

## AUTÓPÁLYÁK KÖRNYÉKÉN ÉS IPARI TERÜLETEKEN TERMELT TAKARMÁNY ÉS TEJMINTÁK NEHÉZFÉM KONCENTRÁCIÓINAK ALAKULÁSA

KODRIK LÁSZLÓ-WÁGNER LÁSZLÓ-IMRE KORNÉLIA-  
HUSVÉTH FERENC

### ÖSSZEFOGLALÁS

A tejelő tehenészetekben használt főbb takarmányfélések és a tehéntej nehézfém tartalmának (Cu, As, Cd, Zn, Pb, V) alakulását vizsgálták a szerzők, eltérő környezeti területekről származó tehenészeti telepekről gyűjtött mintákban. A minták három, emberi tevékenység által befolyásolt környezetből származtak, amik az ország különböző területeiről lettek gyűjtve. Az ipari és a közúti közlekedés közvetlen közelében működő telepek mintáit egy kevésbé szennyezett (zöld) régióból származó mintákkal hasonlították össze. A nehézfémek kimutatása, savas roncsolást követően induktív csatolású plazma tömegspektrométer (ICP-MS) módszerrel történt. A három csoportban a vizsgált nehézfémek közül a legnagyobb értékeket a Zn koncentrációja érte el. A takarmányban és a nyerstejben előforduló toxikus nehézfémek közül a Pb, az As és a Cd az ipari terület mintáiban nagyobb koncentrációban voltak jelen, mint a zöld régióban gyűjtöttek esetében. Az arzén koncentráció az ipari és a közúti forgalom melletti területen egyaránt nagyobb volt a zöld régióban gyűjtött kontrollhoz képest, annak ellenére, hogy az ivóvíz As tartalma lényegesen nem különbözött.

### SUMMARY

*Kodrik, L. – Wágner, L. – Imre, K. – Földiné, P.K. – Besenyei, F. – Husvéth, F.: HEAVY METAL CONCENTRATIONS OF FEEDSTUFF AND MILK SAMPLES PRODUCED IN HIGHWAY AND INDUSTRIAL AREAS*

Heavy metal contents (Cu, As, Cd, Zn, Pb, V) of the main feedstuffs and cow milk collected from dairy farms located in different environmental areas were examined. Samples were derived from three regions influenced by human activities in different parts of the country. Samples collected from industrial regions and areas close to highways were compared to samples from less polluted (green) areas. Following the acidic digestion of the samples, inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) technique was applied to detect the heavy metal contents. Among the heavy metals examined, the concentration of Zn was found to be the highest in the three groups. Among toxic heavy metals present in feedstuffs and raw milk, Pb, As and Cd occurred in higher concentrations in samples collected from industrial areas as compared to samples from green regions. The concentrations of arsenic were higher in samples from both industrial and highway areas as compared to samples collected from green areas, though there were no remarkable differences in the contents of As in the drinking water.

## BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedek során végzett kutatások, a környezeti állapotfelmérések bebizonyították, hogy a városokban, ipari területek közelében, valamint a forgalmasabb közlekedési útvonalak mentén megemelkedett a levegő nehézfém tartalma (Takács, 1991; Szuhi, 2009; Chen és mtsai, 2011). Ezek az elemek szervesen vagy elemi formába jutnak a levegőbe, majd vegyületeik aeroszol részecskék felületén kötődnek meg. A légkörben a tartózkodási idejüket elsősorban méretük és az időjárási körülmények határozzák meg. Nemcsak a levegőben, hanem a talajban előforduló nehézfémek is szennyezik az élővilágot. A talajok évekig, évtizedekig is képesek a toxikus anyagokat kisebb nagyobb mennyiségben akkumulálni. Levegőtisztasági szempontból az elmúlt évtizedek egyik legnagyobb változását az ólomkoncentráció folyamatos csökkenése jelentette (Gulson és mtsai, 2006). Ennek oka feltehetően az ólomozott üzemanyagok használatának korlátozása volt.

Az egyes nehézfémek közül kiemelt figyelmet kapnak a rákkeltő anyagok csoportjába tartozó elemek (ólom, kadmium, arzén), melyek a légkörön, a vizeken, a táplálékon át szervezetünkbe juthatnak. Az arzén máj-, tüdő- és veserákot, szív- és érrendszeri, idegrendszeri betegségek sorát idézheti elő (Jones, 2007). Elsősorban az ivóvízben jelent kockázatot. Vanádiumot főleg a kőolajfélék tartalmazzak nagyobb mennyiségben (Pais, 1999). Ólom-, cink-, kadmium- és rézterhelés az autópályák környékén, ipari létesítmények közelében és nagyvárosokban jelentősebb (Juda-Rezler és mtsai, 2011). Gyakran használják ezeket az elemeket az autók gyártása során, ahol ötvözetekben, gumiabroncsokban, akkumulátorban, vagy akár korrózió gátló anyagként is előfordulnak.

Az ólomterhelés befolyással van a reprodukciós teljesítményre, vesekárosodást és idegrendszeri zavarokat is okozhat (Regiusné, 2001). A kadmium terhelés, a már említett rákkeltő hatása mellett az anyagcserére is hat, másodlagos hiányt okozva, ami cink esetében szőr és bőrelváltozásokat, csontok Zn csökkenését okozhatja, valamint rézhiányt is előidézhet (Anke és mtsai, 1994). A vanádium nagyobb mennyiségben az ATP-áz enzim működését gátolja. A cink nagyon sok enzim valamint hormon és receptoraik szintézisében jelentős tényező alkotórésze, sokoldalú szerepe miatt a termelésben betöltött funkciója létfontosságúvá teszi. Hasonló a réz jelentősége is: egyes fehérjék és enzimrendszerek alkotórészeként jut fontos szerephez. Számos elem kölcsönhatása befolyásolhatja ugyanakkor az említett két elem jelenlétét. Antagonistáik közé olyan toxikus fémek is tartoznak, mint a kadmium és ólom.

A talaj (levegő)-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződésének nyomon követése, és az esszenciális, toxikus elemek mennyiségében történő változások a különböző emberi hatásoknak kitett területek között eltérően alakulhat. Kutatásaink során ezért azt vizsgáltuk, hogy az olyan területeken található tehenészeti telepeken, amelyek ipari vagy autópályák környezetében működnek, hogyan alakul a takarmány és a termelt tej nehézfém szennyezettsége. Különösen azokat a fémek koncentrációkat vizsgáltuk, melyek a közlekedési és az ipari szektor hatásával hozhatók összefüggésbe.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálataink során eltérő ipari körzetekben és forgalmas autópályák mentén elhelyezkedő tehenészet telepeken használt, főként az adott környezetben megtermelt takarmányok és a nyerstej nehézfém-tartalmát (Zn, Cu, As, Pb, Cd, V) vizsgáltuk, összevetve egy zöld környezetben termelt tej mutatóival. A telepek kiválasztása során ügyeltünk arra, hogy egymástól távol, eltérő hatásnak kitett területek szerepeljenek kutatásunkban (1. ábra). A takarmány- és tejminták három, humán-környezeti hatások alapján kiválasztott csoportjai, a következők voltak: ipari körzet, forgalmas közlekedési terület környéke és zöld régió. Az ipari körzet mintákat kőolaj feldolgozó létesítmény, ill. vegyipari területek közelében gyűjtöttük. A takarmányt szolgáltató területek távolsága a gyáraktól 800 ill. 950 m volt. A forgalmas közlekedésnek kitett területek az M6-os és M7-es autópályák közeléből, míg a zöld régió mintái az Órség ill. Hetés (Zala megye) vidékéről származtak. A takarmánynövények területei az autópályáktól 20 ill. 35 m távolságban kezdődtek.

1. ábra A mintagyűjtés helyszínei



Figure 1. Sample collection areas

A réti széna vegyes összetételű, nem telepített kaszálók területéről származott. A gabonamagvak nehézfém-tartalmát búza, triticale és árpa magvakból határoztuk meg. Valamennyi komponens a tejminták gyűjtéséhez felkeresett tehenészetekben a napi takarmány részét alkotta, arányaikat tekintve a napi fejadagban tehenészetenként kisebb különbségekkel. Az említett csoportokba sorolható, ott termesztett takarmányok mellett az állatok által fogyasztott ivóvíz nehézfém-tartalmát is meghatároztuk. Mind a három csoport esetében 2-2 termelőtől gyűjtöttünk

takarmány- és tejmintákat. A felhasznált takarmányokból átlagmintát vettünk, a tejminták esetében ugyanakkor termelőként 10-10 tehéntől, a reggeli és esti fejésből származó elegytejéből gyűjtöttünk mintákat, 2010 nyarán illetve kora őszén.

A napi elegytejéből 20 ml reprezentatív mintát vettünk, zárható tetejű műanyag edényekbe. A tejmintákat, az analízis elvégzéséig  $-21^{\circ}\text{C}$ -on tároltuk. A takarmánymintákat zárható műanyag zacskókban gyűjtöttük, majd azokat az analízis elvégzéséig (nem hosszabb időn keresztül, mint egy hét) hűvös helyen tároltuk.

A minta-előkészítés során, a  $60^{\circ}\text{C}$ -on szárított takarmánymintákat mozsárban aprítottuk, a tejmintákat pedig vízmelegítőben 5 percig melegítettük, utána homogenizáltuk. A minták mikrohullámú roncsolását Ethos 1 (Milestone S.r.l., Sorisole, Olaszország) típusú készülékkel végeztük. Az előkészítés során analitikai tisztaságú savakat (Suprapur® Merck KGaA, Darmstadt, Németország, TraceSELECT® Ultra, Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, Németország) használtunk. A roncsolásánál használt reagensek a következők voltak: 8 ml  $\text{HNO}_3$  (65% Suprapur®, Merck KGaA, Darmstadt, Németország) + 2 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  (TraceSELECT® Ultra Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, Németország).

A tej- és vízmintákból 5 ml mennyiséget, míg a takarmányok esetében 0,5 g-ot mértünk közvetlenül a reakcióedényekbe. A kémiai reagensek hozzáadása után a roncsolás programozását, az idő, nyomás és hőmérséklet változtatásával szabályoztuk. Az eljárás végén az egyes mintákat műanyag edényekbe öntöttük és nagy tisztaságú vízzel (MilliQ) 25 ml-re hígítottuk.

A nehézfémek műszeres mérése induktív csatolású plazma tömegspektrométer (ICP-MS) és induktív csatolású plazma-optikai emissziós spektrométer (ICP-OES) segítségével történt. Az alkalmazott készülékek a következők voltak: ICP-MS: Elan DRC II (PerkinElmer Inc., Wellesley, USA) és ICP-OES: Optima 2000 DV (PerkinElmer Inc., Wellesley, USA).

Az adatok statisztikai elemzését az SPSS Statistics 17.0 program segítségével végeztük. Egytényezős varianciaanalízist használtunk az adatokat képviselő átlagok közötti különbségek szignifikanciájának meghatározásához.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### *A takarmánynövények és az ivóvíz nehézfémtartalma*

A tehenészeti telepeken etetett takarmányok nehézfémtartalmának megoszlását az 1. táblázat szemlélteti.

A takarmányozásra szolgáló növények közül a lucernaszenázs réztartalma minden területen nagyobbak bizonyult, mint más takarmányoké. A gabonamagvakban előforduló Cu koncentrációk fele akkorak voltak, mint a lucernaszenázsban. Ez részben magyarázható a műtrágyázással, hiszen a N- műtrágyázás a kalászosok Cu tartalmának csökkenését okozza (Kádár és Shalaby, 1984). A növények előregedésével ugyanakkor réztartalmuk is csökken. A növények Cu-tartalmát a talajból felvehető Cu mennyiség mellett az egyes növényfajok réztároló képessége is meghatározza (Tólgyesi, 1969), míg a talaj pH értéke kevésbé befolyásolja.

A lucernaszenázs ólomtartalma mindegyik területen sokkal nagyobb, mint a gabonamagvaké. A növények nemcsak a gyökéren keresztül veszik fel a Pb-t,

hanem az asszimiláló részeik felületén is. Más elemeknél is megfigyeltek hasonló egyenetlen koncentráció eloszlást a növényi részekben (Jones, 2007). Az autópályák körzetében és az ipari régiókban termelt takarmánykomponensek csaknem mindegyikében nagyobb ólom-, kadmium- és vanádiumtartalmat mértünk, mint a zöld régióban előállítottak esetében. A zöld területekről származó takarmánymin-tákból arzént nem tudtunk kimutatni, de jelen volt az autópályák közelében termelt kukoricaszilázsban és lucernaszenázsban, valamint az ipari körzetekben termelt réti szénában, kukoricaszilázsban és luszernaszenázsban.

Nemcsak a telepeken etetett takarmányok, hanem az ivóvíz kémiai elemzését is elvégeztük. Az itatott vezetékes vizekben előforduló nehézfémek átlagos koncentrációját a 2. táblázat foglalja össze.

Az ivóvízben előforduló nehézfém koncentráció a sorrendje a következő volt: Zn > Cu > As > Pb > Cd > V.

1. táblázat

**A takarmányok nehézfém tartalma az 1. (zöld környezet), 2. (autópálya melletti terület) és a 3. (ipari körzet) csoportokban, µg/kg szá. (\*cink, réz mg/kg szá.)**

	Cink* (1)	Réz* (2)	Ólom (4)	Vanádium (6)	Kadmium (5)	Arzén (3)
<b>1. Zöld környezet (7)</b>						
Réti széna (8)	6,31	4,61	103,31	71,01	ND	ND
Gabonamagvak (9)	13,11	4,23	14,44	ND	20,12	ND
Kukoricaszilázs (10)	9,33	6,11	122,42	92,42	ND	ND
Lucernaszenázs (11)	23,21	9,13	283,54	120,01	21,31	ND
<b>2. Autópálya melletti terület (12)</b>						
Réti széna (8)	6,82	5,01	201,92	90,09	22,43	ND
Gabonamagvak (9)	13,81	4,34	143,53	91,12	21,32	ND
Kukoricaszilázs (10)	14,61	6,91	221,46	150,01	20,49	12,13
Lucernaszenázs (11)	31,23	9,70	323,32	132,12	34,47	22,35
<b>3. Ipari körzet (13)</b>						
Réti széna (8)	7,21	4,94	265,81	52,16	14,12	14,21
Gabonamagvak (9)	14,54	7,83	194,75	62,13	13,39	ND
Kukoricaszilázs (10)	17,92	7,85	232,02	132,24	34,21	23,30
Lucernaszenázs (11)	26,53	10,63	392,11	104,76	30,02	14,33

ND: nem detektálható (14)

Table 1. Heavy metal content of the feeds in the 1st (green area), 2<sup>nd</sup> (highway-close area) and 3<sup>rd</sup> (industrial area) group, µg/kg dry matter (\*zinc, copper mg/kg dry matter) zinc (1); copper (2); arsenic (3); lead (4); cadmium (5); vanadium (6); green area (7); meadow hay (8); cereal grains (9); cornsilage (10); alfalfa haylage (11); highway-close area (12); industrial area (13); ND: not detectable (14)

2. táblázat

**A víz nehézfém tartalma ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) a csoportokban (zöld környezet, autópálya melletti terület, ipari körzet)**

	Cink (1)	Réz (2)	Arzén (3)	Ólom (4)	Kadmium (5)	Vanádium (6)
1. Zöld környezet (7)	28,2	14,5	1,2	0,2	ND	ND
2. Autópálya terület (8)	35,4	14,6	1,5	0,2	1,1	ND
3. Ipari körzet (9)	39	16,9	1,7	0,3	0,9	ND

ND: nem detektálható (10)

Table 2. Heavy metal content of the water ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ ) in the groups (green, highway close, industrial area)

zinc (1); copper (2); arsenic (3); lead (4); cadmium (5); vanadium (6); green area (7); highway-close area (8); industrial area (9); ND: not detectable (10)

A vanádium mennyisége kimutatási határérték alatt volt. Az arzéntartalom, amely olyan nagy figyelmet kapott hazánkban, kis koncentrációban volt jelen mindegyik csoportban.

Az ivóvízre vonatkozó elemkoncentrációkat hazánkban a 201/2001.(X. 25.) Kormányrendelet szabályozza. Az Európai Unió az ivóvízben  $10 \mu\text{g}/\text{l}$  arzén,  $5 \mu\text{g}/\text{l}$  kadmium,  $10 \mu\text{g}/\text{l}$  ólom és  $2 \text{mg}/\text{l}$  réz mennyiséget tart elfogadhatónak, míg cinkre és vanádiumra vonatkozóan nem ad meg értékeket.

### Tehéntej nehézfém tartalma

A nyers tehéntej átlagos nehézfém koncentrációit a 3. táblázat mutatja. A vizsgált, három csoportban a nehézfémek mennyiségi megoszlásának sorrendje a következő volt:  $\text{Zn} > \text{Cu} > \text{V} > \text{As} > \text{Pb} > \text{Cd}$ . Valamennyi minta esetében, a vizsgált elemek közül a cink koncentrációja volt a legnagyobb. A három csoport közül az ipari körzetből származó minták Zn koncentrációja volt a legnagyobb, míg az autópályák közeléből gyűjtött minták csaknem fele annyi Zn-t tartalmazott, mint az ipari körzet mintái. A kereskedelmi tej cinktartalma az Egyesült Államokban  $2890$  és  $3900 \mu\text{g}/\text{kg}$  közötti (Csapó és Csapóné, 2009), hazánkban  $1500$ -  $7000 \mu\text{g}/\text{kg}$  (Csapó és Csapóné, 2002). A cink kiürülése a tejjel jelentősnek mondható (Regiusné és mtsai, 1990), ezt az állatok mikroelem státuszánál, valamint a takarmányozásnál is figyelembe kell venni.

A rézkoncentráció mindhárom csoportnál szignifikánsan különbözött: az ipari körzet mintáiban mértük a legnagyobb rézkoncentrációt, a zöld régió mintáiban pedig a legkisebbet.

A vanádium értékek is szignifikáns különbséget mutattak a csoportok között. A zöld régió tejmintáiban mértük a legkisebb koncentrációt, míg az autópálya melletti terület mintáiban ennél csaknem háromszoros értéket találtunk. Ugyanakkor az ipari területen gyűjtött minták vanádium értéke kevéssel maradt el az autópályák körzetében termelt tejmintáktól.

Az ólomkoncentráció az ipari területről származó mintákban volt a legnagyobb, míg a zöld régióban csaknem harmada volt kimutatható, mint az ipari területeken.

3. táblázat

**A tehéntej nehézfém-tartalma ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) a vizsgált csoportokban  
(zöld környezet, autópálya melletti terület, ipari körzet)**

Nehézfémek (1)	1. Zöld környezet (2)	2. Autópálya melletti terület (3)	3. Ipari körzet (4)
Cink (5)	2240,5 $\pm$ 517,4 <sup>a</sup>	1493,7 $\pm$ 124,5 <sup>b</sup>	3303 $\pm$ 224,9 <sup>bc</sup>
Réz (6)	137,1 $\pm$ 22,7 <sup>a</sup>	336,2 $\pm$ 7,9 <sup>b</sup>	618,1 $\pm$ 14,2 <sup>c</sup>
Vanádium (7)	30,1 $\pm$ 4,5 <sup>a</sup>	90,8 $\pm$ 10 <sup>b</sup>	79,8 $\pm$ 10,5 <sup>c</sup>
Arzén (8)	23,3 $\pm$ 7,8 <sup>a</sup>	52,1 $\pm$ 5,2 <sup>b</sup>	53,2 $\pm$ 3,8 <sup>b</sup>
Ólom (9)	11,7 $\pm$ 5,1 <sup>a</sup>	24,9 $\pm$ 12,4 <sup>b</sup>	38,4 $\pm$ 12,2 <sup>c</sup>
Kadmium (10)	ND	5,2 $\pm$ 1,6	5,7 $\pm$ 1,8

Az értékek az átlagot és a szórást jelentik. <sup>a,b,c</sup>: A vízszintes sorokon belül a különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ( $p < 0,05$ ). ND: nem detektálható (11)

*Table 3. Heavy metal content ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) of the cow milk in the groups (green, highway close, industrial area)*

heavy metals (1); green area (2); highway-close area (3); industrial area (4); zinc (5); copper (6); vanadium (7); arsenic (8); lead (9); cadmium (10)

Values are means and SD. Different superscripts within a row indicate significant differences ( $p < 0.05$ ). ND: not detectable (11)

Hasonló következtetésre jutottak egy Svájcban végzett kísérlet során, autótól környékéről betakarított széna etetés hatására a tej ólom-tartalma megváltozott: 40–70  $\mu\text{g}/\text{kg}$  közötti értéket mutatott, míg a forgalomtól távol begyűjtött széna etetésekor csak 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$  volt kimutatható (Csapó és Csapóné, 2002).

A zöld régióban termelt tejmintákban kadmiumot nem tudunk kimutatni, az ipari és autópályák körzetében gyűjtött tejmintákban viszont 5-6  $\mu\text{g}/\text{kg}$  koncentrációt mértünk. Az arzén, hasonlóan az előbbi elemhez, mind az ipari körzetekben, mind az autópályák melletti területeken előállított tejben közel azonos mennyiségben volt kimutatható, míg a zöld környezet mintáiban csak közel fele akkora koncentrációt mértünk.

Megfigyelték, hogy bizonyos elemek koncentrációját jobban befolyásolja a takarmány összetétele, másokat kevésbé. A tej kalcium, vas, réz és foszfor tartalmát kizárólag etetéssel nehéz változtatni (Underwood, 1977), ugyanakkor a cink (Miller és mtsai, 1965; White és mtsai, 1991; Zali és mtsai, 2009) koncentrációja megváltozik. A laktáció előrehaladtával is eltérést mutatnak az elemek koncentrációi. Khan és mtsai (2007) megállapították, hogy a juhok tejének Zn tartalma a laktáció elején magasabb.

A 17/1999. (VI. 16.) sz. EüM rendelet „az élelmiszerek vegyi szennyezettségének megengedhető mértékéről”, tartalmazta tejszennyezettségre vonatkozóan (fém-tartalom, teljes súlyra számítva, mg/kg) az As, Hg, Pb, Cd, Cu, Zn határértékeit, melyet az 1881/2006/EK rendelet módosított.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Az elvégzett méréseink alapján megállapítható, hogy a vizsgált területekről származó tej, a bennük előforduló nehézfém tartalom alapján, kisebb nehézfémterhelést jelent, valamint a zöld régióból származó élelmiszerek biztonságosabbnak tekinthetők.

A kérődzők tömegtakarmányainak nehézfém tartalmát több tényező is befolyásolja, különösen az emberi hatások. A forgalmas autópályák melletti, ill. az ipari termelésből származó káros anyagok szennyező hatásának eredményeként ezeken a területek megnövekednek a nehézfémkoncentrációk, míg a zöld környezetben az értékek kisebbek. Ennek a megfigyelésnek élelmiszerbiztonsági szempontból lényeges összefüggései vannak.

A jelenleg hatályos 1881/2006/EK bizottsági rendelet, mely a 629/2008/EK előzménye, tartalmazza a nyerstej, tejalapú termékek előállításához használt tej és a hőkezelt tej felső határértékeit, ami ólom esetében 0,020 mg/kg (nedves súly). A zöld környezetből származó mintákban határérték alatti, míg az ipari és a forgalmas autópálya melletti területek mintáiban határértéket meghaladó mennyiséget találtunk.

Eredményeink azt bizonyítják, hogy a környezetszennyező ipari, valamint az autópályák melletti területeken termelt növények hatással vannak az ezeket fogyasztó állatokra és ezzel befolyásolják az állati eredetű termékek nehézfémkoncentrációját.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetünket fejezzük ki a TAMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0003 projektnek, mely a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg és a TAMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 projektnek, amelyek lehetővé tették a kutatásainkat.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Anke, M. - Gleis, M. - Angelow, L. - Groppel, B. - Illing, H. (1994): Kupfer, Jod und Nickel in Futter- und Lebensmitteln. Übersicht Tierernähr., 22. 321–362.
- Chen, Y. - Wang, J. - Shi, G. - Sun, X. - Chen, Z. - Xu, S. (2011): Human health risk assessment of lead pollution in atmospheric deposition in Baoshan District, Shanghai, Environ. Geochem. Health, 33. 515–523.
- Csapó J. - Csapóné K. Zs. (2002): Tej és tejtermékek a táplálkozásban. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Csapó J. - Csapóné K. Zs. (2009): A tehéntej táplálkozástudományi szempontból legfontosabb összetevői. II. Laktóz-, ásványianyag- és vitamintartalom. In: A tej szerepe a humán táplálkozásban, Szerk.: Kukovics S., Melánia Kiadó Kft., Budapest, 171.
- Gulson, B. - Mizon, K. - Korsch, M. - Taylor, A. (2006): Changes in the lead isotopic composition of blood, diet and air in Australia over a decade: Globalization and implications for future isotopic studies. Environ. Res., 100. 130–138.
- Jones, F. T. (2007): A broad view of arsenic. Poultry Sci., 86. 2-14.



- Juda-Rezler, K. - Reizer, M. - Oudinet, J. (2011):* Determination and analysis of PM10 source apportionment during episodes of air pollution in Central Eastern European urban areas: The case of wintertime 2006. *Atmosph. Environ.*, 45. 6557-6566.
- Kádár I. - Shalaby, M. H. (1984):* A nitrogén- és réztrágyázás közötti kölcsönhatások vizsgálata meszes homoktalajon. *Agrokémia és Talajtan*, 33. 268-274.
- Khan, I. Z. - Ashraf, M. - Ahmad, K. - Valeem, E. E. - Mcdowell, L. R. (2007):* Seasonal Dynamics Of Zinc In Soil, Dietary Factors And Grazing Sheep From Southwestern, Punjab, Pakistan, *Pakistan J. Botany*, 39. 1103-1112.
- Miller, W. J. - Clifton, C. M. - Fowler, P. R. - Perkins, H. F. (1965):* Influence of high levels of dietary zinc on zinc in milk, performance and biochemistry of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 48. 450-453.
- Pais I. (1999):* A mikroelemek jelentősége az életben, *Mezőgazda Kiadó, Budapest*
- Regiusné M. Á. (2001):* Nehézfémek a táplálékláncban. *Takarmányozás: animal feeding & nutrition*, 4. 7-10.
- Regiusné M. Á. - Anke, M. - Groppe, B. (1990):* A haszonállatok ásványianyag státuszának meghatározása a különböző szövetek Zn-, Mn-, Cu-, I-, Se-, Mo-, Cd-, Ni-, Li- és As- tartalma alapján. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 39. 85-95.
- Szúhi A. (2009):* A levegő minősége a Dorogi medencében. Légszennyezés, levegőkörnyezet és ennek hatásai az Esztergom-nyergesújfalui- és dorogi kistérségekben, *Válaszúton Hagyományörző és Környezetvédő Alapítvány, Tiszagyenda*, 1-58.
- Takács S. (1991):* Környezet – Ember – Mikroelemek, *TRIORG Kft., Budapest*, 18-25.
- Tölgyesi Gy. (1969):* A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*
- Underwood, E. J. (1977):* Trace Elements in Human and Animal Nutrition (4th Ed.), *Academic Press, New York*, 545.
- Zali, A. - Ganjkhanelou, M. (2009):* Effect of zinc from zinc sulfate on trace mineral concentrations of milk in Varamini ewes. *Afr. J. Biotechnol.*, 8. 6464-6469.
- White, C. L. - Chandler, B. S. - Peter, D. W. (1991):* Zinc supplementation of lactating ewes and weaned lambs grazing improved mediterranean pastures. *Austr. J. Exp. Agric.*, 31. 183-189.

*Érkezett:* 2012. február

*Szerzők címe:* Kodrik L. - Wágner L. - Husvéth F.  
Pannon Egyetem, Georgikon Kar,  
*Author's address:* University of Pannonia, Georgikon Faculty  
H-8360 Keszthely, Deák Ferenc u. 16.  
kodriklaszlo@gmail.com  
Tel.:+36-30-543-1060

Imre K.  
Pannon Egyetem, Mérnöki Kar,  
University of Pannonia, Engineer Faculty  
H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10.