



## **Ólom- és kadmiumtartalom meghatározása szarvasmarha-fedőszőrben, vérben és tejben**

**Kelemen J., Szatai Zs., Lassu Zs.**

Pannon Agrártudományi Egyetem, Állattenyésztési Kar, Kémiai Intézet, Kaposvár, 7400 Guba S. u. 40.

### **ÖSSZEFOGLALÁS**

*Vizsgálatunkban szarvasmarha-fedőszőr, valamint vér- és tejminták, ill. takarmányok ólom- és kadmiumtartalmát határoztuk meg, részben szintfelmérő jelleggel alapadatok szerzése céljából, részben pedig módszertani vizsgálatok keretében abból a célból, hogy választ kapjunk arra a kérdésre, hogy a különböző színű pigmentált fedőszőrök mellett mennyire alkalmas a fehér színű szőr a vizsgálatokhoz. Célkitűzéseinkhez tartozott annak megállapítása is, hogy van-e valamiféle kapcsolat a vér és tej, ill. a szőr ólom- és kadmiumtartalma között. Számoltuk az egyes elemek napi bevitelét a mért koncentrációk és az etetett takarmányok mennyiségei alapján. Az orális napi bevitt figyelembe véve meghatároztuk az egyes állatok ólom- és kadmiumterhelését. Az állományokon belül megnéztük a vér- és tejminták korrelációját a különböző színű szőrökkel. Megállapítottuk, hogy legfeljebb közepesen jónak mondhatóak. Összehasonlítottuk az eltérő színű szőrök ólom- és kadmiumtartalmát. Megállapítottuk azt is, hogy e két elemet tekintve a fekete szőr átlagértékei szignifikánsan magasabbak a vörös és fehér szőrénél. Ólom esetében mind a pigmentált, mind a fehér szőr alkalmas a vizsgálatokra, kadmium esetében csak a pigmentált javasolható. Vizsgáltuk a jellegzetes kalcium-ólom és cink-kadmium antagonizmus megjelenését a szőrben. A kalcium-ólom esetében a korrelációk nagyrészt közepesnek ( $r=0,67-0,68$ ), ill. szorosnak ( $r=0,76$  a vörös szőrben) mondhatók, így ez az interakció nem jellegzetes. A cink-kadmium viszonylatában a vörös szőrt kivéve gyenge a korreláció ( $r=0,3-0,45$ ), ami a két elem antagonizmusának megnyilvánulását jelezheti a szőrben.*

### **ABSTRACT**

#### **Determination of lead and cadmium content in cattle hair, blood and milk**

J. Kelemen, Zs. Szatai, Zs. Lassu

Pannon University of Agriculture, Faculty of Animal Science, Institute of Chemistry, Kaposvár, H-7400 Guba S. u. 40.

*Lead and cadmium content of cattle hair, blood, milk and forage were determined in our analysis in order to gather basic data and find the answer for how suitable the different coloured hairs and the white hairs were for examination. One of the our target was to establish whether there were any connections between the lead and cadmium content of blood, milk and the lead and cadmium content of hair. We counted the daily intake of each element based on the measured proportion and the quantity of forage fed. According to the daily intake we determined the lead and cadmium load of each animal.*

*We examined the correlation of blood and milk samples to the different coloured hairs among the herds. The correlation coefficients were mediocre. The lead and cadmium content of the different coloured hair were compared to each other and we found that looking at these two elements the average value in black hair was significantly higher than in the case of red and white hair. We also found that in the case of lead both the coloured and the white hair were suitable for examination but in the case of cadmium only the coloured ones were recommendable. We investigated the appearance of the typical calcium-lead and zinc-cadmium antagonism in the hair. In the case of calcium - lead the correlation were mediocre ( $r=0,67-0,68$ ) and close ( $r=0,76$  in red hair), thus this interaction was not characteristic. In case of zinc-cadmium the correlation was poor ( $r=0,3-0,45$ ) apart from the red hair, which can indicate the appearance of the antagonism of these elements in the hair.*

(Keywords: lead, cadmium, cattle, hair, blood)

## BEVEZETÉS

A természetes környezet elszennyeződése napjaink egyik igen súlyos és globális problémája, mellyel a mindennapi életben is gyakran találkozhatunk. A szerves mérgező anyagok között fontos helyet foglalnak el a toxikus nehézfémek, mindenekelőtt a mikroelemként számoltatott ólom és kadmium, melyeket elsősorban a modern nagyipar, az energiatermelő szféra, valamint a közlekedés juttat a levegőbe, a vizekbe ill. a talajba. 1983-ban a Föld légkörébe jutott összes –becsült– ólomemisszióinak 96%-a, a kadmiuménak pedig 85%-a volt antropogén eredetű (Nriagu, 1989). Napjainkban már nemcsak az urbanizált övezetek, hanem a mezőgazdasági környezet ólom- és kadmiumtartalma is a korábbiak többszörösére emelkedett. A magyarországi termőhelyek statisztikai alapon becsült kadmium-ellátottsága 57%-ban közepes, 43%-ban magas, míg ólomellátottsága 80%-ban közepes, 20%-ban magas (Sillanpaa, 1992).

A nehézfémek bekerülve a táplálékláncba megbontják a kialakult egyensúlyt, a magasabbrendű szervezetekbe jutva pedig már viszonylag kis mennyiségben is anyagcserezavarokat, mérgezéseket okozhatnak. Idült ólommérgezéskor elsősorban a központi idegrendszer, a véréképző szervek és a tápcsatorna károsodik. 0,4 mg/dm<sup>3</sup> feletti vér-ólomszintnél a mérgezés gyanúja már felvethető (Brydl, 1987).

Magyarországon a szarvasmarha nehézfém-toxikózisai közül a leggyakoribb az ólommérgezés. Ez az állatfaj eléggé kiszolgáltatott az ólomszennyezésnek és már a legenyhébb mérgezésre is jelentős termeléses csökkenéssel reagál.

Az ólom a tejbe is átkerülhet, így a kérdésnek humán vonatkozásaival is számolni kell. Striuska és munkatársai (1995) két éven át legeltetési szezonban ipari-urbanizált területek mellett, illetve ezektől távol eső kontroll területeken legeltetett tehének tejében vizsgálták az ólom- és kadmiumtartalmat. A kontrolltejekben kadmium gyakorlatilag nem volt kimutatható, az ólomkoncentráció 0,007-0,034 mg/kg volt, míg a szennyezett helyekről származó tejek kadmiumtartalma 0,019-0,048 mg/kg, az ólomtartalma pedig 0,030-2,370 mg/kg. A probléma emiatt is nagy jelentőségű az állattenyésztésben.

Szarvasmarhák esetében az egyes állományok ásványianyag-ellátottságát, a makro- és mikroelemek szervezetbeli koncentrációját jól tükrözi a megfelelő időben (téli vagy nyári hónapokban) nyírt mártáji fedőszőr elemösszetétele. A szőranalízis révén kapott eredmények a mintavétel előtti 2-3 hónapos időszak áttekintését adják takarmányozási szempontból, azaz az ezen időszakban a szervezetbe jutott elemek mennyisége, illetve aránya jelenik meg a szőrben egyfajta „idő szerinti integrál” formájában.

A vér és a tej ásványianyag-tartalma ezzel szemben a pillanatnyi állapotot tükrözi. Ward (1994) London közelében autópálya mellett végzett vizsgálatokat a fű, illetve az ott legelő állatok vérének és szőrének elemtartalmát illetően. Tíz vizsgált elemből (Br, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Se, V, Zn) a vérben csupán az ólom és kadmium mutatott szignifikáns emelkedést a kontroll-állatokéhoz képest. A szóranalízis során viszont a mangán és a szelén kivételével valamennyi elem esetében nagyobb koncentrációt mértek. A vér, valamint a szőr, ill. a gyapjú ólomtartalma között viszonylag szoros korrelációt állapítottak meg. Juhok esetében  $r=0,89$ , lovaknál  $r=0,74$ .

Rivlin (1983) szerint azonban a szőr, ill. a vér és vizelet ólom- és kadmiumtartalma között még ideális körülmények esetén sem lehet találni semmifajta korrelációt.

Vizsgálatunkban szarvasmarha-fedőszőr, valamint vér- és tejminták, ill. takarmányok ólom- és kadmiumtartalmát határoztuk meg.

### Célkitűzések

- Elemanalízis takarmányokban, szarvasmarha-fedőszőrben, vérben és tejben.
- Módszertani problémaként annak vizsgálata, hogy mennyire alkalmas a pigmentált fedőszőr mellett a fehér szőr az ólom- és kadmiumstátusz megállapítására egy átlagos takarmányozású szarvasmarha-állományban.
- Számítógépes adatfeldolgozással kapcsolatkeresés a különböző színű szőrökben mért szokásos elemek mennyisége és a toxikus elemek koncentrációja között.
- Korreláció keresése a takarmány és a szőr elemtartalma között.
- Korreláció megállapítása az integrált értékeket mutató szőr és a pillanatnyi állapotot jelző vér, ill. tej mikroelemtartalma között.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Mintavétel

Egy feketetarka és egy vöröstarka magas vérhányadú Holstein-Fríz állományból, (amelyeket azonos telepen tartottak) a 15-20 liter napi tejtermelésű, véletlenszerűen kiválasztott tehének –11-11 egyed– fedőszőr-, vér- és tejmintáját vizsgáltuk. Mintákat vettünk az etetett takarmányokból és takarmánykiegészítőkből is, melyek mérése alapján a napi bevétel kiszámítható.

#### Szőr

A szőrmintavételnél mindkét állományból 11-11 egyedet vizsgáltunk. Ugyanarról az állatról fekete és fehér, illetve vörös és fehér színű szőrt is nyírtunk, mivel a szőr színe az ásványi elemek mennyiségét nagymértékben befolyásolhatja. A mintavétel előtt a lapockatáji fedőszőrt a mechanikai szennyeződésektől gondosan megtisztítottuk, lekeféltük, majd elektromos nyírógéppel mindkét színű szőrből kb. 20-30 g-ot vettünk. A mintákat a feldolgozásig papírzacskóban tároltuk.

#### Tej

Reggeli fejésből származó kb. 100 cm<sup>3</sup> elegej.

#### Vér

A vena jugularis-ból kb. 30 cm<sup>3</sup> vért vettünk minden egyes állattól.

#### Takarmányok

MSZ 17634-84 szerint.

**Mintaelőkészítés***Szűr*

A szűrőket a faggyú, valamint zsírszerű szennyeződések eltávolítása végett petroléterrel 30 percig mostuk, majd szobahőmérsékleten megszáritottuk. A szerves szennyeződések eltávolítására háromszori desztillált vizes mosást alkalmaztunk, végül 40°C-on való szárítás következett szárítószekrényben. Közvetlenül a mineralizálás előtt a szűrőket 105°C-on 3 órán át tömegállandóságig szárítottuk. Ezután 5,0 g szőrt mértünk be kvarc hamvasztótégelybe, amit elektromos kemencébe tettünk, és folyamatosan emelve a hőmérsékletet (30°C/óra) 450°C-on 1 éjszakan át hamvasztottuk. (A hamvasztásos eljárásoknál szokásos hőmérsékletnél kisebb hőmérsékletre az ólom és kadmium illékonysága miatt volt szükség.) Lehűlés után a hamu tömegét lemértük, majd 5 cm<sup>3</sup> 5M HNO<sub>3</sub>-ban oldottuk, ezután 10 cm<sup>3</sup> bidesztillált vizet adtunk hozzá. A pirofoszfát hidrolízise céljából az oldatot 30 percig rezson melegítettük, végül kvantitatíven átmostuk 25 cm<sup>3</sup>-es mérőolombikba, és ezt a törzsoldatot használtuk a koncentráció-méréshez.

*Takarmányok*

MSZ 6830-66 alapján. A légszáraz mintákat megőröltük, majd 3 órán át 105°C-on szárítószekrényben szárítottuk. Azt követően a szárított növényekből 5 g-ot kvarc tégelybe mértünk, majd a tégelyt elektromos fűtésű kemencébe téve a mintát elhamvasztottuk. Folyamatosan emelve a kemence hőmérsékletét (30°C/óra) elértük a 450°C-t és ezen a hőmérsékleten 1 éjszakan át történt a hamvasztás. A továbbiakban a szűr mineralizálásával megegyező módon jártunk el.

*Tej*

Kb. 60 g tejmintát mértünk be hamvasztótégelybe és 60°C-on 4 napon át tömegállandóságig szárítottuk. A hamvasztási folyamat során a továbbiakban a takarmányoknál leírtak szerint jártunk el.

*Vér*

A minták oldatbavitelét zárt térben, nyomás alatt, savas feltárással végeztük, ún. nagynyomású nedves roncsolással (High Pressure Asher=HPA).

A HPA készülék 10 cm<sup>3</sup>-es kvarc feltárási küvetájába kb. 0,3–0,4 g vérmintát mértünk be, 3 tizedesjegyre pontossággal. Hozzáadtunk 2 cm<sup>3</sup> cc.HNO<sub>3</sub> -t és lezártuk.

A roncsolást az alábbi hőmérsékletprogram szerint hajtottuk végre

Lépcsők száma	Indulási hőmérséklet	Fűtési idő	Véghőmérséklet
1.	50°C	20 perc	110°C
2.	110°C	20 perc	250°C
3.	250°C	100 perc	250°C

**Koncentrációmeghatározás**

A szűrök ólomtartalmát induktív csatolású plazmaemissziós (ICP) módszerrel határoztuk meg az alábbi paraméterekkel.

Műszer	Thermo Jarrel Ash Atomscan 25 ICP-Spektrométer
Üzem mód	Scan
Torchgáz	Argon (T 45) "High flow"
Segédgáz	Argon, 1 dm <sup>3</sup> /perc
Kicsatolt teljesítmény	1150 W
Résmagasság	3 mm
Megfigyelési magasság	40 mm

Mintabeviteli sebesség	1 cm <sup>3</sup> /perc (perisztaltikus pumpával)
Hullámhossz	$\lambda=220,35$ nm
Adatrögzítés és értékelés	TERMOSPEC szoftver
Regisztrálás	IBM Proprinter III.

A 3 mérési adatponttal és vakértékkel felvett kiértékelő egyenes kalibrálásához TJA CUSTOM-GRADE STANDARD oldatot (Part No:08542400, Lot No:F03WG) használtunk, melyben a garantált ólomkoncentráció 50  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$  volt.

A tej-, vér- és takarmányminták törzsoldataiból grafitkemencés atomabszorpciós (GF AAS) módszerrel határoztuk meg az ólmot és a kadmiumot. Ugyancsak ezzel a módszerrel mértük a szőrök kadmiumtartalmát is. Az alábbi paramétereket alkalmaztuk.

Műszer	PERKIN-ELMER Z-5000 AAS Spektrométer HGA-500 Atomizáló, pirolitikus grafitküvetével
Mintabevitel	AS-40 automatikus mintaadagoló 20 $\mu\text{l}$ injektált mintatérfogat
Hullámhossz	ólom $\lambda_{\text{Pb}}=283,30$ nm kadmium $\lambda_{\text{Cd}}=228,80$ nm
Kiértékelés	P-E Atomic Spectrometric Data System 10 típusú szoftverrel.

A kiértékelő görbék kalibrálásához 19 elemet tartalmazó hitelesített MERCK STANDARD oldatot használtunk (Ord. No: 15474.0100, Lot No: 11575149), melyben az ólomkoncentráció certifikált értéke  $c_{\text{Pb}}=200$   $\mu\text{g}/\text{cm}^3$ , a kadmiumé pedig 20  $\mu\text{g}/\text{cm}^3$  volt.

A szőrök egyéb ásványi- és tartalmát PYE UNICAM SP-191 típusú lángatomizációs atomabszorpciós készülékkel határoztuk meg, acetilén-levegő lángban. A nátriumot ugyanezzel a készülékkel lángfotometriásan mértük. Az egyes elemek (makro és mikro) mérési hullámhosszai az alábbiak voltak:

kalcium	$\lambda_{\text{Ca}}=422,7$ nm
magnézium	$\lambda_{\text{Mg}}=285,2$ nm
nátrium	$\lambda_{\text{Na}}=589,5$ nm
mangán	$\lambda_{\text{Mn}}=279,5$ nm
réz	$\lambda_{\text{Cu}}=324,7$ nm
cink	$\lambda_{\text{Zn}}=213,9$ nm
vas	$\lambda_{\text{Fe}}=248,3$ nm

A takarmányok és a szőr foszfortartalmának meghatározását [vanado-molibdát] komplex formájában fotometriásan végeztük  $\lambda_{\text{P}}=460$  nm hullámhosszon ZEISS gyártmányú Spekol fotométerrel.

A takarmányok beltartalmi értékeit az MSZ 6830-66/3-10 szerint határoztuk meg.

### EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A vizsgált két szarvasmarha-állomány (feketetarka illetve vöröstarka magas vérhányadú HF) takarmányozására használt egyes összetevők beltartalmi értékei a szokásos képet mutatták. Meghatároztuk a makro- és mikroelemeket is tájékozódás céljából (1. táblázat), továbbá az antagonizmusok vizsgálatok a kalcium- és cinkkoncentrációra is szükség volt. Az ólom és kadmium értékeket az irodalomban találhatóakkal összehasonlítva megállapítottuk, hogy az általunk mért adatok általánosságban valamivel alacsonyabbak.

## 1. táblázat

## Az etetett takarmányok ásványianyag-tartalma

Takarmány (1)	Ca [g/kg]	P [g/kg]	Mg [g/kg]	Na [g/kg]	Mn [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Cd [mg/kg]
Kukoricaszilázs (2)	1,48	0,68	0,952	0,37	25,3	1,9	11,0	57	0,48	0,075
Lucernaszéna(3)	12,5	2,9	1,93	0,88	41,6	8,9	26,6	330	0,78	0,32
Tejelőtáp(4)	0,90	7,0	4,60	5,80	72,0	25,0	280	140	0,85	0,12

Table 1: Mineral substance content of fed forage

Forage(1), Corn silage(2), Lucern hay(3), Lactiferous nutriment(4)

Kiszámoltuk az egyes elemek napi bevitelét a mért koncentrációk és az etetett takarmányok mennyisége alapján. E szerint a takarmánnyal a szervezetbe jutott ólom mennyisége 19,3 mg/nap, a kadmiumé pedig 3,95 mg/nap.

## 2. táblázat

## Feketetarka tehének szőrének ólom- és kadmiumtartalma

Sorszám(1)	Állatszám(2)	Fekete szőr(3)		Fehér szőr(4)	
		ólom(5)	kadmium(6)	ólom(5)	kadmium(6)
[µg/g]					
1.	3712	0,84	0,09	0,49	0,09
2.	3888	0,94	0,08	0,26	0,08
3.	4003	0,71	0,07	0,21	0,05
4.	4243	0,92	0,06	0,27	0,04
5.	4251	0,98	0,14	0,51	0,11
6.	4286	0,53	0,04	0,17	0,02
7.	4321	0,34	0,03	0,10	0,03
8.	4436	0,81	0,06	0,33	0,04
9.	4456	0,17	0,05	0,22	0,02
10.	4459	0,65	0,09	0,08	0,05
11.	5877	0,21	0,07	0,11	0,04
	<b>Átlag(7)</b>	<b>0,62</b>	<b>0,071</b>	<b>0,25</b>	<b>0,038</b>
	Szórás(8)	±0,28	±0,030	±0,145	±0,013

Table 2: Lead and cadmium content in hairs of black and white cows

Serial number(1), Identity number(2), Black hair(3), White hair(4), Lead(5), Cadmium(6), Mean value(7), Dispersion(8)

A szőrvizsgálatok során külön elemeztük a színes pigmentált (fekete/vörös) szőröket és a fehér színűeket, mivel a korábbi tapasztalatok alapján a pigmentáció az elemtartalmat nagymértékben befolyásolja (Eads és Lambdin, 1973). A feketetarka, illetve a vöröstarka állomány szőrének ólom-és kadmiumtartalmát a 2-3. táblázatban tüntettük fel.

### 3. táblázat

**Vöröstarka tehenek szőrének ólom- és kadmiumtartalma**

Sorszám(1)	Állatszám(2)	Vörös szőr(3)		Fehér szőr(4)	
		Ólom(5)	kadmium(6)	ólom(5)	kadmium(6)
[µg/g]					
1.	2790	0,81	0,04	0,28	0,025
2.	2931	0,68	0,03	0,19	0,015
3.	2967	0,43	0,025	0,33	0,01
4.	2999	0,67	0,045	0,21	0,03
5.	3030	0,25	0,015	0,11	0,01
6.	3045	0,29	0,03	0,19	0,01
7.	3078	0,46	0,03	0,43	0,01
8.	3123	0,18	0,015	0,26	0,015
9.	3146	0,33	0,006	0,17	0,02
10.	3171	0,21	0,055	0,06	0,02
11.	3186	0,34	0,04	0,30	0,025
	<b>Átlag(7)</b>	<b>0,42</b>	<b>0,035</b>	<b>0,23</b>	<b>0,017</b>
	<b>Szórás(8)</b>	<b>±0,21</b>	<b>±0,015</b>	<b>±0,10</b>	<b>±0,007</b>

Table 3: Lead and cadmium content in hairs of red and white cows

Serial number(1), Identity number(2), Red hair(3), White hair(4), Lead(5), Cadmium(6), Mean value(7), Dispersion(8)

Az egyes adatsorokat számítógépes matematikai statisztikai adatfeldolgozással hasonlítottuk össze. Megállapítottuk, hogy a fekete szőr az ólmot és a kadmiumot is nagyobb koncentrációban tartalmazza, mint a vörös színű szőr. A különbség ólom esetében P=90%-os szinten, kadmium esetében pedig P=95%-os szinten szignifikáns.

A vöröstarka és a feketetarka állomány fehér szőrének ólomtartalma között nincs szignifikáns eltérés, a kadmium adatok tekintetében viszont a különbség nagyon magas 99,9%-os szinten is biztosított.

A pigmentált szőrök a fehér szőrhöz képest nagyobb mennyiségű ólmot tartalmaznak, és legalább 95%-os szinten biztosított a szignifikancia. Az adatsorok közötti korrelációkat a 4-6. táblázat tartalmazza.

A tej, ill. vérminták ólom- és kadmiumtartalmát a 7-8. táblázat mutatja be. Kadmium esetében több állatnál a kimutatási határ alatt maradtak az értékek (\*-gal jelzett adatok). A két állomány adatsora között nincs szignifikáns eltérés, ahogyan az várható is volt, hiszen az azonos takarmányozás a pillanatnyi állapotot tükröző tej és vér koncentrációjában nem okoz változást.

## 4. táblázat

**Korrelációs együtthatók (r) a pigmentált, ill. fehér szőr ólom- és kadmiumtartalma között**

		Fekete(3)		Vörös(4)	
		Pb	Cd	Pb	Cd
<b>Fehér(1)</b> <b>(Feketetarka)</b>	<b>Cd</b>	0,763	0,281	0,790	0,334
	<b>Pb</b>	0,695	0,627	0,851	0,604
<b>Fehér(2)</b> <b>(Vöröstarka)</b>	<b>Cd</b>	0,670	0,248	0,882	0,368
	<b>Pb</b>	0,718	0,392	0,763	0,332

Table 4: Correlation coefficients between the lead and cadmium content of coloured and white hair

White hair of black and white cows(1), White hair of red and white cows(2), Black(3), Red(4)

## 5. táblázat

**Korrelációs együtthatók (r) a fehér szőrök ólom- és kadmiumtartalma között**

		Fehér(2) (feketetarka)	
		Pb	Cd
<b>Fehér(1)</b> <b>(vöröstarka)</b>	<b>Cd</b>	0,605	0,105
	<b>Pb</b>	0,647	0,180

Table 5: Correlation coefficients between the lead and cadmium content of white (red and white cows) and white(black and white cows) hair

White hair of red and white cows(1), White hair of black and white cows(2)

## 6. táblázat

**Korrelációs együtthatók (r) a különböző színű pigmentált szőrök ólom- és kadmiumtartalma között**

		Fekete(2)	
		Pb	Cd
<b>Vörös(1)</b>	<b>Cd</b>	0,670	0,367
	<b>Pb</b>	0,914	0,798

Table 6: Correlation coefficients between the lead and cadmium content of different coloured hair

Red(1), Black(2)



## 7. táblázat

## Feketetarka tehenek vérének, illetve tejének ólom- és kadmiumtartalma

Sorszám(1)	Állatszám(2)	TEJ(3)		VÉR(4)	
		ólom(5)	kadmium(6)	ólom(5)	kadmium(6)
[µg/g]					
1.	3712	0,035	0,005	0,18	0,006
2.	3888	0,03	0,008	0,12	0,005
3.	4003	0,04	<0,005 *	0,09	0,007
4.	4243	0,035	0,007	0,21	<0,005 *
5.	4251	0,03	<0,005 *	0,15	<0,005 *
6.	4286	0,045	0,005	0,09	<0,005 *
7.	4321	0,03	<0,005 *	0,06	0,007
8.	4436	0,05	0,006	0,11	0,005
9.	4456	0,02	0,005	0,14	<0,005 *
10.	4459	0,035	<0,005 *	0,10	<0,005 *
11.	5877	0,025	<0,005 *	0,15	<0,005 *
	<b>átlag(7)</b>	<b>0,034</b>	<b>0,006</b>	<b>0,12</b>	<b>0,006</b>
	<b>szórás(8)</b>	<b>±0,009</b>	<b>±0,001</b>	<b>±0,04</b>	<b>±0,001</b>

A \*-gal jelzett értékeket a matematikai statisztikai számításoknál nem vettük figyelembe. (These datas have not been used in valuation.)

Table 7: Lead and cadmium content in milk and blood of black and white cows

Serial number(1), Identity number(2), Milk(3), Blood(4), Lead(5), Cadmium(6), Mean value(7), Dispersion(8)

## 8. táblázat

## Vöröstarka tehenek vérének, valamint tejének ólom- és kadmiumtartalma

Sorszám(1)	Állatszám(2)	TEJ(3)		VÉR(4)	
		Ólom(5)	kadmium(6)	ólom(5)	Kadmium(6)
[µg/g]					
1.	2790	0,03	<0,005 *	0,11	<0,005 *
2.	2931	0,025	0,006	0,08	<0,005 *
3.	2967	0,05	<0,005 *	0,09	0,005
4.	2999	0,02	0,006	0,18	0,006
5.	3030	0,03	0,005	0,14	<0,005 *
6.	3045	0,035	<0,005 *	0,13	0,007
7.	3078	0,03	<0,005 *	0,17	0,007
8.	3123	0,025	0,007	0,11	<0,005 *
9.	3146	0,04	0,006	0,06	0,005

Folytatás a következő oldalon

8. táblázat folytatás

10.	3171	0,03	0,005	0,14	<0,005 *
11.	3186	0,035	0,006	0,08	0,005
	<b>átlag(7)</b>	<b>0,032</b>	<b>0,006</b>	<b>0,12</b>	<b>0,006</b>
	szórás(8)	±0,008	±0,0007	±0,038	±0,001

A \* -gal jelzett értékeket a matematikai statisztikai számításoknál nem vettük figyelembe. (These datas have not been used in valuation.)

Table 8: Lead and cadmium content in milk and blood of red and white cows

Serial number(1), Identity number(2), Milk(3), Blood(4), Lead(5), Cadmium(6), Mean value(7), Dispersion(8)

Az állományokon belül megnéztük a vér- és tejminták korrelációját a különböző színű szőrökkel. Az eredményeket a 9. táblázat tartalmazza. Általánosságban megállapítható, hogy a korrelációk legfeljebb közepesen jónak mondhatók.

## 9. táblázat

**A vérben, illetve tejben mért ólom- és kadmium értékek korrelációja (r) a szőrrel**

	VÉR (5)		TEJ (6)	
	Pb	Cd	Pb	Cd
Fekete szőr (1)	0,687	0,612	0,677	0,530
Fehér szőr (2)	0,602	0,742	0,613	0,646
Vörös szőr (3)	0,758	0,354	0,764	0,490
Fehér szőr (4)	0,121	0,214	0,157	0,421

Table 9: Correlation of the lead and cadmium level in milk and blood to the different coloured hair

Black hair(1), White hair(2), Red hair(3), White hair(4), Blood(5), Milk(6)

A vér és takarmányok elemtartalma alapján elkészítettük egy "átlagos" szarvasmarha orális napi terhelését ólom és kadmium vonatkozásában egyaránt. A számolás alapját az általunk mért ólom- és kadmium értékek képezték, amihez a felszívódási és beépülési arányok a szakirodalomból (Tsalev, 1984) származnak.

Szarvasmarha tömege	≈600 kg
Vérének mennyisége	≈50 liter
Napi vízszükséglete	80 liter
Víz ólomkoncentrációja max. 0,1 mg/liter (szabvány szerint)	
Vízzel naponta bejutott ólom mennyiség	8 mg
Napi kukoricaszilázs mennyisége	25 kg
Kukoricaszilázs ólomtartalma	0,48 mg/kg
Kukoricaszilázzsal naponta bejutott ólom mennyiség	12 mg
Napi lucernaszéna mennyisége	5 kg
Lucernaszéna ólomtartalma	0,78 mg/kg
Lucernaszéna-val naponta bejutott ólom mennyiség	3,9 mg

Naponta etetett tejelőtáp mennyisége	4 kg
Tejelőtáp ólomtartalma	0,85 mg/kg
Tejelőtáppal naponta bejutott ólom mennyiség	3,4 mg
Összes orális napi bevitel:	27,3 mg
Bélcsatornából felszívódó ólomhányad 10%	≡ 2,73 mg
(Felszívódott ólom szervezetben maradó hányada 15%)	≡ 0,41 mg)
Felszívódott ólom kerül elsődlegesen az 50 liter vérbe	
Ennek alapján a vér ólomkoncentrációja	0,055 mg/liter
A kapott érték az általunk mért átlagértéknek ~45%-a.	

Az orális bejutás mellett lehetséges még a tüdőn át, ill. a bőrön keresztül is ólomfelvétel, így a számolt és mért adatok összevetése jó egyezést mutat. Természetesen figyelembe kell venni az eltérő mértékegységekből adódó átszámításokat is, hiszen a vér sűrűsége nem egységnyi.

Hasonló számításokat a kadmium esetében is elvégezhetünk. Az alábbiakban az ólomhoz képest némiképp egyszerűsítve az összesítéseket közlöm csupán

Az itatóvíz megengedett max. kadmiumtartalma	0,005 mg/ liter
A vízzel naponta bejutó kadmiummennyiség	0,4 mg
A takarmánnyal naponta bejutó kadmiummennyiség	3,95 mg
A napi orális összbevitel	4,35 mg Cd
A bélcsatornából felszívódó hányad 10%	≡ 0,435 mg
(A felszívódott kadmium szervezetben maradó hányada 10%)	≡ 0,0435 mg)
A felszívódott kadmium oszlik el az 50 liter vérben,	
A vér kadmiumkoncentrációja:	0,009 mg/liter

A számolt érték ez esetben magasabb, mint a kapott átlageredmény, de ez utóbbi mérési pontossága –mivel a kimutatási határ környékén dolgoztunk– pontatlanabb, mint az ólomé.

A továbbiakban azt vizsgáltuk, hogy a szakirodalomban jellegzetes antagonizmusokként említett ólom-kalcium, illetve cink-kadmium kölcsönhatások megjelennek-e a szőrben. Meghatároztuk a szőranalízisnél szokásos makro-és mikroelem koncentrációkat is (10. táblázat).

## 10. táblázat

### A különböző színű szőrök átlagos ásványianyag-tartalma

A szőr színe(1)	Ca [mg/kg]	P [mg/kg]	Mg [mg/kg]	Na [mg/kg]	Mn [mg/kg]	Cu [mg/kg]	Zn [mg/kg]	Fe [mg/kg]	Pb [mg/kg]	Cd [mg/kg]
Fekete(2)	3975	285	840	680	10,2	7,1	118	58	0,62	0,071
Vörös(3)	2000	212	550	720	7,2	8,3	112	47	0,42	0,035
Fehér (fekete)*	1800	164	485	360	6,4	6,1	100	38	0,25	0,038
Fehér (vörös)**	1500	158	420	345	6,1	5,8	85	34	0,23	0,017

\*Fehér (fekete): Feketetarka tehenről származó fehér színű szőr (*White-black and white cows*)

\*\*Fehér (vörös): Vöröstarka tehenről származó fehér színű szőr (*White-red and white cows*)

Table 10: Average mineral substance content of different coloured hair

The colour of hair(1), Black(2), Red(3)

Ezt követően korrelációkat kerestünk a különböző színű szőrökben az interakciók feltárására. Az eredményeket a 11. táblázat tartalmazza.

### 11. táblázat

#### Korrelációk a különböző színű szőrök kalcium-, ólom-, valamint cink- és kadmiumtartalma között

	Ca-Pb tartalom közötti korreláció(r)(5)	Zn-Cd tartalom közötti korreláció(r)(6)
<b>Fekete szőr(1)</b>	0,67	0,30
<b>Feketetarka tehenek fehér szőre(2)</b>	0,68	0,45
<b>Vörös szőr(3)</b>	0,76	0,62
<b>Vöröstarka tehenek fehér szőre(4)</b>	0,67	0,38

Table 11: Correlation between the calcium and lead respectively the zinc and cadmium content of different coloured hair

*Black hair(1), White hair of black and white cows(2), Red hair(3), White hair of red and white cows(4), Correlation between calcium and lead content(5), Correlation between zinc and cadmium content(6)*

A kalcium-ólom viszonylatában tehát a korrelációk közepesnek, illetve a vörös szőrben jónak mondhatók, így ez az interakció nem jellegzetes.

A cink-kadmium összehasonlításában, a vörös szőrt kivéve, gyenge a korreláció, ami a két elem antagonizmusára utalhat.

### KÖVETKEZTETÉSEK

A szőrvizsgálatokról összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy az ólomtartalom vonatkozásában mind a pigmentált, mind pedig a fehér színű szőr alkalmas a vizsgálatokra. A kadmiumot illetően inkább a pigmentált fedőszőr javasolható, mivel nagyobbak a koncentrációk. Érdekes módon azonban a fehér szőr kadmium adatainak relatív szórásértékei jobbak a pigmentált szőr értékeihez képest.

A tej- és vérminták vizsgálata során a kadmium értékek több állatnál is, a kimutatási határ alatt maradtak.

Az állományokon belül a vér, valamint a tej koncentrációja –ólom és kadmium tekintetében– a különböző színű szőrökkel változatos képet mutat. Általánosságban megállapítható, hogy a korrelációk legfeljebb közepesen jónak mondhatók. Ez valószínűleg azzal is összefügg, hogy viszonylag kevés volt a mintaszám, valamint a kadmium értékek több esetben a módszer kimutatási határa alá estek. A vér, illetve a tej ólom és kadmium értékeinek legrosszabb a korrelációja a vöröstarka állatokról származó fehér szőrrel, a vörös szőrrel viszont a legjobb. Egy szélesebb körű –több állatot és állományt vizsgáló hosszabb ideig tartó– kísérlet beállításánál ezt mindenképpen figyelembe kell venni.

A fentiek alapján összegzőként megállapíthatjuk, hogy az elemanalízisen és a toxikus elemek szintjelző vizsgálatán túlmenően a szőranalízis információtartalma még egyáltalán nincs kihasználva.

### IRODALOM

- Brydl E., Gönye S., Haraszti J., Kutas F., Sályi S., Sas B., Ványi A. (1987). Ólommérgezés, A szarvasmarha anyagforgalmi betegségei és mérgezései. (szerk. Brydl E.) Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 241-243.
- Eads, E.A., Lambdin, C.E.(1973). Environmental Research, 6. 247.
- Nriagu, J.O.(1989). A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. Natura, 338. 47-49.
- Rivlin, R. S.(1983). Misuse of hair analysis for nutritional assessment. American Journal of Medicine, 75.3. 489-493.
- Sillanpaa, M., Jansson, H.(1982). Status of cadmium, lead, cobalt and selenium in soils and plants of thirty countries. FAO Soils Bulletin, 65. Rome
- Strikauska, S., Ozola, V., Berzins, A., Latvietis, J.(1995). Lead and cadmium as a nutritional hazard to farm livestock. Proceeding Mengen- und Spurenelemente, 15. Arbeitstagung, 294. Jena
- Tsalev, D. L. (1984). Atomic Absorption Spectrometric in Occupational and Environmental Health Practice. CRC Press. Boca Raton (Florida)
- Ward, N.I.(1994). Elemental status of grazing animals located adjacent to the London Orbital (M25) motorway. Science of the Total Environment, 146-147. 185-189.

Levelezési cím (*corresponding author*):

**Kelemen János**

Pannon Agrártudományi Egyetem, Állattenyésztési Kar  
7401 Kaposvár, Pf.: 16.

*Pannon University of Agriculture, Faculty of Animal Science  
H-7401 Kaposvár P.O. Box 16.*

Tel.: (82) 314-155, Fax: (82) 320-175

e-mail: kelemen@gazda.euefkvar.pote.hu