

SZENT ISTVÁN EGYETEM
Állatorvos-tudományi Kar, Budapest

Toxikus fémek (Cd, Pb, Hg és Ni) vizsgálata házinyúlban és brojlercsirkében

Doktori értekezés tézisei

Készítette:

Dr. Bersényi András

Témavezető:

Dr. Fekete Sándor

Budapest
2003

Szent István Egyetem
Állatorvos-tudományi Doktori Iskola

Iskolavezető:

Dr. Rudas Péter, DSc
Egyetemi tanár, tanszékvezető
SzIE-ÁOTK Élettani és Biokémiai Tanszék

Témavezető:

Dr. Fekete Sándor, kandidátus
Egyetemi tanár, tanszékvezető
SzIE-ÁOTK Állattenyésztési, Takarmányozási és
Laborállat-tudományi Intézet

Témabizottsági tagok:

Dr. Huszenicza Gyula, kandidátus
Egyetemi tanár
SzIE-ÁOTK Szülészeti és Szaporodásbiológiai Tanszék és Klinika

Dr. Sas Barnabás, habil, PhD
Igazgató
Országos Élelmiszervizsgáló Intézet, Budapest

Dr. Fekete Sándor

Dr. Bersényi András

1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

Nemzetközi felmérések szerint az ember egészségét 25%-ban a környezet befolyásolja. Jelentős mennyiségű mikroelem kerül a környezetbe emberi tevékenység során. Az ipar, a közlekedés és a különféle mezőgazdasági technológiák a legnagyobb kibocsátói ezeknek az elemeknek a vizekbe, talajokba és a levegőbe. A folyamatos környezetszennyezés a biológiai folyamatok zavarát okozza. A szennyező elemek némelyike általában vagy részben létfontosságú mind a növények, mind az állatok/ember számára, de közülük egyeseknek közepes vagy súlyos toxikus hatása is van.

A toxikus nehézfémekről (Cd, Pb és Hg) köztudott, hogy a vízi és a szárazföldi ökoszisztéma minden tagjára mérgezőek. Mivel körforgás esetükben korlátozott vagy egyáltalán nincs, a környezetben felhalmozódnak. Következésképpen, a talaj, növény, állat és ember táplálékláncban megjelenve krónikus betegséget, a termékenyülés zavarát, a szív-, az ér- és az idegrendszer károsodását idézhetik elő emberben és állatban egyaránt.

A táplálékláncban végbemenő bioakkumuláció és toxikus hatások klasszikus példája a kadmium okozta *itai-itai* (1970) és a higany okozta *Minamata* (1953) betegségek Japánban. Napjainkban pedig Magyarországon a *Tisza* és a *Szamos* élővilága sérült súlyosan (2000) az Erdélyben működő nemesfémbánya feldolgozó üzemének védőgátszakadása nyomán. Ennek következtében több száz tonna hal pusztult el. A különböző halfajok májának vizsgálata a Pb és a Cd felhalmozódását mutatta. Mindezek figyelembevételével kijelenthető, hogy a munkahelyi ártalmakon túl a nehézfémterhelés fő forrásai az élelmiszerek.

Jóllehet, időközben számos lépés történt a toxikus fémek kibocsátásának csökkentése terén, jelenleg is élénk érdeklődés figyelhető meg ezeknek az elemeknek a legelők talajában bekövetkezett akkumulációja iránt. Ugyanis egyes legelő kérődzők szervezetében, különösen a zsigerekben, a toxikus elemek koncentrációja meghaladja a megengedhető mértéket. Fontos, hogy az ilyen állatok szervei és csontjai ne kerülhessenek állati (pl. társállatok) vagy humán fogyasztásra.

Célkitűzések

1. A toxikus elemek (Cd, Pb, Hg és Ni) biomonitorizálása a szervekben, szövetekben, különös tekintettel a házinyúl és a brojlercsirke ehető testrészeire.
2. A növekedésre, emészthetőségre kifejtett, a felvétel módjától (takarmányba „épített” vagy közvetlenül szájon át) függő hatásaik tanulmányozása.
3. Toxikus fémterhelés hematológiai, biokémiai és kórszöveti vizsgálata.
4. Nikkelterhelés okozta különbségek baromfiban és nyúlban.
5. A nikkel és más elemek közötti kölcsönhatások.

A célkitűzések megvalósításához a következő kísérletek zajlottak:

- 1. kísérlet (Nehézfémekkel szennyezett talajon termesztett sárgarépa etetése)
- 2. kísérlet (Nehézfémekkel szennyezett talajon termesztett burgonya etetése)
- 3. kísérlet (Nehézfémekkel szennyezett talajon termesztett cékla etetése)
- 4. kísérlet (Nyúlmodell nehézfémterhelésre)
- 5. kísérlet (Brojlercsirkemodell Ni-kiegészítésre)
- 6. kísérlet (Nyúlmodell Ni-kiegészítésre)

2. ANYAG és MÓDSZER

2.1. Etetési módok, kezelések

- ✓ *A toxikus fémek koncentrációja (mg/kg szárazanyag)*

	Kadmium (Cd)	
	Kontroll	Szennyezett
Talaj	0,19	228,0
Sárgarépa	0,15	2,3
Burgonya	0,2	2,12
Cékla	0,4	4,72

	Ólom (Pb)	
	Kontroll	Szennyezett
Talaj	8,0	280,0
Sárgarépa	1,9	4,01
Burgonya	0,6	4,1
Cékla	<0,5	3,03

	Higany (Hg)	
	Kontroll	Szennyezett
Talaj	<0,5	61,0
Sárgarépa	<0,5	30,0
Burgonya	<0,5	3,44
Cékla	<0,5	6,75

	Nikkel (Ni)	
	Kontroll	Kiegészített
Brojlersirketáp	2,2	50 és 500
Nyúltáp	5,8	50 és 500

✓ 1. kísérlet (Sárgarépa etetése)

„Alaptakarmány” szakasz: a nyulak (n=20) nyúltápot ettek *ad libitum* 14 napig;

„Keverék” szakasz: 50 g nyúltáp és Cd v. Pb v. Hg tartalmú v. szennyezetlen sárgarépa *ad libitum* etetése 14 napig (n=5/kezelés).

✓ 2. kísérlet (Burgonya etetése)

„Alaptakarmány” szakasz: a nyulak (n=16) 50 g nyúltápot és 100 g lucernapelletet ettek 14 napig;

„Keverék” szakasz: 25 g nyúltáp és 50 g lucernapellet, valamint Cd v. Pb v. Hg tartalmú v. szennyezetlen burgonya *ad libitum* etetése 14 napig (n=4/kezelés).

✓ 3. kísérlet (Cékla etetése)

„Alaptakarmány” szakasz: a nyulak (n=16) nyúltápot ettek *ad libitum* 14 napig;

„Keverék” szakasz: 50 g nyúltáp és Cd v. Pb v. Hg tartalmú v. szennyezetlen cékla *ad libitum* etetése 14 napig (n=4/kezelés).

✓ 4. kísérlet (Nyúlmodell nehézfémterhelésre)

A nyulak (n=16) kizárólag nyúltápot ettek *ad libitum*. Az állatok (n=4/kezelés) szájon át kapták a szervesen nehézfém sókat ($3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ v. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ v. HgCl_2) az 1. kísérlet koncentrációival megegyezően. A napi bevétel 0,2 ml oldat formájában történt, fémszondán át, 28 napig. A kontrollállatok naponta 0,2 ml desztillált vizet kaptak.

✓ 5. kísérlet (Brojlercsirkemodell Ni-kiegészítésre)

A brojlercsirke nevelőtáp 0, 50 v. 500 mg Ni/kg (mint $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) kiegészítésre került a 14-49. nap között.

✓ 6. kísérlet (Nyúlmodell Ni-kiegészítésre)

A nyúltáp 0, 50 v. 500 mg Ni/kg (mint $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) kiegészítésre került, és 24 napig ettettem *ad libitum*.

2.2. Vizsgált paraméterek és eljárások

✓ Testsúly (TS), takarmányfelvétel (TF) és fajlagos takarmányértékesítés (FTÉ): a nyulak és a kakasok TS-ét és TF-ét hetente mértem; a kakasok FTÉ-jét a kapott adatokból számoltam.

✓ Táplálóanyagok emészthetősége: *1-3. kísérlet* és *6. kísérlet* (FEKETE and GIPPERT, 1983).

✓ Kórszövettan: a nyulak euthanaziája (*1-3. kísérlet* és *6. kísérlet*) pentobarbital-Na injekció (Nembutal inj. A.U.V., Phylaxia-Sanofi, Budapest) i.p. túladagolásával, a kakasoké (n=5/kezelés) pedig CO₂ gázzal történt (*5. kísérlet*); a teljesen eltávolított szív, tüdő, máj, lép, vesék, ivarszervek (petefészkek v. herék), valamint a megfelelő nagyságú combizomzat és bordacsont 10%-os pufferolt formalin oldatban végzett fixálását, majd festését (HE és fat-red) fénymikroszkópos vizsgálat követte (Országos Állategészségügyi Intézet, Budapest). Az enzimvizsgálatokhoz a nyulak hasnyálmirigye szintén teljes kivételre, majd pedig lefagyasztásra került.

✓ Mikroelemek a nyulak szerveiben, szöveteiben, testfolyadékaiban: a fent említett szervek, a hasúri zsír, a szőr, a vér, a vizelet, bélsár és a lágybélsár Cd-, Pb-, Hg- és Ni-koncentrációját az *1-3. kísérlet*ben induktív csatolású plazma atomemissziós spektrometriás (ICP-AES) módszerrel határoztuk meg (MTA TAKI) a következő hullámhosszúságokon (nm): 228,802 – Cd, 220,353 – Pb és 194,227 – Hg. A *4. kísérlet*ben a Cd, Pb és a Ni meghatározása atomabszorpciós spektrometriás módszerrel, elektrotermikus atomizálást, a Hg esetében pedig ún. „hideggőz”-eljárást alkalmazva történt.

✓ Hematológia és Zn-protoporfirin (ZPP): a fvs (fehérvérsejtszám), vvs (vörösvérsejtszám), HGB (hemoglobintartalom), HCT (hematokrit), MCV (vvs átlagos térfogata), MCH (vvs átlagos hemoglobintartalma), MCHC (vvs átlagos hemoglobinkoncentrációja), Tcyta (vérlemezke) meghatározáshoz, valamint a ZPP-teszthez (*4. kísérlet*) a 0. és a 28. napon a nyulak fülvenájából vért vettem (3 ml); alvadásgátlóként K-EDTA-t használtam.

A hematológiai értékek mérése (Szie Állatorvos-tud. Kar, Belgyógyászati Tanszék és Klinika, Budapest) hemató méterrel, a ZPP koncentrációjának meghatározása direkt hematofluorometriás módszerrel történt (OKI-OMFI, Budapest).

✓ Szérum biokémia: minden nyúlból (*1., 4. és 6. kísérlet*) és a kezelésenként, véletlenszerűen kiválogatott 12 brojlercsirkéből (*5. kísérlet*) nyert szérumok (2 ml) az alábbi vizsgálatokat szolgálták:

✓✓ AST (EC 2.6.1.1.) és ALT (EC 2.6.1.2.) aktivitásának mérése enzimátikus kolorimetriás eljárással (BERGMEYER *et al.*, 1978);

✓✓ CK (EC 2.7.3.2.) aktivitásának mérése enzimátikus kolorimetriás eljárással (BRUNS *et al.*, 1976);

✓✓ ALP (EC 3.1.3.1.) aktivitásának mérése enzimátikus kolorimetriás eljárással (KAWADE, 1964);

✓✓ GGT (EC 2.3.2.2.) aktivitásának mérése kolorimetriás módszerrel (SZILÁGYI, 1990);

✓✓ CREA koncentrációjának mérése kolorimetriás (Jaffe-féle) módszerrel;

✓✓ GSHPx (EC 1.11.1.9.) aktivitásának mérése végpontos direkt módszerrel (MATKOVICS *et al.*, 1988);

✓✓ CHE (EC 3.1.1.8.) aktivitásának meghatározása (SZILÁGYI, 1990);

✓✓ UREA koncentrációjának mérése enzimátikus kolorimetriás eljárással (SZILÁGYI, 1990);

✓✓ CHOL és TRIG koncentrációjának mérése enzimátikus kolorimetriás eljárással (SZILÁGYI, 1990).

A biokémiai vizsgálatok (ÁTK, Herceghalom) folyadék reagensű fotometriás eljárásokkal folytak (Clinisotest).

✓ Pankréász enzimek: a vizsgálatokhoz a hasnyálmirigy és a teljes vékonybél tartalom kinyerésre került (*4. kísérlet*).

- ✓✓ Alfa-amiláz (EC 3.2.1.1.) aktivitásának mérése CESKA *et al.* (1969) módszerével, Phadebas Test felhasználásával;
- ✓✓ Tripszin (EC 3.4.21.4.) aktivitásának mérése kolorimetriás eljárással (KAKADE *et al.*, 1969);
- ✓✓ Lipáz (EC 3.1.1.3.) aktivitásának mérése SCHÖN *et al.* (1961) módszerével;
- ✓✓ Fehérjetartalom meghatározása *Lowry-Folin* módszerével (HERD, 1971).

3. EREDMÉNYEK

Testsúly (TS), takarmányfelvétel (TF), fajlagos takarmány értékesítés (FTÉ). A sárgarépat, burgonyát, vagy céklát fogyasztó nyulak végső TS-ja nem szignifikánsan volt kisebb, mint azoké, amelyek csak alaptakarmányt kaptak (kontroll). A toxikus fémek (Cd, Pb és Hg) nem csökkentették a nyulak TF-jét.

Az 50 mg/kg Ni-kiegészítés mérsékelten (3%) javította a **brojlercsirkék** súlygyarapodását a kontrollállatokhoz képest. Az 500 mg/kg Ni-kiegészítés 10%-kal rontotta a (P<0,05) brojlercsirkék súlygyarapodását. Az 50 mg/kg Ni-kiegészítés növelte, az 500 mg/kg Ni-kiegészítés pedig rontotta a kakasok TF-jét, a kontrollhoz képest. A FTÉ szignifikánsan rosszabb volt az 500 mg/kg Ni-kiegészítés hatására.

Az 50 mg/kg Ni-kiegészítés 60%-kal növelte a **nyulak** napi súlygyarapodását. Az 500 mg/kg Ni-kiegészítés viszont 20%-kal rontotta. A nyúltápok Ni-kiegészítése (50 v. 500 mg/kg) nem befolyásolta az állatok TF-jét.

Táplálóanyagok emészthetősége. A gyökér- és gumószakarmány-minták toxikus elemtartalma általában nem rontotta a főbb táplálóanyagok (pl. nyersfehérje) emészthetőségét összehasonlítva a szennyezetlen mintákkal.

A **Ni** - még az 500 mg/kg koncentrációban - sem rontotta a táplálóanyagok (pl. nyersfehérje) emészthetőségét. A nyulaknál mért alacsony nyersrost-emészthetőség (kb. 20%) élettaninak tekinthető.

Mikroelemek retenciója. A felvett **Cd**-nak kb. 38%-a ürült ki a nyulak szervezetéből, főként a bélsárral, így a retenció kb. 62% volt. A felvett **Pb**-nak kb. 66%-a ürült ki: kb. 65% a bélsárral és kb. 1% a vizelettel. A felvett **Pb**-nak kb. 34%-a maradt vissza a nyulak testében. A felvett **Hg**-nak kb. 47,4%-a ürült ki, szinte kizárólag a bélsárral (47,2%) és mindössze 0,2% a vizelettel; a retenció mértéke kb. 52,6% volt.

Jelentős mennyiségű toxikus fémet lehetett kimutatni a lágybélisárban.

Cd-szennyezett **sárgarépa** etetésekor a Cd leginkább a vesékben halmozódott fel (2-szerese a normál vesének), ezt követte a máj (6-szorosa a kontrollnak). Kadmiumot az egyéb szervekben (szív, tüdő, lép, herék, zsírszövet, izom, bordacsont, szőr) nem lehetett kimutatni. **Cd**-szennyezett **burgonya** etetésekor az elem szintén a vesékben (3-szorosa a kontrollnak) és a májban (4-szerese a kontrollnak) akkumulálódott. A herék (2-szerese a normálnak) és a bordacsont is kimutatható mennyiségben tartalmaztak Cd-t. Kadmiumot az egyéb szervekben (szív, tüdő, lép, zsírszövet, izom, szőr) nem lehetett kimutatni. **Cd**-szennyezett **cékla** etetésekor Cd leginkább a vesékben halmozódott fel (2-szerese a normál vesének), a máj kevesebbet tartalmazott. Kadmiumot az egyéb szervekben (szív, tüdő, lép, herék, zsírszövet, izom, bordacsont, szőr) nem lehetett kimutatni.

Pb-szennyezett **sárgarépa** etetésekor a Pb a vesékben akkumulálódott (10-szerese a normálnak). Kimutatható mennyiségű Pb-t tartalmazott a máj és a bordacsont. Ólmot az egyéb szervekben (szív, tüdő, lép, herék, zsírszövet, izom, szőr) nem lehetett kimutatni. **Pb**-szennyezett **burgonya** etetésekor az elem koncentrációjának jelentős emelkedését lehetett tapasztalni a vesékben és a lépben (2-szerese a kontrollnak). Ólmot az egyéb szervekben (szív, tüdő, máj, herék, zsírszövet, izom, bordacsont, szőr) nem lehetett kimutatni. **Pb**-szennyezett **cékla** etetésekor Pb-t egyik szervben, szövetben sem lehetett kimutatni.

Hg-szennyezett *sárgarépa* etetésekor a Hg a vesékben (100-szorosa a normálnak) és a májban (7-szerese a normálnak) akkumulálódott. Higanyt az egyéb szervekben (szív, tüdő, lép, herék, zsírszövet, izom, bordacsont, szőr) nem lehetett kimutatni. Hg-szennyezett *burgonya* etetésekor az elem csak a vesékben halmozódott fel. Hg-szennyezett *cékla* etetésekor Hg-t szintén csak a vesékben lehetett kimutatni.

Szájon át történt kezelés után a legnagyobb **Cd**-koncentrációt a vesékben (5-szöröse a kontrollnak) és a májban (7-szerese a normálnak) lehetett mérni, a legalacsonyabb értéket pedig az izomban. A tüdő, a lép, a petefészkek és a bordacsont jelentékeny Cd-tartalma 2-3-szorosa, a szőré 10-szerese volt a kontrollnak. Az izom (szív és váz) kimutatható Cd-tartalma megegyezett a normál szerv elemtartalmával.

A szív, a máj, a tüdő, az izom és a bordacsont **Pb**-koncentrációja 2-5-ször nagyobb volt, mint a kontrollnyulak szervei.

A vizsgált szervek mindegyikében (még a zsírszövetben is) a **Hg**-tartalom megnőtt. A kontrollállatokkal összehasonlítva, a Hg koncentrációja jelentősen emelkedett a vesékben, a májban, a petefészkekben és a szőrben. Higanyt még az izomban és a bordacsontban is ki lehetett mutatni.

Nikkelterheléskor az elem kb. 98%-a ürült ki a bélsárral és 0,5-1,5%-a a vizelettel, és kb. 1%-a maradt a testben.

A Ni-terhelés növekedésével a szervek Ni-tartalma szignifikánsan nőtt, beleértve az izmot is. A Ni a vesékben, a bordacsontban, a szívben, a májban és a tüdőben akkumulálódott. Az 50 és az 500 mg/kg Ni-kiegészítés hatására a petefészkekben viszonylag magas (0,3 és 0,4 mg/kg szárazanyag) Ni-koncentrációkat lehetett kimutatni, a kontrollok 3-4-szeresét.

Kórszövettan. A szövettani vizsgálatok a **Cd**- és az **Pb**-terhelés okozta *spermatogenesis* csökkenését mutatták ki mindegyik kísérletben. **Hg**-tartalmú sárgarépa etetésekor szintén csökkent a *spermatogenesis* mértéke a herékben. A nagyszámban megjelenő *syncytiális* óriás sejtek és degeneratív sejtek utalnak a meiózis rendellenességére. A nőstény nyulak petefészkein különböző fejlődési állapotban lévő, normális tüszőket lehetett látni, de a tényleges ovuláció jelei (*corpus luteum*) hiányoztak.

A szájon át, közvetlenül felvett toxikus fémek (Cd, Pb, Hg) a máj *parenchyma* sérülését (patológiás zsíros infiltráció) és enyhe *tubulonephrosist* okoztak a nyulakban. A csontok vizsgálatakor meg lehetett állapítani, hogy egyik toxikus fém sem károsította csontvelő működését, az *erythropoesis* nem szenvedett zavart.

Az 50 és az 500 mg/kg **Ni**-kiegészítés enyhe vagy közepes patológiás zsíros infiltrációt idézett elő *brojlersirkék* májában.

A nőstény *nyulak* petefészkekének aktivitását az 500 mg/kg Ni-kiegészítés csökkentette. A Ni-terhelés nem befolyásolta a nyúliszervek Cu-, Zn-, Fe- és Mn-tartalmát.

Hematológia. A szájon át, közvetlenül történő **Pb**-terheléskor a szérumban Pb-koncentrációja megduplázódott, a ZPP-szintje viszont változatlan maradt. A vvs, a HGB és a HCT szignifikánsan csökkent (13, 20 és 11%-kal), ugyanakkor a MCH és a MCV nőtt (9 és 4%-kal). Ezek a hematológiai eredmények makrociter hyperkrom anémia kialakulását jelzik a Pb-terhelt nyulakban.

Szérumbiokémia. A biokémiai eredmények megerősítik a májban és/vagy a vesékben talált változásokat a toxikus fémekkel etetett nyulakban. A megnövekedett AST- és ALT- és a csökkent CHE-aktivitás (a kontroll 50-60%-a) a máj*parenchyma* sérülését jelzik. A csökkent GGT- és a megnőtt ALP-aktivitás a toxikus elemek vese- és/vagy májkárosító hatását jelzik. A CREA-koncentráció növekedése Cd-terhelt nyulakban *tubulonephrosis* eredménye lehet.

A **Ni**-kiegészítésnek általában nem volt jelentős hatása az enzimaktivitásokra *brojlersirkékben* és a nyulakban.

Pankréászenzimek. A szájon át, közvetlenül felvett mikroelemek, különösen a **Pb** és a **Hg** csökkentették a hasnyálmirigy enzimeinek aktivitását.

4. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. A toxikus elemek (Cd, Pb, Hg) akkumulációja és hatásuk a táplálóanyagok emészthetőségére, a biokémiai és kórszövettani változásokra (a májban, vesékben, herékben) kezelésfüggő, azaz ezt nemcsak a szennyezőanyag természete befolyásolja, hanem a takarmány (mátrix) jellege is.
2. A szájon át, közvetlenül felvett Cd növelte a szérum ALT aktivitását; a Pb növelte az AST aktivitást és a Hg pedig mind az ALT, mind az AST aktivitását fokozta nyulakban. A vizsgált toxikus fémek (Cd, Pb, Hg) csökkentették a pankreász enzimek aktivitását.
3. A toxikus fémek (Cd, Pb, Hg) csökkentették a *spermatogenesis* mértékét, a baknyulak szaporodásbiológiai zavarát okozva. Ugyanakkor ezek az elemek nőtény nyulak petefészekműködését nem befolyásolták.
4. Kísérleti körülmények között, szubakut Pb-terheléskor nyulaknál a cink-protoporfirin koncentrációja változatlan marad.
5. Nikkel-terheléskor a Ni kb. 98%-a kiürül a bélsárral, 0,5-1,5%-a a vizelettel, és kb. 1% marad vissza a nyúltestben. A Ni-terhelés fokozódásával az izomzat és a petefészkek Ni-tartalma nő. A takarmányok 500 mg/kg Ni-kiegészítése gátolja a nőtény nyulak petefészekének működését.
6. Míg az 50 mg/kg Ni-kiegészítés javítja a brojlercsirkék súlygyarapodását (3%-kal), addig az 500 mg Ni/kg rontja (10%-kal) azt és a fajlagos takarmányértékesítést.
7. A takarmányok Ni-kiegészítése már 50 mg/kg koncentrációban is károsítja a májat, pathológiás zsíros infiltrációt okozva brojlercsirkékben és nyulakban.
8. A Ni-terhelés nem befolyásolta az egyes szervek Cu-, Zn-, Fe- és Mn-tartalmát.

5. PUBLIKÁCIÓK

5.1. A témából megjelent (vagy megjelenésre hivatalosan elfogadott) tudományos közlemények

1. **Bersényi, A.**, Fekete, S., Hullár, I., Kádár, I., Szilágyi, M., Glávits, R., Kulcsár, Margit, Mézes, M., Zöldág, L. (1999): Study of the soil-plant (carrot)-animal cycle of nutritive and hazardous minerals in a rabbit model. *Acta Vet. Hung.*, 47:(2):181-190.
2. Fekete, S. Gy., **Bersényi, A.**, Kádár, I., Glávits, R., Koncz, J., Zöldág, L. (2001): Study of the soil-plant (potato and beetroot)-animal cycle of nutritive and hazardous minerals in a rabbit model. *Acta Vet. Hung.*, 49:(3):301-310.
3. **Bersényi, A.**, Fekete, S., Szócs, Z., Berta, Erzsébet (2003): Effect of ingested heavy metals (Cd, Pb and Hg) on haematology and serum biochemistry in rabbits. *Acta Vet. Hung.*, 51:(3):297-304.

5.2. Egyéb tudományos közlemények

1. **Bersényi, A.,** Hullár, I., Fekete, S., Huszenicza, Gy., Kádár, I., Koncz, J., Szilágyi, M., Glávits, R., Mézes, M. (1997): Cd-, Pb-, Hg-és Se-szennyezett talajon termesztett burgonya etetésnek vizsgálata házinyúlon (in Hungarian). In: Szendrő Zs. (Szerk.): 9. Nyúltenyésztési Tudományos Nap előadásai, PATE, Kaposvár, pp. 107-114.
2. **Bersényi, A.,** Hullár, I., Fekete, S., Huszenicza, Gy., Kádár, I., Szilágyi, M., Glávits, R., Mézes, M., Koncz, J. (1997): Feeding effect of potatoes grown up on soil polluted with Cd, Pb, Hg and Se on rabbit. Proc. 17. Mengen- und Spurenelemente, Jena, pp. 112-117.
3. **Bersényi, A.,** Hullár, I., Fekete, S., Huszenicza, Gy., Kádár, I., Szilágyi, M., Glávits, R., Mézes, M., Koncz, J. (1998): Nagy Se-, Mo- és nehézfém (Cd, Pb és Hg)-szennyezettsgű talajon termesztett sárgarépa hatásának vizsgálata nyúltakarmányozási kísérletben (in Hungarian). In: Cser Mária Ágnes, Sziklainé László Ibolya (Szerk.): A szelén szerepe a környezetben és egészségvédelemben. MTA, Bp., pp. 94-99.
4. **Bersényi, A.,** Fekete, S., Glávits, R., Gaál, T., Hudák Aranka (2001): A házinyúl nehézfém (Cd-, Pb- és Hg-)-terhelésének klinikai laboratóriumi diagnosztikája (in Hungarian). In: Szendrő Zs. (Szerk.): 13. Nyúltenyésztési Tudományos Nap előadásai, PATE, Kaposvár, pp. 107-112.