

**DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI**

**PANNON AGRÁRTUDOMÁNYI EGYETEM  
MEZŐGAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR  
TAKARMÁNYOZÁSTANI TANSZÉK**

Programvezető:

**DR. SCHMIDT JÁNOS**

**MTA DOKTORA**

**HAZAI TAKARMÁNYAINK ÓLOM-  
SZENNYEZETTSÉGÉNEK, VALAMINT AZ ÓLOM  
KÉRŐDZŐKRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA**

Készítette:

**RÓZSA LÁSZLÓ**

**MOSONMAGYARÓVÁR**

**2000.**

## 1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉS

Az ember évezredek óta egyik alárendelt, részben kiszolgáltatott tagja az ökoszisztémának, hiszen léte meghatározó mértékben függ a természetes környezettől. A természettudományok fejlődésével az ember tudatosan emelkedett a természetes környezet fölé és azt különféle beavatkozásaival folyamatosan változtatja. A nehézfémek ilyen vonatkozásban is fontos szerepet játszanak a fejlett országok ipari gyártástechnológiáiban. Egyesek (pl. a cink, a réz) létfontosságúak a növények és az állatok életfolyamataiban, a mezőgazdaság termőképességének fenntartásában, ill. fokozásában, az ember esszenciális mikroelem-igényének biztosításában. Számos nehézfém ugyanakkor, mint jelentős környezeti szennyező forrás került az érdeklődés homlokterébe világszerte. A talajok és a tápláléklánc nehézfém-forgalmának vizsgálata előtérbe került az utóbbi években: egyfelől a környezetvédelmi szemlélet térnyerésével, mind a tudományos kutatás, mind a közvélemény területén, másfelől pedig az analitikai módszerek, a műszeres vizsgálatok fejlődése, nagyobb pontossága következtében.

Munkám három területre összpontosult:

1. A takarmánynövények ólomtartalmának meghatározása. Vizsgáltam a hazánkban termesztett fontosabb szálas- és abraktakarmányok ólomtartalmát és az ipari körzetekben, valamint a forgalmas autópályák mentén termesztett szálatakarmányokat.

2. A tejtermelő tehenek ólomterhelésének kimutatása. Ennek érdekében tej- és a szőrminták ólomtartalmát vizsgáltam a mezőgazdasági körzetekben, illetve a forgalmas autóutak környékén.

3. A mesterséges ólomterhelés hatásának vizsgálatára juhokon az ólomterhelés mértéke milyen hatást gyakorol

- a takarmányok emészthetőségére,
- az egyes indikátorszervek ólomtartalmának alakulására,
- a kérődzők néhány enzim komplexének aktivitására,
- az ólomterhelés mértékétől függően, milyen arányban jut át az ólom a placentán, és milyen mennyiségben jelenik meg az újszülött bárányokban.

## 2. KÍSÉRLETI ANYAG ÉS MÓDSZER

### *A növények ólomtartalmának vizsgálata*

A takarmánymintákat — zöld fű, zöld lucerna, kukoricaszilázs, silózott fű, silózott lucerna, réti széna, lucernaszéna, répaszelet — 9 mezőgazdasági körzetből gyűjtöttem. A vizsgálatokat három éven át folytattam. A mintavételi helyek az ipari körzetektől és a forgalmas utaktól távol voltak. Ezen túlmenően vizsgáltam a fontosabb abraktakarmányok, így (szemes kukorica, búza, árpa, extrahált napraforgó, extrahált szója, borsó, full-fat szója, repcemag, halliszt, vegyes állati fehérje liszt) ólomtartalmát is

A forgalmas autópályák (M1, M7, M5, M3), autóutak környékéről, illetve ipari körzetekből (Dunaújváros, Százhalombatta, Ózd, Miskolc, Pécs, Komló) 63 őszi búza, 18 őszi árpa, 53 lucerna, 61 gyep, 20 cukorrépa-mintát gyűjtöttem, és ezek ólomtartalmát határoztam meg. A forgalmas autóutak környékéről, az út közvetlen közeléből (3 m), az úttól 50 és 100 méterre vettem a zöld őszi búza és árpa valamint zöld lucerna mintákat.

A cukorrépa gyökér és levélmintákat az M1-es autópálya közvetlen közeléből (3 m) és az úttól 10, 20, 30 és 50 méteres távolságban vettem. Zöld lucerna esetében mértem, hogy csapvízzel való mosás hatására milyen mértékben változik az ólom-, illetve a mikroelem koncentráció (vas, réz, cink és mangán). A mosást esőszerű zuhany alatt 20 percig végeztem.

### *A tej és a fedőszőr ólomtartalmának vizsgálata*

A vizsgálatokat abban a 9 gazdaságban folytattam, amelyekben a fontosabb szálastakarmányok ólomtartalmát is mértem. A vizsgálatokba néhány olyan kistermelőt is bevontam, aki állatait forgalmas utak mentén legelteti, vagy ilyen helyről ill. ipar közeléből származó szénát etet.

### *Mesterséges ólom-kiegészítés vizsgálata ürökkel és kosbárányokkal*

Két kihasználási illetve ólomterhelési kísérletet végeztem egymás után: Az első és a második kísérletben modellállatként 9-9 db magyar fésűsmerinó fajtájú ürüt illetve kost használtam. Az állatokat egyedileg, anyagcsereketrecekben tartottam. Takarmányadagjukat a napi létfenntartó szükségletüknek megfelelően állítottam össze 810g lucernaszénából és 330g kukoricadarából.

Az üröket és a kosokat a kísérlet megkezdése előtt 12 napig szoktattam a takarmányhoz.

Három csoportot alakítottam ki, csoportonként 3 db állattal:

Első ólomterhelési kísérlet:

- I. csoport: kontroll (csak alaptakarmány)
- II. csoport: alaptakarmány + **50 mg** ólom/nap
- III. csoport: alaptakarmány + **500 mg** ólom /nap

Második ólomterhelési kísérlet:

- I. csoport: kontroll (csak alaptakarmány)
- II. csoport: alaptakarmány + **10 mg** ólom/nap
- III. csoport: alaptakarmány + **500 mg** ólom /nap

Az ólomot mind a két kísérlet esetében ólom-acetát formájában a kukoricadarához kevertem. A vizsgálat során kihasználási kísérleteket végeztem egymás után, folyamatosan négy szakaszban.

Az 1. szakaszban az előtetés 12 napig, a gyűjtési szakasz 5 napig tartott. Ekkor még mindhárom csoport ólom-kiegészítés nélküli takarmányt kapott. Részben e szakasz eredményei szolgáltak az összehasonlítás alapjául is. A következő három szakaszban a II. és a III. csoport a fent részletezett mennyiségben ólom-kiegészítést kapott. Mindkét kísérletben, valamennyi csoportnál a 28, 47 és a 62 napos etetés után mértem a táplálóanyagok felszívódását. A gyűjtési szakasz mindkét kísérletben 5 napig tartott. Meghatároztam a vizsgált táplálóanyagok látszólagos emészthetőségét. A kísérletek megkezdése után a 17., 28., 47., 62. napon gyapjúmintát és a vena jugularisból vért vettem, a szérumot elkülönítettem, és felhasználásig  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tároltam. Az első kísérletben az ólomterhelésnek kitett kísérleti csoportokból a kísérlet során 1-1 állat kiesett (az ólomterhelés 40. ill. 53. napján). Az elhullás oka mindkét esetben húgykővesség és következményes urémia volt. A kísérlet végén az ürök vágásra kerültek. Mindkét kísérlet esetén a levágott és elhullott állatokból szervmintákat és bendőtartalmat vettem, és meghatároztam azok ólom-, mangán-, réz- és cinktartalmát a bendőtartalom esetében csak az ólomtartalmat.

A kísérletek kapcsán a következő paramétereket vizsgáltam:

- Az ólomterhelés hatása az emészthetőségre.
- Az ólomterhelés hatása az egyes indikátorszervek (máj, vese, nagyagy, gyapjú) ólomtartalmának alakulására.

- Az ólomterhelés hatása néhány enzim (kreatinkináz,  $\gamma$ -glutamil-transzferáz, aszpartát-aminótranszferáz, kolin-eszteráz, delta-aminolekulinsav-dehidrogenáz) aktivitására.
- Az ólomterhelés hatása a vér koleszterin-, valamint kreatinin-tartalmának alakulására.

*Mesterséges ólomterhelés hatásának vizsgálata anyajuhokban és újszülött bárányokban*

Az állatok olyan juhászatból származtak, ahol az ólom szennyező hatása a megengedett határok között mozog. Az állatok ivarzását szinkronizáltam, majd mesterségesen termékenyítettem őket. A sikeres termékenyítés után, amit ultrahangos vemhességvizsgálattal állapítottam meg, állítottam kísérletbe őket. Négy csoportot alakítottam ki, csoportonként 4 db anyával. Az első csoport a kontroll, ami természetes, ólom-kiegészítés nélküli takarmányt kapott. A második csoport 10 mg (a természetben előforduló legnagyobb megengedett értéknek megfelelő), a harmadik csoport 50 mg, a negyedik csoport 250 mg ólom-kiegészítést kapott ólom-acetát formájában a napi takarmányhoz keverve. Az anyák a kísérleteim alatt 2,2 kg kukoricaszilázst, 0,3 kg réti szénát és 1,0 kg anyajuhtápot kaptak.

A vizsgálat során minden csoportban a leellett anyák bárányait a születés pillanatában levágtam, és analizáltam. A célom az volt, hogy megmérjem az ólom áthaladásának mértékét a placentán.

*Az állatkísérletek során etetett takarmányok kémiai összetételének vizsgálata*

Szárazanyag	MSZ 6830/3-77
Nyersfehérje	MSZ 6830/4-74
Nyerszsír	MSZ 6830/6-78
Nyersrost	MSZ 6830/7-78
Nyershamu	MSZ 6830/8-78

Az ólom-meghatározást az MSZ 6830/33-82 szabvány alapján atomabszorpciós módszerrel végeztem. A minták előkészítése a vizsgálathoz egységesen történt, az atomabszorbálást 283,0 nm hullámhosszon, az atomizálást grafitkályhában végeztem. A többi mikroelem (réz, cink, mangán) meghatározása szintén a MSZ szerint atomabszorpciós módszerrel történt. A növény- és szervmintákat 60 °C-on, majd 105 °C-on tömegállandóságig szárítottam, utána kvarctégelyben 450 °C-on elhamvasztottam. A hamut 10%-os sósavban feloldva, bepárlás után ismét sósavban oldottam, majd mérőlombikba szűrtem és jelig töltöttem. Az így készült törzsoldatból határoztam meg a rezet 324,7 nm, a cinket 213,9 nm, a mangánt 297,5 nm hullámhosszon.

A szervminták ólomtartalmát a szárítás után mikrohullámú roncsolóban való feltárás után mértem.

*Bendőtatalom előkészítése*

A homogenizált bendőmintát először 60°C-on tömegállandóságig szárítottam, majd 5 g-ot bemérve kvarctégelyben 450–500°C-on elhamvasztottam és az ólmot salétromsavas feltárás után ETA technikával mértem.



### *Gyapjúminta cink-, réz-, mangán- és ólomtartalmának meghatározása*

A gyapjúmintát először szerves oldószerrel zsírtalanítottam, majd 450°C-on hamvasztottam, utána sósavas, illetve salétromsavas feltárást végeztem.

### *Tejminták cink-, réz- és ólomtartalmának meghatározása*

50 ml tejmintát bepároltam, majd a párlatot hamvasztottam, sósavas feltárás után a vasat és a cinket közvetlenül meghatároztam meg. A tej- és szervminták esetén az ólmot mikrohullámú roncsolóban végzett feltárás után határoztam meg.

*A biokémiai paraméterek meghatározásához a következő kémiai vizsgálatokat alkalmaztam:*

—kreatinkináz: CK, EC 2.7.3.2 NAC-aktivált, UV optimalizált kinetikus standard módszer.

—gamma-glutamiltranszferáz: GGT, EC 2.3.2.2. kolorimetriás módszer, szubsztrát: l- $\gamma$ -glutamil-p-nitroanilid.

—aszpartát-aminotranszferáz: AST, EC 2.6.1.1. UV, optimalizált standard módszer.

—kolinészteráz: CHE, EC 3.1.1.8. kolorimetriás módszer, szubsztrát: butiril-tiokolin.

—kreatinin: kolorimetriás, a Jaffé-reakció elve alapján

—koleszterin: CHOD-PAP, enzimatis k kolorimetriás módszer

— $\delta$ -amino-levulinsav-dehidrogenáz: ALA-D, E.C.4.2.1.24 módszer alapján

Az analíziseket a Deutsche Gesellschaft für Klinische Chemie és a International Society for Animal Clinical Biochemistry ajánlásai alapján végeztem. Boehringer és Clinisotest gyártmányú reagenseket, valamint Eppendorf ACP 5040 típusú készülékeket alkalmaztam.

A vizsgálatokat az ÁTK és a SOTE Biokémiai laboratóriuma végezte.

A kiegészítő kórbonctani elemzések az ÁOTE Kóréletteni osztályán készültek

#### *Alkalmazott statisztikai analízis*

A különböző takarmányozási és ólomterhelési kísérletek eredményeit statisztikai vizsgálatokkal elemeztem. A takarmányok táplálórértékét azoknál a takarmányoknál, melyek emészthetőségét meghatároztam, a kihasználási kísérletekben kapott együtthatókkal számítottam. A középértékek összehasonlítását „t”-próbával (SVÁB, 1981) végeztem.

### 3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A növények ólomtartalmát elsősorban a levegőből származó szennyezők növelik, ami az iparvidékeken valamint a forgalmas utak mentén jelentős mérvű lehet. Az ilyen helyen termelt takarmánynövények ólomtartalma az állati eredetű élelmiszereken keresztül transzformálódhat az emberi szervezet felé. Így az ólom toxikus hatása az ilyen esetekben közvetve az emberre is veszélyes lehet.
2. A forgalmas autóutak mellett legelő és az ipari körzetek területén termesztett takarmánynövényeket fogyasztó szarvasmarhák tejének ólomtartalma többszöröse a megengedett határértéknek. A tej és a tehének fedőszőrének ólomtartalma között szoros pozitív korreláció van. Az ólommal veszélyeztetett területek esetében a szőr pontos indikátora lehet a szennyezettség mértékének.
3. A takarmányhoz adott napi 10, 50, 500 mg ólom nem befolyásolja a táplálóanyagok emészthetőségét. A terhelés mértéke és időtartama nincs hatással a felszívódott táplálóanyagok mennyiségére.
4. Napi 500 mg ólom adagolás esetén a májban és az agyvelőben a réz mennyisége lecsökken, ami az ólom antagonistá hatásának eredménye.
5. Az ólomterhelés hatására a vérszérum enzimjeinek aktivitása az ólom mennyiségének növelésével változik. Az aszpartát-aminotranszferáz (AST), a gamma-glutamiltranszferáz (GGT), a kolinszteráz (CHE) és a kreatinkináz (CK) enzimek aktivitása nő. A delta-aminolevulinsav (ALA-D), enzim aktivitása csökken. A vérplazma enzimvizsgálatából levont következtetéseket a kórbonctani megfigyelések is alátámasztják.

6. Az ólomterhelés hatására megnövekszik a magzatvíz és az újszülött állat ólomtartalma. Így az anyai ólomterhelés a magzatot is károsíthatja. Ez arra enged következtetni, hogy az ólomszennyezés a vemhes állatok esetében különösen veszélyes.

#### 4. KÖVETKEZTETÉSEK

A mezőgazdasági körzetekben termesztett takarmánynövények ólomtartalma a kritikus határérték (5 mg/kg szárazanyag) alatt van. Az ipari körzetekből és nagy forgalmú autópályák környékéről gyűjtött növényi minták ólomtartalma magasabb, mint a mezőgazdasági körzetekben termesztett növényeké. Esetenként ezek az értékek meghaladják a kritikus szintet. Az úttól távolodva a növények ólomkoncentrációja jelentősen csökken és 100 méteres távolságra az ólomtartalom hasonló nagyságrendű, mint egyéb mezőgazdasági körzetekben. Mosás hatására jelentősen csökkent az ólomszennyezettség mértéke, ami valószínűsíti, hogy az autóutak mentén a szennyezettség egy része a növények felületéről származik.

A tehéntej minták ólom és mikroelem tartalma a forgalmas autóutak mellett legeltetett tehének tejében magasabb, mint az egyéb mezőgazdasági területeken tartott tehének tejében. A tehének fedőszőrének ólomtartalma és a tej ólomkoncentrációja között szoros ( $r:0,98$ ) korrelációt találtam.

A takarmányhoz adott napi 50, illetve 500 mg ólom-kiegészítés nem befolyásolta a táplálóanyagok emészthetőségét. A terhelés mértéke és időtartama sem volt hatással a felszívódott táplálóanyagok emészthetőségére.

Kísérleteimben megállapítottam, hogy az 500 mg-os ólomkiegészítés növelte a máj, a vese, az agy és a gyapjú ólom koncentrációját. A réz mennyisége a májban és az agyban az 500 mg/nap ólom etetésének hatására csökkent, mely az ólom antagonistá hatásának tulajdonítható.

Az ólomterhelés hatására az enzimek aktivitása változott, ami az ólom szervezetben belüli jelenlétére illetve szöveti károsodásra utal.

A mesterségesen adagolt ólom-kiegészítés növelte a magzatvíz és a béranyók indikátor szerveinek ólomtartalmát, ami az ólomnak a placentán való áthaladását bizonyítja.

## 5. A ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL ÍRT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

### Cikkek:

**Rózsa L.**-Várhegyi Jné-Regiusné Mőcsényi Á.-Fugli K. (1996):

Az ólomkiegészítés hatása a táplálóanyagok emészthetőségére juhokban.  
Állattenyésztés és Takarmányozás, 45. 2-3. 323-331.

**Rózsa L.**-Várhegyi J.né-Regiusné Mőcsényi Á.-Fugli K. (1998):

Az ólom-terhelés hatása a néhány indikátor-szerv ólom- és ásványianyag tartalmára juhokban. Állattenyésztés és Takarmányozás, 47. 4. 375-380.

**Rózsa L.** - Regiusné Mőcsényi Á- Várhegyi J.né (1999):

Takarmánynövények ólomtartalma az ipari körzetekben és a forgalmas autóutak környékén. Állattenyésztés és Takarmányozás (megjelenés alatt)

### Előadások, poszterek:

**Rózsa L.** (1995):

Szálas- és tömegtakarmányok ólomtartalmának vizsgálata.  
Agri Univ '95, Mezőgazdasági Kiállítás és Vásár. Egyetemi Nyílt Napok,  
Gödöllő Szept. 1-3. (poszter)

**Rózsa L.** (1996):

Az ólomterhelés hatása az emészthetőségre és néhány szerv ásványianyag tartalmára juhokban.

II. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, március 13.

**Rózsa L.** (1997):

Takarmánynövények ólomtartalma, juhok ólomterhelése.

Környezet Biokémiai Konferencia, Nyíregyháza, január 15–17.

**Rózsa L.** - Fugli K.(1997):

The effect of Pb supplementation on the digestibility of nutrients and on Pb, Cu, Zn and Mn levels in wool and some organs. 48<sup>th</sup> Annual Meeting of EAAP. Vienna, augusztus 25–28.

**Rózsa L.** - Regiusné Mőcsényi Á- Várhegyi J.né (1998):

Takarmánynövények ólomtartalma az ipari körzetekben és a forgalmas autóutak környékén. 27. Óvári Tudományos Napok 1998. szeptember 29-30.