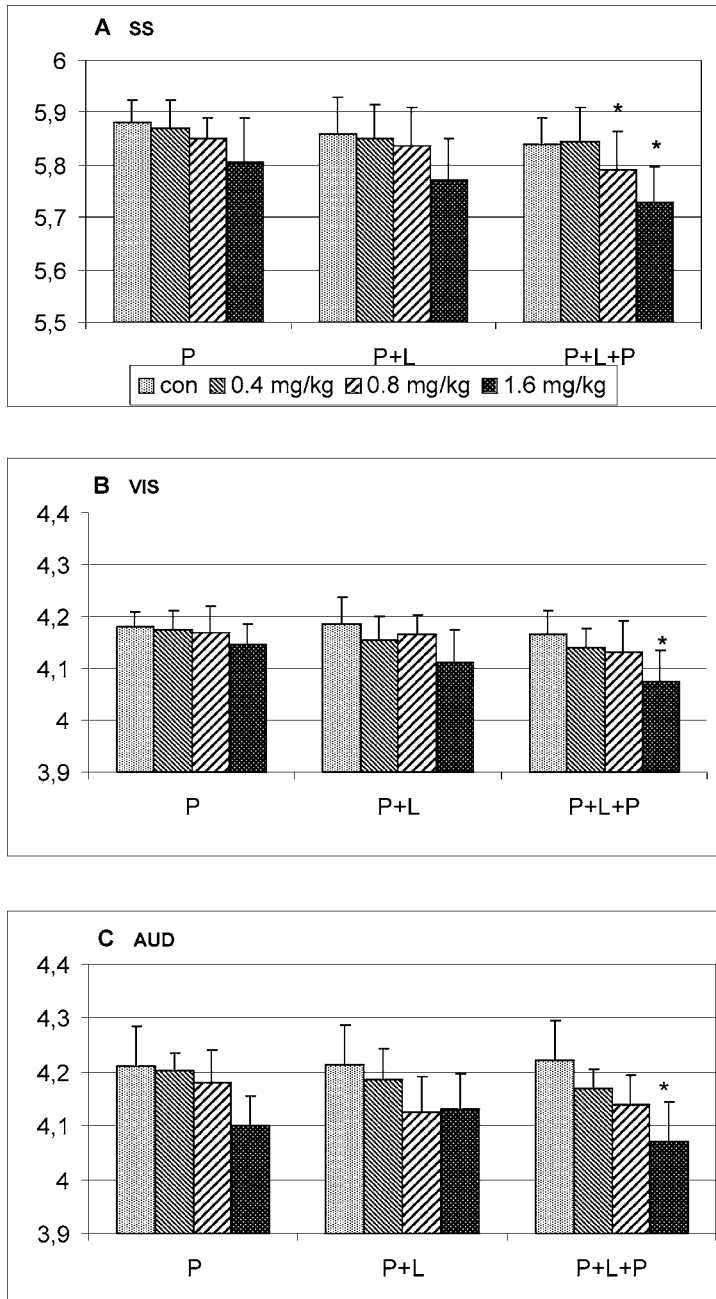
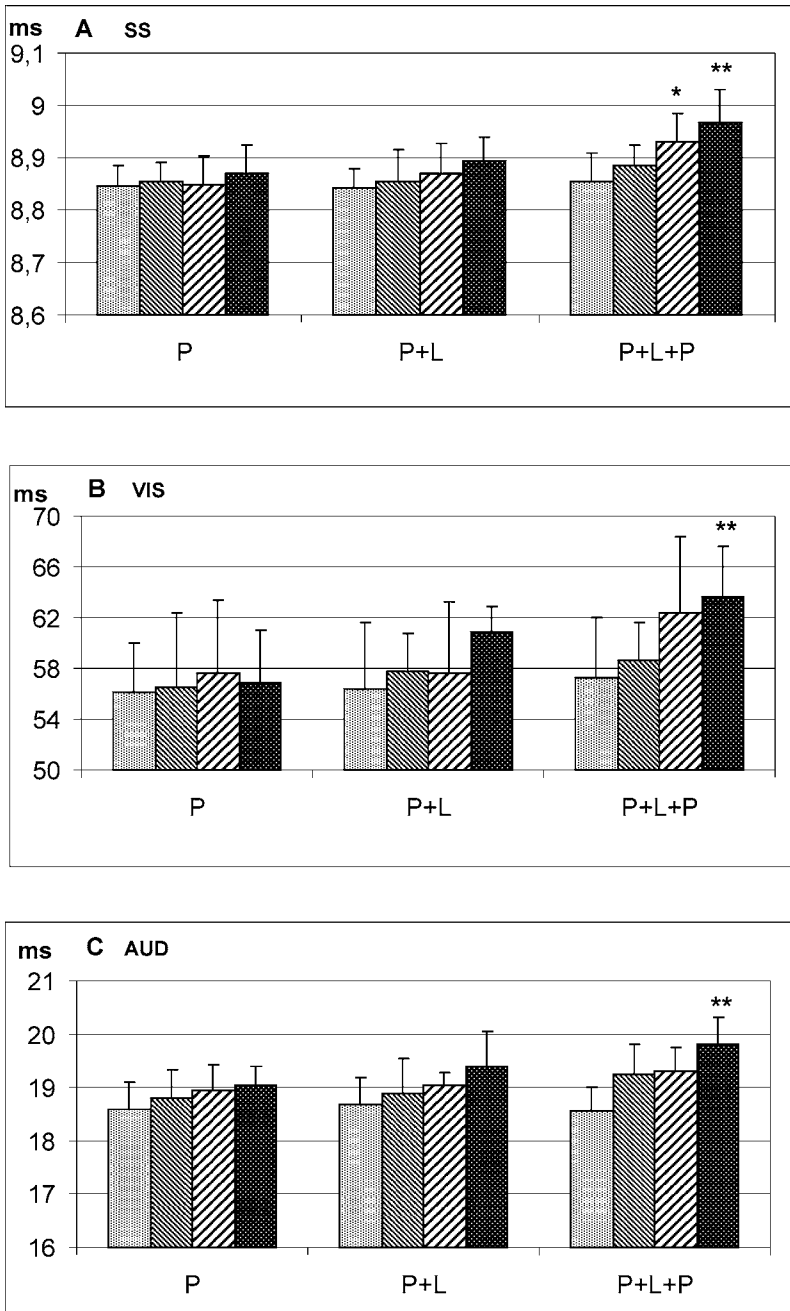
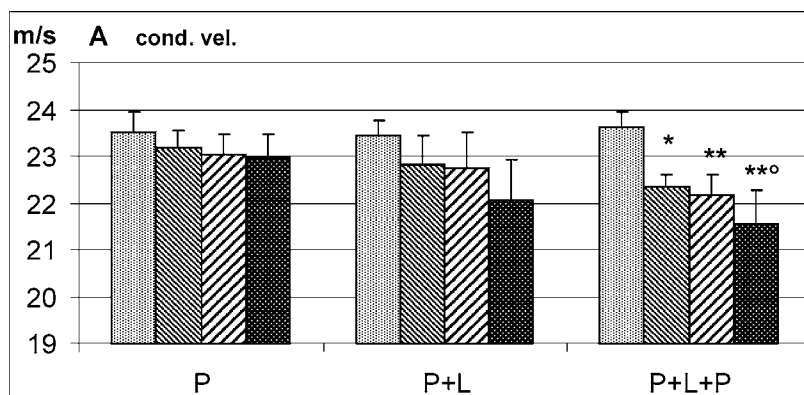


Figure 4. Changes of the latency of evoked potentials. Displayed as in Figure 1.
* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ vs. control in the same protocol



The tail nerve conduction velocity was significantly decreased also in the low dose P + L + P group so that this parameter proved to be the most sensitive indicator (*Figure 5.*). In fact, it was found as sensitive as renal pathology (*Dieter et al. 1992*) but can, theoretically, be obtained non-invasively. It was also of interest that 8 weeks oral exposure of rats after intrauterine and milkborne exposure (P + L + P) had stronger effects than the same treatment of intact young rats in an earlier study (*Schulz et al. 1997*). The results emphasize the functional neurotoxic risk arising from the continuous presence of inorganic Hg in the human environment, and point to possible use of early functional changes in monitoring the effects of Hg.

Figure 5. Changes in the conduction velocity of the tail nerve
Displayed as in *Figure 2.*, ° $p < 0.05$ vs. lower doses within the same protocol



CONCLUSIONS

Due to the changes in the chemical composition of environmental media caused by human activity, environmental and occupational exposure to toxic heavy metals remains a problem. For a better protection of the population, more has to be learned about the mechanism of toxic actions. Not independently of that, better biomarkers of the resulting functional alteration would also be advantageous, compared to the ones used today which are based mostly on chemical detection of the micropollutants in biological samples or on peripheral biochemical alterations, and may be in loose relationship to damages in the central nervous system (*Manzo et al. 1996*). The results of research done at our Department may contribute to achieving these goals.

Környezeti mikroszennyező nehézfémek idegrendszeri toxicitásának kísérletes vizsgálata

PAPP ANDRÁS – SZABÓ ANDREA – LUKÁCS ANITA – VEZÉR TÜNDE

Szegedi Tudományegyetem
Általános Orvostudományi Kar
Népegészségtani Intézet
Szeged

ÖSSZEFOGLALÁS

A mikroelemek az ember számára lehetnek esszenciálisak, toxikusak, vagy dózistól függően mindkettők. Jelen közlemény a Szegedi Tudományegyetem Orvostudományi Karának Népegészségtani Intézetében folyó neurotoxikológiai munkából mutat be. A kísérleteket Wistar patkányon végeztük. Pb, Hg, Mn és kombinációik akut beadására a spontán agykérgi tevékenység lassabbá vált, a kiváltott kérgi válaszok amplitúdója és latenciája megnőtt. Ha Pb-t vagy Hg-t, az ivóvízbe adagolt alkohollal kombinálva, 12 hétig adtunk, a kiváltott potenciálok latenciája szignifikánsan nőtt mindkét fémtől és kombinációjuktól, és a Pb, de nem a Hg hatását az alkohol látszólag semlegesítette. Hg-t az egyedfejlődés születés előtti és utáni időszakában adva azt láttuk, hogy a prenatális Hg expozíció erősítette a születés után adott fém hatását, valamint, hogy a perifériás idegi aktivitás változása a Hg hatását ugyanolyan érzékenyen jelezte, mint egyes klasszikus toxikológiai jellemzők. Szükség lenne a fém mikroszennyezők funkcionális hatásaira irányuló, a jelenlegieknél alkalmasabb biomarkerekre. Az intézetben végzett kutatások hozzájárulhatnak ennek eléréséhez.

REFERENCES

- Aschner, M. – Aschner, J. L.* (1990): Mercury neurotoxicity: mechanisms of blood-brain barrier transport. *Neurosci. Biobehav. Rev.* **14**, 169–176.
- Aschner, M. – Gannon, M.* (1994): Manganese (Mn) transport across the rat blood-brain barrier: saturable and transferrin-dependent transport mechanisms. *Brain Res. Bull.* **33**, 345–349.
- Bradbury, M. W. – Deane, R.* (1993): Permeability of the blood-brain barrier to lead. *NeuroToxicol* **14**, 131–136.
- Brookes, N.* (1992): In vivo evidence for the role of glutamate in the CNS toxicity of mercury, *Toxicology* **76**, 245–256.
- Clarkson, T. W.* (1989): Mercury. *J. Am. Coll. Toxicol.* **8**, 1291–1296.
- Davis, C. D. – Malecki, E. A. – Greger, J. L.* (1992): Interactions among dietary manganese, heme iron and non-heme iron in women. *Am. J. Clin. Nutr.* **56**, 926–932.
- Dieter, M. P. – Boorman, G. A. – Jameson, C. W.* (1992): Development of renal toxicity in F344 rats gavaged with mercuric chloride for 2 weeks, or 2, 4, 6, 15, and 24 months. *J. Toxicol. Environ. Health* **36**, 319–340.

- Discalzi, G. – Fabbro, D. – Meliga, F. – Mocellini, A. – Capellaro, F.* (1993): Effects of occupational exposure to mercury and lead on brainstem auditory evoked potentials. *J. Psychophysiol.* **14**, 21–25.
- Dwivedi, C. – Raghunathan, R. – Joshi, B. C. – Foster, H. W.* (1980): Effect of mercury compounds on acetylcholin transferase. *Res. Commun. Chem. Pathol. Pharmacol.* **30**, 381–384.
- Ferraz, H. B. – Bertolucci, P. H. – Pereira, J. S. – Lima, J. G. – Andrade, L. A.* (1988): Chronic exposure to the fungicide maneb may produce symptoms and signs of CNS manganese intoxication. *Neurology* **38**, 550–553.
- Grandjean, P. – Budtz-Jørgensen, E. – Steuerwald, U. – Heinzow, B. – Needham, L. L. – Jørgensen, P. J. – Weihe, P.* (2003): Attenuated growth of breast-fed children exposed to increased concentrations of methylmercury and polychlorinated biphenyls. *FASEB J.* **17**, 699–701.
- Grandjean, P.* (1978) Regional distribution of lead in human brains. *Toxicology* **2**, 65–69.
- Gulati, A. – Chandishwar, N. – Shanker, K. – Srimal, R. C. – Dhawan, K. N. – Bhargava, K. P.* (1985): Effect of alcohols on the permeability of blood-brain barrier. *Pharmacol. Res. Commun.* **17**, 85–93.
- Lukács, A. – Lengyel, Zs. – Institóris, L. – Szabó, A.* (2007): Subchronic heavy metal and alcohol treatment in rats: changes in the somatosensory evoked cortical activity. *Acta Biol. Hung.* **58**, 259–267.
- Lynam, D. R. – Roos, J. W. – Pfeifer, G. D. – Fort, B. F. – Pullin, T. G.* (1999): Environmental effects and exposures to manganese from use of methylcyclopentadienyl manganese tricarbonyl (MMT) in gasoline. *NeuroToxicol* **20**, 145–150.
- Mahaffey, K. R. – Anest, J. L.* (1986): Association of erythrocyte protoporphyrin with blood lead level and iron status in the Second National Health and Nutrition Examination Survey, 1976–1980. *Environ. Res.* **41**, 327–338.
- Mahaffey, K. R. – Gartside, P. S. – Glueck, C. J.* (1986): Blood lead levels and dietary calcium intake in 1- to 11-year old children: Second National Health and Nutrition Examination Survey, 1976–1980. *Pediatrics* **78**, 257–262.
- Manzo, L. – Castoldi, A. F. – Coccini, T. – Rossi, A. D. – Nicotera, P. – Costa, L. G.* (1995): Mechanisms of neurotoxicity: applications to human biomonitoring. *Toxicol. Lett.* **77**, 63–72.
- Maranelli, G. – Apostoli, P. – Ferrari, P.* (1990): Influence of smoking, alcohol and dietary habits on blood Pb and Cd levels. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* **45**, 804–810.
- Martinez, H. – Bonilla, E.* (1981): Water intake and brain choline acetyltransferase and acetylcholinesterase activities in manganese treated rats. *Neurobehav Toxicol Teratol* **3**, 277–280.
- Needleman, H. L. – Gatsonis, C. A.* (1990): Low-level lead exposure and the IQ of children. *JAMA* **263**, 673–678.
- Normandin, L. – Hazell, A. S.* (2002): Manganese neurotoxicity: an update of pathophysiologic mechanisms. *Metab. Brain Dis.* **17**, 375–387.
- Oskarsson, A. – Schultz, A. – Skerfving, S. – Hallen, I. P. – Ohlin, B. – Lagerkvist, B. J.* (1996): Total and inorganic mercury in breast milk in relation to fish consumption and amalgam in lactating women. *Arch. Environ. Health* **51**, 234–241.
- Otto, D. – Robinson, G. – Baumann, S. – Schroeder, S. – Mushak, P. – Kleinbaum, D. – Boone, L.* (1985): 5-year follow-up study of children with low-to-moderate lead absorption: electrophysiological evaluation. *Environ. Res.* **38**, 168–186.
- Papp, A. – Nagymajtényi, L. – Vezér, T.* (2005): Subchronic mercury treatment of rats in different phases of ontogenesis: functional effects on the central and peripheral nervous system. *Food Chem. Toxicol.* **43**, 77–85.
- Papp, A. – Baydar, T. – Vezér, T. – Nagymajtényi, L.* (2000): Changes in certain dynamic features of sensory evoked potentials of rats on exposure to metal xenobiotics. *Centr. Eur. J. Occup. Envir. Med.* **6**, 202–208.
- Papp, A. – Pecze, L. – Szabó, A. – Vezér, T.* (2006): Effects on the central and peripheral nervous activity in rats elicited by acute administration of lead, mercury and manganese, and their combinations. *J. Appl. Toxicol.* **26**, 374–380.
- Piikivi, L. – Tolonen, U.* (1989): EEG findings in chloralkali workers subjected to low long term exposure to mercury vapour. *Br. J. Ind. Med.* **46**, 370–375.

- Plockinger, B. – Dadak, C. – Meisinger, V.* (1993): Lead, mercury and cadmium in newborn infants and their mothers. *Z. Geburtshilfe Perinatol.* **197**, 104–107.
- Sakamoto, M. – Kubota, M. – Matsumoto, S. – Nakano, A. – Akagi, H.* (2002): Declining risk of methyl-mercury exposure to infants during lactation. *Environ Res.* **90**, 185–189.
- Schulz, H. – Nagymajtényi, L. – Papp, A. – Dési, I.* (1997): Behavioural and neurophysiological consequences of subchronic mercury exposure in rats. *Centr. Eur. J. Occup. Environ. Med.* **3**, 210–223.
- Shinotoh, H. – Snow, B. J. – Chu, N. S. – Huang, C. C. – Lu, C. S. – Lee, C. – Takahashi, H. – Calne, D. B.* (1997): Presynaptic and postsynaptic striatal dopaminergic function in patients with manganese intoxication: a positron emission tomography study. *Neurology* **48**, 1053–1056.

Address of the authors – A szerzők levélcíme:

PAPP András – SZABÓ Andrea – LUKÁCS Anita – VEZÉR Tünde
University of Szeged
Faculty of Medicine
Department of Public Health
H-6720 Szeged, Dóm tér 10., Hungary
Phone: +36-62-545-119, Fax: +36-62-545-120
E-mail: ppp@puhe.szote.u-szeged.hu



Mikroelemek hatása a mosonmagyaróvári gyógyvízben

PRINTZ-MARKÓ ERZSÉBET

Nyugat-Magyarországi Egyetem
Apáczai Csere János Kar, Turizmus Intézet
Győr

ÖSSZEFOGLALÁS

Győr-Moson-Sopron megye területén elsőként a mosonmagyaróvári Lucsony utcai hévízkút vize nyerte el a gyógyvíz minősítést, és elsőként Mosonmagyaróvár rendelkezett gyógyfürdőintézménnyel. Ennek a helyzeti előnynek ma már sajnos alig van nyoma.

A mosonmagyaróvári Kígyó u. 1. szám alatti gyógyvíz, az Országos Közegészségügyi Intézet minősítése szerint sok oldott só-tartalmazó alkáli-hidrogén-karbonátos és kloridos hévíz, amely jelentős jodidion tartalmánál fogva a jódos ásványvizek csoportjába sorolható. A víz fluorid és kvasav tartalma is számottevő.

Jelen tanulmány, elsősorban szekunder vizsgálatokra támaszkodva, vagyis a meglévő dokumentumok és szakirodalom elemzésével a mosonmagyaróvári gyógyvíz mikrobiológiai összefüggéseire koncentrált.

Kulcsszavak: gyógyvíz minősítés, gyógyvíz összetétel, fürdőhigiéne.

BEVEZETÉS

Győr-Moson-Sopron megye területén elsőként a mosonmagyaróvári Lucsony utcai hévízkút vize nyerte el a gyógyvíz minősítést, és elsőként Mosonmagyaróvár rendelkezett gyógyfürdőintézménnyel. Ennek a helyzeti előnynek ma már sajnos alig van nyoma.

A mosonmagyaróvári Kígyó u. 1. szám alatti gyógyvíz az Országos Közegészségügyi Intézet minősítése szerint sok oldott só-tartalmazó alkáli-hidrogén-karbonátos és kloridos hévíz, amely jelentős jodidion tartalmánál fogva a jódos ásványvizek csoportjába sorolható. A víz fluorid és kvasav tartalma is számottevő.

A tanulmány szakirodalmi háttérben felhasználásra kerültek dr. Péter Pál, Mosonmagyaróvár gyógyfürdőgyógytérjét elemző nyugalmazott reumatológus szakorvos vizsgálatainak eredményei; a Balneológia, Gyógyfürdőgyógy és Gyógyidegenforgalom című szakfolyóirat

tanulmányai, a KÖJÁL vizsgálati eredményei és a Magyar Fürdőszövetség gondozásában megjelent Fürdők kézikönyve című szakkönyv a víz fizikai, kémiai, biológiai és bakteriológiai tulajdonságaival foglalkozó fejezetei. A primer források tekintetében a fürdőüzemeltetés higiénéjéhez kapcsolódó mélyinterjú Markó Bélával, és 100 fő fürdővendég körében lebonyolított kérdőív – a higiénia, tisztaság és környezetvédelem témakörében járultak hozzá a tanulmány aktuális adataihoz.

Geológiai események hatása a mosonmagyaróvári hévíz vegyi összetételében

A mosonmagyaróvári terület természetes folyóvize a Mosoni-Duna-ág és a többágú Lajta. A pontusi korban történt lerakódások finom anyagúak voltak. A Kis Magyar Medence még a levantei korban is tó volt, ekkor a nyugatról ideömlő vizek durvább anyagot, kavicsot, hordtak ide. Később a tavat a Duna teljesen lecsapolta és területének nagy része szárazzá vált. A pleisztocénben uralkodó nagy, hideg szelek 2–3 m vastag lösztakaróval fedték be a levantei kavicsot. A diluviumban a vizek a levantei kavicsra lévő lösztakarót részint elmosták, részint pedig feliszapolva és esetleg a magukkal hozott kavicssal összekeverve más helyütt rakták le azt. A vizek hatására a levantei vasas kavicsból a vas kimosódott, mészszel helyettesítődött, és előállt a diluviális, meszes, kavicsos homok, amely a terület altalaját ma is mindenütt alkotja. Az ó-alluviumban eltűnt a mész a talajból és létrejött a mai, igen kötött, fekete színű réti agyagtalaj. A későbbi alluviumban a Duna és a Lajta kialakítják mai medrüket és kiöntéseikkel a lösz, a diluviális kavics és réti agyag mellé odatelepül a Duna és a Lajta meszes iszapja és durva homokja. A terület mélyebb részein, ahová a Duna és a Lajta iszapja az ó-alluviumban már nem ért el – ez a Hanság területe – iszaplerakódástól mentes viszonyok között gazdag vízi növényzet fejlődött és megkezdődött a mai napig tartó láp- és tőzegképződés folyamata. (Markó és Péter 1997)

Ezen geológiai események ismeretének segítségével érthetővé válik a Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának hajdani kísérleti telepén, a Lucsony utcában fúrt hévízkút rétegsora, valamint az 1967-ben gyógyvízzé minősített hévíznek vegyi összetétele.

A fürdővíz mikrobiológiája

Magyarország hévizei a gyógyászati–balneológiai értékeit tekintve a világon egyedülállóak. Sehol másutt nem található még csak megközelítőleg sem ennyi különböző, számos betegség kezelésére, illetve megelőzésére alkalmas, kiváló minőségű termál- és gyógyvíz.

A közösségi medencékben történő fürdőzés számos előnye mellett – úgy mint felüdülés, sportolás, gyógyhatás – nem szabad megfeledkezni annak kockázatairól sem. Egy kórokozót hordozó fürdőző által szennyezett víz és a fürdéssel kapcsolatos egyéb, közösen használt tárgyak számos betegséget terjeszthetnek. A jogszabályok és a kapcsolódó szakmai előírások betartása, valamint a rendszeres vízvizsgálati ellenőrzések révén a fertőzések kockázatai a még elfogadható minimális szinten tarthatóak. Ezt a célt szolgálják azok a mikrobiológiai határértékek, melyek betartásával a fertőzések kockázatai elfogadható szintre csökkenthetőek. A vízminőség jellemzése egy úgynevezett

indikátor mikroorganizmusok, vagy mikroorganizmus-csoportok számszerű vizsgálatán alapul. Megfelelő fertőtlenítőszer maradék és pH beállításával, annak fenntartásával és rendszeres ellenőrzésével, valamint a jól karbantartott és működtetett szűrőkkel üzemeltetett fürdő medencéiben kicsi a mikrobiológiai szennyeződés, illetve a fertőzés valószínűsége. Vizeink egy része azonban nem teljes mértékben fertőtleníthető, mert a biológiai hatásért felelős gyógytényező károsodhat a fertőtlenítőszer összetétele következtében – például a kénhidrogén oxidálódik és a kén kiválik –, valamint a víz összetétele nem biztos, hogy lehetővé teszi az eredményes fertőtlenítést, amit a forgatásos vízkezelés tovább növelhet. A mikrobiológiai biztonságot szolgálja a terhelés korlátozása és a folyamatos vízcseré, valamint a medencék rendeltetésszerű használata, illetve a medencébe lépés előtt a fürdőzők tisztálkodási lehetőségének biztosítása (Ákoshegyi és Németh 2006).

A mosonmagyaróvári gyógyvíz hasznosítása

A Kárpát-medence nagyterjedésű geotermikus anomáliája egyedülálló Európában, kiterjedését és értékét tekintve világviszonylatban is kimagasló. Magyarországon a geotermikus grádiens értéke a világátlag másfélszerese.

A mosonmagyaróvári Lucsony utcai hévízkút fúrását az OVF Vízkutató és Fúró Vállalat kezdte meg 1965. november 3-án és munkálatait 1966. február 24-én fejezte be. A fúrás nyomán hazánk egyik kitűnő összetételű és gyógyhatású ásványvize tört fel, mintegy 2000 méter mélységből. A csövezett kút talpmélysége 1996 méter, vízhozama percenként 1200 liter és a kilépő víz természetes hőmérséklete 76 °C.

A mosonmagyaróvári kórház ideiglenes, kísérleti gyógyfürdő osztályán elvégzett orvosi kísérletek eredménye alapján az egészségügyi miniszter a Városi Tanács VB által fenntartott Lucsony utcai hévízkút vizének elismert gyógyvízként való megnevezését 726/Gyf./1967. szám alatt engedélyezte. Ez volt a megye területén az első ilyen, minősített gyógyvíz. A medencék 1971-re készültek el. Az egészségügyi miniszter 1973-ban a fürdőt körzeti jellegű gyógyfürdővé minősítette.

Az elismert gyógyvízű fürdő – az 1969-ben folytatott magyarországi gyógyvízhasznosításra irányuló ENSZ projekt megállapítása szerint – vízösszetételét figyelembe véve (I. táblázat) a magyarországi gyógyfürdőhelyek fejlesztésének rangsorában az 5. helyre sorolták. (Markó és Péter 1997)

A szinte állandó északnyugati vagy délnyugati szél friss, tiszta levegőt biztosít a zöldövezetben, természetes folyóvizek közelében fekvő fürdőnek, ami magas szinten biztosítja a gyógyulni, pihenni, sportolni vágyók igényeit.

A mosonmagyaróvári gyógyvíz vegyi összetétele folytán fürdő-, és ivókúrák, illetve porlasztott alakjában belélegzéses gyógykezelés céljából egyaránt jól alkalmazható mozgásszervi és izületi megbetegedések fürdőkezeléseként, gyomor- és bélbetegségek ivókúraként, idült légzőszervi bántalmak esetén belélegzéses formában, valamint nőgyógyászati gyulladásszerű megbetegedések esetén.

1. táblázat A mosonmagyaróvári termálvíz összetétele
Table 1. Consistence of the thermal water in Mosonmagyaróvár

1 liter vízben oldott alkotórészek ionokban kifejezett és mg-ban megadott mennyisége (4)			
	mg/l (1)	Millimol (egy értékű ionban kifejezve) (2)	Thán-féle egyenérték % (3)
I. Biológiai makroelemek mg/l egységben (5)			
Kálium	13,8	0,35	0,52
Nátrium	1520	66,09	97,61
Ammónium	13,1	0,73	1,08
Kalcium	5,7	0,28	0,41
Magnézium	2,2	0,18	0,26
Vas	0,1	0,8	–
Mangán	nem mutatható ki		
Lítium	0,53	0,08	0,12
A kationok összege (6)	1555,4	67,71	100
II. Biológiaiilag nélkülözhetetlen nyomelemek (7)			
Nitrát	nem mutatható ki		
Nitrit	nem mutatható ki		
Klorid	1110	31,21	44,32
Bromid	3,8	0,05	0,07
Jodid	1,42	0,01	0,01
Fluorid	3	0,16	0,23
Szulfát	48	0,99	1,41
Hidrogénkarbonát	2320	38	53,96
Szulfid	nem mutatható ki		
Összes foszfát (8)	0,15	0	–
Az anionok összege (9)	3486,4	70,42	100
III. Egyéb nyomelemek (10)			
Metaborsav	11	–	–
Metakovavasav	52	–	–
Szabad szénsav	13,7	–	–
Oldott oxigén	0,82	–	–
Arzén	0,007		
Összesen (11)	5119	136,13	
Oxigénfogyasztás (12): (lúgos)			
Bepárlási maradék 180 °C-on mg/l (13): 4360			
(KOIps) O ₂ mg/l: 2,2; pH: 7,95			
Fizikai tulajdonságok (14):			
A víz hőmérséklete(15): 74 °C			
ugyanakkor a levegőé (16): –			
Bakteriológiai vizsgálat (17):			
Cliform-szám 100 ml-ben (18): 2 alatt			
Baktériumszám 1 ml-ben (19): 20 °C-on: 0; 37 °C-on: 0			

(1) mg/l, (2) mg-Aquivalent, (3) Than- Aquivalent, (4) Solved components of 1 l water in ionics and mg, (5) Biological macro elements in mg/l (6) Total, (7) Biologically integral trace elements, (8) Total phosphate, (9) Total of anion, (10) other trace elements, (11) total, (12) Oxigenusage, (13) rest of evaporation, (14) physical quality, (15) temperature of water, (16) temperature of oxigen, (17) bacterial quality, (18) Cliform-number, (19) number of bacteria

A mosonmagyaróvári vízben található jelentősebb összetevők különböző módon hatnak az emberi szervezetre. Ajánlott napi beviteli értékük, valamint egészségügyi határértékük rendkívül fontos információt jelent. Szervezetünk hatásmechanizmusának megértéséhez meg kell ismernünk a makro- és mikroelemeket, melyek az emberi test zavartalan működéséhez szükséges életfontosságú ásványi anyagokat a vízben és a táplálékban lévő ásványi komponenseként biztosítják. A testtömeg 0,25 százalékánál nagyobb mennyiségben előforduló ásványi anyagokat makro-, az ennél kisebb mennyiségben találhatóakat mikroelemeknek nevezzük. A mikroelemek a szervezet számára éppúgy szükségesek, mint a vitaminok, hiszen számos biológiai folyamat katalizátorai (*Cereal* 2006). Ezek az elemek előnyösen befolyásolják a szervezet elektrolit-háztartását. Fontos tudni, hogy vannak olyan elemek is, amelyek a szervezetben felhalmozódnak, mérgezőek és súlyos betegséget okozhatnak. Ilyenek például a nehézfémek, mint például az ólom, a higany. Makroelemeken túl mintegy 30–50 egyéb nyomelem is előfordul a természetes ásványvizekben. Ezek egy része a szervezet számára nélkülözhetetlen, hiányuk betegséget is okozhat (*Szakál et al.* 2005). A nyomelemek közül ki kell emelni a vanádiumot, a krómot, a mangánt, a vasat, a nikkelt, a rezet, a cinket és a brómot. Fontos, hogy a nyomelemek csak kis mennyiségben fejtenek ki pozitív hatást, nagy mennyiségben kifejezetten mérgezőek. (*Nádasi és Udud* 2007)

A mosonmagyaróvári alkalikus vizet ivókúra céljából palackozhatóvá kell tenni az emésztőszervi betegségek kezelésére.

A mosonmagyaróvári termál- és gyógyfürdő felszereltsége és vizének mikrobiológiája

A fürdőben jelenleg három medence várja a vendégeket: egy úszómedence és két ülőmedence. A két ülőmedence mindegyike 37–38 °C gyógyvizet, a másik 30–32 °C kevert gyógyvizet, alapterületük 340 m², illetve 255 m². A 33 1/3 m-es úszómedence víz hőfoka 28–30 °C, alapterülete 680 m². A jelenleg átalakítás alatt álló 50 m-es versenymedence helyén 3 gyógymedence, wellness- és élményelemekkel tűzdelve kerül üzembe helyezésre 2008. márciusában. Körülötte gyógyászati szolgáltatások, étterem kap helyet. A gyógyvízre épülő gyógykezelések kínálata széleskörű. Szakorvosi rendelők, medencefürdő, szénsavas fürdő, galvánfürdő, víz alatti vízszugár-masszázs, gyógymasszázs, iszappakolás, elektroterápia és gyógytorna várja a kúrára érkezőket.

Az egész éven át nyitva tartó fürdő területén 2 gyógyszálló, vendéglők, fogászati rendelők, optikai szaküzlet, szauna, masszázs, fodrászat, kozmetika, pedikűr–manikűr és sok más kisebb üzlet várja a vendégek rendelkezésére.

A termál-strandfürdő parkosított zöldfelülete 10200 m² pihenőterület. Ennek bővítésére, a fürdőlétesítmény körülépítettsége miatt nincs lehetőség. A megyei ÁNTSZ által engedélyezett vendéglétszám naponta 1650 fő, egyidejűleg maximális vendéglétszám 1050 fő. Évente mintegy 260–280 ezer gyógyulni, pihenni vágyó vendég keresi fel a fürdőt. Az uszoda minden korosztály körében kedvelt: a fedett úszómedencében az úszósport barátai, a gyógymedencékben a gyógyulásra szorulóknak, a gyerekmedencékben, pedig az apróságok találnak lehetőséget a felüdülésre, gyógyulásra.

Hivatkozva *A fürdővíz mikrobiológiája* című ponthoz a mosonmagyaróvári fürdőben a víz gyógyhatásának megtartása érdekében a víz fertőtlenítése nem vegyszeres eljárással történik, hanem a medencék naponkénti vízcseréje mellett megvalósuló megfelelő mennyiségű folyamatos pótvíz bevezetésével. A mikrobiológiailag is fontos higiénés szempontokat vizsgálva, hogy a fürdővendégek ne vigyék a vízbe a külső eredetű szennyeződést, például a medence körüli talajról a medencébe lépés előtt egy talpmosón kell áthaladniuk. Tájékoztató feliratok vannak a fürdőben, hogy medencébe lépés előtt kötelező a zuhanyzó használata, azonban ezt számos vendég figyelmen kívül hagyja. A teljes testet érintő kényszerzuhanyok kialakítása a fürdőben még nem megoldott. A higiénés szempontok értékelésére (2. táblázat) 100 fő fürdővendég véleménye alapján került sor. A kérdőív adatainak elemzéséből kitűnik, hogy a fürdővendégek elégedetlenek a fürdő higiéniájával. Elsősorban a vizesblokk, a mosdók, a zuhanyzók állapotát tartják kiábrándítóknak. Rendbetételük égető feladat, hiszen a fertőzésveszély fő gócpontjai lehetnek.

Mosonmagyaróváron a használt termál-, illetve gyógyvíz környezetkímélő elvezetése, kezelése nem tekinthető megoldottnak. A termálvíz-hasznosítás bővülése ezáltal a környezetre potenciális veszélyt rejt magában. Ezért meggyorsítandó a hasznosítás nélkül elfolyó víz elvezetése, a kezeléséhez kapcsolódó technológiai megoldás kidolgozása.

A mikroelemek, illetve a gyógyvíz további hasznosítása az alternatív energia felhasználásában – a fűtésben – nyilvánul meg.

2. táblázat Kérdőív – Elégedettségi vizsgálat
a mosonmagyaróvári fürdő higiéniájával kapcsolatban

Table 2. Questionnaire – Test of satisfaction in connection the hygiene
at the thermal bath in Mosonmagyaróvár

	Jól megfelel (1)	Megfelelő (2)	Kevésbé megfelelő (3)	Nem megfelelő (4)
Higiénia, tisztaság (5)	1%	69%	30%	–
Környezetvédelem (6)	–	55%	38%	7%

(1) good, (2) adequate, (3) poorly adequate, (4) non adequate, (5) clarity, (6) environmental protection

ÖSSZEFOGLALÁS

A Kisalföld az ország egyik leggazdagabb területe a felszíni és felszín alatti vizekben, a termálvizek és -kutak fölé emelt termálfürdőkben. A nyereséges üzemeltetés szempontjából nagyon fontos a fürdőhigiénia, a mikrobiológiai folyamatok ismerete.

A Mosonmagyaróváron működő fürdőkomplexum igazán színvonalas felfejlesztése aktuális feladat, hiszen az egészségturizmus, mint kínálati elem jól összekapcsolható más kiegészítő kínálati elemekkel (kultúra, történelem, bor, gasztronómia, természet, sport) annak érdekében, hogy a fürdőhelyen hosszabb időt eltöltő vendégeknek lehetőségük legyen a fürdő nyújtotta szolgáltatásokon kívül más kínálati elem igénybevételére is, és ezáltal a vendégek fajlagos költsége növekedjen. A mikrobiológiai síkon pedig a mosonmagyaróvári gyógyvíz palackozása és a fürdőben a használtvíz elvezetése a fő feladat.

The effects of the micro elements in the thermal water in Mosonmagyaróvár

ERZSÉBET PRINTZ-MARKÓ

University of West Hungary
Apáczai Csere János Faculty
Győr

SUMMARY

The West-Hungarian Region is rich in medicinal waters and springs. One of this medicinal spring in Győr-Moson-Sopron county sprang out in 1965 and from the next year, in 1966 the thermal and spa bath of Mosonmagyaróvár was opened. The spa is 75 °C Natrium-hidrogencarbonat and chloral spring water. In 1967, it was certified to be medicinal water, suitable for the treatment of rheumatic diseases, inflammations, respiratory diseases and a cure for stomach- and bowel conditions.

With the help of using sources, like existing documents, the target of this study is to analyze the microbiological components of the thermal water in Mosonmagyaróvár.

Keywords: certification of medicinal water, components of the thermal water, thermal clarity.

IRODALOM

- Ákoshegyi Gy. – Németh I. (2006): Fürdőik kézikönyve. In Kádár M. (szerk.): A víz fizikai, biológiai és bakteriológiai tulajdonságai, a Magyar Fürdőszövetség kiadásában, Budapest.
- Markó B. – Péter P. (1997): Győr-Moson-Sopron megye fürdőgyógyászati adottságai és jelentősége a gyógyidegenforgalom terén. Balneológia–Gyógyfürdőügy–Gyógyidegenforgalom XVIII. évfolyam, 1–2. szám, 56–66.
- Nagy T. A. (2007): A mosonmagyaróvári termásvíz kihasználtságának és a város idegenforgalmának kapcsolati elemzése, fejlesztési lehetőségek, külső konzulens: Printz-Markó E., Szakdolgozat.
- Nádasi T. – Udud P. (2007): Ásványvizek könyve, Aquaprofit Zrt., Pauker Nyomda, Budapest.

A szerző levélcíme – Address of the author:

PRINTZ-MARKÓ Erzsébet
Nyugat-Magyarországi Egyetem
Apáczai Csere János Kar
H-9022 Győr, Liszt Ferenc u. 42.
E-mail: printz-markoe@atif.hu

Tájékoztató és útmutató a szerzők részére

ÁLTALÁNOS SZEMPONTOK

1. **Csak önálló kutatáson alapuló, más közleményekben meg nem jelent**, a növénytermesztés (kertészet, genetika, növénykórtan, állati kártevők, agrometeorológia, növényélettan, agrobotanika stb.), állattenyésztés (takarmányozás, állatgenetika, állategészségügy stb.), élelmiszer- és az ökonómiai tudományok témakörébe tartozó **szakcikket** közölhetünk. **Szemle** rovatunkba a fenti tárgykörökhez tartozó irodalmi összefoglalók, témadokumentációk, módszertani ismertetések stb. kerülnek.
2. Közleményünkben a dolgozatokat magyar vagy idegen nyelven (angol, német) tesszük közzé. Ez attól függ, hogy az új tudományos eredmények **nemzetközi vagy inkább hazai érdeklődésre tarthatnak számot**.
3. **Csak formailag kifogástalan kéziratot fogadunk el**.
4. A **kéziratot** – annak mellékleteivel együtt – **2 példányban** kell megküldeni *Dr. Czímber Gyula* címére (Acta Agronomica Óváriensis Szerkesztőbizottsága, 9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.)

A KÉZIRAT ÖSSZEÁLLÍTÁSA

1. Formai követelmények

- 1.1. A kézirat táblázatokkal és ábrákkal együtt legfeljebb 16 gépelt – fent középen számozott – oldal legyen, Times New Roman CE betűtípussal 12 pt betűmérettel, körben 2 cm-es margót hagyva. A gépírás fekete betűkkel, irodai (A4-es) papír egyik oldalára, 1,5-es sorközrel történjék.
- 1.2. Az alcímet, fejezetcímet, egyéb elkülönülő részeket 1–1 üres sorral kell elválasztani a fő szövegtől, aláhúzás és sorszám nélkül.
- 1.3. Az idegen szavak írását fonetikusán vagy, ha még nem honosodtak meg, eredeti helyesírással kérjük.
- 1.4. A magyar fajnevek mellett a tudományos nevet (esetenként a címben is) fel kell tüntetni és *dőlt* betűvel írni. A fajták nevét (magyar és külföldi) a minősítésben elfogadott név szerint kell írni szintén *dőlt* betűvel (pl.: *Sinapis alba* cv. *Budakalász sárga*).

2. A kézirat szerkezete

- 2.1. A dolgozat címe alatt a szerző(k) neve, munkahelye(ik) és annak székhelye szerepeljen. A tudományos fokozatot és munkahelyi beosztást nem közöljük.
- 2.2. A tudományos közlemények kialakult rendjének megfelelően a kézirat felépítését a következő csoportosítás szerint kérjük:
 - Bevezetés
 - Irodalmi áttekintés
 - Anyag és módszer
 - Eredmények
 - Következtetések
 - Összefoglalás
 - Irodalom
 az Acta Agronomica Óváriensis hagyományainak megfelelően. Egyes fejezetek a téma jellege, terjedelme szerint összevonhatók: Bevezetés és Irodalmi áttekintés, Eredmények és Következtetések. Az Anyag és módszer helyett a szerző a Kísérletek leírása címet is használhatja.
- 2.3. Az Irodalom után kérjük feltüntetni a **szerző(k) levélcímét** (név, munkahely és annak székhelye a postai irányítószámmal; e-mail cím).

A előbbieket szerint csoportosított kéziratot kiegészítjük (külön oldalakra gépelve):

Magyar nyelvű közlemény esetén

- magyar nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal
- angol nyelvű összefoglalás a dolgozat angol nyelvű címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén angol kulcsszavakkal
- táblázatok és ábrák
- angol nyelvű táblázat- és ábracímek
- az ábrák feliratait és a táblázatok fejléceit angol fordításban, számozva, pl.:

1. táblázat Az egyényári szélvíz előfordulása a Fertő-Hanság-medence kukoricavetéseiben
Table 1. Occurrence of *Mercurialis annua* L. in maize fields in Fertő-Hanság-basin

Felvételezési hely (1)	Egyényári szélvíz száma a felvételi négyzetekben (2)				Átlag db/ 4m ² (3)
	1.	2.	3.	4.	
1. Hanságfalva*	46	72	54	36	52
2. Jánossomorja	38	27	25	30	30
3. Hanságliget	2	1	4	0	2

* a tenyésztési időszak folyamán sem mechanikai, sem pedig kémiai gyomirtásban nem részesült

(1) location of survey, (2) the number of *Mercurialis annua* L. in sample squares, (3) average pc/4 m²

* during the vegetation period neither mechanical nor chemical weed control was carried out

Idegen nyelvű közlemény esetén

- az adott nyelven írt összefoglalás a végén kulcsszavakkal
- magyar nyelvű összefoglalás a dolgozat magyar címével, a szerző(k) nevével és munkahely(ük) feltüntetésével, a végén magyar kulcsszavakkal
- külön-külön oldalakra gépelt táblázatok és ábrák (a címek, feliratok, fejlécek magyarra fordítása nem szükséges)

3. Irodalmi hivatkozások

- 3.1. Az Irodalmi áttekintés című fejezetbe – hivatkozáskor – egy szerző esetében a szerzők családnévének *dőlt* betűvel történő leírásával és zárójelben közleményének kiadási évszámával szerepeljen, pl. *Pocsai* (1986). Szerzőpárosra történő hivatkozás esetén a két név közé „és” szót tegyen: *Pocsai és Szabó* (1983). Kettőnél több szerző esetében az elsőként feltüntetett szerző neve után *et al.* rövidítést kérjük: *Schmidt et al.* (1983). Egy mondaton vagy témakörön belül, ha több szerzőre hivatkozik, akkor a mondat vagy a témakör tárgyalása végén zárójelben kérjük a szerzők nevének és közleményei kiadási évszámának a felsorolását: (*Iváncsics* 1971, *Gergátz és Seregi* 1985, *Szajkó* 1987). Tudományos közleményben, könyvben szereplő hivatkozásra történő utalásnál a cit. rövidítést kell használni (Wagner 1979 cit. Fahn 1982).
- 3.2. Az Irodalom összeállításakor a **dolgozatban idézett szerzők** nevét ABC- és megjelenési időrendű felsorolásban kérjük. Minden tanulmányt külön sorban kell feltüntetni.
 - Folyóiratban megjelent cikkre való hivatkozásnál a szerző családnéve és keresztnévének kezdőbetűje *dőlt*en szedve, a cikk megjelenésének évszáma zárójelben, a cikk címe, a folyóirat megnevezése, az évfolyam száma **félköverson**, a lapszám zárójelben és a kezdő-befejező oldal száma kerül felsorolásra.
Pl.: *Pocsai K.* (1986): A lóbab vetőmagszükséglet csökkentési lehetőségeinek vizsgálata. *Növénytermelés* **35**, (1) 39–44.
 - Az idézett hivatkozás, ha könyvben jelent meg, akkor kérjük a szerző nevét, a könyv megjelenési évszámát zárójelben, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét közölni.
Pl.: *Schmidt J.* (1995): Gazdasági állataink takarmányozása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
 - Ha olyan szerzőre hivatkozik, aki társszerzőként írt a könyvben, akkor a szerző nevét, az általa írt (hivatkozott) fejezet címét kérjük feltüntetni és „in” megjelöléssel a könyv szerkesztőjének a nevét, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét.
Pl.: *Gimesi A.* (1979): A lucerna vegyszeres gyomirtása. In *Bócsa I. (szerk.):* A lucerna termesztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
 - Ha az Irodalmi áttekintésben több szerző által írt tanulmányra hivatkozott, az Irodalomban az összes szerző nevét ki kell írni és a nevek közé szóközzel gondolatjellet kell tenni.
Pl.: *Varga-Haszonits, Z. – Varga, Z. – Schmidt, R. – Lantos, Zs.* (1997): The effect of climatic conditions on the maize production. *Acta Agronomica Óváriensis* **39**, (1–2) 1–14.
 - Külföldi szerző esetében család- és keresztnév közé vesszőt kell tenni.

4. Ábrák és táblázatok

- 4.1. Kizárólag fekete-fehér ábrákat, grafikonokat tudunk elfogadni.
- 4.2. A digitalizált képeket, ábrákat lehetőleg TIF, JPG, EPS kiterjesztésű állományként küldjék és **ne a dokumentumba ágyazzák**.
- 4.3. Táblázatok esetében kérjük, hogy szintén Times New Roman CE betűtípust használjanak, és lehetőleg mellőzzék a táblázatok különféle kerettel és vonalvastagságokkal történő tarkítását.
- 4.4. Kérjük a táblázatok külön állományban (pl. DOC, XLS) szerkeszthetőségük megőrzésével történő mentését, ezeket se illesszék a dokumentumba.
- 4.5. Ugyanazon adatsorokat grafikus és táblázatos formában nem közöljük.
- 4.6. Kérjük, hogy a szövegben az ábrákra és táblázatokra minden esetben hivatkozzanak.

5. Lektorálás, korrektúra

- 5.1. A szerzők javaslatot tehetnek két lektor személyére. A javasolt lektorok tudományos minősítéssel (lehetőleg akadémiai doktori) rendelkező személyek legyenek. A javasolt lektorokat a Szerkesztőbizottság hagyja jóvá, illetve jelöl ki új lektorokat. A lektorok nevét a lap borítójának belső oldalán feltüntetjük.
- 5.2. A lektori véleményeket a szerzőknek a kézirattal együtt megküldjük. Kérjük a szerzőket, hogy dolgozatukat a bírálók javaslata alapján módosítva mielőbb küldjék vissza, **1 példányban kinyomatva és 3,5” mágneslemezen, CD lemezen, vagy e-mailben** (varzol@mtk.nyme.hu). Csak a végleges összeállítású, hibátlan dolgozatot tudjuk szerkeszteni, illetve – kérelem esetén – fordíttatni. A nyomdai munka előtt a már szerkesztett közleményt (hasáblevonatot) a szerző címére pdf formátumban megküldjük, hogy azt a kézirattal egyeztesse, s az észlelt vagy szükséges javításokat hibalista formájában jelezni tudja szerkesztőségünknek. A hasáblevonatot **3 munkanapon belül** szíveskedjenek visszaküldeni.

A megjelent dolgozatokért a Szerkesztőbizottság tiszteletdíjat nem tud fizetni, de a szerzők részére díjmentesen **pdf formátumú digitális különnyomatot** küldünk.

A kéziratokat a dolgozat megjelenéséig megőrizzük.

ISSN 1416-647x

Kiadásért felelős:

**a Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar dékánja**

Megjelent:

a Competitor-21 Kiadó Kft.
9027 Győr, Külső Árpád út 35.
gondozásában

ügyvezető igazgató:
Andorka Zsolt

Tartalomjegyzék – Contents

<i>Othmar Horak:</i> Manganese deficiency in plants growing on different soils with high lime-content.....	3
<i>Kádár Imre:</i> A mikroelemkutatások eredményeiről, különös tekintettel a Cu és Zn elemekre.....	9
<i>Kádár Imre:</i> A fejtárgyázásról.....	15
<i>Kádár Imre:</i> A levéltárgyázás jelentősége és szerepe a növénytáplálásban.....	19
<i>Kalocsai Renátó – Giczi Zsolt – Schmidt Rezső – Szakál Pál:</i> A műtrágyázás és elemi kén adagolás hatása a talaj kémhatására.....	29
<i>Petróczi Ferenc – Gergely István:</i> Különböző mezőgazdasági hasznosítású iszapok vizsgálata toxikus elemtartalmuk veszélyességének megállapítására.....	37
<i>Schmidt Rezső – Szakál Pál – Beke Dóra – Barkóczi Margit – Matus László:</i> A Zn-komplex vegyület jelentősége a burgonyatermesztésben.....	43
<i>Szakál Pál – Szalka Éva:</i> A Zn-talajkezelés hatása a <i>Cleopatra</i> fajtájú burgonya termésátlagára és minőségére.....	49
<i>G. Pisarčíková – L. Závodská – J. Lesný:</i> Contribution to selective strontium separation and its sorption behaviour study using ⁸⁵ Sr as radioindicator.....	57
<i>M. Horník – M. Pipiška – L. Vrtoch – J. Sekáčová – J. Augustín – J. Lesný:</i> Influence of complexing ligands on Zn uptake and translocation in tobacco and celery plants.....	65
<i>Pongrácz László – Czimer Gyula – Horváth Daniella:</i> Ásványi anyagok a lovak takarmányozásában.....	73
<i>Karosi Roland – Marcin Wojciechowski – Ewa Bulska – Tóásó Gyula – Posta József:</i> Szelénnel kezelt komposzton termesztett csiperkegomba szelénspeciációs vizsgálata.....	79
<i>Szilvássy Blanka – Papp Nóra – Szabó Zoltán – Nyéki József – Stefanovits-Bányai Éva – Hegedűs Attila:</i> Csonthéjas gyümölcsök mikroelem-tartalmának szerepe a táplálkozásban.....	87
<i>Péter Ragályi – Imre Kádár:</i> Processed slaughterhouse waste application on calcareous sandy soil.....	95
<i>Szakál Pál – Barkóczi Margit – Schmidt Rezső – Beke Dóra – Tóásó Gyula – Matus László:</i> Hulladékból előállított réz-tetramin komplex hatása az őszi búza beltartalmára.....	103
<i>Réder Orsolya – Csatai Rózsa – Szakál Pál:</i> Burgonya cink-amin komplexes kezelésének gazdasági vizsgálata.....	109
<i>Réder Orsolya – Csatai Rózsa:</i> Az őszi búza mangán-komplexes kezelésének gazdasági vizsgálata.....	115
<i>Giczi Zsolt – Kalocsai Renátó:</i> A műtrágyázás és elemi kén adagolás hatása a talaj felvehető SO ₄ ²⁻ tartalmára.....	123
<i>Gabriella Bekő – Klára Szentmihályi – Krisztina Hagymási – Éva Stefanovits Bányai – Judit Fodor – Andrea Balázs – Ferenc Szalay – Anna Blázovics:</i> Gender-dependent alteration of metal element homeostasis after one-month of red wine consumption.....	131
<i>Szakál Pál – Schmidt Rezső – Tury Rita:</i> Az őszi búza keményítőtartalmának növelése bioetanol előállítása céljából.....	137
<i>Tóásó Gyula – Schmidt Rezső – Szakál Pál – Giczi Zsolt – Kalocsai Renátó:</i> A komposzt szeléndúsításának (SeIV) hatása a termesztett csiperke cink-, réz-, vas- és mangántartalmára.....	143
<i>Tury Rita – Szakál Pál:</i> A lucerna (<i>Medicago sativa</i>) növekedése, valamint réz- és cinktartalma nehézfém-tartalmú meddőhányón, különböző kezelésekre hatása.....	149
<i>Bakos Piroška:</i> Anyagába beépített mikroelem- (réz-, illetve cink) tartalmú tápanyagokkal kiegészített biológiai úton maradéktalanul lebomlani képes palántanevelő edények felhasználhatóságának vizsgálata a mikroelem-hiányos talajokon történő paprikatermesztésben.....	155
<i>András Papp – Andrea Szabó – Anita Lukács – Tünde Vezér:</i> Experimental investigation of the neurotoxicity of environmental micropollutant heavy metals.....	171
<i>Printz-Markó Erzsébet:</i> Mikroelemek hatása a mosonmagyaróvári gyógyvízben.....	183