

ÁLLATTENYÉSZTÉS

TAKARMÁNYOZÁS

4

TARTALOM – CONTENT

Tőzsér J. – Balika S – Bedő S. – Kovács A. – Farkas I. – Farkas L. – Mihályfi I.: Limousin tenyészbikajelöltek szelekciós indexeinek összehasonlítása. (A comparative study on selection indices of Limousin sire candidates).....	291
Mezőszentgyörgyi, D. – Lengyel, A. – Andrásy Z-né: Merinó és suffolk juhok testösszetételének in vivo vizsgálata computer tomográffal. (In vivo body-composition prediction of Merino and Suffolk sheep by computerized tomography).....	303
Kovács, F. – Brydl, E. – Berta, E. – Zomborszky, Kovács M. – Sas, B. – Tegzes, L.-né – Sarudi, I.: A kadmium mozgása a talaj – növény – állat – ember biológiai láncban (Cd movement in the soil – plant – animal – man biological chain).....	315
Gundel, J. – Hermán, I.-né – Regiusné, Mócsényi Á. – Votisky L.-né – Vigh L. – Szelényiné, Galántai M.: A krómpikolinát etetés hatása a hizósértések teljesítményére. (Effect of chromium-picolinate feeding production traits on growing-fattening pig).....	337
Várhegyi, J. – Lányi, I.-né – Cenkvari, É. – Schmidt, J. – Várhegyi, J.-né: Adatok a takarmányok in situ fehérje lebonthatóságára és a potenciálisan sem emészthető fehérje mennyiségére a hazai takarmányokban. (Data for the ruminal protein degradability and acid detergent insoluble protein content of feeds in Hungary).....	351
Fébel H.: A bendőfermentáció befolyásolásának néhány lehetősége. Irodalmi áttekintés. (Some possibilities to manipulate the rumen fermentation. Review).....	361
Rózsa, L. – Várhegyi, J.-né – Regiusné, Mócsényi Á. – Fugli, K.: Az ólom-terhelés hatása néhány indikátor-szerv ásványianyag tartalmára juhokban. 2. Közlemény. (The effect of lead supplementation on mineral content of some indicator organs in sheep. 2nd Papers.).....	375
Mahmoud Hassan Mahmoud Rabie: Responses of broiler chickens and laying hens to dietary l-carnitine supplementation. (Ph.D. Thesis) A takarmány l-karnitinkiegészítés hatásai brojlercsirkén és tojótyúkon (Kandidátusi értekezés).....	381
Vadáné Kovács Mária: Kritikus pontok feltárása a nyersanyag minőségére érzékeny hústermékek gyártás-technológiájában. (Ph.D. értekezés). Study of critical control points in technology of meat products processed from raw meat of varying quality. (Ph.D. Thesis).....	383

SZEMLE

Dohy János az MTA rendes tagja	289
Nagy Béla az MTA levelező tagja	289
Egyetemi tanári kinevezések	290
MTA Agrártudományok Osztályának 1997. évi tájékoztatója	302
Pályázati felhívás. (Special Call for young scientists' paper: 50th Annual EAAP Meeting Zurich, 23–26 August, 1999).....	360

AZ MTA RENDES TAGJA LETT

DOHY JÁNOS



1993-ban lett az MTA levelező tagja. Szűkebb szakterülete az alkalmazott állatgenetika (állatnemesítés) és a szarvasmarha-tenyésztés. A GATE tanszékvezető egyetemi tanára. Levelező taggá választása óta kutatási eredményeit (munkatársakkal közösen) 6 tudományos dolgozatban, 8 összefoglaló tanulmányban, 13 konferencia-proceedingsben, 20 előadás-absztrakt formájában és 2 könyvrészletben tette közzé.

Jelentősebb eredményei 1993. óta: — Módszerek a tejfehérje minőségének javítására új genetikai és biotechnikai-biotechnológiai eljárásokkal; — A hungarofriz és SMR fajta előnyeinek kimutatása a holsteinfriz fajtával összehasonlítva; — A klónozás és az embriómélyhűtés megvalósítására új összefüggések feltárása; — A heterózis- és anyai hatás feltárása húsmarha fajták reciprok keresztezéseiben.

1993. óta elnyert tudományos kitüntetései: Széchenyi-díj (1996., megosztva), Ehrenmitglied der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde (1997).

Dohy János — akkreditált doktori program, tanszék és MTA-kutatócsoport vezetőjeként, továbbá számos megbízás keretében — egyik vezető személyisége a tudományos utánpótlás nevelésének és a magyar állattenyésztéstudománynak, akinek, mint lapunk tanácsadó testületi tagjának, olvasóink nevében is gratulálunk és további munkájához jó egészséget kívánunk.

Ajánlók: Horn Péter, Mészáros János

AZ MTA LEVELEZŐ TAGJA LETT

NAGY BÉLA



Állatorvos mikrobiológus, az MTA Állatorvos-tudományi Kutatóintézete igazgatója (1994–).

Kutatási területe a fiatal állatok enterális fertőzéseinek diagnosztikája, járványtana és megelőzése, elsősorban bakteriológiai és ultrastrukturális alapú kutatásokkal. Jelentős diagnosztikai és járványtani megfigyeléseket tett egyes enterális protozoonok és vírusok (rota- és koronavírus) területén is. Hazai és külföldi munkatársakkal közös, eddigi eredményei közül kiemelendő a kórokozó *E. coli* baktériumok két új (adhéziós) virulencia faktorának felfedezése és jelentőségének tisztázása. Alaputatási eredményeire alapozott fejlesztési kutatásai a diagnosztikában és az oltóanyag-termelésben jelentősen hozzájárultak e nagy kárt okozó enterális betegségek elleni eredményesebb védekezéshez. E téren egy szabadalma és két újítása van.

Szakterületén a világ élvonalbeli kutatói közé tartozik, 6 hazai, 9 külföldi intézettel működik együtt, 3 egyetem akkreditált témaadója. Közmegbecsültségét jelzi, hogy minősített kollégái titkos szavazással ismételten jelölték képviselőjüknek.

Nagy Béla akadémiai tagságához lapunk olvasói nevében is gratulálunk és további munkájához jó egészséget kívánunk.

Ajánlók: Dudits Dénes, Mészáros János



ÚJ EGYETEMI TANÁRI KINEVEZÉSEK

A lap olvasói nevében is köszöntjük az állattenyésztés és takarmányozás tudományának, 1998. június 17-én, kinevezett új professzorait:

Állatorvos-tudományi Egyetem

dr. Sas Barnabás, az Országos Élelmiszervizsgáló Intézet igazgatója,

Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaság-tudományi Kar

dr. Bánszki Tamás egyetemi docens,

dr. Bodó Imre, az Állatorvos-tudományi Egyetem nyugalmazott egyetemi tanára, a DATE Mezőgazdaság-tudományi Kar szaktanácsadója, lapunk tanácsadó testületének elnöke

dr. Mihók Sándor egyetemi docens,

Mezőgazdasági Főiskolai Kar

dr. Sinkovics György főiskolai docens,

Gödöllői Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaság-tudományi Kar

dr. Bárdos László egyetemi docens,

Mezőgazdasági Főiskolai Kar

dr. Lengyel Lajos egyetemi docens, lapunk tanácsadó testületének tagja.

LIMOUSIN TENYÉSZBIKAJELÖLTEK SZELEKCIÓS INDEXEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

TÓZSÉR JÁNOS — BALIKA SÁNDOR — BEDŐ SÁNDOR — KOVÁCS ALFRÉD —
FARKAS ISTVÁN — FARKAS LÁSZLÓ — MIHÁLYFI ISTVÁN

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők, limousin tenyészbikajelöltek 1992–1994. közötti üzemi sajátteljesítmény-vizsgálati (Ü-STV) eredményeit értékelték Zircen, a következő tulajdonságokra: 205. napra korrigált választási élősúly, STV alatti súlygyarapodás, 365. napra korrigált élősúly, használati érték, hosszúsági méretek, szélességi méretek és izmoltság. A vizsgálatban a Limousin Tenyésztők Egyesületének minősítő indexe (I_{1i}) és négy másik módosított szelekciós index (I_{21-24}) került összehasonlításra. Ez utóbbi indexekkel, a tenyészérték, a szórásegységgel történő standardizálás módszerével került meghatározásra — a 205. napra korrigált élősúly kivételével — valamennyi vizsgált értékmerő tulajdonságban. Az STV alatti súlygyarapodás és az egyes küllemi bírálati pontszámok között számított korrelációs együtthatók lazák (1992: $r=0,20-0,29$; 1993: $r=-0,06-0,03$; 1994: $r=0,22-0,27$) voltak. Az I_1 és az I_{21-24} között viszont szoros összefüggéseket ($r=0,86-0,96$, $P<0,001$) állapítottak meg. A legjobb 25%-ba tartozó állományhányad teljesítményfőlénye, minden tulajdonságban, és mind a négy index estében hasonló mértékű volt. A szerzők javasolják a négy módosított index valamelyikének használatát a tenyésztők számára.

SUMMARY

Tózsér, J. – Balika, S. – Bedő, S. – Kovács, A. – Farkas, I. – Farkas, L. – Mihályfi, I.: A COMPARATIVE STUDY ON SELECTION INDICES OF LIMOUSIN SIRE CANDIDATES

The authors analysed the performance test results (PT) of purebred Limousin sire candidates in the large-scale Hungarian Limousin nucleus herd Zirc, for three years (1992–1994) by a comparison of the following traits: adjusted weaning weight for 205 days, daily weight gain (DWG) in the period of PT, adjusted weight for 365 days of age, phenotypic score for use, longitudinal measures, lateral measures, and musculature. The qualification index of Association of Limousine Breeders (I_1) was compared with four modified qualification indices (I_{21-24}). In these selection indices the breeding values of the traits analysed were calculated by the application of SD values of traits. These indices did not include a trait for 205 day weaning weight. The correlations between the DWG in the period of PT and the results of the phenotypic scores were very loose (1992: $r=0.20-0.29$; 1993: $r=-0.06-0.03$; 1994: $r=0.22-0.27$). The correlations calculated among qualification indices (I_1 and I_{21-24}) were very close ($r=0.86-0.96$, $P<0,001$). The superior results of the top 25% of the samples in all traits by I_1 and I_{21-24} were similar to each other. The authors suggested to breeders use the one of the four modified qualification indices (I_{21-24}).

BEVEZETÉS

A limousin fajtájú tenyészbikajelölteket, az üzemi sajtátjeljesítmény-vizsgálat (Ü-STV) végén, éves korban vizsgálják és minősítik. A Limousin Tenyésztők Egyesületének jelenleg érvényben lévő tenyésztési programja szerint a fiatal bikákat a 205., ill. a 365. napra korrigált élősúly és a küllemi bírálati pontszámok alapján minősítik (*Balika és Biró, 1993*).

A lineáris funkcionális küllemi bírálati rendszer 4 fő tulajdonságcsoport keretében (használati érték, hosszúsági méretek, szélességi méretek és izmoltság) 22 tulajdonság megítélését teszi lehetővé (*Korchma, 1986*).

A hazai limousin tehének és bikák teljesítményeiről (*Nagy, 1982; Balika, 1990; Dohy és mtsai, 1990; Tózsér és mtsai, 1990; Vági és Dohy, 1993; Balika, 1996; közleményei nyomán*) az alábbi témakörökben rendelkezünk adatokkal:

- a tenyészbikajelöltek növekedési kapacitásának és erélyének alakulása a központi és az üzemi STV-ben,

- a tenyészbikajelöltek takarmányértékesítő képessége a központi STV-ben,

- az ellés lefolyását befolyásoló tényezők értékelése (testméretek, mendence méretek, az apa direkt, ill. indirekt hatása, összefüggés a vemhesség időtartama és a születési súly között, stb.),

- a tehének különböző testméreteinek, ill. küllemi bírálati tulajdonságainak öröklődhetősége üzemi viszonyok között.

A tenyészbikajelöltek különböző tulajdonságokban elért üzemi STV eredményeit legutóbb *Tózsér és mtsai (1997)* főfaktor-analízissel értékelték. Az elemzés során a következő faktorokat határozták meg: küllemi bírálati eredmények (I.), növekedési erély és kapacitás (II), növekedési kapacitás (III.). A faktorok sajtátértékei a következők voltak: 49,0%, 22,1%, és 21,8%. Megfogalmazták javaslatukat arra vonatkozóan is, hogy a 205. napra korrigált élősúlyt esetleg ki lehetne hagyni a szelekciós indexből.

Véleményünk szerint a tenyésztői munkában alkalmazott szelekciós indexeket indokolt időről-időre újra értékelni, ezért *vizsgálatunk célja* a jelenleg használt minősítés (I.) összehasonlítása volt néhány eltérő módon számított és súlyozásában is módosított más minősítési megoldással (I_{21-24}).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatunkban, egy törzstenyészetben, az 1992–1994. években lefolytatott sajtátjeljesítmény-vizsgálati (STV) adatokat (n=70, n=73, n=51) az alábbiak szerint gyűjtöttük:

- 205. napra korrigált választási élősúly, kg
- 365. napra korrigált élősúly, kg
- STV alatti súlygyarapodás, g/nap
- használati érték pontszám (marmagasság, mellkasmélység, vállfeszesség, hát-ágyék kötés, csontfinomság, lábszerkezet)

- hosszúsági méretek pontszáma (test-, hát-, ágyék- és farhosszúság)
- szélességi méretek pontszáma (mar-, mellkas-, ágyék-, far-I.-III.)
- izmoltsági pontszám (szügy-, lapocka-, hát-, farizmoltság, combteltség és combhosszúság).

Az érvényben lévő minősítés szerint (I_1), valamely bika adott tulajdonságra vonatkozó tenyésztértékét az alábbiak alapján határoztuk meg:

$$TÉ = \frac{P_i}{PA} S = 11,25 \text{ pont}$$

Ahol:

TÉ = az adott tulajdonság becsült tenyésztérték pontszáma (pl: izmoltságra),

P_i = a vizsgált egyed adott tulajdonságban elért teljesítménye (pl.:70 pont),

PA = a kortárs egyedek adott tulajdonságban elért átlagos teljesítménye (pl.: 62,2 pont),

S = súlyozó tényező (S=10).

A vizsgált bikák *tenyésztértékét* az I_{21-24} vonatkozásában — valamennyi tulajdonság esetében — a következő képlettel számoltuk:

$$TÉ = 100 + 20 \frac{(P_i - PA)}{sd} = 110,7 \text{ pont}$$

Ahol:

TÉ = az adott tulajdonság becsült tenyésztérték pontszáma (pl: izmoltságra),

P_i = a vizsgált egyed adott tulajdonságban elért teljesítménye (pl.:70 pont),

PA = a kortárs egyedek adott tulajdonságban elért átlagos teljesítménye, (pl.: 62,2 pont),

sd = szórás (pl.: 14,57),

1sd = 20 pont.

A *teljes tenyésztértékek* (TTÉ) számításakor az egyes résztenyésztértékeket az 1. táblázat szerinti súlyozással vettük figyelembe.

A *teljes tenyésztértékeket* (TTÉ) az alábbi módon számítottuk ki pl: az In-dex-24 esetében:

$$TTÉ = \frac{(TÉ_2 \times 8) + (TÉ_3 \times 3) + (TÉ_4 \times 3) + (TÉ_5 \times 2) + (TÉ_6 \times 4)}{20}$$

A szelekciós indexek összehasonlítása érdekében *összefüggés vizsgálatokat* és a legjobb 25%-ba tartozó egyedek kiválogatásával ún. *szimulált szelekciót* végeztünk.

Tenyészértékek súlyozása a szelekciós indexekben

Tenyészértékek(1)	l_1	l_{21}	l_{22}	l_{23}	l_{24}
TÉ ₁ (205. napra korrigált élősúly)(2)	20	—	—	—	—
TÉ ₂ (365. napra korrigált élősúly)(2)	40	10	12	8	8
TÉ ₃ (használati értékre)(3)	10	3	2	3	3
TÉ ₄ (hosszúsági méretekre)(4)	10	3	2	4	3
TÉ ₅ (szélességi méretekre)(5)	10	2	2	2	2
TÉ ₆ (izmoltságra)(6)	10	2	2	3	4

Different weighing of the breeding values for selection indices
breeding values(1), breeding values (BV) for adjusted weight for 205 days, and for 365 days(2), BV for utility score(3), BV for score for length(4), BV for score for width (5), BV for score for muscularity(6)

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A vizsgált bikák növekedési erélyére és a növekedési kapacitásra, valamint a küllemi bírálólat eredményeire vonatkozó alapadatokat a 2. táblázatban foglaltuk össze.

Az értékelt bikák átlagos teljesítménye az éves kori élősúlyban és az STV alatti súlygyarapodásban a francia adatokkal (440 kg, ill. 1457 g/nap, *Anonim*, 1990; *Anonim*, 1992) közel megegyező volt. A küllemi bírálati eredmények átlagértékei közül a használati érték és szélességi méretek pontszámai mindhárom évben az ún. jó kategóriába (jó = 61–70 pont) kerültek.

A küllemi bírálati pontszámok és az STV alatti súlygyarapodás, valamint a 365. napra korrigált élősúly között számított korrelációs együtthatókat a 3. táblázatban összegeztük.

Az STV alatti súlygyarapodás és a küllemi bírálati pontszámok között laza összefüggést ($r=-0,06-0,29$) találtunk. A 205., ill. a 365. napra korrigált élősúlyok között az alábbi összefüggéseket számítottuk: 1992: $r=0,66$; 1993: $r=0,63$; 1994: $r=0,64$, $P<0,001$. Ezen a helyen kívánjuk megemlíteni, hogy a 365 napra korrigált élősúlyokat a 205 napos élősúly alapján a következő módon számítják: 365. napra korrigált élősúly = 205. napos súly + 160 x STV alatti napi súlygyarapodás.

Korábbi vizsgálatunkban a 205. napos, ill. a 365. napos élősúlyadatok között valamivel gyengébb összefüggést ($r=0,40$) állapítottunk meg (*Tózsér és mtsai*, 1990).

Említésre méltó, hogy a francia húshasznosítású tenyész bikajelöltek szelekciós indexeiben a 205. napra korrigált súlyok nem szerepelnek (*Anonim*, 1995). A 205. napra korrigált választási súly minősítésből történő elhagyásával nem kívánjuk megkérdőjelezni azt az álláspontot, hogy a 205. napos súly a hústehen teljesítményét jelző számadat és a borjú teljesítményének első jól mérhető eredménye.

2. táblázat

Limousin tenyészbikajelöltek növekedési kapacitása és küllemi eredményei ($\bar{x} \pm s$)

Évek(1)	n	205. napra korrigált élő súly, kg(2)	365. napra korrigált élő súly, kg(2)	STV alatti súlygyarapodás, g/nap(3)	Használati érték(4)		Szélességi méretek(6)	Izomltság (7)
					Hosszúsági méretek(5)	pontszám(8)		
1992	70	227±32,90	452±35,33	1408±160,68	68,5±9,41	63,6±11,98	63,9±9,66	65,8±11,63
1993	73	210±29,63	459±39,47	1555±193,54	67,6±9,71	64,2±15,34	61,2±12,12	62,2±14,57
1994	51	207±31,63	420±39,24	1336±192,52	66,7±7,28	59,9±11,21	60,2±10,79	59,3±12,11

Growth capacity and type score of Limousin sire candidates ($\bar{x} \pm s$)

years(1), adjusted weight for 205 and for 365 days kg(2), daily weight gain during performance test, g/day(3), length(5), width(6), muscularity(7), score(8)

3. táblázat

A súlygyarapodás és az éves kori élő súly összefüggése (r) a küllemi bírálati pontszámokkal

Évek(1)	Használati érték(4)	Hosszúsági méretek(5)	Szélességi méretek(6)	Izomltság(7)
1992	0,29*	0,21	0,20	0,20
	0,36**	0,37**	0,48***	0,53***
1993	0,01	-0,06	0,01	0,03
	0,50***	0,42***	0,44***	0,50***
1994	0,27	0,22	0,27	0,26
	0,53***	0,53***	0,56***	0,59***

*=P<0,05, **=P<0,01, ***=P<0,001

Correlations between results of the growth capacity and type score years(1), as in Table 2. (2-7)

A szelekciós indexek és az alapadatok közötti összefüggésekről a 4. táblázat ad áttekintést.

4. táblázat

Szelekciós indexek összefüggése (r) a vizsgált tulajdonságokkal

Évek (1)	205. napra korigált(2)	365. napra korigált(2)	STV alatti sgy., g/nap(3)	Használati érték(4)	Hosszúsági méretek(5)	Szélességi méretek(6)	Izmoltság (7)	
	élő súly, kg(9)		pontszám(8)					
1992	I_1	0,70	0,79	0,20	0,56	0,62	0,73	0,76
	I_{21}	0,68	0,76	0,31	0,79	0,77	0,77	0,81
	I_{22}	0,69	0,80	0,36	0,74	0,72	0,72	0,77
	I_{23}	0,67	0,70	0,26	0,83	0,82	0,82	0,85
	I_{24}	0,67	0,71	0,27	0,82	0,81	0,82	0,86
1993	I_1	0,65	0,55	0,08	0,82	0,82	0,84	0,87
	I_{21}	0,68	0,76	0,31	0,79	0,77	0,77	0,81
	I_{22}	0,69	0,80	0,36	0,74	0,72	0,72	0,77
	I_{23}	0,67	0,71	0,26	0,83	0,82	0,82	0,85
	I_{24}	0,67	0,71	0,27	0,82	0,81	0,82	0,86
1994	I_1	0,75	0,77	0,21	0,76	0,84	0,86	0,89
	I_{21}	0,69	0,84	0,36	0,75	0,82	0,82	0,84
	I_{22}	0,71	0,87	0,38	0,69	0,77	0,77	0,80
	I_{23}	0,67	0,80	0,33	0,79	0,87	0,86	0,88
	I_{24}	0,67	0,80	0,33	0,79	0,86	0,86	0,89

$n > 70$, ha $r > 0,23$, akkor, $P < 0,05$; ha $r > 0,31$, akkor, $P < 0,01$; ha $r > 0,38$, akkor, $P < 0,001$
 $n = 51$, ha $r > 0,28$, akkor, $P < 0,05$; ha $r > 0,36$, akkor, $P < 0,01$; ha $r > 0,45$, akkor, $P < 0,001$

Correlation of the selection indices with results of the growth capacity and type score as in Table 2.(1–8), liveweight(9)

A jelenlegi minősítő index (Index-1) és 205. napra korigált választási súly között $r = 0,65–0,75$ -ös ($P < 0,001$) összefüggést számítottunk. Ehhez nagyon közeli értékeket ($r = 0,67–0,71$) állapítottunk meg a módosított szelekciós indexek esetében (I_{21-24}) is. Ezek az adatok ugyancsak arra engednek következtetni, hogy a korigált választási súlyok elhagyása az értékelésből megalapozott volt. A módosított minősítő indexek viszonyosságai a többi alapadattal közel azonosak, ill. jobbaktak, mint a jelenlegi szelekciós index esetében tapasztalt értékek pl: a 365. napos súly esetében, 1993-ban, I_1 ($r = 0,55$); I_{21-24} ($r = 0,71–0,80$).

Az értékelésben szereplő szelekciós indexek között számított igen szoros összefüggések ($r = 0,86–0,99$, $P < 0,001$) lehetővé tehetik, hogy a Limousin Tenyésztők Egyesülete megalapozottan módosítsa a jelenlegi minősítést egy a populációgenetikai szempontokat is figyelembe vevő változatra (5. táblázat).

A 6. táblázatban összefoglalt adatok azt mutatják, hogy a legjobb 25%-os állományhányadba tartozó egyedek átlagos teljes tenyészértéke (TTÉ) természetesen számottevően ($P < 0,05$) felülmúlta a teljes populáció átlagos teljesítményét.

5. táblázat

A vizsgált szelekciós indexek közötti összefüggések (r)

Évek(1)		I_1	I_{21}	I_{22}	I_{23}
1992	I_{21}	0,89***	—	—	—
	I_{22}	0,88***	0,99***	—	—
	I_{23}	0,89***	0,99***	0,97***	—
	I_{24}	0,89***	0,99***	0,97***	0,99***
1993	I_{21}	0,89***	—	—	—
	I_{22}	0,86***	0,99***	—	—
	I_{23}	0,91***	0,99***	0,98***	—
	I_{24}	0,91***	0,99***	0,98***	0,99***
1994	I_{21}	0,95***	—	—	—
	I_{22}	0,94***	0,99***	—	—
	I_{23}	0,96***	0,99***	0,98***	—
	I_{24}	0,96***	0,99***	0,98***	0,99***

***=P<0,001(9)

Correlations among the selection indices years(1)

6. táblázat

A legjobb 25%-os részpopulációba tartozó bikák teljes tenyészértéke (TTÉ)($\bar{x} \pm s$)

Évek(1)		TTÉ(2)
1992 n=17	I_1	113,8±4,60
	I_{21}	120,7±7,24
	I_{22}	121,4±7,16
	I_{23}	120,7±6,95
	I_{24}	120,8±7,00
1993 n=18	I_1	114,3±4,34
	I_{21}	121,5±6,75
	I_{22}	122,1±7,41
	I_{23}	121,1±6,42
	I_{24}	121,2±6,47
1994 n=13	I_1	112,8±3,50
	I_{21}	118,7±5,39
	I_{22}	119,0±5,47
	I_{23}	118,6±5,40
	I_{24}	119,0±5,28

Total breeding values of the sire candidates for the best 25% of the samples years(1), total breeding values (TBV)(2)

A szimulált szelekció eredményeit — a hasonló tendenciák miatt — csak az 1992. évre, az 1–5. ábrákon szemléltettük.

A legjobb 25%-os állományhányadba kerülő egyedek teljesítményei minden vizsgált tulajdonságban, mind a négy szelekciós index esetében lényegében azonosak voltak. Az egyesületnek kell tehát — a tenyésztési célt figyelembe véve — abban állást foglalni, hogy a módosított változatok közül melyiket kívánja a jövőben alkalmazni. Az I_{21-24} változatok közül bármelyik megoldás alkalmazását indokoltnak tarthatjuk a gyakorlati munkában.

1. ábra

Szimulált szelekció eredménye a 205., ill. a 365. napra korigált élő súlyban (1992)

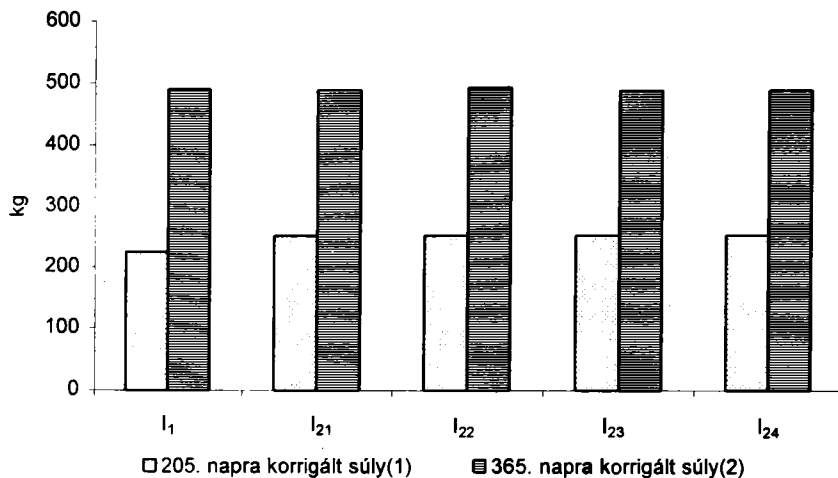


Fig. 1.: Results of the simulated selection for adjusted weights for 205 days and 365 days (1992)
adjusted weight for 205(1) adjusted weight for 365 days(2)

2. ábra

Szimulált szelekció eredménye a használati érték pontszámokban (1992)

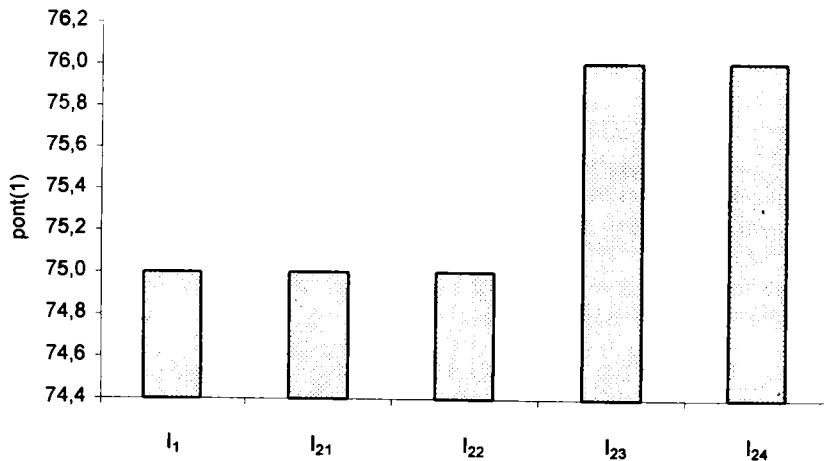


Fig. 2.: Results of the simulated selection for utility score(1992)
utility score(1)

3. ábra

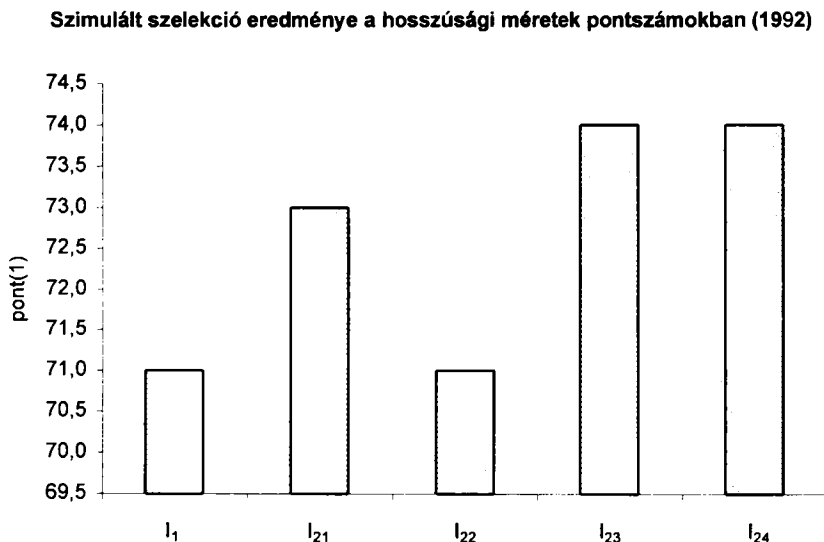


Fig. 3.: Results of the simulated selection for score for length (1992) score for length(1)

4. ábra

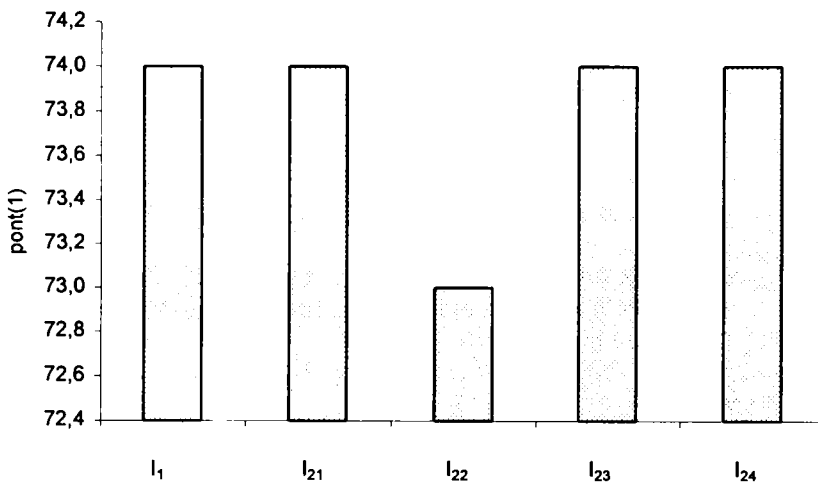


Fig. 4.: Results of the simulated selection for score for width (1992) score for width(1)

Szimulált szelekció eredménye az izmoltsági pontszámokban (1992)

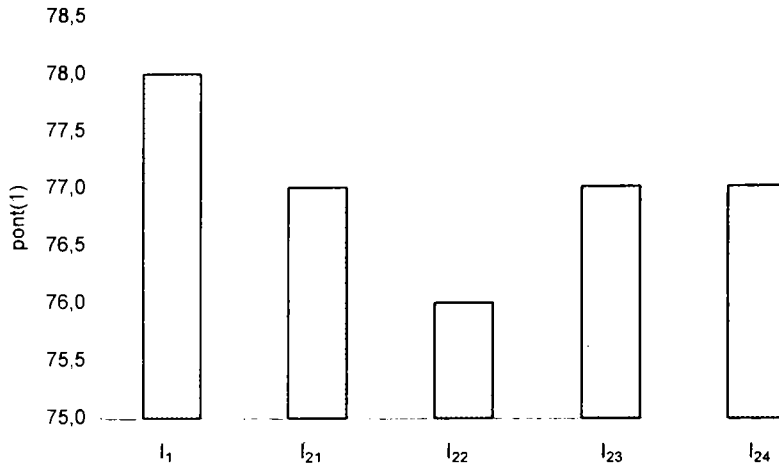


Fig. 5.: Results of the simulated selection for score for muscularity (1992) score for muscularity(1)

KÖVETKEZTETÉS

Az STV alatti súlygyarapodást továbbra sem indokolt a szelekciós indexbe beépíteni.

A vizsgálati eredmények alapján a becsült tenyésztékek számítására a szóráségyessel történő standardizálásnak módszerét javasoljuk, mert pl. az I₁ és az I₂₁₋₂₄ között igen szoros összefüggéseket ($r=0,86-0,96$, $P<0,001$) számítottunk.

Az I₂₁₋₂₄ változatok mindegyike javasolható a gyakorlati alkalmazásra, hiszen a teljes tenyésztékek között igen szoros összefüggéseket ($r=0,97-0,99$, $P<0,00$) állapítottunk meg.

A korrelációs értékek és a szimulált szelekció eredményei alapján igazolható volt, hogy az I₂₃, ill. az I₂₄ eredményessége azonos.

IRODALOM

Anonim(1990): Resultats du controle individuel des taurillons Limousins, GIE France Limousin Testage, ITEB. Paris

Anonim(1992): Resultats du controle des performances des bovins allaitants. Institut de l'Élevage, Paris.

Anonim(1995): Répertoire français des méthodes et des procédures de contrôle et d'évaluation génétique des reproducteurs ovins et bovins de races allaitantes, Institut de l'Élevage - INRA Paris

Balika S.(1990): Vágóállat és Hústermelés, 4. 19-26.p

- Balika S.*(1996): Az 1995. év fontosabb tenyésztési és termelési mutatói. Limousin Tenyésztők Egyesülete, Budapest, 1–7.p.
- Balika S. – Bíró I.*(1993): A limousin fajta magyarországi nyilvántartásának, törzskönyvezésének, teljesítményvizsgálatának és minősítésének szabályzata. Limousin Tenyésztők Egyesülete, Budapest, 1–17.p.
- Dohy J. – Vági J. – Basa J. – Kovács A. – Marsi T. – Basa O.*(1990): Recent results in the breeding of beef cattle populations with different Limousine gene-ratio in Hungary. 41st Ann. Meet. EAAP, Toulouse, France, Commission: Genetics
- Korchma Cs.*(1986): Eltérő technológiával hizlalt, különböző genotípusú növendék bikák vágási és küllemi értékmérőinek összefüggés-vizsgálata a húshasznú tenyész bikák szelekciós rendszerének korszerűsítése érdekében. Egyetemi doktori értekezés, Gödöllő, 225.p
- Nagy N.*(1982): Állattenyésztés és Takarmányozás, 31. 6. 495–502.p.
- Tózsér J. – Balika S. – Bedő S. – Kovács A. – Gábrnelné T.Gy. – Mihályfi I.*(1997): Állattenyésztés és Takarmányozás, 46. 493–498.p.
- Tózsér J. – Szűcs E. – Ábrahám M. – Nagy N. – Lipcsei Z.-né.*(1990): Állattenyésztés és Takarmányozás, 39. 3. 193–203.p.
- Vági J. – Dohy J.*(1993): Estimation of genetic and phenotypic parameters associated with pelvic area and functional type traits in large scale Limousine populations, 44th Ann. Meet. EAAP, Aarhus, Denmark, Commission: Genetics

Érkezett : 1997. március

Szerzők címe: *Tózsér J. – Bedő S. – Kovács A. – Farkas I. – Farkas L.:*

Authors' address: Gödöllői Agrártudományi Egyetem
Gödöllő University of Agricultural Sciences
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Balika S.: Limousin Tenyésztők Egyesülete
Association of Limousine Breeders
H-1055 Budapest, Arany J. u. 10.

Mihályfi I.: "HO-LI" Kft, Zirc
H-8420 Zirc

MEGJELENT AZ MTA AGRÁRTUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK 1997. ÉVI TÁJÉKOZTATÓJA

Az előző évek gyakorlatának megfelelően, az MTA tavaszi rendes közgyűlése alkalmával, az Agrártudományok Osztályának május 6-i ülésén, a köztestületi tagok átvehették az osztály 1997. évi munkáját ismertető „Évkönyvet”.

A kiadvány, a közelmúltban történt szerkesztői váltást követően, a szerkesztőbizottság döntése értelmében, új formában és szerkesztésben jelent meg.

A „Tájékoztató” 12 fejezete és melléklete számos olyan aktuális ismeretet, adatot tartalmaz, amelyből az agrárium elméleti és gyakorlati szakemberei sokat meríthetnek.

Kovács Ferenc akadémikus, osztályelnök „Előszó”-ja (1. fejezet) a kiadvány és az agrárium néhány időszerű kérdéséről tesz említést, míg Dohy János akadémikus, főszerkesztő és Papp Miklós szerkesztő „Bevezető” (2. fejezet) sorai a kiadvány újdonságairól szólnak.

A „Tájékoztató” 3. fejezete az MTA 1997. májusi és decemberi közgyűlésének határozatait, sorolja fel, majd a 4. fejezet a tavaszi közgyűléséhez kapcsolódó „Nemzetközi kihívások a magyar agrártudomány előtt” témájú osztályülésnek előadásait közli teljes terjedelemben. (Itt jegyezzük meg, hogy Tájékoztatóban csak olyan előadást közlünk teljes terjedelemben, ami máshol nem jelent, illetve nem jelenik meg.)

Az évkönyv elsődrendű feladata, ugyanúgy, mint a korábbi években, az „agráróosztály” és a hozzá tartozó tudományos bizottságok — a 4 osztályközi bizottsággal együtt 15 — ülései tárgyköreinek, állásfoglalásainak, határozatainak és a rendezvényeinek ismertetése (5., 6. és 7. fejezet). E három, a kiadvány zömét adó (mintegy 240 old.) fejezet több értékes előadás anyagát is tartalmazza.

A 8. fejezet ismerteti a nemzetközi konferenciákon részt vett osztálytagok beszámolóit, ezúttal a madrasi és a római világelelmezési tanácskozásokról szólókat.

Az évkönyv 9. fejezetében („Személyi hírek”) a legmagasabb állami és egyetemi elismerésekben részesült osztálytagokat soroljuk fel.

A 10. fejezet az osztály által támogatott könyv- és folyóirat-kiadás helyzetét, a 11. fejezet a Magyar Parazitológiai Társaság múlt évi munkáját, végül a 12. fejezet az osztályhoz tartozó közgyűlési doktor képviselők listáját ismerteti.

Külön kell szólnunk a kiadvány végén található „Melléklet”-ről, melyben új tudományos folyóiratokról, időszerzői tudományos kiadványokról és a „Magyar Tudomány Napja 1997” gödöllői rendezvényéről számolunk be.

Az érdeklődő szakemberek számára a „Tájékoztató” (korlátozott számban) az MTA Agrártudományok Osztályán (Budapest, Nádor u. 7.) rendelkezésre áll.

Papp Miklós

MERINÓ ÉS SUFFOLK JUHOK TESTÖSSZETÉTELÉNEK IN VIVO VIZSGÁLATA COMPUTER TOMOGRÁFFAL

MEZŐSZENTGYÖRGYI DÁVID — LENGYEL ATTILA — ANDRÁSSY ZOLTÁNNÉ

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők vizsgálatuk során 192 magyar merinó és 43 suffolk fajtájú kóst hasonlítottak össze CT alkalmazásával. A karajnál és a combnál készült 7 felvétel alapján az izom- és zsírbepülést figyelték meg. Ezen felül a karajt alkotó csigolyák közötti távolsági adatokat is feldolgozták.

A vizsgálatok eredménye szerint a magyar merinó hosszú- és rövidkaraj izom keresztmetszeti területének nagysága 35 kg felett jelentősen nem változik, míg a suffolk állományban 45 kg-ig lineárisan nő. A két állomány között statisztikailag bizonyítható szignifikáns különbség van. Az értékes húsrészek súlyának becslése érdekében meghatározták a csigolyák közötti távolságokat is. E tekintetben a két fajta között a rövidkarajt alkotó csigolyáknál állapítottak meg igazolható különbséget. A vizsgált testtömeg kategóriákban a merinó zsírbepülése lineárisan, a suffolk állományé inkább exponenciálisan növekszik.

SUMMARY

Mezőszentgyörgyi, D. – Lengyel, A. – Andrassy Z.-né, Ms: IN VIVO BODY-COMPOSITION PREDICTION OF MERINO AND SUFFOLK SHEEP BY COMPUTERIZED TOMOGRAPHY

Authors investigated 192 Hungarian Merino and 43 Suffolk sheep using computer a tomograph. Muscle- and fat-gain were observed considering the 7 images that were taken at chop and leg. After all, data of the intervertebral distances at the chop also were taken into consideration. Results showed that muscle-area of long- and short-chop in Hungarian Merino did not change significantly beyond 35 kg, while it increased linearly in Suffolk sheep until 45 kg. There was a statistically proved significant difference between the two breeds. In the interest of estimating the valuable parts of meat the intervertebral distance was determined. In this respect the statistically proved difference was establish by the intervertebral distance at the chop. Examining the distance between the image position there was a difference in short-chop length between the two breeds. While the fat-gain was linear in Hungarian Merino, it was exponential in Suffolk rams in all examined weight-categories.

BEVEZETÉS

A juhászatok bevételének döntő hányadát az élőállat és juhhús értékesítéséből származó árbevétel adja. Az exportra jellemző az élő állatok kivitele, melyekben a kedvezőtlen vágóérték tulajdonságok még kevésbé fedezhetők fel. A vágott testként való értékesítés esetén nagyobb árbevétel érhető el, és ekkor már fontos a testösszetétel, hiszen az ár megállapításakor, az EUROP minősítési rendszerben, meghatározó az izomtság és a faggyúsodás mértéke (Klosz, 1994).

A testösszetétel becslésére korábban csak próbavágással volt lehetőség. Ezen módszer alkalmazásakor — amellet, hogy a kísérleti egyedek feltétlen levágását követelte meg — a generációs intervallum hosszúsága miatt, a nemesítők, csak lassú előrehaladással számolhattak. A nemesítés hatékonyságának fokozására és a genetikai előrehaladás gyorsítása érdekében, a kutatások középpontjába került egy olyan eljárás kidolgozása, amely lehetővé teszi a testösszetétel nagy pontosságú becslését *in vivo* állapotban, mivel a külső testméretek ismerete nem ad feltétlenül pontos eredményt az egyed vágóértékére vonatkozóan. Ezt bizonyítják többek közt Löhle és Haubold (1980) nyulakon végzett kísérletei is, melyek során a csipőszélesség és a vágott test aránya között csak $r=0,05$, a mellkas körmérete és a vágott test aránya között csak $r=0,08$, a testhosszúság és a vágott test aránya között $r=0,41$ erősségű korrelációt kaptak.

Forbes (1988) összefoglalót közölt a testösszetétel *in vivo* becslésére eddig kidolgozott módszerekről.

Az első próbálkozások között az ultrahang alkalmazása hozott kézzelfogható eredményeket. Ez a módszer elsősorban a bőr alatti zsírréteg vastagságának és bizonyos szervek méretének, valamint a vemhességi állapot meghatározására alkalmas. Több kutató igyekezett kihasználni az ultrahang adta lehetőségeket, többnyire a test százalékos zsír-, illetve izomtartalmának becslésére. Isler és Swieger (1968) sertés féltesteken végzett kísérletei eredményeként kapott r -értékek 0,5 körül alakultak. Ezt a módszert napjainkban is elsősorban a sertésenyésztők használják, akik a nemesítő munkájuk során ultrahang segítségével határozzák meg a tenyésztésre jelölt süldők hátszalonna vastagságát, és csak a kedvező eredményeket produkáló egyedeket használják fel tenyésztői programjukban. A látványos eredmények ellenére e módszer csak részben váltotta be a hozzá fűzött reményeket, mert a hátszalonna vastagságának csökkenésével megnőtt például a hasúri zsír mennyisége.

A minél tökéletesebb, pontosabb eljárást tovább keresve fejlesztették ki (Forbes, 1988) a testösszetétel élő állaton történő becslésére az úgynevezett „IR interactance” módszert, mely az infravörös sugárzás elnyelődése, illetve e sugarak visszaverődése mértékének meghatározásán alapul.

A fejlesztés egy másik állomását jelentette Van Loan és Mayclin (1987) által közölt TOBEC (Total body electrical-conductivity) módszer, amely a teljes test mágneses tér hatására bekövetkező elektromos vezetőképességének változásait méri. Ez az eljárás a gyermekgyógyászatban került először felhasználásra, de napjainkban már kisebb testsúlyú haszon- és laboratóriumi állatok testösszetételének meghatározására is használják. Eredményesen alkalmazzák

ezt a módszert az ornitológusok, akik a befogott vadon élő madarak tápláltsági fokát meghatározzák meg vele.

A testösszetétel megállapítására a hormonkoncentrációval és az enzimaktivással kapcsolatos kísérleteket is folytattak, melyről *Fekete* (1991) tett közérthető összefoglalót.

A számítástechnika és a röntgensugaras képalkotás fejlődése együttesen teremtette meg a lehetőséget a számítógépes rétegvizsgálatnak (CT). A CT alkalmazása lehetőséget nyújt a testszövetek bizonyos mélységben lévő rétegeinek egyenkénti vizsgálatára, amelynek elvi alapját az adja, hogy az élőlények különböző szövetei eltérő mértékben nyelik el a röntgensugarakat, még pedig a különböző kémiai összetétel függvényében. A képernyőn való megjelenítésnek egy igen fontos feltétele a denzitás és a sugárabszorpciós értékek viszonyának meghatározása. Erre az ún. *Hounsfield-skálát* használjuk. Ennek értékei a HU (*Hounsfield*) vagy CT egységek (*Horn*, 1991). A skála teljes tartománya -1024-től (nincs elnyelés, levegő) a +3071-ig (teljes abszorpció) terjed. A víz denzitás értéke, megállapodás szerint: 0 (*Hounsfield*, 1979).

Norvég kutatók, a '80-as évek elején, vizsgálataik közben arra a megállapításra jutottak, hogy a haszonállatok szövetféleségeire különböző, egymást nem átfedő *Hounsfield* (HU) értéktartományok jellemzők. A *Hounsfield-skála* -200-tól +200-ig terjedő tartományának eloszlási görbét *Luiting és mtsai* (1992) matematikai módszerekkel három normál eloszlású görbekomponensre bontották. Így a zsír, a víz és a fehérje egyedi görbéit kapták, melyek alapján lehetőségük nyílt minden keresztmetszeti felvételnél ezen szöveti összetevők területének meghatározására.

Skjervold és mtsai (1981) voltak az elsők, akik állattenyésztési kísérletük során felhasználták a számítógépes rétegvizsgálat adta lehetőségeket. Vizsgálatukba $n=23$, 58 kg-os sertést vontak be, melyekről meghatározott pontokon felvételeket készítettek. A felvételek elkészülte után, az azokhoz tartozó metszési síkokból, 1 cm széles szeleteket vágtak ki, majd kémiai analízissel meghatározták azok víz-, fehérje- és zsírtartalmát, illetve ez utóbbiból kiszámították az energia tartalmát is. Az adott szeletre vonatkoztatva a kapott r-értékek sorrendben a következőképpen alakultak: 0,85; 0,80; 0,89; 0,85.

Skjervold (1982) megítélése szerint az embriómanipuláció, a géntérképezés, a transzgenetikus állatok és állományok létrehozása, valamint a CT és NMR technikák alkalmazása olyan mértékben tökéletesednek illetve fejlődnek a század végéig, hogy az elkövetkezendő évezred állattenyésztésének irányát alapvetően meghatározzák.

Az első állattenyésztési kutatások céljára felállított tomográf 1982-ben kezdte meg működését Norvégiában, aminek segítségével norvég kutatók kezdték meg azoknak a becslő egyenleteknek a kidolgozását a sertés, a baromfi és a juh fajokban, melyek segítségével a mért CT értékeket független változóként kezelve a testösszetevők meghatározhatók.

A hasított félsertés összetételének becslésére végzett vizsgálatokat *Vangen és Allen* (1986), akik 11 jól meghatározott anatómiai ponton készítettek felvételeket a 9. hátcsigolyától a comb nyakáig. A CT felvételek elkészülte után, a vizsgált több mint 200 vegyes ivarú sertés mindegyikét próbavágták. A CT értékek, az élősúly és az ivar, mint független változók segítségével, a zsír és az

energia esetében 0,98-as, a fehérje esetében pedig 0,93-as r-értéket kaptak eredményül.

Davies és mtsai (1989) az állatonként készített 122 felvétel és a *topogram* (a teljes testről készült felvétel) közötti összefüggést vizsgálta annak érdekében, hogy a *topogram* alapján lehet-e következtetést levonni az egyed anatómiai felépítését illetően.

Parrat és Simm (1987) a zsírszegény hústermelésben, különösen az *intramuscularis* zsír kimutathatóságában látják a CT jelentőségét az ultrahangos vizsgálatokkal szemben. Rámutatnak arra, hogy a tenyésztéskébecslés megbízhatóságát nagymértékben növelné a CT-re alapozott munka.

Vangen (1992) az *intramuscularis* zsirtartalmat vizsgálták több, mint 800 sertésen, három-három, a *m. longissimus dorsi*-t keresztben metsző felvételen, és a kapott eredmények alapján „becslő egyenleteket” állítottak fel.

Kövéér és mtsai (1993) CT segítségével vizsgálták annak lehetőségét, hogy az ITV vágások alkalmával kapott adatok helyettesíthetők-e a CT vizsgálatok eredményeivel. A 90 sertés adatainak összehasonlításával megállapították, hogy az *in vivo* számítógépes rétegvizsgálattal, az ITV eredményekhez igen közel álló értékeket lehet kapni, így a CT-os adatok helyettesíthetik az ITV vágás eredményeit.

Simm (1987) szerint a színhús termelés növelését célzó szelekciós munkát, a szerkesztett szelekciós indexek pontosságát és megbízhatóságát nagymértékben javítaná a CT-s vizsgálati eredmények beépítése.

Simm (1989) tanulmányában hangsúlyozza, hogy a *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR) technika a spektroszkópiával kombinálva az élő állatok testösszetételének újabb és még mélyrehatóbb vizsgálatát eredményezheti. Különleges figyelmet érdemel ez a technika, mert lehetőséget ad a szövetek szabad és kötött víztartalmának becslésére. A sertéseken végzett vizsgálatok eredményessége arra ösztönözte a kutatókat, hogy más állatfajokat is bevonjanak kísérleteikbe.

Bentsen és Sehested (1985) a CT-vel történő becslés pontosságára kerestek választ brojlerekkel végzett kísérleteikben. Két különböző norvég hibridből összesen 234 egyedet vontak be vizsgálataikba, melyekhez az állatokat 35., 38., 41., 44. és 48. napos korban vágják. Vágás után az *abdominális* (hasüri) zsír és a mellizomzat tömegét mérték és kifejezték azok a vágott testhez viszonyított százalékos arányát is. A 234 kísérleti állatból 194 került CT vizsgálatra, majd pedig próbavágásra. Ezen állatok eredményei alapján tapasztalt összefüggéseket tesztelték ezután a másik 40 állaton.

Romvári és Perényi (1993) szintén foglalkozott a brojlercsirkék testszír tartalmának *in vivo* becslésével CT-re alapozva. Vizsgálataik alapján 0,8-as korrelációs szintet állapítottak meg a mért izomkeresztmetszet értékek és a próbavágás alkalmával mért tiszta melltömeg, valamint a kémiai vizsgálatban kapott nyerszsír tartalom, és az állatonkénti öt-öt felvétel *denzitásadataiból* számított „*HU index*” között. A kapott eredmények a CT-vel történő becslés nagyfokú megbízhatóságát támasztják alá a baromfi fejben is.

Sehested (1986) 293 (átlagosan öt hónapos, 41,7 kg-os) dala fajtájú bárányról készített felvételeket 8 pozícióban. A képeket a 11. és 13. háti-, a 2., 4. és 6. ágyéki csigolyánál, a medence közepén, a combcsont fejénél és a medence nyúlvány *caudalis* végénél vette fel. Az elkészült felvételeken az értékes

húsrészeket körberajzolással elkülönítették, és meghatározták a fehérje-, a zsír, valamint a víztartalomra vonatkozó CT értékeket. Az egy nappal később történt próbavágást követően a hasított test fehérje, zsír, színhús, víz és energiataralmát illetően 0,92–0,96 r-értéket kaptak. A becslés pontosságát, az ultrahangos módszerrel összehasonlítva, lényegesen jobbnak találták.

Young és mtsai (1987) juhokon végzett kísérletei szerint a CT-vel megvizsgált és a vágás után a laboratóriumban értékelte adatok közötti korreláció a zsírra vonatkozóan $r=1,0$, a húsnál $r=0,99$, míg a csontnál szintén $r=0,99$ volt. A izomszövet súlyára vonatkozóan a CT-os vizsgálat és a *planimetrálás* alapján számított korrelációs érték $r=1,0$. A vizsgált szeletek röntgen tomográfus elemzése azonban a *planimetriásnál* sokkal részletesebb elemzésre ad lehetőséget.

Lengyel és mtsai (1994) 75 magyar merinó fajtájú kos vizsgálatát végezték el 30,5–32,0 kg-os testsúly kategóriában. Mindegyik kos esetében 8 réteggépet készítettek, amelyek segítségével összesen 31 méretet vettek fel. A CT vizsgálatokat követő negyedik napon az állatokat levágták és testtájaira bontották, majd 21 súlyadatot regisztráltak. A CT-s vizsgálatokban kapott adatok és a súlyadatok közötti korrelációs értékek $-0,4$ és $+0,8$ között alakultak. A kialakított regressziós egyenletek segítségével a comb, a karaj, a vese- és a hasúri fattyú mennyiségét is meg lehet becsülni.

Steane (1989) matematikai szimulációs modell segítségével vizsgálta, hogy milyen mértékben lehet növelni kis létszámú (158 anyás) populációk színhústermelését. A bárányok 150 napos kori élőtömege alapján végzett szelekciót tekintette 100%-nak. Az ultrahangos *Vetscan* készülékkel a szelekciós előrehaladás mértékét 150%-osnak találta a szerző, míg a CT-re alapozott vizsgálatoknál ugyanez 236%-osnak bizonyult.

Az irodalmi adatok és korábbi kutatásaink alapján, munkánk közvetlen céljával az alábbiakat tűztük ki:

- egy merinó és egy húsfajta a suffolk juhállomány egyedeinek azonos élősúly kategóriákban való összehasonlítását a CT-n készült felvételek alapján,
- az izom- és zsírbeépülés vizsgálatát az értékes húsrészek tekintetében,
- a rövid- és hosszúkaraj — mint elsőrendű húsrészek — hosszúsági méreteinek összehasonlító vizsgálatát.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A testösszetétel *in vivo* meghatározását Kaposváron, a Pannon Agrártudományi Egyetem Állattenyésztési Karán működő CT Biológiai Központban végeztük. A kísérletbe 192 magyar merinó és 43 suffolk fajtájú kost vontunk be.

A magyar merinó állomány az üllői Teljesítményvizsgáló Állomásról származott. Ezen állomány egy része próbavágás utáni minősítésre is került. A suffolk állomány részben a Bábolnai Mezőgazdasági Kombinát Szendrői Gazdaságának telepéről és részben a PATE Kísérleti Telepéről került beszállításra. A suffolk fajtába tartozó kosokat, nagy egyedi értékük miatt, próbavágással nem minősíthettük, így a két fajta összehasonlításához csak a CT-n készült felvételeket, és az azokból származó adatokat vettük figyelembe. A vizsgálatra került állatok élősúlya 25,0 kg és 45,0 kg között volt. Mindegyik csoport tartási körü-

ményei azonosak voltak, és a választás után a vizsgálatig intenzíven (abrak, széna) takarmányozták őket.

Egy-egy állatról 8 CT felvétel készült, elsőnek az úgynevezett *topogram* amelyen tájékozódásként a test teljes hossza látható. A gerincoszlop jól elkülöníthető, és ezen hét anatómiai pontot jelöltünk be a felvételek helyének.

Az első három a hosszúkaraj metszési felületének meghatározását szolgálja: a IX. (*vertebra thoracalis nona*), (1. kép), XI., XIII. hátcsigolyánál.

Ezek alapján határoztuk meg a *m. longissimus dorsi* és a felette elhelyezkedő *subcutan* zsírszövet területét a bal féltestbe.

1. kép: IX. hátcsigolyánál készült felvétel

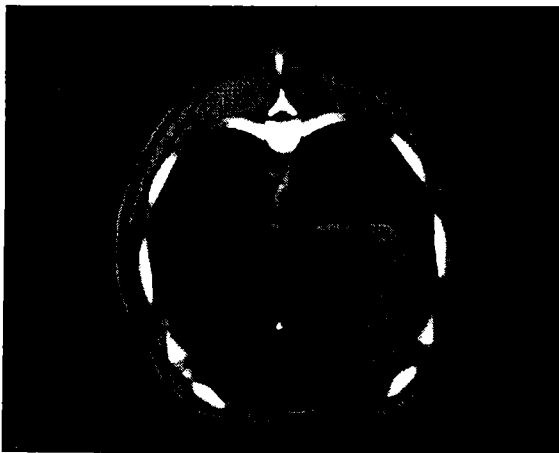


Fig. 1. Image of vertebra (thoracalis IX.)

A következő két méréspont a rövidkaraj metszési felületének meghatározását szolgálja: a II. ágyékcsigolyánál és a IV. hátcsigolyánál.

Itt már a *m. psoas major* is megjelenik. A kiértékelés során a *m. longissimus dorsi* és a *m. psoas major* izomszövet összes területét, és a *m. longissimus dorsi* felett lévő *subcutan*, valamint a *m. longissimus dorsi* és a *psoas major* közötti zsírszövet együttes területét határoztuk meg a bal féltestben.

A VI. hátcsigolyánál végzett mérésnél a szelet teljes nagyságát vettük figyelembe a hasúri és az ivarszervek kizárásával. A felvétel segítségével az izom- és zsírszövet területét határoztuk meg.

Az utolsó mérési pont a comb metszési felületének meghatározásához a *femur fejnél* (*capus femoris*) készült és a kiértékelését a hatodik szeletnél leírtak alapján végeztük el.

A hosszú- és rövidkaraj hosszának meghatározása

Mindegyik felvételnél feljegyeztük az asztalpozíciókat és ezekből az anatómiai pontok alapján számítással határoztuk meg a hosszúsági értékeket.

Az elkészült felvételek kiértékelését a CTPC nevű számítógépes program (Berényi és Kövér, 1991) felhasználásával végeztük el.

A program alkalmas a kívánt felvételek képernyőn történő megjelenítésére, azokon távolságok és területek mérésére, bizonyos területek elhatárolására, kiemelésére, azok méretének meghatározására, illetve a kép egyes részeinek nagyítására. A szoftver lehetőséget adott arra is, hogy az általunk vizsgált izom- és zsírszövetek denzitás értékeit beállíthassuk. Erre azért volt szükség, hogy az egyes szövetfélések elkülöníthetők legyenek.

A denzitás határértékei a *Hounsfield-skála* alapján a következők voltak:

- +30 -+200: izomszövet értékhatára
- 0 - +30: izomszövet felöli vízszerű anyag
- 0 - -30: zsírszövet felöli vízszerű anyag
- 30 -200: zsírszövet

A vizsgálandó területeket a képen egérrel jelöltök körül, majd azokból a program kiszámította, a denzitás értékek alapján, az egyes szövetfélések területeit.

A két állomány összehasonlító vizsgálatát négy élősúly kategóriában végeztük el. A kategóriákat a következőképp állítottuk fel:

- | | | |
|--------------------------------|-------------|--------------|
| 1. kategória: 25,00 — 29,99 kg | merinó n=36 | suffolk n=10 |
| 2. kategória: 30,00 — 34,99 kg | merinó n=79 | suffolk n=11 |
| 3. kategória: 35,00 — 39,99 kg | merinó n=54 | suffolk n=11 |
| 4. kategória: 40,00 — 44,99 kg | merinó n=23 | suffolk n=11 |

Mind a hosszúkarajon (IX., XI., XIII. hátcsigolyák), mind a rövidkarajon (II., IV., VI. ágyékcsigolyák) készült felvételeknél a három-három kép, izom- és zsírtérület összegeivel végeztük el a statisztikai elemzéseinket SPSS® for Windows™ (1996) programcsomag segítségével. Mindegyik esetben megállapítottuk a minimum és maximum értékeket, átlagot és szórást számoltunk, az összehasonlításra pedig t-próbát alkalmaztunk. A kapott P-értékekből következtettünk a szignifikancia szintekre.

EREDMÉNYEK

A suffolk állományban a hosszúkarajban az izomterületi értékek 3–8 cm²-rel voltak nagyobbak, mint a merinó kosokban. Az első három súlykategóriában ez szignifikáns különbségként mutatkozott meg. (1. táblázat). Az izom területének növekedése lineáris kapcsolatban volt a testsúly növekedésével, mindkét állományban. E tulajdonságában a suffolk fajta a nagyobb születési súllyal megszerzett előnyét még fokozni is tudta a merinóval szemben.

1. táblázat

Merinó és suffolk juhok izomterülete a hosszúkarajban

Súly-kategóriák(1)	n	Min cm ²	Max. cm ²	\bar{x} cm ²	s	P	Szignifikancia szint(2)
25–30 kg	M: 36	18,21	46,78	35,79	6,12	0,0159	*
	S: 10	35,03	51,43	40,99	5,20		
30–35 kg	M: 79	24,01	47,40	36,89	5,67	0,0290	*
	S: 11	33,36	55,43	44,78	6,70		
35–40 kg	M: 54	18,89	49,70	35,41	6,62	0,0068	**
	S: 11	41,43	51,92	41,43	5,70		
40–45 kg	M: 23	31,47	49,43	39,94	4,98	0,1651	—
	S: 11	31,96	48,40	42,39	4,49		

M: a merinó állományra vonatkozó adatok(3), S: a suffolk állományra vonatkozó adatok(4)

*: $P \leq 0,05$, **: $P \leq 0,01$

Muscle-area of Merino and Suffolk sheep at the long-chop
body weight categories(1), significance(2), Hungarian Merino(3), Suffolk(4)

A zsírszövet területi értékei a merinó egyedekben kétszer akkorák voltak, mint a suffolk kosokban. Ez statisztikailag is bizonyítható különbség (2. táblázat). A zsírbeépülés a merinó egyedekben lineáris, míg a suffolk kosokban inkább exponenciális összefüggésben volt a testsúly növekedésével. Megállapítottuk, hogy az adott hús-féleség ugyanazt a zsírosodási fokozatot, körülbelül 10 kg-mal nagyobb testsúlyban éri el, mint a merinó. A suffolk kosok zsírbeépülése a 40 kg feletti élősúly kategóriában jelentősen megváltozott. A három felső súly-kategóriákban érdemi különbség nem tapasztalható.

A rövidkarajon a suffolk állományban mért izomterületi értékek 20–30 cm²-rel voltak nagyobbak, mint a merinó állományban. Mind a négy testsúly kategóriában erős szignifikáns különbségeket találtunk (P1 %). (3. táblázat).

A zsírterület mindegyik testsúly kategóriában a merinó állományban volt nagyobb, de szignifikáns eltérést csak a 30,00–34,99 kg-os és a 35,00–39,99 kg-os kategóriákban állapítottunk meg (4. táblázat).

A CT-s felvételeken szemmel is jól elkülöníthető volt az izom- és a zsírszövet a karaj egész hosszában.

2. táblázat

Merinó és suffolk juhok zsírterülete a hosszúkarajban

Súly-kategóriák(1)	n	Min cm ²	Max cm ²	\bar{x} cm ²	s	P	Szignifikancia szint(2)
25–30 kg	M: 36	7,83	36,39	20,96	6,28	0,0000	***
	S: 10	5,32	14,80	8,99	3,03		
30–35 kg	M: 79	13,86	49,54	28,04	7,74	0,0002	***
	S: 11	8,07	31,36	16,53	6,83		
35–40 kg	M: 54	22,24	58,63	38,85	9,66	0,0000	***
	S: 11	11,43	28,45	18,51	5,06		
40–45 kg	M: 23	31,26	68,77	49,13	9,49	0,0001	***
	S: 11	14,23	46,51	29,25	10,79		

M: a merinó állományra vonatkozó adatok(3), S: a suffolk állományra vonatkozó adatok(4)

***: $P \leq 0,001$

Fat-area of Merino and Suffolk sheep at the long-chop
as in Table 1.(1–4)

3. táblázat

Merinó és suffolk juhok izomterülete a rövidkarajban

Súly kategóriák(1)	n	Min. cm ²	Max cm ²	\bar{x} cm ²	s	P	Szignifikancia szint(2)
25–30 kg	M: 36	64,23	134,96	87,52	13,35	0,0002	***
	S: 10	91,66	127,58	108,05	11,63		
30–35 kg	M: 79	68,12	143,15	94,52	15,58	0,0001	***
	S: 11	97,66	149,62	123,37	15,34		
35–40 kg	M: 54	92,91	141,50	92,91	19,34	0,0002	***
	S: 11	103,41	153,06	124,44	17,30		
40–45 kg	M: 23	76,40	142,23	107,00	14,10	0,0001	***
	S: 11	112,42	146,47	126,74	14,21		

M: a merinó állományra vonatkozó adatok(3), S: a suffolk állományra vonatkozó adatok(4)

*** P<0,001

Muscle-area of Merino and Suffolk sheep at the short-chop
as in Table 1.(1–4)

4. táblázat

Merinó és suffolk juhok zsírterülete a rövidkarajban

Súly kategóriák(1)	n	Min. cm ²	Max. cm ²	\bar{x} cm ²	s	P	Szignifikancia szint(2)
25–30 kg	M: 36	11,09	49,97	26,26	8,41	0,1186	—
	S: 10	10,16	33,62	22,21	6,44		
30–35 kg	M: 79	7,82	57,12	33,68	9,54	0,0004	***
	S: 11	11,82	35,03	23,20	7,01		
35–40 kg	M: 54	16,78	95,92	38,27	12,44	0,0000	***
	S: 11	16,57	34,79	23,31	4,92		
40–45 kg	M: 23	22,55	64,35	43,75	10,73	0,4987	—
	S: 11	20,33	62,92	40,40	14,21		

M: a merinó állományra vonatkozó adatok(3), S: a suffolk állományra vonatkozó adatok(4)

*** P<0,001

Fat-area of Merino and Suffolk sheep at the short-chop
as in Table 1.(1–4)

A feldolgozás során a combcsontnál készült felvételeknél is azt vártuk, hogy az összehasonlításkor a suffolk állomány nagyobb értékeket mutat majd, de ennek ellenkezőjét tapasztaltuk. A merinó egyedek minden egyes testsúly kategóriában nagyobb átlagértéket mutattak, ami a harmadik kategóriában szignifikáns is volt. (5. táblázat). Ennek okát a következőkkel magyarázhattuk:

— az állatok rögzítéskor a hátsó lábak kihúzásának mértéke befolyásolja az eredményeket,

— mivel a suffolkban a combizom jelentős tömege hátrébb koncentrálódik, ezért a *femur fejnél* készült felvétel az adott hústípusnál megtévesztő lehet,

A combizom meghatározásához a későbbiekben ezért más vizsgálati pozíciót célszerű alkalmazni.

A zsírszövet területi adatai hasonlóan alakultak a karajban mért értékekkel. A merinó állomány itt is faggyúsabb, a különbség minden kategóriában szignifikánsnak mutatkozott. (6. táblázat). A zsírbeépülés növekedése mindkét állományban lineáris volt.

5. táblázat

Merinó és suffolk juhok izomterülete a femur fejnél

Súly kategóriák(1)	n	Min. cm ²	Max. cm ²	\bar{x} cm ²	s	P	Szignifikancia szint(2)
25–30 kg	M: 36	77,28	171,17	120,85	25,99	0,5596	—
	S: 10	91,07	185,82	115,13	26,89		
30–35 kg	M: 79	98,83	239,56	145,92	31,00	0,0308	—
	S: 11	98,32	159,27	130,21	19,04		
35–40 kg	M: 54	103,96	284,84	167,44	33,43	0,0014	**
	S: 11	128,90	179,71	144,80	15,18		
40–45 kg	M: 23	111,20	240,06	177,44	31,55	0,2685	—
	S: 11	137,91	233,50	165,88	29,42		

M: a merinó állományra vonatkozó adatok(3), S: a suffolk állományra vonatkozó adatok(4)

** P<0,01

Muscle-area of Merino and Suffolk sheep at the femur head
as in Table 1.(1–4)

6. táblázat

Merinó és suffolk juhok zsírterülete a femur fejnél

Súly kategóriák(1)	n	Min. cm ²	Max. cm ²	\bar{x} cm ²	s	P	Szignifikancia szint(2)
25–30kg	M: 36	16,73	55,64	32,73	8,44	0,0002	***
	S: 10	11,86	33,85	20,06	7,26		
30–35 kg	M: 79	23,16	64,53	39,87	8,64	0,0024	**
	S: 11	16,53	44,76	29,01	8,96		
35–40 kg	M: 54	28,81	78,82	53,28	11,65	0,0000	***
	S: 11	28,41	55,91	36,05	7,39		
40–45 kg	M: 23	36,16	79,81	62,74	10,99	0,0025	**
	S: 11	27,48	73,13	45,00	14,48		

M: a merinó állományra vonatkozó adatok(3), S: a suffolk állományra vonatkozó adatok(4)

** P<0,01, *** P<0,001

Fat-area of Merino and Suffolk sheep at the femur head
as in Table 1.(1–4)

A modern hústípusú juhok hosszú törzsét kívánjuk meg, mivel ezzel az értékes húsrészeket szolgáltató testtájak aránya növelhető. Vizsgálatunkban a merinó és suffolk juhok gerincoszlop hosszúságát elemeztük. Erre a célra a rövid és hosszú karajt alkotó csigolyák közötti távolságokat használtuk. Eredményeinket a 7. táblázatban foglaltuk össze.

A hosszúkarajt reprezentáló csigolyák között mért távolsági adatok nem mutattak lényeges eltérést a két állomány között. A rövidkarajban lévő csigolyák közötti távolság azonban a suffolk fajta egyedeinél 2–10 mm-rel hosszabbak voltak, és a harmadik kategóriában (35–40 kg) szignifikáns különbséget állapítottunk meg. Ez egyezik Bedő (1994) vizsgálati eredményeivel, aki a suffolk törzhosszát, kifejelett állatokon meghatározott külső testmérétek alapján, több mint 20 mm-rel hosszabbnak találta, mint a merinóét.

7. táblázat

Merinó és suffolk juhok hosszú és rövid karájának hosszúsági adatai

Súly kategóriák(1)	n	Min. mm	Max. mm	\bar{x} mm	s	P	Szignifikancia szint(2)
Hosszúkaraj (H1-4)(5)							
25-30 kg	M: 36 S: 10	128 130	178 171	148,00 148,11	11,11 12,27	0,9808	—
30-35 kg	M: 79 S: 11	136 136	191 164	151,52 151,85	10,34 10,04	0,9368	—
35-40 kg	M: 54 S: 11	144 147	172 170	157,65 158,00	5,72 5,56	0,9564	—
40-45 kg	M: 23 S: 11	152 158	176 170	164,82 163,25	5,93 5,73	0,9123	—
Rövidkaraj (R1-4) (6)							
25-30 kg	M: 36 S: 10	90 114	128 124	115,46 117,57	7,91 3,25	0,2783	—
30-35 kg	M: 79 S: 11	104 114	128 138	118,18 124,49	4,83 4,16	0,0907	—
35-40 kg	M: 54 S: 11	114 121	128 132	122,96 125,80	3,32 4,01	0,0429	*
40-45 kg	M: 23 S: 11	118 126	134 141	128,12 135,25	5,34 6,89	0,1272	—

M: a merinó állományra vonatkozó adatok(3), S: a suffolk állományra vonatkozó adatok(4)
* $P \leq 0,05$

Data of distances of Merino and Suffolk sheep taken at the long- and short-chop as in Table 1.(1-4.), long-chop(5), short-chop(6).

KÖVETKEZTETÉSEK

Az irodalmi adatok és a saját kísérleti eredményeink alapján az alábbi következtetések vonhatók le:

— a suffolk kosok izomkeresztmetszete a karaj egész hosszában nagyobb területű, mint a merinó egyedeké,

— a magyar merinók karajmetszetén mért izomterülete 35 kg felett jelentősen nem változik, míg a suffolk kosoknál 45 kg-ig lineárisan nő,

— a suffolk fajta faggyúsodása csak nagyobb testsúly kategóriákban éri el a merinó szintjét,

— a felvételek közötti távolságot illetően a rövidkarajt reprezentáló csigolyák hosszában tapasztalható különbség,

— a karajban lévő izomterület meghatározásához a 7 felvétel elegendő, de a combizom meghatározásához újabb metszeti felület készítése szükséges,

— összességében a CT-s vizsgálat sokat ígérő a juhok vágóérték javítását szolgáló nemesítő munkában, de a módszereket tovább kell fejleszteni.

Az Európai Unióban, 2000. január 1-től tervezett kötelező EUOP húsmi-nősítési rendszer még inkább előtérbe fogja állítani a minőségi termelés kéréskörét. Ez hazánk tenyésztői számára is elengedhetlenné teszi a minőség javítását, melyben a CT-s vizsgálatokra alapozott szelekciós munka jelentős szerepet vállalhat.

IRODALOM

- Bedő, S. (1994): Állattenyésztés és Takarmányozás, 43. 3. 243–258.p.
- Bensten, H.B. – Sehested, E.(1989): Br. Poultry Sci., 30. 575–585.p.
- Berényi E. – Kövér Gy.(1991): CTPC, PC alapú posztprocesszáló program. Kaposvár
- Davies, A. S. – Kallweit, E. – Henning, M. – Groeneveld, E.(1989): X-ray tomographical anatomy of the sheep. Application of NMR techniques on the body composition of live animals. 100–102.p.
- Fekete, S. (1991): Állattenyésztés és Takarmányozás, 40. 6. 573–576.p.
- Forbes, G.B.(1988): Body composition influence of nutrition, disease, growth and aging. In: Shüs, M.E.; Young, V.R.: Modern nutrition in health and disease. Lea and Febinger., Philadelphia, 533–556.p.
- Horn, P.(1991): Állattenyésztés és Takarmányozás, 40. 1. 61–68.p.
- Hounsfeld, G.N.(1979): J. Computer Assisted Tomography, 4. 665–674.p.
- Isler, G.A. – Swieger, L.A.(1968): J. Anim. Sci., 27. 377–382.p.
- Klosz, T.(1994): A hús, 4. 212–213.p.
- Kövé, Gy. – Horn, P. – Kovách, G. – Pászthy, Gy.(1993): A hús, 4. 235–237 p.
- Lengyel, A. – Pászthy, Gy. – Kövé, Gy. – Horn, P.(1994): A hús, 1. 39–41.p.
- Löhle, K. – Haubold, W.(1980): Untersuchungen über Körpermasse und Ausschachtungsergebnisse bei Kaninchenbroilern. Das Kaninchen als Modelltier und Züchtungsobjekt, Rostock, 45.p.
- Luiting, P.– Enting, H. – Vangen, O.(1992): Breed differences in requirements in pigs measured by computerized tomography. 43rd Annual Meeting of the EAAP, Madrid, G. V/a. 14.
- Parrat, A.C. – Simm, G.(1987): Anim. Prod., 45. 1. 87–96.p.
- Romvári, R. – Perényi, M.(1993): Brojlersírkék testzsír tartalmának in vivo vizsgálata CT segítségével. MÉTE Kisállattenyésztési Nap, Kaposvár, 66–77.p.
- Sehested, E.(1986): In vivo prediction of lambs carcass composition by computerized tomography. Ph.D. Thesis. Dept. of Animal Science, Agricultural University of Norway, 81.p.
- Simm, G.(1987): Carcass evaluation in sheep breeding programmes. New techniques in sheep production. 125–144.p.
- Simm, G.(1989): Current and possible future application of in vivo assessment in sheep breeding programmes. Application of NMR techniques on the body composition of live animals. 149–159.p.
- Skjervold, H.(1982): The results of 20 year selection for production in cattle, sheep and pigs. Future developments in the genetic improvement of animals. 3–14.p.
- Skjervold, H. – Gronseth, K. – Vangen, O. – Evense, A.(1981): Z. Tierzücht. Züchtbiol., 98. 77–79.p.
- SPSS FOR WINDOWS (1996): Version 7.5, Copyright SPSS Inc.
- Steane, D.(1989): The use of embryo transfer and in vivo lean estimation in terminal sire sheep breeding schemes. Proc. Sixth Welsh Agricultural R. and D. Conference, 3–4.p.
- Vangen, O.(1992): Assessing body composition of pigs by computer assisted tomography. Review. Pigs News and Information, 13. 4. 1–22.p.
- Vangen, O. – Allen, P.(1986): Computed tomography in pig breeding. I. Evaluation of in vivo carcass composition. Szóbeli közlés
- Van Loan, M. – Mayclin, P.(1987): Am. J. Clin. Nutr., 45. 131–137.p.
- Young, M.J. – Garden, K.L. – Knopp, T.C. (1987): Computer aided tomography — Comprehensive body compositional data from live animals. Proceedings of New Zealand Society of Animal Production, 47. 69–71.p.

Érkezett: 1998. január

Szerzők címe: Pannon Agrártudományi Egyetem, Állattenyésztési Kar

Authors' address: Pannon Agricultural University, Faculty of Animal Science
H-7401 Kaposvár, Guba S. u. 40. Pf. 16.

E-mail: mezodave@atk.kaposvar.pate.hu

A KADMÍUM MOZGÁSA A TALAJ – NÖVÉNY – ÁLLAT – EMBER BIOLÓGIAI LÁNCBAN

KOVÁCS FERENC — BRYDL ENDRE — BERTA ERZSÉBET — ZOMBORSZKYNÉ KOVÁCS
MELINDA — SAS BARNA — TEGZES LÁSZLÓNÉ — SARUDI IMRE

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők a kadmium (Cd) mozgáskinetikáját vizsgálták a „táplálékláncban”. Ugyanabban a régióban (Nyírség) vizsgálták a talajt, a rajta termesztett növényzetet, e növényzetet fogyasztó teheneket és az emberek Cd-terhelését.

Olyan kémiai analitikai módszereket alkalmaztak, amellyel a különböző mátrix összetételű Cd-tartalom igen kis koncentrációban is kimutatható.

Megállapították, hogy a savanyú talajokon termesztett kukoricaszemek Cd-tartalma szignifikánsan több volt, mint a semleges pH-jú talajon termesztetteké. A legtöbb Cd-t a gyökérben, kevesebbet a szárbán, legkevesebbet a szemekben találták.

Az e takarmányokat fogyasztó tejelő tehének vérében az ellés előtt 10–14 nappal kimutatható 23–24 nmol/Cd-szint az ellés után minimálisan csökken. Közvetlenül az ellés után ugyanakkor emelkedik a tej (a kolosztrum) Cd-tartalma (30–32 nmol/l), ez a laktációs csúcstermelés időszakában is még 16–17 nmol/l mennyiségben mutatható ki.

Szignifikáns, szoros, pozitív összefüggést találtak a talajok desztillált vizes kivonatának és az ott tartott állatok pigmentált szőrének Cd-tartalma között. Az állatok pigmentált szőrének Cd-tartalma tehát jelzője lehet a talajok Cd-szennyezettségének.

Az Országos Élelmiszervizsgáló Intézet 1991–1995. adatai szerint a legtöbb Cd-t a levágott állatok veséjében tudták kimutatni, kevesebbet a májban, legkevesebbet az izomzatban. A legtöbb kadmiumot a szarvasmarha vesékből mutatták ki (450–560 µg/kg) a tehének életkorától függően. Az értékek jelzik a Cd kumulálódását a vesében.

Az emberi Cd-expozícióban a zöldségek, a cereáliák (kenyér, sütőipari termékek, tésztafélék) és az állati eredetű élelmiszerek (hús, máj, vese) játszanak elsődleges szerepet. Tájékoztató jellegű vizsgálataik szerint a nők vérében kimutatott Cd-szint (18–20 nmol/l) a szülés után minimálisra csökken, ugyanakkor a tejben megnő (24–30 nmol/l) a Cd mennyisége.

SUMMARY

Kovács, F. – Brydl, E. – Berta, E. Ms. – Zomborszky, Kovács M. Ms. – Sas, B. – Tegzes, L.-né Ms. – Sarudi, I.: Cd MOVEMENT IN THE SOIL – PLANT – ANIMAL – MAN BIOLOGICAL CHAIN

Authors studied the kinetics of cadmium (Cd) in the food chain. Cd burden of soil, crops grown on this soil, cows eating these crops, and people were examined in one region (Nyírség).

Such a chemical analysis method was used which can measure Cd content of very low concentration.

It was found that the Cd content of corn grains grown on acid soils was significantly higher than that grown on soils with neutral pH. The highest amount of Cd was found in the roots, there was a little less in the stem, and grains contain the least amount.

Cd level of 23–24 nmol/l, detected in the blood serum of cows (eating these feeds) 10–14 days before calving, somewhat decreases after calving. However Cd content of the colostrum increases just after calving (30–32 nmol/l) and it is still 16–16 nmol/l in the best producing period of lactation.

Close, significant and positive correlation was found between the Cd content of soil extracts, extracted with distilled water and nitric acid; and between the Cd content of soils extracted with distilled water and the Cd level of pigmented hairs of the animals kept in this region. Consequently, the Cd content of pigmented hair of animals may indicate the degree of Cd contamination of soils.

According to the data (between 1991–1995) of the National Institute for Food Control, the highest amount of Cd (450–560 µg/kg, in the case of cows) was detected in the kidneys of slaughtered

animals, less Cd was in the liver and muscles contained the least amount. This fact shows that Cd accumulates in the kidneys.

Vegetables, cereal products (bread, bakery products, pastas) and foods of animal origin (meat, liver, kidneys) are the most important factors of Cd accumulation in human. According to the informative examinations of the authors, Cd concentration in the blood of women (18–20 nmol/l) decreased to the minimum level after birth, while the Cd content of milk increased (24–30 nmol/l).

A Föld lakosságának jelentős létszámnövekedése miatt fokozódó gondot jelentett és jelent az emberiség ételmezővel történő ellátása. Ez jelentősen befolyásolta a mezőgazdasági termelést, amelynek következtében struktúraváltozás zajlott le. Nagytáblás, monokultúras növénytermesztés és koncentrált állattartás alakult ki. Ez nem csupán hazai jelenség, hanem szerte Európában megfigyelhető folyamat, amelyet az állattartás gépesítése, az automatizálás, a hatékonyság fokozása indukál.

A talajok egyre nagyobb kémiai terhelése hatással van az élelmiszerek minőségére is. Az ipari tevékenység is fokozódott, és fokozódik. A fosszilis energiahordozók felhasználása nőtt, fokozódott a káros anyagok emissziója.

Mindezek eredményeként nagymérvű lett a talajszennyezés, amelynek következtében a növény- és az állatállomány degradációjainak tendenciája figyelhető meg. Termeléscsökkenés és anyagforgalmi zavarok léptek fel, továbbá egyre súlyosabb gondot jelent a reziduumbiztonság problémája. Az említett tényezők miatt, főként az ipar által kibocsátott kén és nitrogén tartalmú szerves vegyületek, de a mezőgazdaság kemizálása és a termelés iparszerűvé válása miatt is, a talajok erős savasodása következett be. Magyarországon a leesett csapadék kétharmada savas kémhatású. Ez elősegíti a talajok savasodását, aminek hatására a talajban nő az esszenciális mikroelemek mobilitása (a növények könnyebben felveszik), fokozódik a toxikus nehézfémek felszívódása, a növények gombás fertőzöttsége, és nő az ivóvízkészletek nitrít- és nitráttartalmának lebontáshoz szükséges molibdén ionok felvétele.

Fokozódik a veszélyes anyagok mobilizációja, az állatállomány egészségi állapota romlik, amely szintén hatással van az élelmiszerek minőségére. Mindennek jelentősége van a gazdaságra, állategészségügyre és a közegészségügyre nézve egyaránt.

Munkánk során a kadmiumnak a talaj-növény-állat biológiai (táplálék) láncban való mozgására vonatkozóan végeztünk vizsgálatokat, aminek jelentőségét növeli, hogy erről kevés irodalmi adattal rendelkezünk, nem ismerjük a szervesanyagforgalmát, felhalmozódását a növényi, állati és emberi szervezetben, a különböző termékekben, illetve a talajban. A magyarországi kutatások is elapróztak ezen a téren, ezért interdiszciplináris kutatásra lenne szükség.

A kadmium szennyezettség az utóbbi időben erősen nőtt. Ennek oka többek között a nagy mennyiségű szén elégetése, az ércdúsítás, a cement előállítás és a fémötvözetek készítése, a festékipar termelésének növekedése.

A vizsgálat célja a kadmiumnak a talaj–növény–állat láncolatban való viselkedésének pontosabb megismerése céljából atomabszorpciós spektrometriás módszer kidolgozása a kadmiumnak a biológiai láncban való meghatározására. E módszer alkalmazásával a Nyírségi tájakon megállapítani:

— a talajnak a növények által közvetlenül és savas pH esetén felvehető Cd-tartalmát;

— a talajokon termelt takarmánynövények Cd-tartalmát;

— az ott tartott tejhasznú tehének napi Cd-felvételét;

— az ún. „természetes” Cd-szintek megállapítása érdekében meghatározni az állat-állomány vérszérumának, vizeletének és pigmentált szőrének Cd-koncentrációját, valamint

— az Országos Élelmiszervizsgáló Intézettel együttműködésben megállapítani, hogy a közfogyasztásra kerülő állati eredetű élelmiszer alapanyagok kadmiumtartalma milyen terhelést jelent a fogyasztókra.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A talaj kadmium szennyezésének eredete

Levegő: Az összes szennyezés 48%-a Lengyelországból, a Katowicei Vajdaságból származik (Bozó, 1992).

Mezőgazdasági tevékenység: Főként a foszfortartalmú műtrágyák tartalmaznak sok kadmiumot az alapanyag nagy kadmium tartalma miatt, és ez a kadmium a talajban jól megkötődik (Kjellström, 1979).

A növények kadmium felvételét befolyásoló tényezők: a talaj pH-ja; a pH 7,2-ről 6,5-re csökkenése nagyobb mennyiségű kadmium felvételét teszi lehetővé; a makro- és mikroelem koncentráció; a talaj szervesanyag-tartalma; a növények faja és a növényi részek (pl. a gyökér lényegesen többet koncentrál, mint a növény többi (föld feletti) része). Ily módon egyfajta sorompóként szerepel. A talaj kadmium tartalmával arányos a növény kadmium felvétele (Regiusné, 1991).

Kadmium az állatokban és az emberben

A kadmiumfelvétel ivóvízzel, takarmánnyal/élelmiszerral, illetve a levegőből történhet. Az élelmiszerek megengedhető kadmium tartalmát a 8/1985 EüM rendelet szabályozza. Az 1988-ig a leggyakrabban fogyasztott húсок kadmium tartalma nem adott okot az aggodalomra, 1989-ben a baromfihúsban, 1990-ben a sertés és szarvasmarha húsban hirtelen a határértékhez közelire vagy azon túlra emelkedett a szennyezettség mértéke, amely később visszaállt az eredeti szintre.

A vadak húsa általában nem aggályos, irodalmi adatok szerint egyetlen termék, a vadkacsa mája tartalmazhat kifogásolható mennyiségű kadmiumot (Shaikh és Smith, 1980; Sparling és Bahr, 1981; Smith és mtsai, 1991).

Magyarországon, az emberekben, a vér és vizelet kadmium tartalma nem éri el a FAO-WHO által megállapított szintet. Ez arányban áll a környezet

szennyezettségével, de hatással van még rá a dohányzás, a kozmetikai szerek felhasználása, az ipari környezet és a foglalkozás is.

A kadmium (Cd) esszenciális elem volta nem egyértelműen bizonyított, de az emberi szervezetre gyakorolt toxikus hatását már 1858-ban leírták (Savot, 1858). Az emlősökben a rosszul felszívódó elemek közé tartozik, 5–8%-a szívódik fel, míg a belélegzett Cd-nak mintegy 10–40%-a (Friberg és mtsai, 1974), a szervezetre gyakorolt biológiai hatása ennek ellenére figyelmet érdemel (Flanagan és mtsai, 1978; McLellan és mtsai, 1978; Mertz, 1986). A környezet Cd terhelése az emberi tevékenység következtében fokozatosan növekszik.

Kadmium az állati szövetekben és testfolyadékokban

Születéskor nincs kadmium a szervezetben, az folyamatosan halmozódik fel (Underwood, 1977). A szervezet Cd tartalmának mintegy a fele a vesében és a májban található (Kjellström, 1979, Livingstone, 1979).

Emberben a vese Cd-tartalma 15–70 µg/kg nedves súlyra tehető, más szövetekben meglehetősen kis koncentrációban található meg. Ezek a szervek a herék, a tüdő, a hasnyálmirigy, a lép és a különféle endokrin szervek. A csontszövet, az agy, a zsírszövet és a vázizomzat Cd koncentrációja igen csekély.

A kadmium metabolizmusa

A Cd metabolizmus legfontosabb jellegzetességei:

— effektív homeosztatisz szabályozó mechanizmus létezése sem az ember, sem pedig az állatok esetében nem ismert (Mertz, 1986);

— a biológiai tartózkodása az emberi szervezetben 10–30 év, az állati szervezetben ugyan ennél lényegesen rövidebb, de széles tartományban változik, és mindenképpen aktív felhalmozódást eredményez. A szokatlanul hosszú felezési idő miatt, az elem tulajdonképpen az élet nagy részében folyamatosan kumulálódik a szervezetben (Friberg, 1984);

— felhalmozódása a parenchymás szervekben, főként a vese kéregállományában és a májban történik (Livingstone, 1979);

— erőteljes interakciók más kétértékű fémekkel, mind a felszívódás szintjén, mind pedig a szövetekben (Anke és mtsai, 1970) megállapíthatók.

A Cd metabolizmus tanulmányozása rendkívül nehéz mert:

— a Cd mozgása a szervezetben lassú, koncentrációja kicsi az élelmiszerekben, a takarmányokban, a szövetekben és a testfolyadékokban, továbbá

— különböző forrásokból juthat a szervezetbe (Fox, 1982).

A kadmiumfelvétel lehetséges módjai

Belégzés: A levegőből származó Cd vegyületek abszorpciója igen változatos, relatív mennyisége függ a Cd-ot tartalmazó vegyület fiziko-kémiai tulajdonságaitól, a légutakban lerakódott Cd sorsától.

Gastrointestinális felszívódás: A takarmányban lévő Cd felszívódásának hatékonysága eltéréseket mutat annak megfelelően, hogy milyen állatfajról van szó, illetve milyen a takarmány összetétele. Úgy tűnik, nincs olyan mechanizmus a szervezetben, amely a Cd felszívódást szabályozná a toxikus szint alatt.

Bár a Cd nagy részét a takarmánnyal veszik fel az állatok (és a táplálékkal az ember is), ennek csak kis része szívódik fel (állatok 2%, ember 6%) és a többi a bélsárral távozik (*Friberg és mtsai, 1974; Flanagan és mtsai, 1978; McLellan és mtsai, 1978*).

A Cd hajlamos a bél falában, különösen a mucosa sejtekben koncentrálni. Felszívódása a mucosa sejtekbe, valamint transzportja a plazmába, a szájon át felvett mennyiséggel egyenes arányban áll (*Hamilton és Valberg, 1974*).

Felszívódva már kis koncentrációban is zavart okozhat a Zn-, a Cu- és a Fe-anyagforgalomban, és másodlagos anémiát idézhet elő.

D-vitamin hiányos diéta a Cd-abszorpció növekedéséhez vezet. A Cd-felvétel és toxicitás a takarmány protein minőségével és mennyiségével is összefüggésben áll (*Gontzea és Popescu, 1978*).

A kadmium megoszlása a szervezetben és transzportja

A vérbe került Cd először a májba jut, ahol *metallothionein*hez kötődik. Ez után lassan visszajut a vérbe, melynek transzportjával eljut a többi szervekbe. Annak ellenére, hogy az izomzat, a csont és a bőr viszonylag kis koncentrációban tartalmaz Cd-t, ezeknek is igen nagy szerepük lehet a Cd-terhelés mértékében, nagy mennyiségük miatt (*Friberg és mtsai, 1974; Friberg, 1984*).

Állatokban tanulmányozva a Cd eloszlását és transzportját megállapítható, hogy egyszerű, nagy dózisu adagolás után a legnagyobb mennyiségben a májban jelenik meg. A későbbiekben azonban a vese Cd koncentrációja is emelkedni kezd majd meghaladja a májban mért értéket (*Miller és mtsai, 1969*).

A kadmium renális és extrarenális kiválasztásának jellemzői: — magas Cd-szint a vizeletben, — a vizelettel való kiválasztás a korrallal nő, — vesediszfunkció esetén a vizelet Cd-tartalma erőteljesen növekedhet, — állatkísérletek szerint (*Friberg és mtsai, 1974*) Cd injektálása után az ürülékben néhány nap múlva a Cd kis mennyiségben, de megjelenik. Ennek oka lehet a mucosa sejtek kiválasztó tevékenysége, de a biliáris kiválasztás szintén szóba jöhet (*Friberg, 1984*), — a parenterális kezelés alatt és utána is, a teljes gastrointestinalis kiválasztás jelentősebb, mint a vizelettel való kiválasztás, — Cd-kiválasztás történik még a szőrön, a bőrön és a tejen keresztül is, de ezek jelentősége nem túl nagy (*Shaikh és Smith, 1980*).

Kadmiumforrások

Élelmiszerek: A naponta felvett Cd-mennyiség tág határok között változhat. Az újabb adatok kisebb értékeket mutatnak, mint a régebbiek, de ez az érzékenyebb analitikai módszereknek tulajdonítható. Az FDA (Food and Drug Administration, USA) megállapította, hogy a Cd-bevitel 15–20 éves férfiaknál $38 \pm 12 \mu\text{g}/\text{nap}$ (*Mertz, 1986*) lehet.

A Cd-felvétel mennyisége földrajzilag is változik. Míg Európa néhány országában, Új-Zélandon és az USA-ban 15–30 μg a napi felvétel, addig Japánban, a szennyezett területeken, akár 200 $\mu\text{g}/\text{nap}$ is lehet. Rizs analízisek alap-

ján gyanítani lehet, hogy talán Tajvanban, Szingapúrban és Jáván is sok lehet a napi Cd-felvétel (*Masironi és mtsai, 1977; Suzuki és mtsai, 1980*).

A termesztett növények Cd tartalma a talaj Cd-koncentrációjával arányos. Általában a levelek, a gyökerek és a magok tárolják a legnagyobb mennyiséget, de ez függ a talaj típusától (főleg a pH-tól) és a növényfajtól is.

A háziállatok is fogyasztanak nagy Cd-tartalmú növényeket, melyekből a Cd a májban és a vesében akkumulálódik, míg az izomzatban (a húsban) relatíve kis koncentrációban marad. A hús Cd-tartalma függ az állat életkorától is (*Mertz, 1986*).

A Cd-felhalmozódás mértéke a tengeri gerincesekben nagymértékben függ a víz Cd-tartalmától azaz, hogy mennyi Cd-tartalmú üledéket, szennyvizet engednek bele (*Sunda és mtsai, 1978*).

Takarmányok: A legtöbb takarmányban 0,5 µg/g alatt van a Cd mennyisége a szárazanyag tartalomra vonatkoztatva. A kukorica magja kevesebbet tartalmaz, mint a növény levele, míg a szőjabab termésének és levelének Cd-tartalma egyenlő.

A foszfor-kiegészítőkben és a foszforműtrágyákban általában igen sok Cd van, de közel sem annyi mint a városi szennyvíziszapban. Éppen ezért a Cd-beépülés nő azon talajokon termesztett takarmányokban, amelyeket városi szennyvíziszappal kezeltek (*Chaney és mtsai, 1978*).

A kadmium biológiai hatásai

Az egészségi állapotra gyakorolt hatása: A Cd az emberi és állati szervezetre egyaránt toxikus, függetlenül a felvétel módjától. Vannak adatok heveny, illetve idült toxikózisról. Sok az olyan állatkísérlet, ahol nagy parenterális adagolást alkalmaztak. Nagyobb jelentőségűek azok a vizsgálatok, amelyek az egészségi állapotra való hatással és a környezetben való krónikus feldúsulással foglalkoznak.

A hatásban különbségek figyelhetők meg attól függően, hogy nagy koncentrációban egyszeri dózisban, vagy elnyújtott adagolással, kisebb mennyiséget visszünk be (*Mertz, 1986*).

A jelenlegi feltevés szerint a Cd toxicitását meghatározza, hogy az adott szövetek milyen mértékben képesek metallothioneint szintetizálni.

Egyszeri nagy Cd-dózis bevétele parenterálisan károsítja a nemi szerveket, az idegrendszert, és egyéb szerveket is. Így *necrosis* jön létre az érző ganglionokban, a hereszövetben és a placentában. A hereszövet nekrozisa már olyan kisebb adagok mellett is létrejöhet, amikor a többi szerv még nem károsodik. Akut toxicitási kísérletekben, ahol csak a mortalitást írták le, a Cd hatásai a májon a legszembetűnőbbek. Rövid ideig tartó inhaláció esetén állatokban a tüdőelváltozás dominál. Ha nagy koncentrációban történik a Cd belélegzése, ez letális ödémához vezethet. Emberekben a Cd-felvétel okozta akut pulmonális rendellenesség tulajdonképpen kémiai pneumónia, de néha letális ödéma is előfordul. 5 mg/m³ Cd belélegzése, 8 órán keresztül letális lehet, míg 1 mg/m³ 8 órán át belélegezve csak az érzékeny embereknél okoz tüneteket (*Friberg és mtsai, 1974*).

Rövid időszakú perorális felvétel esetén a károsító hatás függ az állat fajtától. Patkányok például nagy adagokat viselnek el gastrointestinalis reakciók nélkül, de májnekrozis és egyéb szervi elváltozások lehetnek, míg emberben a gastrointestinalis elváltozás dominál. Rosszullét, émelygés, hányás, hasi görcsök, fejfájás a tünetek. Súlyos mérgezés esetén sok lép fel. A Cd felvétele után már percek múlva jelentkeznek a tünetek. A takarmány nagy Cd-koncentrációja okozhat fejlődési visszamaradást, enteropathiát, anémiát, csontnövekedési zavarokat, vesekárosodást, szívizom-hypertrophiát, hipertenziót, és fejlődési rendellenességeket (*Versieck és mtsai, 1982*).

Amennyiben a Cd-felvétel hosszabb ideig eltart, akár ember, akár állat esetében, akkor renális tubuláris proteinuria figyelhető meg, függetlenül a felvétel módjától (*Friberg, 1984*). Oka a vesetubulusok lesiója, de glomerulus károsodás is van, főként akkor, ha a vesekéreg Cd koncentrációja 200–300 µg/g (*Friberg, 1984*).

Kis mennyiségű perorális Cd felvétel esetén az enterocyták károsodnak, vérnyomásváltozás, cardiális hypertrófia és vesekárosodás észlelhető. Más vizsgálatok szerint tüdőfibrosis, cardiotoxicitás krónikus esetekben lehetséges (*Petering és mtsai, 1979*).

Az enzimekre gyakorolt biokémiai hatás: Egyes aminosavakhoz (hisztidin), vagy DNS-hez kötődhet és ez gátolja az oxidatív foszforilációt. A citokróm P450 szintézisét, a sejtosztódást, már kis mennyiségben is gátolja. Perorális felvétel esetén, 5 mg/ttkg kell a biológiai hatás kiváltásához (*Fox, 1982*).

Sem a minimális toxikus koncentrációt, sem a maximálisan megengedhető koncentrációt nem lehet még megadni, mivel a Cd-metabolizmust erősen befolyásolja a táplálék összetevőivel létrejövő kölcsönhatás (pl. Zn, Cu, Fe). A legfontosabb ezek közül a Cd és a Zn közötti kölcsönhatás (*Mertz, 1986*).

Ha egy anyának nagy a Cd felvétele, akkor az újszülött vas és cink metabolizmusa nagymértékben megváltozik. Ez a károsító hatás egyik oka, és főként hosszabb ideig tartó kis adagban történő Cd felvételekor jelentkezik. A Cd és a Zn szoros kölcsönhatása következtében, adekvát Zn-ellátás mellett a Cd néhány kedvezőtlen hatását csökkenthetjük. Az élettani zavarok biokémiai alapja nem minden esetben ismeretes. Kis koncentrációban bevitt Cd esetén, a vesében csökkenhet a metallothionein molekulákon a Zn és a Cu kötőhelyek száma, ezáltal a metallothionein rendes funkciója bénulhat egyidejűleg csökkenhet a metallothionein szintézise is. Ennek káros következménye, hogy terhelés esetén kevesebb kadmium tud (irreverzibilisen) megkötődni, már pedig ez védi egyedül a sejteket a Cd toxikus hatásaitól (*Lamphere és mtsai, 1984; Smith és mtsai, 1991*).

A Cd felvétele következtében elsődleges a vesekárosodás. Itt az alacsony molekulatömegű fehérjék kiválasztását növeli (pl. β-2 mikroglobulinok) és súlyosan fertőzött egyedekben a GFR (Glomerular Filtration Rate) csökken. Krónikus mérgezés esetén a proteinuria mellett aminosav-, glükóz- és foszfáturia is fellép. A β-2 mikroglobulin megjelenése a primer vizeletben önmagában nem nagy jelentőségű, de jelzi a vese megnövekedett Cd-tartalmát (*Lauwerys és mtsai, 1984; Squibb és Fowler, 1984*).

Renális hatás: Ezt a károsító hatását is már sokan leírták a metallothioneinnel összefüggésben. A legjelentősebb, hogy a proximális tubulusban a fehérje reabszorpció csökken (Friberg, 1984, Lauwerys és mtsai, 1984). A Cd-metallothionein komplex reabszorpciója majdnem komplett, amennyiben a plasmában a Cd-nak kicsi a koncentrációja. Ha ez a koncentráció nő, akkor a reabszorpció csökken. A visszaszívódott Cd-metallothionein a tubulus sejteiben lebomlik. A Cd leválik és egy újonnan szintetizált metallothioneinhez kapcsolódik. Ha a metallothionein szintézise nem tart lépést a Cd-terheléssel, akkor az érzékeny szövetekből a Cd eltávozása csökken és a Cd-ionok vesekárosodást okoznak (Versieck és mtsai, 1982).

Transzportbeli különbségek miatt a Cd különböző formái különbözőképpen metabolizálódnak. Pl. egyszeri adag Cd-metallothionein komplex intravénás adása egy azonnali és szinte teljes reabszorpciót vált ki. Ez magyarázza a széles skálájú Cd-koncentrációt a vese kéregállományában különböző egyedekre nézve (10–200 µg/g nedves tömeg; Nordberg, 1984). A Cd egyenesen a tubulus hámsejtbe jut Cd-metallothionein formájában. Az injektlás során megfigyelték, hogy a kiváltott hatás hasonló az ionizált Cd károsító hatásához.

Nem világos az a mechanizmus, amelynek hatása a Cd-toxikáció során a vesében létrejövő károsodásokat megmagyarázná. A vese tubuláris részében a reabszorpció a sejtmembránt károsíthatja. Lehet, hogy a leváló Cd-ion károsít. Squibb és Fowler (1984) szerint a toxicitás azért következik be, mert a felvétel és a lebomlás igen gyors. A toxikus Cd-ionok gyors leadása magyarázza a kimutatható lysosomális aktivitást, amit indikál, az RNS-szintézist és a membránfúziókat (Squibb és Fowler, 1984).

Irreverzibilis a kialakult tubuláris diszfunkció. A metallothionein és a Cd helyi nagy koncentrációja a tubulus hámsejtben befolyásolja a β-2 mikroglobulin reabszorpciót. A Cd lefelé és felfelé szétoszlik, és befolyásolja az anionos és kationos természetű proteinek felvételét. Hatásos terápia nem ismert (Nordberg, 1984).

Intoxikáció esetén azonnali beavatkozással a kelát terápia lehet hatásos. Később csökken ez a hatás, a kelát nem lép kapcsolatba a Cd-mal, hiszen a Cd a sejten belül, míg a kelát a sejteken kívül foglal helyet (poliaminopolicarbohidrát, dietilén-triamin-pentaacetát DTPA; Gross és mtsai, 1976).

Reprodukción szerveire gyakorolt hatás: Ismert az akut haemorrhágiás necrosis a herékben, nekrosis a nem ovuláló petefészekben, placentadestrukción a vemhesség utolsó harmadában.

Herenekrózis nem következik be, ha a Cd metallothioneinhez van kötve. Krónikus esetben a herenekrózis nem jellegzetes.

A reproduktív szervekre gyakorolt toxikus hatást csökkenti a Zn és a Se. A Cd akut bevitele csökkenti a placentáris Zn-transzportot, és csökken a placenta épsége (struktúra, funkció). Emellett rontja az implantáció esélyét, a termékenyülési arányt csökkenti, az ivarérettséget késlelteti.

A humán és az állati placentában a Cd akkumulálódik, de csak minimális transzportja van a magzatba.

Állatkísérletekben krónikus Cd-terhelés esetén petefészek-sorvadást figyeltek meg, csökkent a méh és a placenta hajszálereinek falvastagsága.

Újszülöttek Cd felvétele gastrointestinalisan magasabb (55%), mint felnőtt korban, ez valószínűleg összefüggésben van a bélnyálkahártya Cd retenciós képességével. Az anyatejben a Cd alacsony koncentrációban van jelen. Terratogén hatása nem megállapított (*Mottet és Ferm, 1983*).

Hypertenziót okozó hatás: Sok jel utal arra, hogy a Cd-felvétel miatt az állatokban létezik hipertenzió, de krónikus hipertenzió kevésbé ismert. Toxikus dózisok hosszú időn át történő adagolása nem okoz hipertenziót. A szelén, a réz és a cink hat a kadmium hipertenziós aktivitására. Feltételezhető, hogy a katekolamin metabolizmusra való hatással idéz elő hipertenziót. Az is feltételezhető, hogy közvetlen hatás érvényesül az érfalra, illetve a renin-angiotenzin rendszerre hat (*Perry és mtsai, 1980*).

Carcinogenitás: Perorális Cd adagoláskor nem mutattak ki carcinogén hatást. Állatkísérletekben, inhalációs úton történő felvétel esetén, azonban a rákeltő hatást megállapították (*Takenaka és mtsai, 1983*).

Csontozatra való hatás: Renális diszfunkció miatt zavarok lépnek fel az ásványianyag forgalomban. Cd hatására a vesekéregben lassul a D-provitamin hydroxilációja, az 1,25-dihidroxi-kolekalciferol szintjét teljesen visszanyomhatja és osteomalácia alakulhat ki (*Shigematsu és Nomiyama, 1979*).

Egyéb hatás: enyhe fokú Fe-hiányos anémia; immunszuppresszív hatás.

SAJÁT VIZSGÁLATOK, ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A kadmium kémiai analízise

A kadmium *talaj-növény-állat-ember* láncolatban való viselkedésének pontosabb megismerését, tanulmányozását számos probléma nehezíti. Az egyik ezek közül az a tény, hogy a kadmium az állati és emberi szervezeten belül igen lassan mozog. A másik, elsősorban analitikai jellegű nehézség abból ered, hogy mind a talajban és a növényzetben, mind pedig az állati (és emberi) szövetekben és testnedvekben a kadmium rendkívül kis koncentrációban van jelen.

A legújabb irodalmi közlemények nyomatékosan felhívják a figyelmet arra, hogy a különböző állati és emberi testnedvek, szövetek kadmiumszintjére vonatkozó, főként korábban közzétett adatokat fenntartással kell kezelni.

Bár az analitikai műszerezettség fejlődése pontosabb és érzékenyebb nyomelem-meghatározási módszerek alkalmazását tette lehetővé az utóbbi évtizedben, ennek ellenére jelentős eltérés tapasztalható különböző kutatók nyomelemek "természetes" szintjére vonatkozó adatai között. A rendkívül kis koncentrációk (a $\mu\text{g/l}$, azaz ppb-tartományban fordul elő a Cd) miatt a mintavétel, a mintatárolás, a minta-előkészítés és mérés során a kontamináció veszélye igen nagy, ami hibás mérési eredményhez vezethet.

Biológiai eredetű és környezeti mintákban előforduló kis kadmium koncentrációk meghatározására az egyik legérzékenyebb és legelterjedtebb módszer

az elektrotermikus atomizációs atomabszorpciós eljárás (*Borg és mtsai, 1980; Brown és mtsai, 1987*).

Amennyiben a vizsgálandó minták nem folyékony halmazállapotúak, a meghatározás előtt oldatba kell vinni azokat. Erre a minta izzítása és az izzítási maradék oldása a kadmium illékonyasága miatt nem jöhet szóba, csak savval vagy savkeverékkel történő nedves roncsolási eljárások alkalmazhatók. Az oldatbavitel gyorsasága, az anyagveszteség és a kontamináció minimális veszélye miatt régebben az ún. teflonbetétes feltárázóedényben, nyomás alatt (max. 160 °C és 50 bar) végzett roncsolás terjedt el. Nagy mintaszám esetén gyakran alkalmazták még a hevített roncsolóblokkban, nyitott roncsolócsövekben történő oldatba vitelt is. Újabban ezeket az eljárásokat kiszorítja a mikrohullámú feltárázó berendezések használata. Roncsoló savként a legjobban a salétromsav vált be, mivel a mintában keletkező nitrátok a későbbi atomabszorpciós meghatározást nem zavarják. Nyitott edényben történő roncsolásnál a szervesanyagok bomlásának fokozására gyakran alkalmaznak oxidálószert is, elsősorban hidrogén-peroxidot (*Agemian és mtsai, 1980*).

A kadmium elektrotermikus atomabszorpciós meghatározásának előnyei mellett a szakirodalomban számos közlemény számol be azokról a nehézségekről és zavaró hatásokról, amelyek bonyolult összetételű biológiai eredetű anyagok vizsgálatánál jelentkeznek. A zavaró hatások közül a legjelentősebb a minta nagy szervesanyag és/vagy sótartalma okozta nem specifikus fényelnyelés/ek (*Wright és Riner, 1975; Tardiner és mtsai, 1979; Sparling és Bahr, 1981*).

E zavaró hatások a 80-as években megjelent Zeeman-rendszerű háttérkorrekciós berendezéssel ellátott atomabszorpciós spektrométerek alkalmazása esetén — a meghatározás paramétereinek optimalizálása után — gyakorlatilag nem okoznak analitikai problémát. Hagyományos háttérkorrektort (deutériumlámpát) alkalmazva számítani kell arra, hogy a nagy szervesanyag és sótartalmú minták esetén a háttérjel olyan mértékű túlkompenzációja lép fel, ami a mérés elvégzését analitikai szempontból rendkívül megnehezíti (*Welz és mtsai, 1979; Versieck és mtsai, 1982; Pruskowska és mtsai, 1983; Van Beek és mtsai, 1987*).

Mivel laboratóriumunkban deutériumlámpás háttérkorrektortal ellátott atomabszorpciós spektrométer (Perkin-Elmer Model AAS-készülék HGA-500 típusú grafitkemencés atomizálóval és AS-40 automata mintaadagolóval összekapcsolva) áll rendelkezésre, olyan analitikai módszereket kellett kidolgoznunk, melyek alkalmazásával a különböző mátrix-összetételű, a Cd-t igen kis koncentrációban (1 pg/l körüli) tartalmazó minták vizsgálata a fenti zavaró hatások minimálisra csökkentésével még megbízhatóan elvégezhető. A vizsgálatok során takarmány- és tejhasznú tehenekből nyert vérszérum tejelő populációk szőr- és tejminták Cd-tartalmát határoztuk meg. A vizsgált minták Szabolcs-Szatmár-Bereg megye észak-keleti részéről származik.

Mintavétel: A talajmintákat az MSZ 21470/1-80, a takarmány-mintákat az MSZ 6830/2-8, az ivóvízmintákat pedig az MSZ 450/1-1989 szerint vettük. Pigmentált szőrmintát az állatok oldaláról, Aesculap nyírógéppel, egységesen 2 g-ot vettünk. A vizeletminta-vétel fémből készült humán húgycső katéterrel történt.

Minta előkészítés: A talajminták kémiai vizsgálatához való előkészítése az MSZ 21470/2-81 szerint történt. A desztillált vizes talajkivonat készítéséhez 100 ml-es Erlenmeyer-lombikba 5,0 g talajmintát mértünk be, hozzáadtunk 45 ml kétszer desztillált vizet és az így kapott szuszpenziót 1 percig erőteljesen összeráztuk, majd 24 órán át állni hagytuk. Ezt követően a szuszpenziót 2 órán keresztül rázógépen (KS 500, *Janke és Kunk*) 50-60/perc fordulatszámra ráztuk, majd hamumentes, közepes szűrési sebességű szűrőpapíron leszűrtük. Megmértük a szűrlet pH-ját. A kadmium koncentráció meghatározásához a szűrletet még G4-es üvegszűrőn is leszűrtük. A kivonat pH-ját tömény HNO_3 -val tartósítás céljából pH <2-re állítottuk be, a meghatározás elvégzéséig 50 ml-es, kisavazott, majd kétszer desztillált vízzel alaposan kiöblített polietilén mintatartó edényben tároltuk. Az ásványi savas (HNO_3) talajkivonatot a fentiekkel azonos módon, 2 mol/l HNO_3 felhasználásával nyertük.

A *takarmányminták* kémiai vizsgálatához való előkészítése az MSZ 6830/2-83. szerint történt (a szálastakarmányok darálását FRITSCH pulverisette TYPE 15 302 darálón, a szemcsés, darabos minták aпитását RETSCH TYPE ZM-1 darálón végeztük). A homogenizált mintákból analitikai mérleggel 1,0 g-ot mértünk be teflonbélésű roncsolóedényekbe (Perkin-Elmer Autoclave 1), hozzáadtunk 10 ml 1+1 hígítású HNO_3 -at, 30 percig többszöri rázogató mellett állni hagytuk, a roncsolóedényt csak ezután zártuk le. A feltáróedényeket 95 °C hőmérsékletre beállított szárítóedényekbe helyeztük 6–7 órára, majd azután az edények lehűtése után a roncsolóedényt 50 ml-es mérőlombikba vittük és térfogatát kétszer desztillált vízzel 50 ml-re egészítettük ki. Az így előkészített mintaadatokot a meghatározásig színtelen, kisavazott polietilén edényben tároltuk.

A *vérserum-mintákat* nagy szervesanyag-tartalmuk miatt közvetlenül nem tudtuk vizsgálni, ezért Cd-tartalmuk meghatározásához HNO_3 - H_2O_2 -os roncsolásnak vetettük alá. A vizsgálatok megkezdéséig mélyhűtőben lefagyasztott szérumból 1 ml-t az MTA KUTESZ roncsolóblokk (Block-Therm Heating Module Type 656) 4 ml-es roncsoló edényébe pipettáztunk, hozzáadtunk 1 ml tömény HNO_3 -at (MERCK a.l.t. minőségű), majd 30 perc állás után az elegy hőmérsékletét a kihabzás elkerülése érdekében fokozatosan 65–70 °C-ra emeltük és a kicsapódott fehérjék feloldásáig ezen a hőfokon tartottuk. Ezután a roncsolóblokk hőmérsékletét 130 °C-ra emeltük és a roncsolást addig folytattuk, amíg az elegy térfogata kb. 0,3–0,4 ml-re csökkent. A roncsolóedényeket ezután kivettük a roncsoló-blokkból és lehűtés után újabb 1,0 ml tömény HNO_3 -at adtunk hozzá, majd a roncsolást 130 °C-on további 15 percig folytattuk. Az edényeket újra kivettük a blokkból, lehűtés után a mintához 1,0 ml 30 (m/m) %-os H_2O_2 oldatot (REANAL a.l.t.) adtunk és a blokkba visszahelyezve hőmérsékletét óvatosan 100 °C-ra növeltük, és ezen a hőfokon tartottuk a mintákat mindaddig, amíg térfogatuk kb. 0,5 ml-re nem csökkent. Ha a minták ekkorra nem tisztultak ki (nem színtelen vagy enyhén világossárga oldatokat kaptunk), újabb 1,0 ml H_2O_2 oldat hozzáadásával a roncsolást tovább folytattuk. Amennyiben a minták kitisztultak, térfogatukat kétszer desztillált vízzel a 4 ml-es jelre töltöttük. A roncsolt szérumból mintákat a meghatározásig polietilén edényben tároltuk.

A *vizeletminták* nagy sótartalma okozta zavaró hatás csökkentésére a mintákat a Cd-koncentráció meghatározása előtt kétszer desztillált vízzel 1+4 arányban hígítottuk; egyéb minta-előkészítési lépésre nem volt szükség.

A pigmentált szőrmintákat acetonnal zsírtalanítottuk, kétszer desztillált vízzel alaposan átöblítettük, először szobahőfokon, majd 105°C-on megszáritottuk és feldaraboltuk. Az aprított, homogenizált szőrmintákból pontosan 1,0 g-ot a teflonbetétes roncsolóedényekbe bemértünk. A roncsolást 10 ml 1+1 hígítású HNO₃-mal, a takarmányminták előkészítésénél leírt módon végeztük. A roncsolátumot ugyancsak 50 ml-es mérőlombikban kétszer desztillált vízzel jelre töltöttük. Az így előkészített mintaoldatokat a Cd-koncentráció meghatározásáig színtelen, kisavazott polietilén edényben tároltuk.

A tejmintákat zsírtalanítás után a szérummintával azonos módon készítettük elő.

A mintavételkor HNO₃-mal tartósított ivóvízminták az atomabszorpciós meghatározás előtt semmilyen előkészítési eljárást nem igényelnek.

Atomabszorpciós spektrometriás meghatározás elektrotermikus atomizálással

Az atomabszorpciós spektrometriás mérést a Perkin-Elmer cég Model 5000 típusú AAS-készülékével, Intensitron^R Cd vájtkatodlámpával, HGA-500 típusú betétes grafitcsöves atomizálóval és NH₄H₂PO₄ mátrixmódosító oldat alkalmazásával végeztük. Inert gázként argont használtunk.

Mivel a vizsgált minták összetétele (elsősorban a sótartalom tekintetében) a minta-előkészítési eljárások után is meglehetősen eltérő volt, az atomabszorpciós mérésnél mintatípusonként különböző felfűtési (termikus bontási és atomizálási) programokat kellett alkalmazni a zavaró hatások csökkentése, illetve kiküszöbölése végett.

A nagy sótartalmú minták (vizelet, szérum) esetén az ún. *szelektív atomizálást* alkalmaztuk. Ennek lényege, hogy viszonylag alacsony atomizálási hőmérsékleten (1200–1300 °C) a Cd és a NaCl illékonyságának különbségét kihasználva, az abszorpciós jel integrálási idejének megfelelő megválasztásával a sótartalom okozta nagy háttérabszorpció miatt fellépő jel-túlkompenzálás hatását a minimálisra lehet csökkenteni. A szelektív atomizálás csak megbízható hőmérséklet-szabályozóval ellátott grafitkályhas atomizáló berendezéssel végezhető el reprodukálhatóan.

A vizsgált mintaoldatok kadmium koncentrációját a kalibráló oldatsorozat és a minták összetételének egyéb eltéréseiből eredő hibák kiküszöbölése érdekében *standard addíciós* módszerrel határoztuk meg.

Az állati eredetű élelmiszerek kadmiumtartalmának meghatározásához a minták előkészítése a vérszérumhoz hasonló módon történt (Sas, 1992).

EREDMÉNYEK

A vizsgálataink eredményeit a 1–7. táblázatokban foglaltuk össze.

A korábban ismertetett módszerrel az egyes mintatípusok esetében elérhető kadmium kimutatási határkoncentrációk az 1. táblázatban találhatók. A kimutatható Cd mennyisége a minta összetételétől függően 10–20 pg (a mintaoldatra vonatkoztatva 0,5–1,0 µg/l), amelynek csökkentését csak a vizsgálatnál

felhasznált nagy tisztaságú vegyszerekben is jelenlevő Cd-nyomok jelenléte akadályozza.

1. táblázat

Az egyes mintatípusok kadmium kimutatási határkoncentrációi

Talajkivonatok, ivóvízminták(1)	0,1 µg/l
Takarmányminták(2)	0,005 mg/kg
Szérumminták(3)	0,5 µg/l
Vizeletminták(4)	0,5 µg/l
Pigmentált szőrminták(5)	0,005 µg/g

The measurable limit concentrations of Cd of the different samples
soil extracts, water samples(1), feedstuff samples(2), serum samples(3); usine samples(4), pigmented hair samples(5)

2. táblázat

A talajok kadmiumtartalma (n=8)

	Desztillált vizes(1)	2 M salétromsavas(2)
	kivonat (µg/kg)(3)	
\bar{x}	2	55
s	1	21
cv%	53,3	37,2

Cd concentration of soils (n=8)
distilled water(1), 2M nitric acid(2), extract (µg/kg)(3)

3. táblázat

A takarmányok kadmiumtartalma (µg/kg tak. szárazanyag)

	Szálás (széna)(1)	Erjesztett (szilázsok)(2)	Kukorica(3)
n	8	6	11
\bar{x}	228	118	94
s	204	137	77
cv%	89,4	116,0	81,5

Cd concentration of foodstuffs (µg/kg dry matter)
roughage (hay)(1), fermented (silage)(2), maize(3)

4. táblázat

A tehének vérszérumának kadmiumtartalma (nmol/l)

	Ellés előtt(1)	Frissen ellett(2)	Laktációs csúcs(3)
n	22	18	20
\bar{x}	23	16	16
s	17	11	5
cv%	75,9	64,2	31,8

Cd concentration of blood serum in cows
before calving(1), just after calving(2), at the peak of lactation(3)

5. táblázat

A tehének vizeletének kadmiumtartalma (nmol/l)

	Ellés előtt(1)	Frissen ellett(2)	Laktációs csúcs(3)
n	24	26	18
x	5,7	5,4	5,3
s	4,1	3,7	2,9
cv%	71,6	68,5	54,7

Cd concentration of cow urine
as in Table 4.(1–3)

6. táblázat

A tej kadmiumtartalma (nmol/l)

	Frissen ellett(2)	Laktációs csúcs(3)
n	22	25
x	31	27
s	10	8
cv%	33,5	28,3

Cd concentration of cow milk
as in Table 4.(2–3)

7. táblázat

A pigmentált szőr kadmiumtartalma (ng/g)

	Ellés előtt(1)	Frissen ellett(2)	Laktációs csúcs(3)
n	20	20	17
x	61	43	51
s	53	56	30
cv%	87,1	131,4	59,1

Cd concentration of the pigmented hair in cows (ng/g)
as in Table 4.(1–3)

Az állati eredetű élelmiszerek kadmiumtartalmára vonatkozó, 1991–1995. években gyűjtött adatokat a 8. táblázat tartalmazza.

MEGBESZÉLÉS

A vizsgálat célja referencia értékek gyűjtése és néhány összefüggés megismerése volt. A rendkívül toxikus Cd talaj-növény-állat láncolatban való viselkedésének pontosabb megismeréséhez olyan analitikai kémiai vizsgálati metodikára volt szükség, amellyel különböző mátrix összetételű, a Cd-t rendszerint igen kis koncentrációban (<0,01 mg/kg vagy <1–2µg/l) tartalmazó minták elemzését nagy pontossággal és viszonylag gyorsan lehet végezni. Ennek feltétele a minta-előkészítés és az atomabszorpciós spektrofotometriás meghatározási módszer.

8. táblázat

Az állati eredetű élelmiszer alapanyagok kadmiumtartalma az 1991-1995. években, mg/kg

Állatfaj(1)		1991	1992	1993	1994	1995
Csirke(2)	izom(10), n	154	126			
	\bar{x}	0,017	0,019	0,010	0,009	0,005
	s	0,003	0,017	0,011		
	kifogásolt, %(11)	5,8	5,6			
	máj(12), n	152	116			
	\bar{x}	0,056	0,046	0,033	0,028	0,018
s	0,005	0,049				
kifogásolt, %(11)	0	0				
Pulyka(3)	izom(10)	0,035	0,014	0,003	0,012	0,004
	máj(12)	0,145	0,112	0,089	0,062	0,090
Liba(4)	izom(10)	0,022	0,023	0,011	0,008	0,005
	máj(12)	0,058	0,082	0,111	0,096	0,066
Kacsa(5)	izom(10)	0,045	0,015	0,014	0,010	0,008
	máj(12)	0,205	0,114	0,147	0,080	0,096
Nyúl(6)	izom(10)	0,029	0,025	0,013	0,006	0,005
	máj(12)	0,082	0,054	0,077	0,050	0,049
Sertés(7)	izom(10)	0,032	0,023	0,013	0,011	0,005
	máj(12)	0,088	0,061	0,048	0,044	0,041
	vese(13)	0,258	0,205	0,206	0,205	0,205
Szarvasmarha(8)	izom(10)	0,031	0,022	0,016	0,012	0,006
	máj(12)	0,099	0,109	0,109	0,107	0,098
	vese(13)	0,314	0,357	0,458	0,575	0,495
Juh(9)	izom(10)	0,064	0,022	0,016	0,013	0,004
	máj(12)	0,082	0,039	0,037	0,060	0,016
	vese(13)	0,122	0,041	0,080	0,224	0,025

Cd content of the raw materials animal origin in the years of 1991–1995.

animal species(1), poultry(2), turkey(3), goose(4), duck(5), rabbit(6), swine(7), cattle(8), sheep(9), muscle(10), over the limit value(11), liver(12), kidneys(13)

A talajokból a növényzet által felvehető Cd-tartalom méréséhez desztillált vizes, az összes kadmiumtartalom meghatározásához salétromsavas kivonatok készítettünk (1. ábra). Az ábra jól demonstrálja a talajok összes és a növények által felvehető kadmiumtartalom különbségét. Ennek ismeretében szem előtt kell tartani, hogy a talajok savasodásával anélkül nő a növények által felvehető kadmium mennyisége, hogy a talajok kadmium terhelése fokozódna.

A szennyezettség mértéke országrészenként változó, a Nyírség az ország többi részéhez viszonyítva erősebben szennyezett (Sas, 1990).

Az alacsonyabb pH-jú talajon termesztett kukorica (szem) Cd tartalma szignifikánsan több volt, mint a semleges pH-jú talajon termesztetté. A különböző takarmányok kadmiumtartalma a 2. ábrán látható. A vizsgálatok eredményei egybeesnek más szerzők kutatási eredményeivel, miszerint a legtöbb kadmium a gyökérben, majd csökkenő mértékben a szárban, levélben és végül a szemben található (Sas, 1990).

1. ábra: A talajok kadmiumtartalma különböző minta-előkészítés esetén

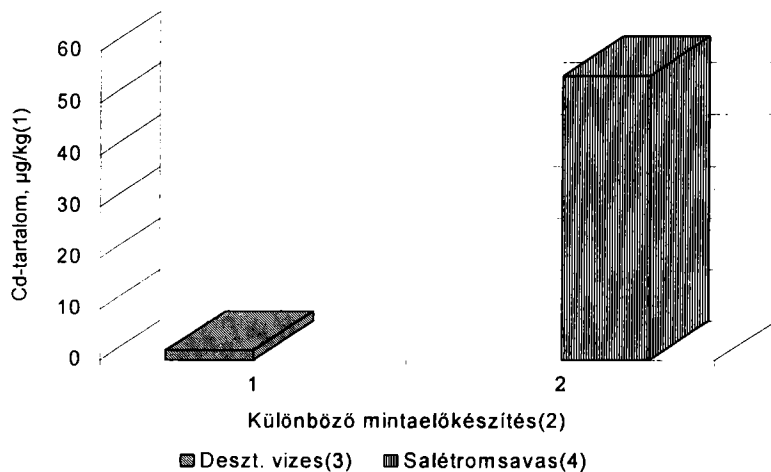


Fig. 1.: Cd content of soils in the case of different sample preparation
Cd content µg/kg(1), extracts in(2), distilled water(3), nitric acid(4)

2. ábra: A különböző takarmányok kadmiumtartalma

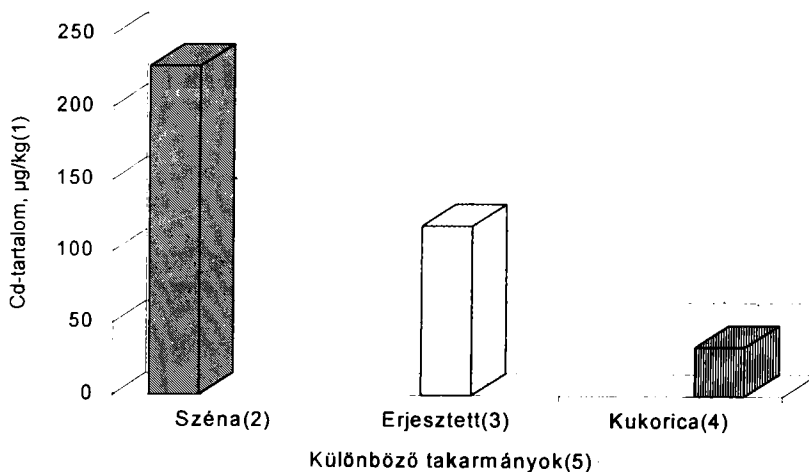


Fig. 2.: Cd content of the different feedstuffs
Cd content µg/kg(1), hay(2), fermented(3), forage(4), foodstuffs(5)

A különböző élettani szakaszokban lévő tejhasznú tehenek vérszérumának, vizeletének és tejének Cd-koncentrációváltozását a 3. ábra illusztrálja.

3. ábra: A vérérszám, a vizelet és a tej Cd-tartalma különböző élettani szakaszokban lévő tejhasznú tehenekben

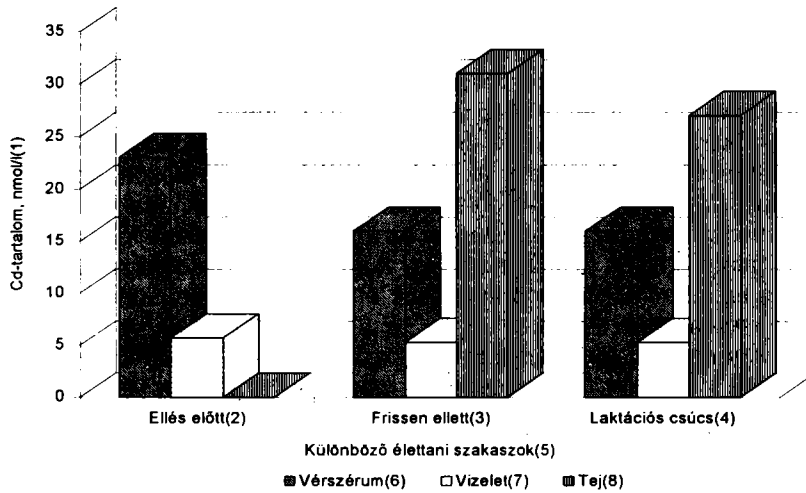


Fig. 3.: Cd concentration of the blood serum, urine and milk in dairy cows in different lactation periods

Cd content nmol/l(1), before calving(2), just after calving(3), at the peak of lactation(4), physiological periods(5), blood serum(6), urine(7), milk(8)

4. ábra: A pigmentált szőr Cd-tartalma különböző élettani szakaszban lévő tejhasznú tehenekben

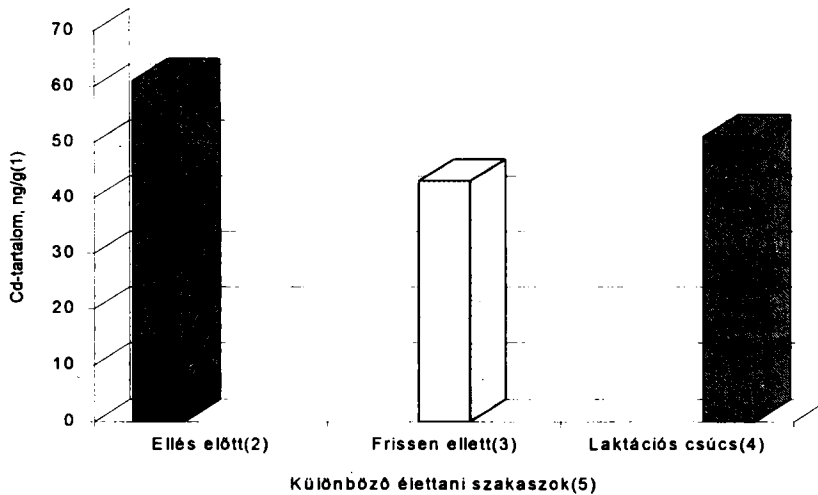


Fig. 4.: Cd content of pigmented hair in dairy cows of different physiological stage Cd content ng/g(1), as in Fig. 3.(2-5)

A különböző élettani szakaszok között során szignifikáns változást lehetett megfigyelni a vérérum, a vizelet és a tej kadmium-tartalmában. Az ellés után a vérérum és vizelet kadmiumtartalma csökken a tejtermelés megindulásával egyidőben. Ez arra utal, hogy nemcsak a vese, hanem a tejmirigy is jelentős feladatot lát el a kadmiumnak a szervezetből való eltávolításában. A szérum, a vizelet és a tej Cd-tartalmához hasonlóan alakul a fedőszőr Cd-tartalma is, a legkisebb értéket közvetlenül ellés után mértük (4. ábra).

Szignifikáns, szoros, pozitív összefüggést találtunk a talajok desztillált vizes és salétromsavas kivonatának (1. ábra) Cd-tartalma között. Ez arra utal, hogy a talajok savasodásával arányosan nő a növények által felvehető Cd-tartalom mennyisége, az utóbbi alapján az állatok Cd-terhelése fokozódhat.

Vizsgálatainkból is kitűnik, hogy úgy humán, mint állategészségügyi szempontból is az interdiszciplináris kutatások eredményei vezethetnek csak hasznosítható eredmények elérésére.

Az állati eredetű élelmiszer alapanyagok kadmium-tartalmának változását az 5–8. ábra illusztrálja. Összességében megállapítható, hogy valamennyi vizsgált állatfaj esetében a vizsgált szövetekben csökkenő Cd-tartalom található.

5. ábra: A brojlercsirke- és pulykaizom, valamint -máj Cd-tartalma

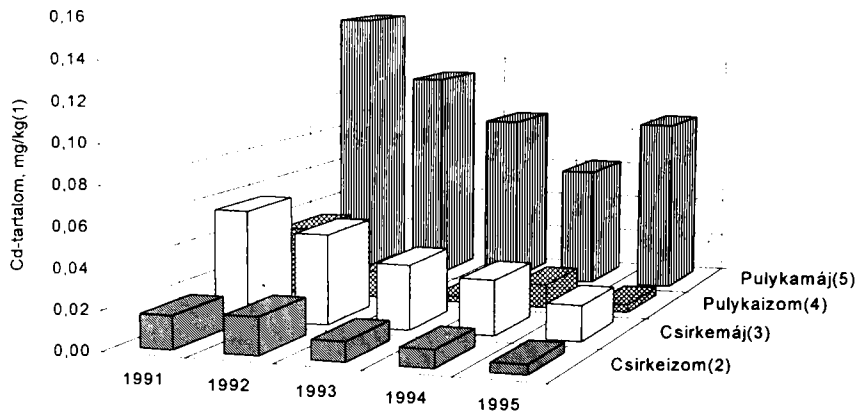


Fig. 5.: Cd concentration of muscle and liver in broiler chicken and turkey
Cd content, mg/kg(1), chicken muscle(2), chicken liver(3), turkey muscle(4), turkey liver(5)

Az Országos Élelmiszervizsgáló Intézet 1991–1995. évi adatai szerint, a legtöbb Cd-t a levágott állatok veséjében tudták kimutatni, kevesebbet a májban, legkevesebbet az izomzatban. A legtöbb kadmiumot a szarvasmarha vesékből mutattak ki (450–560 µg/kg) a tehének életkorától függően. Az értékek jelzik a Cd vesében való kumulálódását.

6. ábra: A liba- és kacsaiizom-, valamint -máj Cd-tartalma

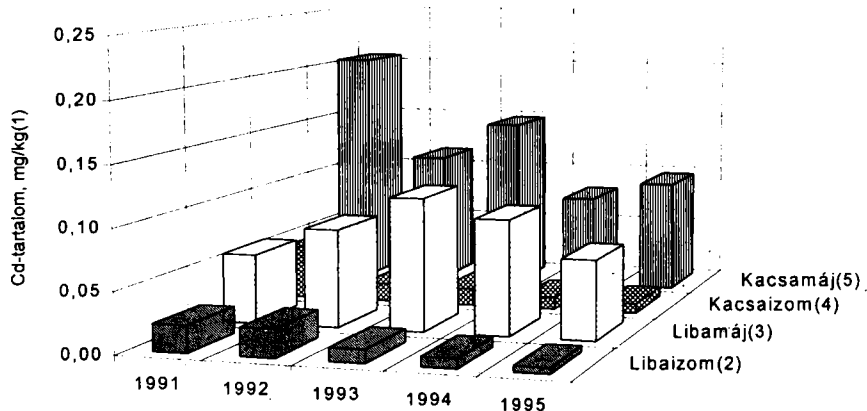


Fig. 6.: Cd concentration of muscle and liver in goose and duck
Cd content, mg/kg(1), goose muscle(2), goose liver(3), duck muscle(4), duck liver(5)

7. ábra: A sertés- és a szarvasmarha-izom, -máj, valamint -vese Cd-tartalma

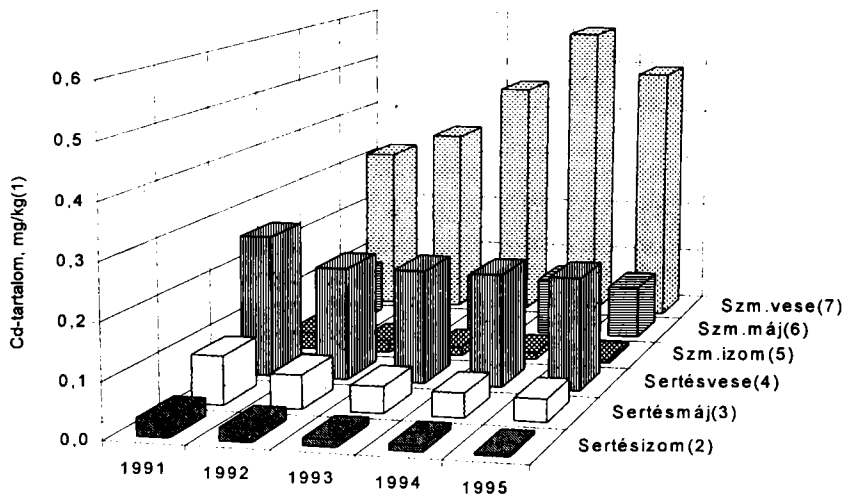
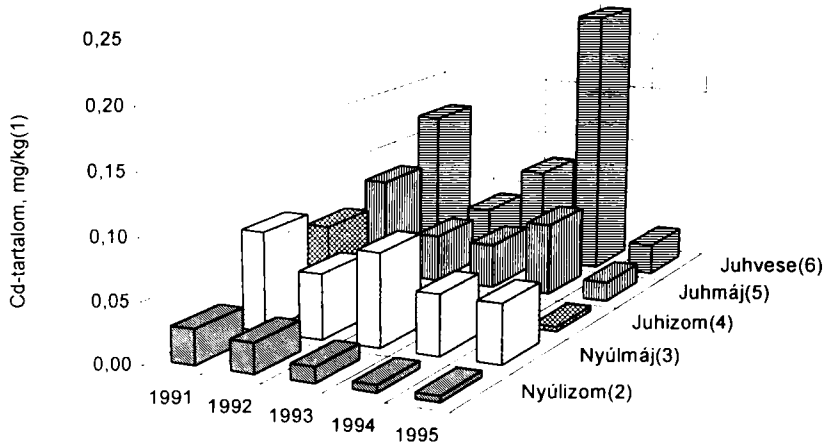


Fig. 7.: Cd concentration of muscle, liver and kidneys in pig and cattle
Cd content, mg/kg(i), pig muscle(2), pig liver(3), pig kidney(4), cattle muscle(5), cattle liver(6), cattle kidney(7)

Az emberi Cd-expozícióban a zöldségek, a cereáliák (kenyér, sütőipari termékek, tésztafélék) és az állati eredetű élelmiszerek (hús, máj, vese) játszanak elsődleges szerepet. Tájékoztató jellegű vizsgálataink szerint a nők vérében kimutatott Cd-szint (18–20 nmol/l) a szülés után minimálisra csökkent, ugyanakkor a tejben megnőtt (24–30 nmol/l) a Cd mennyisége. (A tej- és vérmintákat a szülést követő napokban vettük az anyáktól.)

8. ábra: A nyúlizom és -máj, valamint a juhizom, -máj és -vese Cd-tartalma



Cd content of rabbit muscle and liver and sheep muscle, liver and kidneys
 Cd content mg/kg(1), rabbit muscle(2), rabbit liver(3), sheep muscle(4), sheep liver(5), sheep kidneys(6)

Összefoglalva megállapítható, hogy a kadmium a tápláléklánc minden elemében a talajtól az újszülött első táplálékáig, az anyatejig kimutatható. A kadmiumterhelés egyazon régióban ilyen mélységben való felmérése a nemzetközi irodalomban újszerű. A vizsgálatok eredményei egyértelműen mutatják a Cd mozgásának irányát, a szövetekben való kummullálódását is bizonyítják. Utóbbit példázza az, hogy a hasznos háziállatok szervezetében a legtöbb Cd-ot a szarvasmarha veséjében és májában lehetett kimutatni, amely állatfajnak — mint tudott — a hasznos élettartalma egyike a leghosszabbaknak.

A témakör további vizsgálata, főként humán-egészségügyi szempontból indokolt.

IRODALOM

- Anke, M. – Henning, H. – Schneider, H. – Lüdke, H. – von Gagem, W. – Schlegel, H. (1970): The interrelations between cadmium, zinc, copper and iron in metabolism of hens, ruminants and man. In "Trace Element Metabolism in Animals" (Ed.: C.F. Mills) London, E+S Livingstone, 317–320.p.
- Agemian, H. – Sturtevant, D.P. – Austen, K.D. (1980): *Analyst*, 205. 125–130.p.
- Borg, H. – Edin, A. – Holm, K. – Skold, É. (1980): Determination of Metals in Biological Samples by Flameless Atomic Absorption Spectroscopy. National Swedish Environment Protection Board, SNV PM 1262 E
- Bozó L.(1992): A légköri nehézfémek üledése Kelet-Európában. Az MTA "A mikroelemek körforgalma a különböző geoszférákban" c. nyilvános ülése, Budapest
- Brown, A.A. – David, D.J. – Taylor, A.(1987): *J. Anal. At. Spectrom.*, 2. 43 R
- Chaney, R.L. – Stoewsand, G.S. – Bache, C.A. – Lisk, D.J.(1978). *J. Agric. Food Chem.*, 26. 992.p.
- Flanagan, P.R. – McLellan, J.S. – Haist, J. – Cherian.M.F. – Chamveralin, M.J. – Valberg, L.S. (1978): *Gastroenterology*, 74. 841.p.
- Fox, M.R.S.(1982): In: *Clinical, Biochemical, and Nutritional Aspects of Trace Elements.* (Ed.: Prasad, A.S.). Ted. Am. Soc. Exp. Biol., 537. Alan R. Liss, Inc., New York
- Friberg, L.(1984): *Environ. Health Perspect.*, 54.
- Friberg,L. – Piscator, M. – Nordberg, G.F. – Kjellstrom, T.(1974.): Cadmium in the Environment. 2nd ed., Chem. Rutber Co. Press, Cleveland, Ohio
- Gontzea, I. – Popescu, F.(1978): *J. Ind. Med.*, 35. 154.p.
- Gross, S.B. – Yeager, D.W. – Middendorf, M.S. (1976): *J.Toxicol. Environ. Health.*, 2. 153.p.
- Hamilton, D.L. – Valberg, L.S.(1974): *Am. J. Physiol.*, 227. 1033.p.
- "Health Assessment Document for Cadmium" EPA 600/8-81-023. USEPA, Research Triangle Park, North Carolina
- Kádár I.(1991): A talajok és növények nehézfém-tartalmának vizsgálata, Budapest
- Kjellström, T.(1979): *Environ. Health Perspect.*, 28. 169.p.
- Lamphere, D.N. – Dorn, C.R. – Reddy, C.S. – Meyer, A.W.(1984): *Environ. Res.*, 33. 1. 119–129.p.
- Lauwerys, R.R. – Vernard, A. – Roels, H.A. – Buchet, J.P. – Vian, C.(1984): *Environ. Health Perspect.*, 54. 147.p.
- Livingstone, H.D.(1979): *Clin. Chem. (Washington D.C.)* 25. 67.p.
- McLellan, J.S. – Flanagan, P.R. – Chamberlain, M.J. – Valberg, L.S.(1978) *J. Toxicol. Environ. Health.*, 131.p.
- Mahaffey, K.R. – Comeliussen, P.E. – Jelinek, P.E. – Fiorino, J.A.(1975): *Environ. Health Perspect.*, 12. 63.p.
- Masironi, R. – Koiryohann, S.R. – Pierce, B. (1977): *Sc. Total Environ.*, 7. 27.p.
- Mertz, W.(1986): Trace Elements in Human and Animal Nutrition, 319–337.p. Academic Press Inc. London
- Miller, W.J. – Blackmon, D.M. – Gentry, R.P. – Pate, F.M.(1969): *J. Dairy Sci.*, 52. 2029.p.
- Moody, J.R.(1983): *Trends Anal. Chem.*, 2. 116.p.
- Mottet, N.K. – Fern, V.H.(1983): In: *Reproductive and Developmental Toxicity of Metals.* Eds. Clarkson, T.W. – Nordberg, G.F. – Sager, P.R., Plenum, New York, 93.p.
- Nordberg, G.F.(1984): *Environ. Health Perspect.*, 12. 103.p.
- Perry, H.M. – Jr. Perry, E.F. – Erlanger, M.W.(1980): *J. Environ. Pathol. Toxicol.*, 4. 195.p.
- Petering, H.G. – Choudhury, H. – Semmer, K.C.(1979): *Environ. Health Perspect.*, 28. 97.p.
- Pham Van Tu(1989): Az állati szövetek kadmiumtartalmának élelmezéstoikológiai jelentősége. Kandidátusi értekezés, Budapest
- Prusowska, E. – Carnick, G.R. – Slavin, W.(1983): *Clin. Chem.*, 29. 3. 477–480.p.
- Regiusné, Mócsényi Á.(1991): *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 40. 5. 465–477.p.
- Sas, B.(1990): Az országos kémiai szennyezetség felmérése (A haszon- vadonélő állatok maradékanyag-szintje, az állattartó telepek és a közutak távolságának a hatása, az ivóvíz jelentősége, különös tekintettel az organikus sertésuh-termelés feltételeinek megalapozására c. tanulmány) Budapest
- Sas, B.(1992): Az állategészségügy szerepe az élelmiszerek kémiai biztonságában. Az MTA A mikroelemek körforgalma a különböző geoszférákban c. nyilvános ülése, Budapest
- Savot, Dr.(1858): *Poisoning by a Powered Silver-Polishing Agent*, Presse Med., (Bel) 10. 69–70.p.
- Shaikh, Z.A. – Smith, J.C.(1980): In: *Mechanism of Toxicity and Hazard Evaluation.* Eds: Holmstedt, B. – Lauwerys, R. – Mercer, M. – Roberfroid, M. Elsevier, Amsterdam, 569.p.
- Shigematsu, I. – Nomiyama, V. (Eds.)(1979): *Proceedings from the Conference on Cadmium Induced Osteopathy.* Japan Public Health Association, Tokyo

- Smith, R.M. – Griel, L.C. – Müller, M.(1991): J. Anim. Sci., 69. 10. 4078–4087.p.
- Sparing, K.R. – Bahr, B.(1981): Z. Anal. Chem., 306. 7–12.p.
- Squibb, K.S. – Fowler, B.A.(1984): Environ. Health Perspect., 54. 31.p.
- Subcommittee in Mineral Toxicity in Animals(1980): Mineral Tolerance of Domestic Animals., Natl. Acad. Sci., Washington, D.C. 93.p.
- Sunda, W.G. – Engel, D.W. – Thuotte, R.M.(1978):Environ. Sci. Technol., 12. 409.p.
- Suzuki, S. – Djuangshi, N. – Hyodo, K. – Soemarwoto, O.(1980). Arch. Environ. Contam. Toxicol. 9. 437.p.
- Takenaka, S. – Oldiges, H. – Konig, H. – Hochrainer, D. – Oberdoerster, G.(1983): J. Natl. Cancer Inst., 70. 367.p.
- Tardiner, P.E. – Ottawy, J.M. – Fell, G.S. (1979): Determination of Cd and Pb in urine and other biological samples by graphite furnace atomic absorption spectroscopy. Talanta, 26. 841–847.p.
- Task Force(1980): Report No.83. "Effect of Sewage Sludge on the Cadmium and Zinc Content of Crops. " Council for Agricultural Science and Technology, Ames, Iowa
- Underwood, E.J.(1977): Trace Elements in Human and Animal Nutrition. 4th ed., Academic Press, New York
- Van Beek, H. – Freefkes, H.C.A. – Baars, A.J.(1987): Determination of Copper, Iron, Manganese, Lead and Cadmium in Automatically Wet-digested Animal Tissue by Graphite Furnace AAS with Zeeman Background Correction, Talanta, 37. 580.p.
- Versieck, J. – Barbier, F. – Cornelius, R. – Hoste, J.(1982): Talanta, 29. 973.p.
- Welz, B. – Wiedeking, E. – Sigl, W.(1977): Temperature Controlled Maximum Power Heating in Furnace Atomic Absorption. Applied Atomic Absorption Spectroscopy, No. 7. E.
- Welz, B. – Tomoff, T. – Wiedeking, E.(1979): New Ways in Automated Furnace AA. Appl. Atomic Absorpt. Spectroscopy, No. 19. E.
- Wright, F.C. – Riner, J.C.(1975): Determination of Cd in blood and urine with a graphite furnace. At. Absorpt. Newsl., 24. 103–104.p.
- Wolf, W.R.(1986): Quality Assurance of Trace Element Analysis. In: Trace Element in Human and Animal Nutrition Ed.: Mertz, W., Academic Press, Inc. London

Érkezett: 1998. április

Szerzők címe: Brydl E. – Sas B. – Tegzes L.-né – Berta E.: Állatorvos-tudományi Egyetem
H-1074 Budapest, István u. 2.

Authors' address:

Kovács F. – Zomborszky K. Kovács M. – Sarudi I.:
Pannon Agrártudományi Egyetem Állattenyésztési Kara
H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40. Pf. 16

A KRÓMPIKOLINÁT ETETÉS HATÁSA A HÍZÓCERTÉSEK TELJESÍTMÉNYÉRE*

GUNDEL JÁNOS — HERMÁN ISTVÁNNÉ — REGIUSNÉ MÖCSÉNYI ÁGNES —
VOTISKY LÁSZLÓNÉ — VÍGH LÁSZLÓ — SZELÉNYINÉ GALÁNTAI MARIANN

ÖSSZEFOGLALÁS

A króm etetés hatásainak a vizsgálatára, a szerzők, kétféle kísérletet állítottak be. Az egyikben 0,23 ppm krómot (krómpikolinát formájában) tartalmazó takarmányok (14 DEs MJ/kg, 16,33 nyersfehérje, 0,96, ill. 0,8, ill. 1,11% lizin) emészthetőségét vizsgálták sertésekkel (n=4x6), a másik kísérletben ugyanezeket a takarmányokat, 30 és 100 kg között, hizlalási kísérletben (n=4x13) etették.

Az eredmények szerint a krómkiegészítés nem módosította szignifikáns mértékben a táplálóanyagok emészthetőségét, ami azzal indokolható, hogy a kísérleti metodika egy rövid idejű etetést tesz lehetővé, stressz-szegény környezetben élő állatokkal. Ezért a szakirodalomban leírt hatások még nem érvényesülhettek. A hizlalási kísérlet eredményei hasonló tendenciákat mutattak, mint a szakirodalomban találhatóak, azaz a hizlalás második fázisában a hatások nagyobbak voltak. Összesítve az egész hizlalást az állapítható meg, hogy a kezelések napi átlagos súlygyarapodásában különbség nem alakult ki, viszont a csökkentett lizin szinten lényegesen jobb takarmányértékesülés volt megállapítható. Valamennyi króm kiegészítéssel kezelt sertésben nőtt a színhús %, továbbá az értékes húsrészek súlya és aránya. A ún. teljestest-analízissel azt állapították meg, hogy a krómkiegészítés hatására csökkent a beépült zsír és növekedett a beépült fehérje mennyisége, mégpedig statisztikailag biztosított mértékben.

SUMMARY

Gundel, J. – Hermán, I.-né Ms. – Regiusné, Möcsényi Á. Ms. – Votisky L.-né Ms. – Vígh L. – Szelényiné, Galántai M. Ms.: EFFECT OF CHROMIUM-PICOLINATE FEEDING PRODUCTION TRAITS ON GROWING-FATTENING PIG

The authors performed two experiments. During the first experiment n=4x6 pigs were used b.w. to study the digestibility of nutrients of the feeds (14 DEs MJ/kg, 16.33 crude protein, 0.96, 0.8 and 1.11% lysine) containing chromium in a volume of 0.23 ppm in the form of chromium picolinate. During the second experiment the same feeds were fed for fattening purposes from 30 to 100 kg (n=4x13).

According to the results, the chromium supplementation had no significant effect on the digestibility of nutrients, which can be explained by the fact that the testing method is suitable for a short feeding period under stress-free conditions. Therefore the effects described in the literature could not be felt. The results of the fattening experiment showed tendencies similar to the ones cited in the literature i.e. the effects were greater in the second phase of the fattening period. In conclusion it can be stated that there was no difference in the average daily weight gain as an effect of the treatments but at the reduced lysine level the feed conversion greatly improved. All the chromium supplemented treatments featured a better lean meat percentage and an improved weight and proportion of the valuable meat parts. According to the whole-body analysis, the chromium supplementation reduced the incorporated fat volume and increased the incorporated protein volume in accordance with the applicable statistics.

*A kutatást az OTKA (016240) és a Vanetta S. p. A. támogatta

BEVEZETÉS

Különböző takarmányozási kísérleti eredmények és gyakorlati tapasztalatok egyaránt bizonyítják, hogy a jövőben az eddigieknél sokkal nagyobb figyelmet kell fordítanunk az ásványi anyag ellátásra és különösképpen a különböző ásványi anyagok(kémiai formák) hasznosíthatóságára. Számtalan szakirodalmi közlemény foglalkozik a mikroelemek hatásának vizsgálatával, és ezek alapján nagyszámú elemzés jelent meg, értékelve a tapasztalatokat és szükségleti értékeket ajánlva különböző állatfajokra, kor és hasznosítási csoportokra. Általános vélemény, hogy a mikroelemek biológiai hatását sok tényező befolyásolja, így mindenekelőtt azok kémiai jellege, továbbá a termelés, valamint az állatok mikroelem-ellátottságának összefüggései. A hasznosulást alapvetően meghatározó fontos tényező a mikroelemek és a különböző egyéb táplálóanyagok között létrejövő kölcsönhatás. Egyértelmű szakirodalmi megállapítás, és ez különösen a monogasztrikus állatokra érvényes, hogy a mikroelemek szerves kötésben általában jobban értékesülnek, mint szervetlen formában. E téren különösen a gyakorlat számára számít újdonságnak, hogy a mikroelemeket kelát kötésben adagoljuk. (Tekintettel arra, hogy e tárgykörben még nem jelent meg hazai közlemény, a következtetésekben a szokásosnál szélesebb körű áttekintést adunk.)

A szerves króm készítményekkel történő kiegészítés hatásainak vizsgálata a jelenlegi takarmányozási (táplálkozás-tudományi) kutatások egyik legújabb területe. Mintegy 25 évvel ezelőtt állapították meg esszenciális voltát (WHO, 1973, 1988, 1996), de különböző okok miatt a krómkiegészítés eddig nem került előtérbe. Főleg stressz szituációkban (öregedés, betegségek, vemhesség, stb.) lehet jelentős hatású, de időről-időre döntő lehet egy állattartó telep jövődelmezősége szempontjából is.

Jóllehet a jelenlegi szükségleti érték táblázatok még nem tartalmaznak adatokat a Cr(III)-ra vonatkozólag, az egész világon kiterjedt humán és állat (patkány, sertés, baromfi, kérődző) kísérletek folynak hatásának és optimális dózisának megállapítására. A króm világszerte használt két formája a krómpikolinát és a krómélesztő.

Az Egyesült Államokban az FDA már engedélyezte a szerves króm használatát mind humán, mind állatetelési célra (Lindemann, 1996a), ezért a kérdéssel foglalkozók különböző fórumokon azon reményüknek adnak hangot, hogy más országok (pl. az EU) hamarosan követik ezt a példát. Az FDA engedély alapján a szerves króm használatának gyors elterjedésére számítanak az USA-ban, ami egyes becslések szerint azt jelenti, hogy alkalmazása az évtized végéig a teljes sertéspopuláció mintegy 40%-ára fog kiterjedni (Lindemann, 1996b). Nyilvánosságra hozott adatok szerint krómkészítmény használata sertések, baromfifélék és szarvasmarhák részére engedélyezett a Dél-Afrikai Köztársaságban, továbbá a sertések részére (ideiglenesen) Svájcban. Az EU-ban, mint az közismert, nagy vita folyik a biotechnológiai úton előállított termékek felhasználhatóságáról, de ennek ellenére egyes tagországokban különböző gyártók keresik a regisztrálhatóság lehetőségeit. Ugyancsak engedélyezett a krómkészítmények használata a Cseh Köztársaságban és Lengyelországban. A hírek szerint a regisztrálás folyamatban van Új-Zélandban, Ausztráliában és Kanadában, míg Mexikóban és Brazíliában kiterjedten használják a baromfifé-

lék takarmányozásában. A távol keleten Dél Korea és a világ egyik legnagyobb sertéshús exportőre, Tajvan, már engedélyezte használatát, míg Japánban most van folyamatban az eljárás. Magyarországon a krómélesztőnek és a krómpikolinátnak egyaránt előzetes forgalomba hozatali engedélye van (1997. november).

A króm esszencialitását, jóllehet már régen megállapították, azonban csak az újabb időkben kezdik hasznosítani. Az állattenyésztési kutatásokban már korábban is kiterjedten használták az ún. króm(III)oxidot, mint olyan adalékanyagot, amelyik biztosan nem szívódik fel. Újabb kutatási eredmények, így pl. az intézetünkben krómizotóppal beállított etetési kísérletek (*Szegedi és mtsai*, 1994a,b,c) azt bizonyítják, hogy ennek a krómnak 3–5%-a mégiscsak felszívódik. A szakirodalmi adatok viszont azt mutatják, hogy a szerves kötésben levő krómból (ezen belül is a króm (III) tartalmú krómpikolinátból), akár 25–30% is képes felszívódni (*Evans és Pouchnik*, 1993).

Mint annyi sok más anyag esetében, a szakirodalmi közlemények pozitív és negatív tapasztalatokról egyaránt beszámolnak. Jelenleg úgy tűnik, hogy a krómpikolinát használata csökkentheti a stresszhelyzetek hatását, továbbá növelheti a fehérjebeépülést. Legfontosabb hatása azonban, hogy jelentős szerepet játszik az ún. glükóz tolerancia faktor (*Schwarz és Merz*, 1959; *Merz*, 1993) kialakításában. A kiegészítés hatására ugyanis felgyorsul a glükóz beépülése az izomszövetbe (*Striffler*, 1995), és ez lehetővé teszi az izomnövekedés nagyobb ütemét, egyidejűleg azzal, hogy a hús-zsír arány (*Anderson*, 1986) kedvezően változik. A krómkiegészítés szükségességéről általában akkor kell beszélni, ha a takarmányban elsődleges, vagy másodlagos teljes, vagy részleges krómhiány állapítható meg. Humán vonatkozásban a krómhiány legjellemzőbb tüneteit *Anderson és mtsai* (1994) a következők szerint foglalták össze: zavarok a normális szénhidrát anyagforgalomban, csökkenés a perifériás szövetek inzulinérzékenységében, zavarok a fehérje-metabolizmusban, csökkenő növekedési ütem, rövidebb élettartam, emelkedő szérumkoleszterol szint, növekvő mértékű érlemeszesedés, szaruhártya beszűrődés, csökkent a spermium szám és fertilitás.

Az elmúlt néhány évben óriási mennyiségű szakirodalmi közlemény jelent meg, foglalkozva a szerves króm kiegészítés hatásaival. Ezek a közlemények kitérnek mind a humán, mind a különböző állatfajokkal (brojlerekkel *Ward és mtsai*, 1993; lovakkal *Pagan és mtsai*, 1995; kérődzőkkel *Mowat és mtsai*, 1993 és *Mowat*, 1994) végzett kísérletek eredményeire.

A sertésekkel beállított kísérletek eredményeinek széles köre áll rendelkezésre, melyek közül az elsők a 90-es évek elején jelentek meg (*Page és mtsai*, 1992; *Anderson és mtsai*, 1994). Nagyszámú szakirodalmi közlés alapján megállapítható, hogy 0,2–0,3 ppm króm krómpikolinát formájában jobb húsminőséget biztosít, ami megnyilvánulhat akár az izommennyiség növekedésében, akár pedig a sovány hús zsírtartalmának csökkenésében. Néhány közlemény a táplálékanyagok javuló hasznosulásáról, a napi súlygyarapodás növekedéséről, sőt egyes közlemények a sertések általános egészségi állapotának javulásáról is beszámolnak. Kocákkal végzett etetési kísérletek alapján az élve született malacok számának növekedéséről is (*Lindemann és mtsai*, 1995) adatok láttak napvilágot. A közölt hizlalási eredményekből néhányat, mintegy összefoglalásként, az 1. táblázat mutat be.

0,2 ppm krómkiegészítéssel (krómpikolinátban) beállított sertéshizlalási kísérletek néhány jellemző adata

	Hátszalonna(1) mm		Karaj-kereszt- metszet(2), cm ²		Színhús(3) %	
	Kontroll(4)	Króm(5)	Kontroll(4)	Króm(5)	Kontroll(4)	Króm(5)
Page és mtsai, 1992						
Genotípus A(4)	32,6	27,8	32,0	34,8	50,4	52,6
Genotípus B(4)	34,2	25,5	31,7	38,4	49,6	54,1
Page és mtsai, 1993						
1. kísérlet(5)	28,3	24,4	34,9	37,2	52,9	54,3
2. kísérlet(5)	31,5	26,3	34,0	39,9	51,7	54,7
3. kísérlet(5)	30,7	23,9	31,5	38,4	52,3	55,7
Lindemann és mtsai, 1995.						
Alacsony lizin(6)	33,6	27,8	29,0	33,6		
Magas lizin(7)	33,0	29,6	30,1	32,1		
Mooney és Cromwell, 1995.	37,0	36,0	30,0	29,3	43,5	46,6

Some typical dates of several experiment carried out adding 0.2 ppm chromium as chromiumpicolinate

backfat thickness(1), area of loin(2), lean meat(3), genotype(4), experiment(5), low lysine(6), high lysine(7)

Page és mtsai (1992, 1993) azt állapították meg, hogy krómpikolinát etetés hatására növekedett a karajkeresztmetszet és csökkent a hátszalonna vastagsága. Ugyanezen szerzők korábban megállapították, hogy a szerves krómkiegészítésben levő krómnak semmilyen hatása nem volt sem a növekedésre, sem a testösszetételre, sem a szérummutatókra.

Egy másik munkában (Lindemann és mtsai, 1995, Lindemann, 1996) nagyszámú sertéskísérletet állított be nemcsak hizókkal, hanem emsékkel és kocákkal is. A hizlalási kísérletben azt találta, hogy a szerves krómkiegészítés hatására javult a takarmány-transzformáció, csökkent a hátszalonna vastagság és nőtt a színhús mennyisége. Ugyanezt a hatást állapította meg akkor is, ha alacsonyabb fehérjeszintet, de a kontrollal megegyező lizin mennyiséget biztosított. Különösen fontosnak tartotta a kiegészítést, fiatal állatok esetében akkor, ha a tartási körülmények szegényesek voltak. Wang és mtsai, 1995-ben, 0,2 ppm szerves krómot etetve megállapították, hogy a kiegészítésnek kedvező hatása van a nitrogénretencióra, a nitrogénbeépülésre, valamint a takarmány szárazanyag-tartalmának emészthetőségére is. Nagyon sok kísérletre hivatkozva állapították meg, hogy a karkasz összetétele kedvezően változik, azaz több fehérje és kevesebb zsír beépülése érhető el krómpikolinát kiegészítéssel. Ezzel egyidejűleg azt is megállapították, hogy a N-ürítés is csökkenthető.

Különböző szakirodalmi adatok és főként Lindemann (1996) összeállítása alapján a következőkben lehet azon előnyöket összefoglalni, amelyek a sertés takarmányok szerves króm (krómpikolinát) kiegészítésétől várhatók:

— Összefüggés a nyersrost mennyisége és a Cr szükséglet között: adott esetben előnyösebb lehet Cr(III)-at adagolni, mint valamilyen puffer anyagot. A nem rost eredetű szénhidrátok mennyisége befolyásolja a propionát képződést, a vér glükóz és inzulinszintjét és ezen keresztül a Cr(III) mobilizációját és kivá-

lasztását. A béltraktus puffer anyagai a megnövekedett pH-nak köszönhetően csökkentik a szerves Cr felszívódását;

— A niacin és a Cr(III): a laktáció korai szakaszában adott niacin fő funkciója növelni a króm bioaktív formájának felszívódását és/vagy szintézisét;

— Krómkiegészítéssel egyidejűleg csökkenthető a takarmány fehérje szintje: bizonyos túlsúlyban levő aminosavak elősegíthetik a Cr(III) felszívódását és biológiai aktivitását és ezzel a prekursorok (niacin, pikolinát) szintetizálását a bioaktivitás érdekében;

— Az először vemhes állatok sokkal érzékenyebbek a króm hiányára: optimális táplálékanyag-ellátáshoz figyelembe kell venni a vehem építéséhez és a tejtermeléshez szükséges króm-mennyiséget is, mert így kerülhető el a hiány;

— A króm és az élettartam: a felszívódás és a szerves Cr(III) átalakításának üteme biológiailag befolyásolja az élettartamot. Öreg (házi)állatoknak (macskák, kutyák) és hobby lovaknak célszerű szerves Cr(III) tartalmú takarmányt adni;

— A növekedés krómszükséglete: megállapították, hogy a növekedés Cr(III) szükséglete kisebb, mint néhány más funkcióknak (immun válasz, reprodukció, stb.);

— Króm az előkészítő (feljavító) takarmányokban: ezeket azért célszerű krómmal kiegészíteni, mert fokozza a vakcinák hatékonyságát, növeli az ellenálló képességet;

— A szerves króm csökkenti a hő-stressz negatív hatásait: a kiegészítésként adott Cr(III) hasonló hatást vált ki, mint a C-vitamin a csirkékben. További adag gyakran csökkentette különböző fajokban a kortizol és a koleszterol szintet, továbbá a glükokortikoidok prekursorainak a mennyiségét;

— A különleges antistressz adalékokat célszerű szerves króm vegyületekkel dúsítani: nem csak a stressz hat Cr(III) kiválasztásra, hanem a Cr(III) pool is hat az állatok stresszre adott válaszára, a kortizol termeléstől és az inzulin hatásától függő változó mértékben;

— A szerves króm kiegészítés javítja a hús minőségét: csökken a kortizol és növekszik az izom glikogén tartalma. A Cr(III) antioxidáns szerű hatása csökkenti a PSE és a DFD jelleg kialakulásának lehetőségét;

— A króm kiegészítés növelheti a test soványhús-tartalmát: csökken a hátszalonna vastagság és növekszik a színhús mennyisége. A zsírosabb genotípusok krómszükséglete nagyobb, mint a soványabb típusoké;

— Hatások a reprodukcióra: a Cr(III) kiegészítés növeli a megszületett malacok létszámát, életképességét és a választáskori súlyát. Pozitív hatású különösen hő stressz esetén. Előnyösen alkalmazható stressz hatás alatti vagy túlterhelt kanok (és bikák) spermaminőségének javításában és mennyiségének növelésében;

— Az állatok viselkedése króm adagolásakor: az állatok nyugodtabbak, csendesebbek, a stresszhatás csökkentése következtében. Cr(III)-mal megelőzhető a megnövekedett inzulintermelés hatása, a cukor indukálta hipertenzió;

— A szerves króm adagolása kiegyenlítettebb teljesítményeket biztosít: a súlygyarapodás, a szárazanyag-felvétel, a karkasz színhús-tartalma, stb. króm kiegészítéskor kiegyenlítettebb. Egy lehetőség lenne, hogy króm kiegészítést csak az állomány azon része kapjon, amelyik stressz szituációba került;

— A szerves króm hatása nagyobb rosszabb termelési körülmények között: rosszabb körülmények között nagyobb a fertőzési veszély, több a takarmányozási és környezeti stressz, tehát a hatás is nagyobb lehet;

— (A szerves króm kiegészítés ugyanolyan előnyökkel jár a növényeknél, mint az állatoknál; Megfigyelték a növények gyorsabb növekedését, ellenállását egyes betegségek vagy stresszhatások után).

A króm alkalmazását többek között a WHO 1996-os ajánlása is tartalmazza. A különböző források szerint a naponta elfogyasztható dózis 1–4 μM Cr(III) nemcsak az állatok részére, hanem humán esetekben is hasznos lehet, jóllehet különbségek lehetnek az állatfajok között is. Ezek szerint 0,2–0,3 mg/kg króm-kiegészítés ajánlható olyan esetekben, amikor a krómforrás biológiai hatékonysága nagy. Ez a mennyiség megfelel 0,2–0,3 mg króm/kg takarmánynak. A kiegészítés hatására felgyorsul a glükóz beépülése az izomszövetbe és ez lehetővé teszi az izomnövekedés nagyobb ütemét egyidejűleg azzal, hogy a hús/zsír arány kedvezően változik.

A rendelkezésünkre álló krómpikolináttal ill. az azzal kiegészített takarmányokkal, anyagforgalmi és sertéshizlalási kísérleteket állítottunk be. Kettős célkitűzésünk volt, melyek közül az első a készítmény hatásának vizsgálata egy kontroll takarmányhoz képest, a második pedig a készítmény hatásának vizsgálata azonos energia- és fehérjeszintű takarmányban, $\pm 16\%$ -os lizin ellátási eltéréssel. Vizsgáltuk a kiegészítés hatását a táplálóanyagok emészthetőségére, továbbá a 30 és 100 kg közötti sertések hizlalási teljesítményére, valamint kémiaiailag megállapítható testösszetételére.

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A kísérletekben használt króm(III) pikolinát ($\text{C}_{18}\text{H}_{12}\text{CrN}_3\text{O}_6$, molekulásúlya 418,25, krómtartalma 11,9%, víztartalma 0,48%) az olasz Vanetta S.p.A. terméke volt. A készítmény olyan takarmány-kiegészítőként sorolható be, amelyik esszenciális mikroelemet tartalmaz kelát formában.

Emészthetőségi vizsgálatok: Az etetett takarmányok összetétele megegyezett a hizlalási kísérletben etetett takarmányokéval. A kísérleti metodika az ÁTK-ban kialakított módszer (Gundel és Babinszky, 1988) volt, azaz kezelésként 6-6 ártány (induló átlagsúly 40 kg), 9 nap elöletetés és 5 napos fősza-kasz (gyűjtési szakasz) adatai alapján kerültek értékelésre.

A hizlalási kísérlet: magyar nagyfehér x holland lapály keresztezett állományból, 26 ártány illetve 26 emse került beállításra, egyedi elhelyezésben és négy kezeléssel ($n=4 \times 13$). Az állatok testsúlya induláskor $31,3 \pm 3,95$ kg, vágáskor $99,1 \pm 4,79$ kg volt. A négy kezeléssel elrendezésben, az egyedileg elhelyezett állatok mérlegelésére, a kísérlet kezdetén és végén, valamint közben 14 naponként került sor.

A hizlalás során a takarmányozás egyfázisú volt, a takarmányok összetételét és tervezett táplálóanyag szinteket az 2. táblázat tartalmazza. A kontroll takarmány nem, a kísérleti keverékek mindegyike 0,3 ppm krómot tartalmazott. A kísérleti kezelések közötti különbség ezen túlmenően az volt, hogy a kontroll illetve az 1-es takarmány lizin szintjénél (0,96%), a 2-es takarmány lizin szintje

16%-kal kisebb (0,80 %), a hármás takarmányé pedig 16%-kal nagyobb (1,11%) volt.

2. táblázat

A takarmányok összetétele (%) és számított táplálóanyag-tartalma

	Kontroll (1)	Kísérleti kezelések(2)		
		„1”	„2”	„3”
Kukorica(3)	47,3	47,3	47,5	47,1
Árpa(4)	30,0	30,0	30,0	30,0
E. szója, 46%(5)	19,5	19,5	19,5	19,5
Tak. méz(6)	1,2	1,2	1,2	1,2
MCP	0,9	0,9	0,9	0,9
Takarmány só(7)	0,4	0,4	0,4	0,4
H. Premix, 0,5%(8)	0,5	0,5	0,5	0,5
L-Lizin-HCl	0,2	0,2	—	0,40
Krómpikolinát(9)	—	0,00025	0,00025	0,00025
Száranyag, %(10)	86,32	86,32	86,49	86,11
Nyersfehérje, %(11)	16,33	16,33	16,35	16,32
Nyerszsír, %(12)	2,9	2,9	2,9	2,9
Nyersrost, %(13)	3,3	3,3	3,3	3,3
DEs, MJ/kg	14,0	14,0	14,0	14,0
Lizin, %	0,96	0,96	0,80	1,11
Metionin, %	0,27	0,27	0,27	0,27
M+C, %	0,57	0,57	0,57	0,57
Treonin, %	0,59	0,59	0,59	0,59
Triptofán, %	0,2	0,2	0,2	0,2
Ca, %	0,7	0,7	0,7	0,7
P, %	0,5	0,5	0,5	0,5
Na, %	0,15	0,15	0,15	0,15

Composition and calculated nutrient content of feeds

control(1), treatments(2), maize(3), barley(4), extr. soy(5), chalk(6), salt(7), premix for grower-finisher pigs(8), chromiumpicolinate(9), dry matter(10), crude protein(11), crude fat(12), crude fiber(13)

A kísérlet teljes időszaka alatt naponta mértük az elfogyasztott takarmány mennyiségét, míg az állatok testsúlyát a kísérlet elején és végén, illetve kéthetenként. A vágásakor valamennyi állaton elvégeztük az EUROP szerinti műszeres minősítést a színhús tartalom megállapítására, illetve a teljestest analízissel is feldolgozott állatok vágóminősítése, az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet „Sertés Teljestestvizsgáló Kódex”-ében (OMMI, 1997) foglaltak szerint is megtörtént.

A kísérlet befejezésekként, kezelésenként 4-4 állat, és a kiinduló testösszetétel megállapítását célzó 8 állat feldolgozása, illetve ún. teljestest analízise, *Kotarbínska* (1978) módosított módszerével történt (ezzel a módszerrel az ún. üres test kémiai összetétele illetve az átlagosnak tekintett induló testösszetétel figyelembe vételével, a súlygyarapodás kémiai összetétele becsülhető meg).

A kémiai vizsgálatokat az MSZ, illetve MSZ ISO idevonatkozó szabványai szerint végeztük. Az aminosav vizsgálatok HPLC készülékkel (előszármazék-képzés OPA-val, UV detektálás) történtek (*Votiskyné*, 1993).

EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉS

Emészthetőségi kísérletek: A kísérletben etetett takarmányok tényleges kémiai összetételét a 3. táblázat, eredményeit a 4. táblázat tartalmazza. Ezekből kitűnik, hogy a tényleges kémiai összetétel megfelel a tervezett értékeknek és, hogy sem a krómpikolinát kiegészítés hatására, sem pedig az eltérő lizin szint hatására az emésztési együtthatók között szignifikáns különbség nem alakult ki. Ennek különböző okai lehetnek, a legvalószínűbb azonban az, hogy a viszonylag rövid etetési idő alatt az egyébként egészséges és stressz szegény környezetben élő állatokban a krómpikolinátnak a szakirodalomban leírt hatásai még nem érvényesülhettek.

3. táblázat

A takarmányok tényleges kémiai összetétele (%)

	Kontroll (1)	Kísérleti kezelések(2)		
		„1”	„2”	„3”
Száranyag(10)	88,8	89,0	89,0	88,8
Nyersfehérje(11)	16,2	16,4	16,3	16,4
Nyerszsír(12)	2,5	2,4	2,6	2,5
Nyersrost(13)	3,6	3,8	3,7	3,6
Lizin	0,93	0,95	0,78	1,09
BE, MJ/kg	16,1	16,4	15,7	15,8
DEs, MJ/kg	13,71	14,30	13,53	13,60
MEs, MJ/kg	13,17	13,40	13,04	13,04

Chemical composition of feeds
as in Table 2. (1–2, 10–13)

4. táblázat

Az anyagcsere kísérlet eredményei (emésztési együtthatók, %)

	Kontroll (1)		Kísérleti kezelések (2)					
			„1”		„2”		„3”	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Száranyag(10)	85	1,74	87	0,92	86	0,53	85	0,31
Nyersfehérje(11)	85	2,05	86	2,19	86	1,03	85	1,13
Nyerszsír(12)	78	2,93	78	4,01	70	6,50	74	4,46
Nyersrost(13)	59	5,69	61	5,30	46	4,40	50	4,17
N ment.kiv.a.(14)	87	1,50	91	0,48	91	0,81	91	0,47
Szervesanyag(15)	87	1,56	89	0,87	87	0,51	87	0,44
Lizin	90	1,42	90	1,83	87	2,24	87	2,51
Br. energia (BE)	85	1,81	87	0,86	86	0,62	86	0,18

Results of digestibility experiments (digestibility quotients)
as in Table 2. (1–2, 10–13), N free extr.(14), organic matter(15)

Hizlalási kísérlet: A kísérlet eredményeit a 5–7. táblázat tartalmazza. Ezekből kitűnik, hogy 30–60 kg testsúly között, a lényegesen csökkentett lizin szint ellenére, a 2. kezelés állatai a krómpikolinát kiegészítés hatására a kontrollal megegyező hizlalási teljesítményt értek el. A nagyobb lizin szinteket a kísérletbe állított állatok nem tudták realizálni és végül is a kontrollhoz képest

csökkenő teljesítményt mutattak. 60 és 100 kg testsúlyhatárok között már nagyobb különbségek alakultak ki. A kísérleti állomány továbbra is jól reagált a krómpikolinát kiegészítésre és a csökkentett lizin mennyiséget fogyasztó kezelés állatai a kontrollnál nem szignifikánsan, de jobb súlygyarapodást értek el.

5. táblázat

Krómpikolinát kiegészítés hatása a hizlalási eredményekre (30–60 kg)

	Kontroll (1)		Kísérleti kezelések(2)					
			„1”		„2”		„3”	
	x	s	x	s	x	s	x	s
Induló súly, kg(3)	31,9	3,78	31,0	4,06	31,5	5,44	30,9	2,53
Záró súly, kg(4)	64,2	6,7	62,3	6,16	63,8	8,32	61,2	4,38
n	12		13		12		13	
Tak. nap(5)	42		42		42		42	
Napi átl. s gyar., g(6)	768	116	745	94	770	85	721	69
Tak. felv., kg/nap(7)	2,38	0,11	2,34	0,12	2,37	0,14	2,38	0,12
Tak. ért., kg/kg(8)	3,10	0,49	3,15	0,46	3,08	0,35	3,31	0,29

Effect of adding chromiumpicolinate upon the results of fattening (30–60 kg)
 as in Table 1. (1–2), initial weight(3), final weight(4), days of feeding(5), av. daily gain(6), av. daily feed intake(7), feed efficiency(8)

Feltűnő azonban, hogy az állatok takarmányfelvétele lényegesen lecsökkent, ennek azonban az a következménye, hogy nagyon kedvező, valamennyi egyéb kezelésnél szignifikánsan jobb takarmány-értékesülést értek el. A kontroll és a kontroll+krómpikolinát kezelésben a takarmányfelvétel megfelel az ebben a súlycsoportban szokásosnak, míg az emelt lizin szintű kezelésben ez az érték a korábbi időszakhoz képest nem emelkedett. Nehéz magyarázatot találni arra, hogy az 1-es kísérleti kezelésben, a nagy takarmányfelvételhez miért szignifikánsan kevesebb napi súlygyarapodás, és éppen ezért szignifikánsan kedvezőtlenebb takarmányértékesülés tartozik.

A vágási értékeket a 8. táblázat tartalmazza. Ebből mindenekelőtt az tűnik ki, hogy az 1. és 2. kezelés állatai egy-egy százalékponttal nagyobb színhús arányt értek el, mint a kontroll csoport egyedei, míg a 3-as kezelésben alakult ki a leggyengébb arány. Az átlagos szalonna vastagság esetében hasonló tendencia figyelhető meg, ami azt bizonyítja, a szakirodalmi adatokkal megegyezően, hogy a színhústartalom növekedése és a zsírtartalom csökkenése egyidejűleg következik be. Mindez a közvetlen kereskedelmi érték szempontjából azt is jelenti, hogy hasított felenként mintegy 0,5-1 kg-mal több értékes hús termelhető ki azokból az állatokból, amelyek krómpikolinátot fogyasztottak.

6. táblázat

Krómpikolinát kiegészítés hatása a hizlalási eredményekre (60–100 kg)

	Kontroll (1)		Kísérleti kezelések(2)					
	\bar{x}	s	„1”		„2”		„3”	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Induló súly, kg(3)	64,2	6,7	62,3	6,16	63,8	8,32	61,2	4,38
Záró súly, kg(4)	100,1	5,66	97,9	5,38	100,2	5,51	98,2	1,74
n	12		13		12		13	
Tak. nap(5)	54	7,0	58	9,17	54	7,4	57	7,9
Napi s.gyar., g(6)	664	140	613	87	673	95	650	130
Tak.felv. kg/nap(7)	2,45	0,35	2,50	0,31	2,18	0,20	2,36	0,25
Tak.ért., kg/kg(8)	3,69	0,75	4,15	0,61	3,24	0,78	3,63	0,65

Effect of adding chromiumpicolinate upon the results of fattening (60–100 kg)
as in Table 2.(1–2), as in Table 5.(3–8)

7. táblázat

Krómpikolinát kiegészítés hatása a hizlalási eredményekre (30–100 kg)

	Kontroll (1)		Kísérleti kezelések(2)					
	\bar{x}	s	„1”		„2”		„3”	
			\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Induló súly, kg(3)	31,9	3,78	31,0	4,06	31,5	5,44	30,9	2,53
Záró súly, kg(4)	100,1	5,66	97,9	5,38	100,2	5,51	98,2	1,74
n	12		13		12		13	
Tak. nap(5)	96	7,06	100	9,1	96	10,9	99	6,36
Napi s.gyar., g(6)	710	98	669	80	715	82	680	45
Tak.felv., kg/nap(7)	2,43	0,13	2,46	0,17	2,26	0,2	2,37	0,14
Tak.ért., kg/kg(8)	3,42	0,47	3,68	0,47	3,16	0,35	3,49	0,29

Effect of adding chromiumpicolinate upon the results of fattening (30–100 kg)
as in Table 2.(1–2), as in Table 5.(3–8)

Az ún. teljes test kémiai összetételének vizsgálata (9. táblázat) megerősíti az EUROP szerinti minősítés eredményét, vagyis a krómpikolinát etetés hatására statisztikailag biztosított mértékben növekedett a fehérjebeépülés és csökkent a zsírbeépülés. A krómpikolinát kiegészítés hatására, a kontrollhoz képest, mintegy 16%-kal több fehérje és 16,5%-kal kevesebb zsír épült be. Ugyan ebben az összehasonlításban a csökkentett lizin szinten, csak mintegy 7%-kal nőtt a fehérje és 2,5%-kal a zsírbeépülés. A növelt lizin szint krómpikolinát kiegészítéssel együtt, a fehérje beépülését tekintve jelentős additív hatást hozott, ugyanis a növekedés több, mint 30%-os. A zsírbeépülés csökkenése szintén nagyon jelentős, mintegy 20%-os. Ez összességében azt jelenti, hogy 100 kg élősúlyra számolva, a kontroll sertésekbe 8,8-, a csökkentett lizin szint hatására 8,5-, a krómpikolinát kiegészítés hatására 6,9- és a két kiegészítő anyag együttes hatására 6,8 kg kémiai módszerekkel kimutatható zsír épült be. A fehérje beépülés, az előbbi sorrendben, 4,24, 4,52, 4,60 és 5,38 kg volt.

8. táblázat

A vágóminősítés eredményei

	Kontroll		Kísérleti kezelések(2)					
	(1)		„1”		„2”		„3”	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
n	9		11		9		11	
Élősúly, kg(3)	99,3	6,26	98,3	5,57	101,4	5,73	98,3	1,68
Hasított súly, kg(4)	78,1	4,52	77,7	4,15	80,2	4,45	78,8	2,54
Szalonna vastagság	26,8		25,0		25,8		27,2	
maron, mm(5)	36,22	4,71	33,64	3,75	34,89	5,75	36,64	5,54
háton, mm(6)	23,56	2,35	21,91	3,59	22,33	2,55	25,0	4,1
ágyékon, mm(7)	20,56	4,22	19,55	3,78	20,22	1,48	19,9	3,21
Törzshossz, cm(8)	102	5,22	104	5,2	101	5,24	102	4,13
Combizom, mm(9)	72	8,72	72	6,0	73	4,07	71	8,41
Színhús, %(10)	52,36	2,35	53,38	2,11	53,10	2,76	51,56	1,92
Ertékes húsrészek								
súlya, kg(11)	15,45		16,65		16,51		16,01	
aránya %(12)	39,55		43,07		42,68		40,8	
n*	4		4		4		4	
Hasított fél, kg(13)	39,53	0,66	38,65	1,26	38,68	1,42	39,23	1,65
Comb, kg(14)	7,29	0,66	7,77	0,44	7,25	0,26	7,43	0,82
Lapocka, kg(15)	2,88	0,52	3,05	0,62	3,28	0,65	2,78	0,46
Karaj, kg(16)	3,61	0,29	3,78	0,22	3,83	0,46	3,85	0,25
Tarja, kg(17)	2,08	0,22	2,05	0,06	2,15	0,55	1,95	0,40

*a teljестest analízisre került állatok adatai(18)

Slaughter qualification

as in Table 2.(1–2), live weight(3), weight of the carcasses(4), fat on shoulder(5), fat on back(6), fat on ham(7), long of carcass(8), ham muscle(9), lean meat(10), weight of valuable parts(11), relation of valuable parts(12), carcass weight(13), ham(14), shoulder(15), loin(16), spare rib(17), dates of animals analyzed chemically(18)

Kérésünkre, a teljестest analízishez felhasznált állatok májából, az Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet elvégezte a krómtartalom vizsgálatot, melynek eredményeit a 10. táblázat tartalmazza. A kísérleti kezelések között látható jelentéktelen különbség, ami az élelmiszer higiéniai értéktől nagyságrenddel elmarad. Ez azt jelenti, hogy a krómpikolinát tartós etetése esetén sem kell maradék anyaggal számolni az ilyen állatokból származó élelmiszerekben.

KÖVETKEZTETÉSEK

A beállított kísérletek alapján megállapítható, hogy a krómpikolinát kiegészítés hatására az etetett takarmányok táplálóanyagainak emészthetősége nem változott. Ez megfelel a szakirodalomban található azon közléseknek, melyek szerint a krómpikolinátnak, mindenekelőtt az inzulin működésére van hatása, éppen ezért a kedvező hatásoknak más tulajdonságokra vonatkozóan kell realizálnia.

9. táblázat

A teljestest kémiai összetétele (n=4x4)

Kezelés (1)		Vágáskori élő súly, kg(2)	Száranyag, %(3)	Fehérje, % (4)	Zsír, % (5)	Hamu, %(6)
„0”		98	43,45	13,39	26,17	2,89
		100	37,95	10,28	24,42	3,25
		99	40,36	12,61	23,81	3,95
		103	29,62	8,70	19,27	2,62
	\bar{x}	100	37,85	11,24	23,42	3,18
	s	2,16	5,92	2,15	2,94	0,58
cv%	2,16	15,7	19,1	12,5	18,13	
„1”		99	32,55	10,94	19,37	2,24
		102	42,28	16,94	19,81	2,39
		101	36,07	12,92	22,61	2,53
		98	30,30	11,34	16,41	2,47
	\bar{x}	100	35,30	13,04	19,55	2,41
	s	1,99	5,22	2,74	2,53	0,13
cv%	1,99	14,8	21,0	13,0	5,21	
„2”		100	34,84	11,28	21,56	2,00
		98	42,36	12,69	27,13	2,54
		102	39,85	14,82	22,09	2,73
		99	32,39	9,61	20,54	2,21
	\bar{x}	100	37,36	12,10	22,83	2,37
	s	1,91	4,55	2,21	2,94	0,33
cv%	1,92	12,2	18,2	12,9	13,8	
„3”		98	35,44	13,70	19,25	2,49
		97	32,98	13,75	17,65	2,60
		100	37,81	15,80	18,00	3,40
		105	39,21	15,95	20,42	2,84
	\bar{x}	100	36,36	14,80	18,83	2,96
	s	3,55	2,73	1,24	1,26	0,36
cv%	3,55	7,53	8,4	6,7	11,35	

Chemical composition of the whole body
treatment(1), live weight at slaughter(2), dry matter(3), protein(4), fat(5), ash(6)

10. táblázat

A máj minták krómtartalma (mg/kg sz.a.)

	Kontroll(1)	Kísérleti kezelések(2)		
		„1”	„2”	„3”
	0,25	0,34	0,86	0,47
	0,21	0,69	0,47	0,54
	0,33	0,48	0,46	0,36
	0,31	0,46		
\bar{x}	0,28	0,49	0,60	0,46
s	0,06	0,15	0,23	0,09
cv%	21,42	30,61	38,33	19,56

Chromium content of the liver (mg/kg DM)
as Table 2.(1–2)

Az egyedileg elhelyezett sertésekkel beállított hizlalási kísérletben a kontroll kezelés állatai a magyarországi átlagot némileg meghaladó teljesítmény érték el. Az első kezelés, melynek takarmánya megegyezett a kontrolliéval, de krómpikolinát kiegészítést kapott, a hizlalási mutatókat tekintve általában a kontrollnál rosszabb, a vágási mutatókat tekintve (szalonnnavastagság, színhús %, értékes húsrészek mennyisége és aránya) pedig jobb eredményeket hozott. A 2. kezelésben, amelyikben azonos energiaszint mellett, mintegy 16%-kal csökkentettük a lizin szintet, a krómpikolinát kiegészítés hatására a termelési és a vágási eredmények összességükben javultak. Ez azt jelenti, hogy a kísérleti körülményekkel megegyező szituációban, az energia:lizin arány, minden veszély nélkül tágítható. A harmadik kezelés, amelyikben kb. 16%-kal nagyobb lizin mennyiséget biztosítottunk a krómpikolinát kiegészítésen kívül, a fehérje beépülés mértékét tovább javította, a zsírbeépülés további jelentős csökkenését azonban már nem eredményezte. Az előbbi megállapításokat, mindenben megerősíti az ún. teljes test vizsgálatok eredménye, vagyis nem csak a kereskedelmi szempontokban van pozitív hatás, hanem élettanilag is. Mind ez viszont azt bizonyítja, hogy a krómkiegészítésnek csak akkor lehet gyakorlati haszna, ha a kialakult kedvezőbb helyzet kihasználását az állomány genetikai képessége lehetővé teszi.

Összességében megállapítható, hogy a krómpikolinát eredményesen használható a sertéshizlalásban. Azonos táplálóanyag szinten a színhús arány (%) növekedését, a szalonnnavastagság csökkenését eredményezheti. Az azonos energiaszinten nyújtott kevesebb lizin szintén eredményesen használható, mert a sertések színhústermelése legalább ugyanolyan marad, mint a kontroll állományé és ez költség megtakarításhoz vezethet. A lizin szint emelése, megfelelő képességű genotípusokban, jelentős érték növekedéshez vezethet. A készítmény etetésekor maradékanyag kumulálódással nem kell számolni.

IRODALOM

- Anderson, R.A. – Bryden, N.A. – Polansky, M.M. – Ewcock-Clover, C.M. – Steele, N.C. (1994): FASEB J. Abst., 2487.p.
- Anderson, R.J.(1986): Clin. Physiol. Biochem., 4. 31–41.p.
- Evans, G.W – Pouchnik, D.J.(1993): J. Inorg. Biochem., 49. 177–187.p.
- Gundel J. – Babinszky, L.(1988): Állattenyésztés és Takarmányozás, 33. 1. 73–80.p.
- Kotarbinska, M.(1978): Roczn. Nauk. Roln., Ser. B-93-I. 129–135.p.
- Lindemann, M.D.(1995): J. Anim. Sci., 73. 107–112.p.
- Lindemann, M.D.(1996): Chromium Picolinate for the Enhancement of Muscle Development and Nutrient Management. In: Nutrient Management of Food Animals. CRC Press, 303–314.p.
- Lindemann, M.D. – Wood, C.M. – Harpel, A.F. – Komegai, E.T. – Anderson, R.A.(1995): J. Anim. Sci., 73. 457–465.p.
- Mertz, W.(1993): J. Nutr., 86. 626–633.p.
- Mooney, K.W. – Cromwell, G.I.(1995): J. Anim. Sci., 73. 3351–3357.p.
- Mowat, D.N.(1994): Organic Cr, a new supplemental nutrient particularly during stress. Proc. of the Feed Ingredients Asia '94, Singapore
- Mowat D.N. – Chang, X. – Yang, W.Z.(1993): Can. J. Anim. Sci., 73. 49–56.p.
- OMMI(1997): Sertés Teljesítményvizsgálati Kódex. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest, 4. p.
- Pagan, J.D. – Jackson, S.G. – Duren, S.E. (1995): Effect of adding chrome on the metabolism of the race horses. Proc. of the Alltech European Lecture Tour, 73–80.p.
- Page, T.G. – Boleman, S.L. – Pike, M.M. – Ward, T.L. – Boleman, S.J. – Southern, L.L. – Bidner, T.D. – Pontif, J.E.(1992): J. Anim. Sci., Suppl.1. Abstr. 322.

- Page, T.G. – Southern, L.L. – Ward, T.L. – Thompson, D.L. Jr.(1993): J. Anim. Sci., 71. 656–662.p.
- Striffler, K.J.(1995): Metabolism, 44. 1314–1320.p.
- Schwarz, K. – Mertz, W.(1959): Arch. Biochem. Biophys., 85. 433–445.p.
- Szegedi B. – Szelényiné Galántai, M. – Fébel, H. – Huszár, Sz.(1994a): Állattenyésztés és takarmányozás, 43. 1. 53–60.p.
- Szegedi B. – Szelényiné Galántai, M. – Fébel, H. – Huszár, Sz.(1994b): Állattenyésztés és takarmányozás, 43. 3. 259–268.p.
- Szegedi B. – Szelényiné Galántai, M. – Fébel, H. – Huszár, Sz.(1994c): Állattenyésztés és takarmányozás, 43. 5. 441–447.p.
- Votisky L.-né(1993): Determination of amino acids compound in feed by HPLC. 9th Danube Symposium on Chromatography, Budapest, Mo-P-08
- Wang, Z. – Komegay, E.T. – Wood, C.M. – Lindemann, N.D.(1995): J. Anim. Sci., 73. (Suppl. 1.) 18.
- Ward, T.L. – Southern, L.L. – Boleman, S.L.(1993): Poult. Sci., 72. (Suppl. 1.) Abstr. 37.
- WHO(1973): Expert Committee Trace Elements in Human Nutrition. WHO Tech.Rep.Series No. 532., Geneva
- WHO(1988): Chromium. In WHO Environmental Health Criteria, WHO, Geneva, 61–69.p.
- WHO(1996): Trace elements in human nutrition and health. WHO, Geneva, 155.p.

Érkezett: 1998. március
 Szerzők címe: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
 Authors' address: Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
 H-2053 Herceghalom, Gesztenyés u. 1.

ADATOK A TAKARMÁNYOK *IN SITU* FEHÉRJE LEBONTHATÓSÁGÁRA ÉS A POTENCIÁLISAN SEM EMÉSZTHETŐ FEHÉRJE MENNYISÉGÉRE A HAZAI TAKARMÁNYOKBAN

VÁRHEGYI JÓZSEF — LÁNYI ISTVÁNNÉ — CENKVÁRI ÉVA —
SCHMIDT JÁNOS — VÁRHEGYI JÓZSEFNÉ

ÖSSZEFOGLALÁS

A fehérje bendőbeni lebonthatóságának kulcsszerepe van a kérődzők takarmányainak fehérje-értékelésében. Ugyanakkor szükség van arra is, hogy ismerjük az úgynevezett lebontatlan vagy *bypass* fehérjéből mennyi a potenciálisan sem emészthető hányad. A nem lebontható, és emészthetetlen fehérje frakciót több rendszerben a savdetergens oldhatatlan nitrogén mennyisége alapján számítják (ADINx6,25).

A szerzők *in situ* módszerrel (Oldham, 1987) határozták meg a takarmányok fehérjeinek lebonthatóságát. A mintákat 0, 2, 4, 8, 16, 24 és 48 óráig inkubálták a fisztulás tehének és anyajuhok bendőjében, a minták többségét 2x3 tehénben.

A fehérje lebonthatóságot az Ørskov és McDonald (1979) modell alapján az „a” (gyorsan lebontható), „b” (lassan lebontható), „c” (a lassan lebontható fehérje bontási sebessége) szerint jellemzik, az aktuális lebonthatóságot átlagosan 8%-os bendőből való kiáramlási sebességre adják meg, amely intenzív takarmányozási viszonyokra jellemző. A lebonthatóság mellett megadják a takarmányok potenciálisan sem emészthető fehérje hányadát (ADINx6,25).

További vizsgálatok szükségesek az adatok és takarmányfeleségek számának bővítéséhez.

SUMMARY

Várhegyi, J. – Lányi, I.-né Ms. – Cenkvari, É. Ms. – Schmidt, J. – Várhegyi, J.-né Ms.: DATA FOR THE RUMINAL PROTEIN DEGRADABILITY AND ACID DETERGENT INSOLUBLE PROTEIN CONTENT OF FEEDS IN HUNGARY

Ruminal protein degradability has a key role in protein evaluation for ruminants, and acid detergent insoluble nitrogen (ADIN) is used in some systems describing an undegraded unavailable protein fraction.

Protein degradability of feeds was assessed using *in situ* method (Oldham, 1987). Feed samples were incubated for 0, 2, 4, 8, 16, 24 and 48 hours using cannulated cows and ewes. The majority of samples was investigated with 2x3 cows. Data are provided for samples of different feeds. Ruminal degradability values are described as "a", "b", "c" of Ørskov and McDonald (1979) model, and effective protein degradability for 8%/h outflow rate. Data are provided for crude protein and ADINx6,25 content of the same feed. Further investigations are needed to increase the data for feeds.

BEVEZETÉS

A kérődzők takarmányértékelésében, 1986-ban tértünk át a nettóenergia rendszerre. A lényegében jól bevált módszer az Amerikai Egyesült Államok rendszerének adaptált változata. E váltással egyidőben az emészthető fehérje használatáról, annak nyilvánvaló tarthatatlansága miatt, áttértünk a nyersfehérje használatára. Az emészthető fehérjére alapozott értékelés tradicionálisan a fehérje *in vivo* látszólagos emészthetőségén alapult, amely az újabb ismeretek szerint alkalmatlan a fehérjeérték kifejezésére.

A korszerű fehérjeértékelési módszerek, így (AFRC, 1992), a vékonybélből felszívódott fehérje (NRC, 1985), a vékonybélben emészthető fehérje (INRA, 1989), illetve aminosavak mennyisége és fehérjemérleg a bendőben (Hvelplund és Madsen, 1990), a metabolizálható fehérje egységesen a bélben emészthető, azaz a duodénumban megjelenő mikrobiális és takarmány eredetű valódi fehérje mennyiségének és emészthetőségének mérésén alapulnak. A mikrobiális fehérjeképzés fő nitrogén forrása a bendőben lebontható fehérje. Az így képződő mikrobiális fehérje mennyisége ugyanakkor jelentősen függ a rendelkezésre álló fermentálható szénhidrát mennyiségétől is. A bendőben folyó mikrobiális fehérjeszintézis ennek értelmében a fehérje és az energiaellátástól egyaránt függ.

Valamennyi új fehérjeértékelési rendszer, így a hazánkban bevezetendő módszer is, feltételezi a fehérje bendőbeni lebonthatóságának ismeretét, beleértve a lebontás dinamikáját is. Ennek mérésére általánosan elfogadott az *in situ* (*in sacco*) vizsgálat, amely során a takarmányokat a bendőben meghatározott módon különböző ideig inkubáljuk (Ørskov és Mehrez, 1977; Oldham, 1987). Hazánkban mintegy 15 éve folytatunk vizsgálatokat a fenti módszer segítségével, és eredményeinket e folyóiratban már korábban közreadtuk (Várhegyiné és mtsai, 1988; Cenkvári és Schmidt, 1989).

A fehérjeértékelés szempontjából természetesen fontos a lebontatlan, vagy *bypass* fehérje emészthetőségének ismerete is. Ennek meghatározására többféle módszert használ a kutatás, így *in vivo* méréseket *mobil bag* technikával, valamint többlépcsős *in vitro* módszereket, illetve hosszú ideig tartó bendőbeni inkubálás után megmaradt takarmányfehérje mennyiségéből következtetnek az emészthetetlen hányadra. Ezek a vizsgálatok sok hibalehetőséggel terheltek, bonyolultak és nagyon költségesek.

A takarmányok potenciálisan sem emészthető fehérjehányadának becslése a savdetergens rost N, illetve fehérjetartalmát is javasolják, mely módszert kiterjedten használják az Egyesült Királyságban és az Amerikai Egyesült Államokban, jelzésére az ADIN vagy ADIP rövidítéseket alkalmazzák. A bendőben nem lebomló fehérje mennyiségéből kivonva az így meghatározott emészthetetlen hányadot, a hasznosítható lebontatlan fehérje mennyisége megfelelő pontossággal becsülhető. A hazánkban bevezetésre kerülő új fehérjeértékelési rendszerben (Schmidt és mtsai, 1998) a *bypass* fehérje (UDP) emészthetősége = 0,9 (UDP-(ADINx6,25)).

E közleményünkben a fontosabb hazai takarmányok fehérjelebonthatóságának és ADIN tartalmának adatait adjuk közre saját vizsgálataink alapján.

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A vizsgált takarmányok különböző hazai mezőgazdasági és ipari üzemekből származtak. A minták száma takarmányféleségenként eltérő, melyet a táblázatokban feltüntettünk. Mivel a munkát tovább is folytatjuk, a takarmányok és adatok száma a jövőben tovább bővül.

Az alkalmazott úgynevezett „*in situ*” technikát, a takarmány bendőből való kiáramlást (áthaladási) sebességének ismerete mellett (Ørskov és McDonald, 1979, Kristensen és mtsai, 1982), ma is megfelelő módszernek tekintik a bendőbeni lebonthatóság becslésére (Weisbjerg és Hvelplund, 1993). Vizsgálatainkat az „egységes európai módszer” alapelvei szerint folytattuk (Oldham, 1987). Az inkubáláshoz használt zacskók anyaga poliészter (dacron) volt, 40–50 μ nagyságú lyukakkal. A zacskóba helyezett takarmány mennyisége 12–15 mg/cm^2 , a zacskó mindkét oldalát figyelembe véve. A zacskók hosszának és szélességének aránya 1,5:1. A vizsgált minta mennyisége egy-egy zacskóban 3–3,5 g volt. A légszáraz takarmányokat szárítás nélkül, a nagyobb víztartalmú anyagokat fagyasztva szárítás (liofilizálás) után, 1,5–2,5 mm rosta lyukátmérőjű mintadarálón daráltuk.

A takarmányokat anyajuhok, illetve tejtermelő tehenek bendőjében inkubáltuk.

Az anyajuhok napi takarmánya 0,26 kg abrakkeverékből, 1,2 kg kukorica szilázsából és 0,5 kg réti szénából állt. A tehenek átlagosan 20 kg kukorica szilázst, 4 kg lucerna szénát és 6 kg abrakkeveréket fogyasztottak. Az etetés minden esetben naponta kétszer történt. A vizsgálatok alatt az állatok kondíciója jó, illetve a laktációs stádiumnak megfelelő volt.

A takarmányok vizsgálatához minden esetben 2x3 állatot használtunk. A takarmányokat 0, 2, 4, 8, 16, 24 és 48 óráig inkubáltuk az anyák, illetve tehenek bendőjében. Inkubálás után a zacskókat kézzel (Herceghalom) vagy rázógéppel (Mosonmagyaróvár) hideg csapvízben mostuk mindaddig, amíg a víz egészen színtelenné nem vált. A mintákat, a zacskókkal együtt, 60°C-on szárítottuk. A bendőemésztésnek kitett fehérje és a maradék fehérje mennyisége közötti különbség a bendőben lebomlott fehérje mennyiségének felel meg. Az úgynevezett 0 órás mintákat csak vízzel mostuk, a bendőből kikerülő mintákhoz hasonlóan. A 0 órás minta eredménye a vízben oldható fehérje mennyiségét, és a zacskók porozításánál kisebb szemcseméretű takarmány részecskék távozásával járó fehérjevesztéséget mutatja. Az itt közölt vizsgálatok mintegy 10 százaléka anyajuhokkal és 90 százaléka tehenekkel folyt.

A savdetergens nitrogén meghatározását Robertson és Van Soest (1985) módszerével végeztük: az előkészített darált mintából 2 g anyagot teszünk egy 600 ml-es, kondenzáló tetővel ellátott főzőpohárba, hozzáadunk 100 ml savdetergens oldatot, hőszabályozós egyedi főzőlapon enyhe forrás mellett egy óra hosszáig főzzük. Utána az anyagot Whatman \varnothing 54-es szűrőpapírra szűrjük vákuummal, majd forró desztillált vízzel jól átmoszuk, végül acetonnal zsírmentesítjük. A maradékot szűrőpapírba csomagoljuk, kiszárítjuk és roncsoló lombikba helyezzük.

Az inkubálás után a zacskókban, illetve a savdetergens főzés után visszamaradt maradék N tartalmát makro Kjeldahl módszerrel határoztuk meg.

EREDMÉNYEK

A különböző takarmányok fehérjelebonthatóságának jellemzőit és a potenciálisan sem emészthető fehérje (ADIN_{x6,25}) tartalmát az 1. táblázatban szemléltettük. Feltüntettük a vizsgált minták számát, átlagos nyersfehérje-tartalmát valamint az *in sacco* mért adatok felhasználásával az Ørskov-McDonald modell alapján számított úgynevezett „a”, „b”, „c” értékeket, ahol az „a” gyorsan lebontható, a „b” a lassan lebontható fehérje hányad az összes nyersfehérje százalékában kifejezve, míg a „c” a lassan lebontható fehérje bontási sebességét mutatja százalékban, egy óra bendőbeni tartózkodási időre vetítve.

Az aktuális fehérjelebonthatóságot átlagosan 8%-os bendőből való kiáramlási sebességre adjuk meg, amely intenzív takarmányozási viszonyokra jellemző.

Az úgynevezett gyorsan lebontható fehérje (a) gyakorlatilag teljes mértékben ammóniává alakul a bendőben és a lebontás sebessége mintegy tízszer gyorsabb, mint a bendőtartalom szilárd fázisának bendőből való kiáramlási sebessége. A lassan lebontható fehérje (b) bendőben való lebonthatósága a takarmány bendőben való tartózkodási idejétől és a lebontás sebességétől függ.

A takarmányok között jelentős eltéréseket találtunk a gyorsan és lassan lebontható fehérje mennyiségében, a lebontás sebességében és a savdetergens rost fehérjetartalmában is. A zöld és silózott takarmányokat összehasonlítva megállapítható, hogy az utóbbiakban lényegesen több a gyorsan lebontható hányad, ami feltehetően a szilázsokban folyó enzimes folyamatok következménye. Az erjesztett kukoricában ugyancsak több a gyorsan lebontható fehérje mennyisége a szárított kukoricához hasonlítva. A szénák esetében a gyorsan lebontható hányad a zöldtakarmányokhoz hasonló. A forrólevegővel szárított lucerna lassan lebontható fehérjehányadának bontási sebessége kisebb, mint a zöld, illetve széna esetében. A vizsgált szálas- és tömegetakarmányok fehérjelebonthatósága általában nagy, különösen a szilázsok esetében.

A gazdasági abrakokat összehasonlítva megállapítható, hogy a szárított kukorica és a cirok kivételével, fehérjéjük nagymértékben lebomlik a bendőben. Ugyancsak jellemző a gabonákra, hogy általában a gyorsan lebontható hányad kicsi, de a lassan lebomló hányad lebontásának sebessége (c) viszonylag nagy. A kukorica és cirok esetében a c értéke kicsi. A pelyhesítés, illetve szójabab esetén az extrudálás hatását korábbi közleményeinkben már ismertettük (Cenkvari és Schmidt, 1989; Várhegyiné és mtsai, 1991; Eweedah és mtsai 1996), itt csak a teljesség kedvéért közöljük újra az adatokat.

A hüvelyes és az olajos magvak közül a lóbab és a szójabab fehérje lebonthatósága hasonló, a gyapotmag esetében a gyorsan lebontható hányad kevesebb illetve a lebontás sebessége mérsékeltebb.

1. táblázat

Különböző takarmányfélések fehérjelebonthatósága és a potenciálisan sem emészthető fehérje tartalma ($\bar{x} \pm s$)

Takarmány megnevezése (1)	Minták száma(2)		Nyersfehérje(3) g/kg sza.(7)	Lebonthatósági jellemzők az Ørskov-McDonald modell alapján(4)			Aktuális lebonthatóság(5) %	Minták száma(2) n	ADINX 6,25(6) g/kg sza.(7)
	n	%		C %/h					
		a			b				
Fű (Grass)									
zöld, 1 növedék (fresh, 1st.cut)	5	41,4±8,3	49,1±9,3	16,7±13,4	72,2±9,4	3	8,6±0		
sarjú (regrowth)	4	31,3±0,6	55,1±8,6	4,1±1,3	49,3±5,5	4	13,0±4,6		
szénáz (haylage)	6	120,7±10,5	26,5±0,1	4,6±0,5	68,5±2,58	5	16,8±2,7		
széna (hay)	14	109,5±27,7	21,1±9,2	61,0±9,8	5,2±1,6	25	10,3±1,6		
Lucerna (Lucerne)									
zöld (fresh)	17	233,4±24,4	43,8±3,8	47,6±4,0	26,2±10,5	26	13,5±3,8		
szilázs (silage)	2	161,5	73,6	19,4	8,2	14	13,1		
szénáz (haylage)	20	205,0±22,6	58,3±10,4	32,5±11,0	17,1±26,2	46	14,8±3,7		
széna (hay)	17	156,0±27,3	46,5±5,4	41,0±6,7	10,0±2,7	21	15,6±4,3		
liszt, jó (meal, good)	1	245	11,2	76,1	13,1	3	17,2		
liszt, gyenge (meal, poor)	3	184,0±23,3	43,3±7,9	44,6±10,0	7,8±3,1	4	17,8±3,3		
Kukorica szilázs (Maize silage)	19	97,5±12,6	58,2±11,5	25,2±13,0	23,4±18,8	33	8,02±1,9		
karamellizált (heat damaged)	4	77,0±8,7	56,8±4,6	21,8±1,7	26,3±0,6	5	19,5±1,3		
Zabosboró szénáz (Oats-pea haylage)	1	159	74,2	15,3	5,3	1	10,3		
Árpa (Barley)	6	127,2±13,86	23,7±0,8	68,6±2,7	17,8±3,7	2	5,8		
pelyhesített (flaked)	1	127,0	26,4	63,4	11,8	1	14,8		
Búza (Wheat)	4	144,3±13,7	15,9±6,00	79,3±6,18	16,5±3,34	4	4,8		
pelyhesített (flaked)	2	141	41,2	56,3	8,6	1	7,3		
Rozs (Rye)	2	107	29,4	65,6	26,4	1	5,1		
Tritikálé (Triticale)	1	122	11,6	82,1	16,7	1	4,9		

folytatás a következő oldalon

1. táblázat folytatása

Takarmány megnevezése (1)	Minták száma(2)		Nyersfehérje(3) g/kg szá. (7)	Lebonthatósági jellemzők az Øriskov-McDonald modell alapján(4)			Aktuális lebonthatóság(5) %	Minták száma(2) n	ADINX 6,25(6) g/kg szá. (7)
	n	%		c %/h					
		a			b				
Zab (Oats)	4	33,0±3,3	59,9±5,3	60,1±1,00	86,1±0,8	7	7,5±2,4		
Kukorica (Maize grain)	9	23,5±6,2	68,2±7,8	4,2±1,8	45,9±8,8	14	7,3±1,5		
pelyhesített (flaked)	2	27,1	69,0	3,4	47,4	1	11,4		
csőzuzalék (CCM)	2	70,4	21,6	5,3	77,6	3	4,5		
Cirok (Sorghum)	3	107,0±13,9	4,9±2,4	69,2±10,8	2,1±0,2	1	44,0		
pelyhesített (flaked)	1	127	14,8	62,3	1,6	1	44,0±7,8		
Borsó (Pea)	1	257	23,2	76,8	12,4	1	—		
Szójabab (Soybean)	6	377,0±31,8	36,1±8,1	60,0±5,9	9,3±2,5	4	24,9±3,2		
pelyhesített (flaked)	3	347,7±18,5	28,2±19,2	67,6±16,9	8,5±0	1	26,7		
nedves extrudált (extruded)	2	398	25,8	70,0	8,9	—	—		
Lóbab (Horsebean)	2	305	37,3	61,4	12,8	1	10,0		
pelyhesített (flaked)	1	293	33,1	59,4	1,6	1	8,7		
Gyapoltmag (Cottonseed)	1	191	32,9	48,2	11,2	1	23,0		
Kukorica glutén (Maize gluten)	3	662,7±66,9	6,0±2,4	58,9±12,2	1,7±0,4	1	53,0±0		
Kukoricacsíra pogácsa (Maize germ expeller)	4	201,8±47,5	23,3±5,2	71,4±2,7	10,6±3,7	3	25,2		
DDGS	2	306	28,9	61,9	6,3	1	58,0		
CGF	3	242,0±5,6	55,8±14,6	36,9±12,7	9,0±1,4	3	11,2±0		
Búzakorpa (Wheat bran)	2	173	63,2	33,5	12,6	2	11,5		
Sörtörköly (Brewer's grain)	1	251	36,4	48,4	10,9	1	42,0		
friss (fresh)	6	248,0±27,4	20,4±6,3	60,4±14,5	5,9±5,8	5	71,7±2,8		
száritott (dried)	4	109,3±5,5	9,0±6,8	73,9±14,6	4,2±1,6	3	13,2		
Répaszelet (Beet pulp)	2	107	10,6	63,6	4,6	3	13,1		
nedves (wet)									
száritott (dried)									

folytatás a következő oldalon

1. táblázat folytatása

Takarmány megnevezése (1)	Minták száma(2)		Nyersfehérje(3) g/kg szá.(7)	Lebonthatósági jellemzők az Ørskov-McDonald modell alapján(4)			Aktuális lebonthatóság(5) %	Minták száma(2) n	ADINx 6,25(6) g/kg szá.(7)
	n	%		a	b	c %/h			
Extrahált szójadára (Extr. soybean meal)	9		473,0±37,8	10,3±8,5	87,0±7,6	10,4±4,6	57,9±9,4	3	14,6
Extrahált napraforgódara (Extr. sunflower meal)	12		397,5±30,1	35,7±21,7	61,0±21,2	21,3±5,1	80,6±6,6	12	12,1±3,4
Napraforgó pogácsa (Sunflower expeller)	4		281,8±29,3	21,5±10,4	71,3±8,6	51,8±37,4	76,9±17,6	3	25,2±0
Extrahált repcedara (Extr. rapeseed meal)	1		361	44,1	49,8	12,6	74,5	2	21,7
Extrahált lenmagdara (Extr. linseed meal)	1		355	22,2	60,0	14,2	60,6	1	4,0
Halliszt (Fish meal)	9		692±28,3	14,5±8,5	43,5±7,2	2,1±1,0	24,4±10,4	3	14,4±0
Vérliszt (baromfi) (Blood meal)(poultry)	6		870±93,8	11,2±8,0	36,9±20,5	3,1±2,7	19,7±11,3	5	12,2±3,2
Toll-liszt (Feather meal)	3		878	16,8	32,9	3,6	26,8	2	271,6

Megjegyzés: a= gyorsan lebontható fehérje, b= lassan lebontható fehérje, c= lassan lebontható fehérje lebonthatásának sebessége %/h, ADIN=savdetergens Nx6,25

Protein degradability and ADINx6,25 content of feeds feed(1), number of samples(2), crude protein(3), parameters of Ørskov-McDonald mode(4), effective protein degradability, outflow rate 8 %/h(5), acid detergent insoluble nitrogen content x 6,25(6), in dry matter(7)

Az extrahált darák közül a napraforgódara kitűnik nagy fehérjelebonthatóságával (80%), és a lebontás sebessége is gyors. A napraforgó pogácsa és az extrahált dara a fehérjelebonthatóságot tekintve számottevően nem különbözik egymástól. Az extrahált lenmagdara és szójadara, illetve a kukoricacsíra pogácsa fehérjéjének lebontása a bendőben a napraforgónál mérsékeltebb (56–63%). Az extrahált szóját kis, gyorsan lebontható hányad jellemzi. Az extrahált darákra vonatkozó adataink jól egyeznek az *INRA* (1989) és az *AFRC* (1993) értékeivel.

Az ipari melléktermékek közül a nedves és szárított répaszelet, valamint a szárított sörtörköly fehérjelebonthatósága mérsékelt (34–40%), a lebontás sebessége lassú. A szeszipari melléktermékek (DDGS, CGF) közül a CGF-et nagy, gyorsan lebontható hányad és nagy fehérjelebonthatóság (75%) jellemzi, a DDGS esetében mindkét érték kisebb.

A kukorica glutén és az állati eredetű takarmányok fehérjeje csak kismértékben bomlik le a bendőben, fehérjetartalmuk ugyanakkor nagy, így kis adagjuk is jelentős mennyiségű *bypass* fehérjét biztosíthat a kérődzőknek. Általában jellemző rájuk, hogy a gyorsan lebontható hányad mennyisége és a lassan lebomló hányad bontási sebessége is kicsi.

A mezőgazdasági és ipari melléktermékekre relatíve kevés adat áll rendelkezésre, ezért a fehérjelebonthatóságukra vonatkozó adatokat jelenleg nem lehet érdemben értékelni. A vizsgálandó takarmányok körét ezért a fontosabb takarmányokkal bővíteni indokolt.

A takarmányokban a potenciálisan sem hasznosítható fehérje mennyiségére utaló ADIN vizsgálatok azt jelzik, hogy aránya nagy lehet az olyan takarmányokban, melyek fehérjéjét hőkárosodás érte (lásd karamellizált kukorica szilázs, szárított sörtörköly, DDGS), illetve amely takarmányoknak nagy a lignin tartalma. Utóbbi miatt a szálás- és tömegtakarmányokban az ADIN részaránya a nyersfehérje-tartalomban általában nagyobb, mint az abrakfélékben. A vizsgált toll-lisztek esetében kifejezetten nagy ADIN értéket kaptunk, ami a lebonthatlan fehérje kedvezőtlen emészthetőségére utal.

KÖVETKEZTETÉSEK

A bevezetendő új magyar kérődző fehérje értékelési rendszerben szükség van a takarmányfehérjék bendőbeni lebonthatóságának és a potenciálisan sem lebontható fehérje mennyiségének az ismeretére. Ezért további vizsgálatok szükségesek a bemutatott táblázatok adatainak pontosítására, és bővítésére, azaz a vizsgált minták számának a növelésére és a táblázatból még hiányzó fontosabb takarmányok vizsgálatára.

IRODALOM

AFRC(1993): Energy and protein requirements of ruminants, CAB Int. Wallingford

AFRC(1992): Nutritive requirements of ruminant animals: protein. Nutrition Abs. and Reviews, Series B 62, 12. CAB, 787–835.p.

- Cenkvári É. – Schmidt J.(1989): Állattenyésztés és Takarmányozás, 38. 6. 561.p.
- Eweedah, N. – Mátrai T. – Várhegyi J. – Kókai M.-né – Lányi I.-né – Gundel J. – Várhegyi J.-né(1996): Állattenyésztés és Takarmányozás, 45. 2-3. 293–301.p.
- Hvelplund, T. – Madsen, J.(1990): A study of the quantitative nitrogen metabolism in the gastro-intestinal tract, and the resultant new protein evaluation system for ruminants. The AAT-PBV system. Inst. of Anim. Sci., The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, 215.p.
- INRA(1989): Ruminant Nutrition. ed. R.Jarrige, John Libbey and Co. Paris, 389.p.
- Kristensen, E.S. – Møller, P.D. – Hvelplund, T.(1982): Acta Agric. Scand., 32. 123.p.
- NRC(1985): Ruminant Nitrogen Usage. National Academy Press, Washington D.C., 138.p.
- Oldham, I.D.(1987): Towards a European standard method for assessing protein degradability. Report of CEC-EAAP Workshop, Manuscript.
- Ørskov, E.R. – McDonald, I.(1979): J. Agric. Sci., Camb., 92. 499–503.p.
- Ørskov, E.R. – Mehrez, A.Z.(1977): Proc. Nutr. Soc., 36. 78 A.
- Robertson, J.B. – Van Soest, P.J.(1985): Analysis of forages and fibrous foods. Cornell Univ. Lab. Manual, 197.p.
- Schmidt J. – Várhegyi J.-né – Várhegyi J. – Cenkvári É.(1998): Állattenyésztés és Takarmányozás, 47. 2. 165–178.p.
- Várhegyi J.-né – Kövessy M. – Pusztainé Csaba Á. – Várhegyi J.(1988): Állattenyésztés és Takarmányozás, 47. 6. 557–562.p.
- Várhegyi J.-né – Nagy A. – Várhegyi J.(1991): Állattenyésztés és Takarmányozás, 40. 4. 351–358.p.
- Weisbjerg, M.R. – Hvelplund, T.(1993): Acta Agric. Scand. Anim Sci., 43. 34.p.

Érkezett: 1998. március

Szerzők címe: Várhegyi J. – Lányi, I.-né – Várhegyi J.-né:

Authors' address : Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
H-2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

Cenkvári É. – Schmidt J.: PANNON Agrártudományi Egyetem
Mezőgazdaság-tudományi Kar, Takarmányozási Tanszék
PANNON University of Agricultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár u. 4.

SPECIAL CALL FOR YOUNG SCIENTISTS' PAPER: 50th ANNUAL EAAP MEETING (ZURICH, 23–26 AUGUST, 1999)

Requirements: By publishing a special issue *Livestock Production Science* (LPS) will commemorate the 50th anniversary of the foundation of the European Association for Animal Production. High quality research papers of young scientists are invited for publication in this volume. We hope for at least one good paper per study commission which can be accepted for publication in the Special LPS Issue.

One of the authors will be awarded a special scholarship to participate at the jubilee meeting of EAAP in Zurich, from 23rd to 26th August, 1999*.

The papers not retained for the Special LPS Issue will be in any case presented in Zurich with the abstract being published in the Abstract Book.

On behalf of the Council of EAAP we invite thus those young scientists/scientist groups wishing to present such a paper (the paper can be cosigned by several young scientists); the paper should meet the following requirements:

- It should meet the standards of LPS.
- It should give account of research done by the author or group of authors. Papers that describe series of experiments done in the last 2–4 years to solve specific problems (e.g. like chapter(s) of graduate thesis) will be preferred.
- The context of the paper should connect to the goals and activities of one of the study commissions.
- The format of the paper should follow the instructions of LPS (Guide for Authors: *Livestock Production Science*, 53 (1998), 91–94, or on the World Wide Web: <http://www.elsevier.nl/locate/livprodsci> or <http://www.elsevier.com/locate/livprodsci>).
- The paper should be presented, preferably orally, at the 50th Annual Meeting in Zurich.
- The author/authors should be younger than 35 years (minor shifts up to 40 years will be exceptionally considered).

Procedure:

— The manuscript of 8/12 LPS pages (600 words per page) and the abstract (maximum 250 words), **should be sent to the Rome office** (per e-mail or rapid post), imperatively not later than **20th December, 1998** (It would be useful if the authors could indicate their commission preference).

— The Commission Presidents will pre-review the papers received and rank, comment and send them to the Guest Editor (Prof. Rafai) before the **25th January, 1999**.

— The Guest Editor will scrutinise the manuscripts and decide, in narrow collaboration with the LPS Editor-in-Chief, which of them meet the scientific standards of LPS. The selection will be a joint venture of the Guest Editor, the Editor-in-Chief of LPS and the Commission Presidents, by **28th February, 1999**.

— The papers selected for publication will be sent to independent referees nominated by the Editor-in-Chief of LPS in narrow collaboration with Prof. Rafai and the Commission Presidents. If necessary the authors will, in time, be directly contacted for the necessary corrections.

***Parallel with submission of the manuscript the first author or, on his advise, one of the co-authors (preferably not older than 35 years of age) must make the request for the special 1999 scholarship. Only one author per paper can be awarded this scholarship.**

EAAP Rome Office Via A. Torlonia, 15/a I - 00161 Rome, Italy
Tel.: +39 6 44 23 8013, Fax: +39 6 44 2414 66, E-mail: zoorec@rmnet.it

Prof. Dr. Pal Rafai University of Veterinary Science, H-1400 Budapest, Pf.2.
Tel.: +361322 6078, Fax: +361342 6518, E-mail: prafai@ns.univet.hu

A BENDŐFERMENTÁCIÓ BEFOLYÁSOLÁSÁNAK NÉHÁNY LEHETŐSÉGE

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

FÉBEL HEDVIG

ÖSSZEFOGLALÁS

A bendőfermentáció manipulálásának célja az állatok termelésének növelése, illetve a táplálóanyag átalakulás javítása. E célra a gyakorlatban főként a természetes takarmányalkotók közé nem tartozó, gyakran szintetikus anyagok használata terjedt el.

A bendőben folyó lebontó és szintézis folyamatok befolyásolására szolgáló lehetőségek közül a szerző azon vegyületek hatását elemzi, amelyek gátolják a fehérjék mikrobiális lebontását, az aminosavak dezaminálását, a metántermelést, illetve a tejsavtermelő baktériumok elszaporodását és ezáltal a lactacidózis kialakulását. Foglalkozik a szerző a savtermelés mérséklésére használható puffervegyületek alkalmazhatóságával. A propionsavas erjedést elősegítő vegyületek közül az ionofor antibiotikumok csoportjába tartozó monenzin hatásának tárgyalásakor nemcsak annak a bendőfermentációra, hanem az állat anyagforgalmára gyakorolt hatását is ismerteti.

SUMMARY

Fébel, H. Ms: SOME POSSIBILITIES TO MANIPULATE THE RUMEN FERMENTATION (REVIEW)

Considerable research efforts have been devoted to the manipulation of rumen metabolism with the final aim of improving ruminant productivity. Methods have been developed to favorably influence ruminal outputs of energy and amino-N by protecting dietary components from the microbes and their enzymes. Rumen fermentation can be manipulated with chemical agents which modulate selected pathways of microbial metabolism. The article describes methods currently available and summarizes the types of animal responses obtained.

It should be realized that most of the substances are not very specific and alter simultaneously different sites of rumen fermentation. Therefore the author decided to use a classification based on the originally chosen action of the compounds. These agents can be classified as:

- inhibition of microbial breakdown of protein deaminase inhibitors
- inhibition of gas production (methane inhibitors)
- inhibition of the growth of lactate-producing bacteria
- prevention of acidosis (buffers)
- propionate enhancers

In the group of propionate enhancers the effect of the ionophore agent monensin is described. Monensin increased propionate production, but had effects upon many other parts of metabolism. These effects are also discussed in this article.

A kérődzők bendőjében a takarmánnyal felvett táplálóanyagok (strukturális és nem strukturális szénhidrátok, fehérjék ill. NPN anyagok, zsírok és zsírszerű anyagok) nagy része a mikrobák tevékenységének hatására lebomlik. A fermentáció végtermékeként hangyasav, illózsírsavak, metán, CO₂ és NH₃ keletkezik. A lebomlás során a terminális oxidáció (elektrontranszport) és az azzal párhuzamosan történő foszforilálás ATP képződését teszi lehetővé. A keletkező energiát a mikroorganizmusok életfenntartásra, illetve sejtalkotó anyagaik szintézisére használják fel. A bendőben folyó bontási folyamatok hatékonyságát az alábbi paraméterekkel jellemezhetjük: az összes illó zsírsav mennyisége, valamint az egyes illó zsírsavak moláris aránya; a metánképződés mértéke; a fermentálódott szervesanyag mennyisége; a képződött mikrobiális anyag mennyisége; a mikrobiális fehérjeszintézis hatékonysága.

Az utóbbi két évtizedben intenzív kutatómunka folyt azzal a céllal, hogy új módszereket és eszközöket találjanak a bendőben folyó emésztési folyamatok befolyásolására, melyek az alábbiak szerint csoportosítható:

- a fehérjék mikrobiális lebontásának (proteolízis) gátlása,
- az aminosavak mikrobiális dezaminálásának gátlása,
- a gáztermelés gátlása,
- a tejsavtermelő baktériumok elszaporodásának gátlása,
- a savtermelés mérséklése,
- a propionsavas erjedés elősegítése.

A bendőben zajló emésztési folyamatok befolyásolásának ismertetésekor nehézséget jelent, hogy a különböző biokémiai módszerekkel feltárt eredmények nem különülnek el élesen egymástól. Példaként említhető, hogy a metáninhibitorként használt klorálhidrát keményítővel képzett komplex (amiklorál) 6–8%-kal is növelheti a fermentáció határfokát, ugyanakkor az aminosavak lebontását komoly mértékben — akár 50%-kal is — csökkentheti. A hozamfokozó hatású ionofor antibiotikumok pedig amelltt, hogy a propionsavas erjedést fokozzák, a bendőacidozis kialakulásának megelőzésére is felhasználhatók (*Kutas és mtsai*, 1982).

A fehérjék mikrobiális lebontásának (proteolízis) gátlása

A bendőbe kerülő N-tartalmú szervesanyagok 20–80- átlagosan 70%-a, a bendőben lebomlik. Ha a takarmányfehérje peptidekké és aminosavakká (proteolízis), illetve a továbbiakban ammóniává (dezaminálás) való lebontása során több ammónia keletkezik, mint amennyire a mikroorganizmusok maximális növekedéséhez illetve fehérjeszintézisükhöz szükséges, az előnytelen a gazdaszervezet számára. A feleslegben lévő ammónia ugyanis felszívódik, a májban karbamiddá alakul és jelentős részben a vizelettel kiürül a szervezetből, azaz N-je kárbavész. A N-vesztés mellett ebben az esetben a gazdaállat energiaháztartása is sérülhet, mert az energiaigényes karbamid szintézis terheli az intenzív anyagcseréjű májat, s annak károsodásához is vezethet. Ezért előnyös, ha a takarmányfehérje bizonyos hányada elkerüli a bendőbeli proteolízist. A gyakorlati takarmányozásban a fehérje bendőbeli lebontásának a gátlása vagy más szóval a takarmányfehérje védetté tétele akkor bír gyakorlati jelentőséggel, amikor a gazdaszervezet fehérjeigénye jelentősen meghaladja a ben-

dőben a mikrobák fehérjeszintetizáló képességét. Ez a termelés igen intenzív szakaszában (laktáció első harmada, gyors ütemű hizlalás) fordulhat elő.

A különböző fehérjeforrások ruminális lebonthatósága (RDP=rumen degradable protein) jelentősen eltér (*Véresegyházy és Fekete, 1987; Várhegyiné és mtsai, 1988; Cenkvári és Schmidt, 1989; Schmidt, 1989*). A nagy RDP-értékű takarmányfehérje bendőben le nem bomló (UDP= undegradable protein) hányadának növelése, vagy más szóval *bypass* jellegének fokozása hőkezeléssel, kémiai anyagokkal, a fehérjebontó bendőbaktériumok számának csökkentésével és a takarmányfehérje bendőbeli tartózkodási idejének csökkentésével érhető el.

A takarmányok előkészítésekor, illetve a tápok gyártása során (szárítás, granulálás) a fehérjék sok esetben már átesnek hőkezelésen és ennek következtében csökkenhet a bendőbeni oldhatóságuk. Ugyanigy egyes állati melléktermékek gyártásakor, a tartósítás folyamán történő szárítás többek között az oka annak, hogy például a vérliszt és a húsliszt fehérjei jobban elkerülnek a bendőbeli lebontást.

A fehérje UDP-hányada *aldehidekkel*, valamint *csersavval* is növelhető (*Véresegyházy és Fekete, 1990*). A vegyi kezelésmódok közül a formaldehiddel történő emelhető ki, melynek alkalmazásával a postruminális emésztés 6–34%-kal nőhet (*Thompson és mtsai, 1981; Siddons és mtsai, 1982*). Az aldehidekkel végzett kezelés ugyanakkor számos esetben a fehérje emészthetőségének romlását okozta. Az előbbieken kívül még számos vegyülettel gátolható a bendőbaktériumok proteolitikus aktivitása. *Hazlewood és Edwards (1981), Brock és mtsai (1982), Kopečný és Wallace (1982)* valamint *Forsberg és mtsai (1984)* munkáikban összesen 22 ilyen vegyületet neveztek meg. A fehérje hidrolízisében résztvevő enzimekre fejtenek ki gátló hatást bizonyos *fémionok* is, melyek közül az Ag^+ , a Cd^{2+} , a Cu^{2+} és a Hg^{2+} -ion bizonyult a leghatásosabbnak (*Wallace, 1983*). Kémiaiilag az alumínium-szilikát ásványokhoz tartozó bentonit és zeolit szintén a bendő fehérjeforgalmára hat. A *nátrium-bentonitról* kimutatták, hogy a fehérjemolekulákat abszorbeálja és az így képződő nátrium-bentonit-fehérjekomplex jobban ellenáll a mikroorganizmusok proteolitikus bontásának (*Britton és mtsai, 1978*). Egyes vizsgálatok szerint a *hosszú szénláncú zsírsavak Ca sójával* bevont fehérje ugyancsak jobban elkerüli a bendőbeli lebontást (*Sklan, 1989*).

A bendőbeli fehérjebontás kivédésének további lehetősége a fehérjebontó tulajdonságokú baktériumok számának csökkentése. A bendőflóra tagjai közül a *Bacteroides amylophilus*, valamint a *Streptococcus (Str.) bovis* törzsek bontják legaktívabban a fehérjéket. Ugyanakkor a *Streptomyces tateyamensis* által termelt kéntartalmú fehérje a *tiopeptin* (antibakteriális hatású vegyület) erősen gátolja a *Str. bovis* növekedését. A *tiopeptin* alkalmazását követően a mikrobiális fehérjebontás csökkenését figyelték meg (*Russell és mtsai, 1981*).

A takarmányfehérje bendőbeli lebontását az ott tartózkodás ideje is befolyásolja, ugyanis minél gyorsabban halad át, annál nagyobb lesz a le nem bomló hányada. A tartózkodási idő döntően a takarmányfelvétel nagyságával függ össze. Gyakorlati takarmányozási viszonyok között az energia-bevitel tejelő tehének esetén az életfenntartó szint (=1 feeding level, azaz „takarmányozási szint” = a napi energia-felvétel hányadosa a létfenntartó energiaszükségletnek) 2–4-szerese, hízómarháknak az 1,5–2-szerese, húshasznú anyate-

heneknek pedig megegyező. Ennek következtében egy átlagos takarmányrészezscke a tejelő tehén bendőjében 24 órát, a hízómarhákéban másfél-két napot, a húshasznú anyatehenekében pedig 3 napot is eltölthet. A tartózkodási idő növekedésével párhuzamosan nő a fehérje bendőbeli lebonthatósága is (Andrews és mtsai, 1992).

Miután a bendőflóra kb. egyharmada obligát ammóniahasznosító, ezért a védett fehérjék etetésekor ügyelni kell arra, hogy a takarmányadag UDP-hányadának növelése nehogy ammóniahiányos állapotot idézzen elő (Fébel és mtsai, 1993; Fekete és mtsai, 1994). További megfontolást igényel, hogy a védett fehérje postruminális értékesülését csak akkor várhatjuk, ha azt az emésztőenzimek bontani tudják. A kezeletlen keratinfehérje például elkerüli ugyan a bendőbeli lebontást, de emészthetlensége miatt a vékonybélben sem értékesül.

Az aminosavak mikrobiális dezaminálásának gátlása

A címben feltüntetett módszernek nagy tejtermelésű tehenek esetében van gyakorlati jelentősége. Ezekben az állatokban az aminosavak dezaminálásának gátlásával az a célunk, hogy több aminosav juthasson el intakt formában a vékonybélbe és onnan felszívódva közvetlenül a gazdaszervezet szöveteiben értékesüljön. A dezaminálást egyrészt az abban résztvevő mikroorganizmusok szaporodásának/osztódásának gátlásával, másrészt a dezamináló enzimek aktivitásának csökkentésével befolyásolhatjuk.

A dezaminálást gátló szerek közül a *diaril-jodónium* és származékai a leghatékonyabbak. *In vitro* és *in vivo* vizsgálatok szerint ezek a vegyületek úgy fejtik ki hatásukat, hogy megakadályozzák az aminosavak sejtmembránon történő ájtutását (Chalupa és mtsai, 1983). Ez a hatás a valin, a metionin, az izoleucin, a leucin és a fenilalanin esetében a legkifejezettebb. A diaril-jodónium származékok ezen kívül gátolják az aminosavak lebontásában kulcsszerepet játszó *Bacteroides rumenicola* növekedését is (Jouany, 1993). Takarmányozási kísérletekben a 4,4'-dimetil-difenil-jodóniumklorid alkalmazásakor a nitrogénretenció és a takarmányértékesítés javulását, valamint a testsúly nagyobb gyarapodását figyelték meg (Chalupa és mtsai, 1976). A kedvező eredmények arra vezethetők vissza, hogy ez a vegyület a dezaminálás gátlása mellett a metántermelés mértékét is csökkenti, fokozva a propionsavas erjedést.

A baktériumok dezamináló tevékenységének gátlására más vegyületek, a hidrazin és származékai is alkalmazhatók, jóllehet eltérő a hatásmechanizmusuk (Broderick és Balthrop, 1979). Ezek a szerek, mint B₆-vitamin antagonisták gátolják az aminosavak szintézisekor, illetve lebontásakor azon enzimek működését, ahol a B₆-vitamin mint koenzim szerepel. A hidrazin-származékok alkalmazásakor problémát jelent azonban, hogy hatásuk nem specifikus és ezért esetenként toxikusak lehetnek a gazdaszervezetre.

Több antibiotikumról bebizonyosodott, hogy antibakteriális hatásuk révén gátolják a bendőbeli aminosav bontást. Hogan és Weston (1969) vizsgálatai szerint penicillin, eritromicin és/vagy klóramfenikol alkalmazását követően csökkent a bendő ammóniakoncentrációja. *In vitro* kísérletekben a kazein lebontását az aureomicin 28%-kal, a terramicin pedig 49%-kal mérsékelte (Broderick és Balthrop, 1979). Az 1 g/nap adagban etetett oxitetraciklin hatására a metionin

és a lizin nagy része elkerülte a bendőbéli lebontást, amit ezen aminosavak nagyobb vér-koncentrációja jelzett (*Chalupa*, 1977).

A gáztermelés gátlása

A metántermelő baktériumok (döntően *Methanobacterium ruminantium*) a saját sejttérfogatuk 500-szorosát meghaladó mennyiségű gázt termelnek percenként. Ugyanakkor a bendőben élő mikrobapopulációnak mindössze 2–3%-át alkotják, így a gazdaszervezet számára hasznosítható mikrobiális biomasza képződéséhez csak 1%-ban járulnak hozzá. Ennek ellenére, tevékenységük következtében, a lebontott szerves anyagok energiájának 6–10%-a metán formájábanvész el. Becslések szerint, egy kifejlett szarvasmarha bendőjében, naponta 300–600 liter metán termelődik, ami a gazdaszervezet számára energiavesztéséget jelent. E folyamat gátlásával tehát elősegíthetjük a takarmány energiataralmának jobb értékesülését. A metán inhibitorok alkalmazásakor nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a metanogén baktériumok nagyon fontos szerepet játszanak a H₂ megkötésében és ezzel lehetővé teszik a bendőben folyó fermentációs folyamatok megfelelő lefolyását (*Russell és Martin*, 1984; *Hino és Russell*, 1985). A metántermelés visszaszorítása a H₂ felszaporodását idézi elő a bendőben, ami negatív hatással van a rostemésztésre, a fehérjelebontásra, valamint a mikrobiális fehérjeszintézisre. A H₂ felhalmozódása esetén ugyanis gátolt a NADH-ból történő H₂ képződés, aminek következtében a glükolízis során képződő NADH reoxidálása csökkenhet, a fermentáció lelassulhat. Azt is megfigyelték azonban, hogy a metántermelés gátlásakor a H₂ vagy nem akkumulálódott a bendőben vagy sokkal kisebb mértékű volt a felhalmozódása, mint amit a sztöchiometriai számítások alapján várni lehetett. Valószínűsítik, hogy a bendő mikroorganizmusai valamilyen úton átállnak a H₂ felhasználására (*Wolin*, 1979). A legtöbb esetben a metángátlást kisebb ecetsav-propionsav-hányados és néha nagyobb vajsav moláris arány kíséri. Az előbbieken leírt kölcsönhatás miatt *Van Nevel és Demeyer* (1988) szerint a metán inhibitorok egyben propionsav-termelést fokozó anyagok és viszont. (A propionsavas erjedést elősegítő anyagok ismertetésére később kerül sor, a továbbiakban azok a szerek szerepelnek, amelyek közvetlenül gátolják a metánképződést).

Több anyagról (halogénezett metánanalógok, szulfitok, nitrátok, telítetlen zsírsavak) bebizonyosodott, hogy gátolják a metántermelő baktériumok növekedését (*Czerkawski és Breckenridge*, 1975; *Demeyer és Van Nevel*, 1975). A hidrogénelvonó vegyületek (nitrátok, szulfitok) alkalmazása csökkenti a metánképződéshez felhasználható H₂-gáz mennyiségét. Hátrányuk, hogy olyan folyamatoktól (propionsavas, vajsavas erjedés) is elvonják a H₂-t, ahol a fermentáció alapvető feltétele lenne a megfelelő H-koncentráció.

Metánképződést gátló hatásuk van a hosszú szénláncú telítetlen zsírsavaknak is. Korábban feltételezték, hogy a telítetlen zsírsavak, mint H₂-akceptorok szerepelnek, később azonban kiderült, hogy e vegyületek közvetlenül a metántermelő baktériumokra hatnak. A telítetlen zsírsavak hozzátapadnak a baktérium felületéhez, mintegy adszorpciós réteget képezve. A zsírsavak hatása azonban nem szelektív, így gátolják a bendőfermentációt (romlik a cellulóz-

emésztés is). Adagolásuk ezért csak akkor indokolt, ha a bendőben folyó intenzív erjedést (pl. nagy adag melasz etetése) kell mérsékelni.

A metánképző baktériumok igen érzékenyek a halogén vegyületekkel szemben. A baktériumokra gyakorolt toxikus hatásukon kívül irreverzibilisen kapcsolódnak a redukált B₁₂ vitaminnal. Ez a reakció a B₁₂ vitamint igénylő metánképződés intenzitását csökkenti.

A szén-tetraklorid és a kloroform már nagy hígításban is gátolja a metánképződést. Hasonló hatása van a kloroformra lebomló klorálhidrátoknak is. A metán inhibitorok közül a legjobb eredményt a klorálhidrát keményítővel képzett komplex vegyületével (amiklorál) érték el. *In vitro* körülmények között az amiklorál alkalmazásakor a fermentáció hatásfoka 6–8%-kal nőtt, az aminosavak lebontása pedig 50%-kal csökkent (*Chalupa és mtsai*, 1980). A klorálhidrát 1–4 g/nap/állat adagban csökkentette a juhok bendőjében a metántermelés mértékét (*Mathers és Miller*, 1982), amiklorál adagolásakor pedig nagyobb N-retenciót figyeltek meg (*Johnson* 1974; *Leibholz*, 1975). Krómozott vagy brómozott metánanalógok, a takarmányfelvétel 5%-os csökkenése mellett, a takarmányértékesítés 5%-os javulását eredményezték bárányokban (*Trei és mtsai*, 1971), és 5–9%-os javulását észlelték hizó marhákban is (*Leibholz*, 1975; *Trei és Scott*, 1971).

A kedvező eredmények ellenére az amiklorál adagolás nem bizonyult egyértelműen pozitív hatásúnak. A szénhidrogének klórozott származékainak gyakorlatban való felhasználását nehezíti e készítmények étvágyrontó, valamint esetenkénti testsúly-gyarapodást csökkentő hatása. További problémát jelent, hogy a bendő metántermelő mikroorganizmusai idővel „hózzászoknak” a klorálhidrát-származékokhoz, ezért alkalmazásuk eddig még nem járt átütő sikerrel.

A tejsavtermelő baktériumok elszaporodásának gátlása

A tejsavtermelő baktériumok elszaporodásával, két esetben kell számolni. Az egyik az, amikor az állatnak kellő szoktatás nélkül, hirtelen nagy mennyiségű (*ad libitum*), sok oldható szénhidrátot tartalmazó takarmányt adnak, illetve amikor a hizálás során étvágy szerint etetnek abrakot.

A kóros, nagy mennyiségű tejsav termelését a *Streptococcus bovis* és a *Lactobacillusok* elszaporodásának gátlásával tudjuk mérsékelni, illetve kivédeni. E savas pH-t jól tűrő baktériumok növekedését gátló antibiotikumok eredményesen alkalmazhatók a szénhidrát-túletetés kóros következményeinek kiküszöbölésére. *Beede és Farlin* (1977) *in vitro* kísérletekben számos antibiotikum alkalmazhatóságát vizsgálta a lactacidozis megelőzésében. Eredményeik alapján a bacitracin, a kapreomicin, a novobiocin, az oxamicin, az eritromicin és a tilozin bizonyult hatásosnak. A felsorolt antibakteriális szereken kívül más hatóanyagokkal is kedvező eredmények érhetők el. Így az egyik ionofor antibiotikumról, a monenzinről, *in vitro* vizsgálatokban megállapították, hogy jelenlétében csökkent a tejsavtermelő baktériumok növekedése (*Dennis és mtsai*, 1981; *Nagaraja és mtsai*, 1982). A *lazalocid* ugyancsak gátolta a tejsavtermelő baktériumok szaporodását, ugyanakkor nem befolyásolta az előnyösen ható tejsavfelhasználók tevékenységét (*Dennis és mtsai*, 1981). *Nagaraja és mtsai*

(1982) vizsgálatai szerint a lazalocid eredményesebben alkalmazható a lactacidosis megelőzésében, mint a monenzin vagy a tiopeptin. *Muir és mtsai* (1980) kísérleti eredményei ezzel ellentétben, a *tiopeptin* nagyon kedvező hatását igazolták a tejsav által okozott acidozis megelőzésében. A testsúly kg-onként 0,18 mg tiopeptin egyszeri beadása a tejsavtermelés teljes megszűnését eredményezte. *Nagaraja és mtsai* (1986) *in vitro* vizsgálataikban megállapították, hogy a tiopeptin csak protozoonok hiányában csökkentette a keményítőből történő tejsavtermelést. A *Streptomyces virginiae* által termelt *virginiamicin* antibiotikumról ugyancsak igazolták, hogy gátolva a *Streptococcus bovis* szaporodását, csökkentette a tejsav képződését (*Hedde és mtsai*, 1980).

A savtermelés mérséklése

A kérődzők nyáltermelésének rendkívül fontos szerepe van a bendő működésében. A nyállal kiválasztott NaHCO_3 és Na_2HPO_2 biztosítja a bendő normális működéséhez szükséges 5,5–7,0 közötti pH-értéket. A termelt nyál mennyisége és összetétele a fölvelt takarmány víztartalmától, a szalastakarmány-felvétel nagyságától és a takarmány fizikai állapotától függően tág határok között változhat (*Putman és mtsai*, 1966; *Bartley*, 1976). A szalastakarmány esetében 1 kg szárazanyag megrágásakor 12–14 liter, gabonadara esetében pedig 10 liter nyál termelésével lehet számolni (*Kaufman*, 1976). *Erdman és mtsai* (1986) lineáris összefüggést állapított meg a bendő pH-ja és a takarmány ADF tartalma között.

Az abrakintenzív takarmányozás okozta anyagcserezavarok mérséklése érdekében régóta törekednek a takarmány pufferhatású anyagokkal való kiegészítésének gyakorlati megvalósítására. A szerves savak semlegesítésére elvben minden bázikus hatású vegyület (NaOH , CaO , MgO , CaCO_3 , Na_2CO_3 , Ca(OH)_2 , NaHCO_3) megfelel, de a gyakorlatban ezek közül csak néhány vált be.

A bendőacidozis tompítása érdekében alkalmazott puffervegyületek közül a nyál élettanilag legfontosabb pufferanyagának, a NaHCO_3 -nak a szerepe emelkedik ki. Alkalmazása esetén a bendőfolyadék pH-értékének szignifikáns emelkedését (6,14-ről 6,55-re) figyelték meg (*Mees és mtsai*, 1985), a nagy abrakhányadú (75%) takarmányadag esetében pedig az összes illó zsírsav koncentrációjának csökkenéséről számoltak be (*Rogers és Davis*, 1982b). A NaHCO_3 tehát savtompító szerepénél fogva hozzájárul az acidózis és az azzal kapcsolatos másodlagos következmények megelőzéséhez. NaHCO_3 kiegészítéskor a tej zsírtartalmának növekedése is várható. A bendőfolyadék pH-jának emelkedése ugyanis a rostbontó baktériumoknak kedvez és így nagyobb lesz a tejszírszintézis kiinduló vegyületéül szolgáló ecetsavképződés. Ez a hatás azonban a takarmány abrak/szálás arányától is függ. Nagy abrakhányadú fejadag etetésekor pufferkiegészítés hatására nőtt az ecetsav aránya, ugyanakkor nagy szalastakarmány hányad esetében ez a hatás nem mutatkozott (*Rogers és Davis*, 1982b; *Mees és mtsai*, 1985). A kutatók előnyösnek tartják a NaHCO_3 magnézium-oxiddal való kombinálását is, mert feltételezik, hogy a Mg^{2+} ion fokozza a tejmirigy lipázaktivitását (*Edvi és mtsai*, 1980). A NaHCO_3 -tal kapcsolatos kedvező tapasztalatok ellenére, e puffervegyület rendelkezik néhány

olyan negatív tulajdonsággal (étvágyrontó hatás, bendőfelfúvódás és húgykövesség), ami határt szabhat felhasználásának (Wheeler, 1980).

Korábban a bendőpufferek közé sorolták a nátrium-bentonitot is, hisz a bentonithoz adagolt nátrium-karbonát arányának megfelelően mérsékelheti a bendő aciditását (Rózsashegyi és mtsai, 1982). Kiderült azonban, hogy pufferkapacitása csekély és előnyös hatása elsősorban a bendő N-forgalmára mutatkozik.

Az alkalmazott pufferoló vegyületekről sokáig úgy gondolták, hogy a bendő puffer kapacitását növelik meg. Valójában azonban ezen anyagok alkalmazásakor a vártnál kisebb a pH-változás mértéke. Russell és May Chow (1993) szerint a bendő pufferkapacitása nem a megnövekedett bikarbonát-koncentrációval, illetve a bikarbonát széndioxiddá és Na^+ ionná történő disszociációjával áll összefüggésben. A bendőfolyadék ugyanis eleve széndioxiddal telített, ezért valószínűtlen, hogy a nagyobb bikarbonátszintnek hatása lehet a bendő CO_2 -tartalmára. Sokkal inkább valószínű, hogy a bikarbonátsókat tartalmazó puffervegyületek adagolásakor a Na^+ ion-koncentrációjának növekedése az, ami hatást gyakorol a bendő működésére. A nagyobb Na^+ ion-szint megnöveli a bendő ozmolaritását, ami kihat a bendő, illetve a gazdaállat vízháztartására. A kutatók azon a véleményen vannak, hogy a puffervegyületek alkalmazásakor emelkedik az állat vízfelvétele, ami megnöveli a bendőtartalom kicserélődését és a könnyen fermentálható szénhidrátok átfolyási sebességét. Newbold és mtsai (1988) eredményei ezt a föltételezést támasztják alá. A szerzők NaHCO_3 kiegészítés esetén nagyobb bendőfolyadék átfolyást mértek.

A propionsavas erjedés elősegítése

A bendőben az erjedés típusa legegyszerűbben takarmányozással befolyásolható. Cellulózban gazdag fejadag (szálas) etetésekor sok ecetsav termelődésére számíthatunk, sok keményítőt tartalmazó takarmányadag (abrak) esetében pedig a propionsav mennyisége nő meg. Amikor nagy szénhidrát-tartalmú takarmányt (pl. répaszelet, melasz) fogyaszt az állat, a kevés ecetsav mellett sok propionsav és sok vajsav termelődése a jellemző.

Az illó zsírsavak közül a transzformáció energetikai szempontjából kedvező propionsavas erjedést a takarmány összetételének változtatásán túlmenően, bizonyos kiegészítő anyagokkal is elősegíthetjük. Ezeket a vegyületeket két csoportba lehet sorolni, úgymint ionofórok, valamint az ide nem tartozó egyéb antibiotikumok.

Az ionofór antibiotikumok csoportjába tartozó hatóanyagok közül a következők rendelkeznek propionsavas erjedést fokozó hatással: monenzin, lazalocid, szalinomicin, laidlomycin, kationomicin és lizocellin. A nem ionofórok csoportjába tartozó, de a propionsav moláris arányára ható antibiotikumok: avoparcin, flavofoszfolipol, tilozin, tiopeptin, virginiamicin és aibellin.

Az alábbiakban a felsorolt antibiotikumok közül a monenzin (Rumenzin[®], Eli Lilly Co.) hatása kerül bővebb ismertetésre, mivel a kérődzők takarmányozásában ennek a vegyületnek a használata engedélyezett. E hatóanyag részletes tárgyalásakor nemcsak a propionsavas erjedést fokozó, hanem a bendő-emésztésre és az anyagforgalomra kifejtett egyéb hatására is kitérünk.

A monenzin hatása

Az ionofór antibiotikumok csoportjába tartozó monenzin hatásmechanizmusát ma már pontosan ismerjük. Az elnevezésnek megfelelően az ionok membrántranszportját befolyásolja, nevezetesen bizonyos ionok számára átjárhatóvá teszi a membránokat, amikre azok egyébként impermeábilisak. A monenzin a Na^+ -hoz nagyobb affinitással kötődik mint a K^+ -hoz, illetve a kétértékű kationokhoz sohasem kapcsolódik. Az ionok membrántranszportjának megváltozása miatt az ionofórok hatására az intracelluláris térben az ionegyensúly felborul. Monenzin esetében például a sejtől K^+ és Na^+ jut ki és H^+ kerül az intracelluláris térbe (Bergen és Bates, 1984).

A *Streptomyces cinnamonensis* gombák által termelt monenzin gyakorlatban történő felhasználásakor megállapították, hogy különböző takarmányozási viszonyok (nagy abrakhányadú fejadag, szilázs etetés, illetve legeltetés) mellett is szignifikánsan javítja a hizómarhák és bárányok teljesítményét (Raun és mtsai, 1976; Steen, 1984). Az állatok kevesebb takarmány elfogyasztásával is nagyobb testsúlyt értek el, ennek következtében javult a takarmányértékesítésük (Goodrich és mtsai, 1984; Bedő és mtsai, 1985).

In vitro és *in vivo* kísérletekben a kutatók (Durand, 1982; Schelling, 1984) egyaránt azt tapasztalták, hogy monenzin hatására az illó zsírsavak közül a propionsav moláris aránya nő. Beigazolódott, hogy ez a megnövekedett propionsav-termelés következtében jött létre (Prange és mtsai, 1978; Rogers és Davis, 1982a; Armentano és Young, 1983; Shell és mtsai, 1983). A propionsav nagyobb aránya mellett csökkent az ecetsav és/vagy a vajsav százalékos aránya, miközben az összes illó zsírsav koncentrációja nem változott, vagy kissé csökkent. Néhány vizsgálatban ugyanakkor nagyobb összes illózsírsav-termelést mértek a monenzin oldható szénhidráttal, vagy abrakkal való inkubálásakor (Richardson és mtsai, 1976, Van Nevel és Demeyer, 1977). A fokozódó propionsav-termelést támasztja alá a bendőfolyadék baktérium összetételének változása is. Chen és Wolin (1979), valamint Henderson és mtsai (1981) megállapították, hogy a 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ dózisban alkalmazott monenzin nem befolyásolta a borostyánkősav- és propionsav-termelő baktériumok növekedését, az ecetsavtermelőket viszont gátolta. Mindez egy fokozódó propionsavas erjedési folyamatra utal. Chen és Wolin (1979) azt is kimutatták, hogy a monenzin alkalmazásakor megváltozott a cellulolitikus baktériumok egyensúlya, fokozódott a *Fibrobacter succinogenes* növekedése a *Ruminococcus*ok kárára. A piroszölősav anyagforgalmában és így a propionsav termelésében kulcsszerepet játszó *Selenomonas ruminantium* viszont ellenállónak bizonyult a monenzinnel szemben.

Monenzin alkalmazásakor többen a metántermelés csökkenését tapasztalták (Dinius és mtsai, 1976; Slyter, 1979; Fuller és Johnson, 1981; Wallace és mtsai, 1981). Ez összefügg azzal, hogy a monenzin a metántermelő baktériumok közül néhányra (pl. a *Methanobacterium bryantii*-ra) gátló hatást fejt ki (Chen és Wolin, 1979, Henderson és mtsai, 1981; Jarrell és Sprott, 1982). A kutatók véleménye szerint a monenzinnel kiegészített takarmányt fogyasztó állatok jobb teljesítménye mintegy egyharmad arányban a metántermelés csökkenésével magyarázható (Thornton és Owens, 1981; Wedegaertner és Johnson, 1983).

Az előbbieken leírtakkal ellentétben, a monenzinnek a rost bendőbeli lebontására gyakorolt hatása nem ilyen egyértelmű. Wallace és mtsai (1981) Rusitec technikával végzett kísérletükben a cellulóz és a hemicellulóz bendőbeli lebonthatóságának 12%-os csökkenését figyelték meg. A cellulolízis mérséklődését tapasztalták Baldwin és mtsai (1982) is, ugyanakkor más *in vitro* vizsgálatokban egyáltalán nem változott a rost bendőbeli lebontása (Dinius és mtsai, 1976; Lemenager és mtsai, 1978; Slyter, 1979; Ricke és mtsai, 1984; Faulkner és mtsai, 1985). A monenzinnek a cellulóz ruminális lebontására gyakorolt negatív hatását támasztja alá és így az előbbi szerzők (Wallace és mtsai, 1981; Baldwin és mtsai, 1982) eredményeit látszik igazolni a bendőben képződő metán mennyiségében talált csökkenés.

In vivo vizsgálatokban a monenzin nem befolyásolta a szárazanyag, az ADF és az NDF bendőbeli lebonthatóságát (Moore és mtsai, 1980; Faulkner és mtsai, 1985), ugyanakkor egy másik kísérletben 49,8%-ról 39,3%-ra csökkentette a szervesanyag bontását (Muntifering' és mtsai, 1981). A szárazanyag, a szervesanyag és a rost emészthetősége általában a teljes bélszakaszban sem változott (Horton és Nicholson, 1980; Cottyn és mtsai, 1983; Wedegaertner és Johnson, 1983; Faulkner és mtsai, 1985). Poos és mtsai (1979), valamint Cottyn és mtsai (1983) eredményei szerint monenzin hatására csökkent az NDF és az ADF látszólagos emészthetősége, mások (Horton és Nicholson, 1980; Wedegaertner és Johnson, 1983) viszont ezen paraméterek növekedését figyelték meg.

A rostbontásnál talált, gyakran ellentmondó eredményekre egyik magyarázat lehet, hogy adaptálódott, vagy még a kiegészítő anyaghoz hozzá nem szokott állatokkal végzik a vizsgálatokat. Hosszabb előtetetési időszakot alkalmazva ugyanis a monenzin rostbontásra gyakorolt esetleges negatív hatása csökkent (Poos és mtsai, 1979; De Jong és Berschauer, 1983), ami a mikroorganizmusok adaptálódását mutatja.

Monenzin alkalmazásakor a fehérjebontás szignifikáns csökkenését figyelték meg (Van Nevel és Demeyer, 1977; Russell és mtsai, 1981; Whetstone és mtsai, 1981). Kimutatták, hogy a proteolízisnél is jobban gátolja a dezaminálást, illetve a transzaminálást (Chalupa és mtsai, 1980). Hino és Russell (1985) vizsgálatai szerint a monenzin a metántermelés gátlásakor a baktériumok közötti H^+ átvitelt befolyásolja, a dezaminálás gátlásakor pedig az intracelluláris térben növeli meg a NADH/NAD arányát. A monenzin dezaminálást gátló hatását amerikai kutatók néhány újabban izolált, aminosavat felhasználó baktérium esetében is igazolták (Russell és mtsai, 1988; Chen és Russell, 1989).

Az *in vitro* kísérletek eredményei szerint a monenzinnel végzett kiegészítést követően több takarmányfehérje került el a bendőbeli lebontást (Fuller és Johnson, 1981; Wallace és mtsai, 1981). Egybeesik ezzel Russell és Strobel (1989) a monenzin ún. aminosav megtakarító szerepére vonatkozó megállapítása. Más kutatók (Van Nevel és Demeyer, 1977; Bartley és mtsai, 1979) a mikrobiális fehérjeszintézis hatékonyságának csökkenését figyelték meg.

In vivo kísérletekben a kiegészítés, a nem ammónia-N (NAN) duodenális átfolyását általában nem befolyásolta (Poos és mtsai, 1979; Moore és mtsai, 1980; Muntifering és mtsai, 1981; Darden és mtsai, 1985), illetve előfordult, hogy csökkentette (Lebzien és mtsai, 1986). Számos kísérletben — az *in vitro*

vizsgálatokhoz hasonlóan — a duodenális chymusban nagyobb takarmány eredetű N-tartalmat mértek (Poos és mtsai, 1979; Moore és mtsai, 1980), valamint a kisebb hatékonyságú mikrobiális fehérjeszintézis következtében csökkent mikrobiális eredetű N-átfolyást állapítottak meg (Poos és mtsai, 1979; Muntifering és mtsai 1981; Lebzien és mtsai, 1986). Az előbbieken túlmenően több kísérletben is az ammóniakoncentráció csökkenését figyelték meg a bendőben (Van Nevel és Demeyer, 1977; Hanson és Klopfenstein, 1979; Poos és mtsai, 1979; Muntifering és mtsai, 1981; Willis és Boling, 1982; Perry és mtsai, 1983; Lebzien és mtsai, 1986).

Monenzin hatására csökken a bendőtartalom folyékony és szilárd fázisának átfolyási sebessége (Lemenager és mtsai, 1978; Faulkner és mtsai, 1985), de a legtöbb esetben a változás nem volt szignifikáns. A takarmány hosszabb bendőbeli tartózkodási ideje részben ellensúlyozza a rost esetenként megmutatkozó kisebb lebonthatóságát, ugyanakkor hatással lehet a fehérje ruminális lebontására, a fermentációra, valamint a mikrobiális fehérjeszintézis hatékonyságára is (Ørskov és McDonald, 1979; Demeyer és Van Nevel, 1986).

A monenzin — a bendőfermentáción túlmenően — a gazdaállat egész anyagforgalmát is befolyásolja. Az alábbi táblázat összefoglaló áttekintést ad a monenzinnek az anyagforgalomra gyakorolt hatásáról.

Nagyobb plazmakarbamid-koncentráció	Pendlum és mtsai (1980); Willis és Boling (1982)
Nagyobb aminosav-koncentráció a vérben	Pendlum és mtsai (1980)
Vérglükózsztint emelkedése	Potter és mtsai (1976)
Kisebb plazmainzulin-koncentráció	Wahle és Livesey (1985)
Propionát-szint emelkedése a vérben	Wahle és Livesey (1985)
Nagyobb B ₁₂ -vitaminkoncentráció a vérben	Wahle és Livesey (1985)
Glükózforgalom növekedése	Van Maanen és mtsai (1978)
Kisebb telített zsírsavtartalom a szövetekben	Marmor és mtsai (1985)
Kisebb Cd-tartalom az izomban és a májban	Masek és mtsai (1985)
Tejzsírtartalom csökkenése a kecsketejben	Brown és Hogue (1985)
Csökkent fekális és urináris Mg-kiválasztás	Greene és mtsai (1985); Kirk és mtsai (1985)
Nagyobb Se-retenció	Costa és Taylor (1994)
Kisebb Ca-kiválasztás a vizelettel	Kirk és mtsai (1985)
Nagyobb P és Zn felszívódás és retenció	Kirk és mtsai (1985)

A fentiekben túlmenően hatására nőtt az ileumban a tripszin aktivitása (Rogers és mtsai, 1991). A sejtfal iontranszportjának változása miatt csökkenti az izomszövet nehézfém (pl. Cd) tartalmát (Masek és mtsai, 1985), valamint általában növeli az ásványianyagok retencióját (Starnes és mtsai, 1984; Kirk és mtsai, 1985) is. Fokozza a kalcium, a foszfor és a magnézium felszívódását is (Starnes és mtsai, 1984; Gado és mtsai, 1986; Greene és mtsai, 1986; 1988; Droke és mtsai, 1989; Spears és mtsai, 1989). Mg-felszívódást elősegítő hatását nemcsak *in vivo* kísérletekben, hanem *in vitro* is igazolták (O'Conner és Beede, 1986). A kálium és a nátrium abszorpciójára gyakorolt hatására vonatkozóan megoszlanak a vélemények. Egyesek szerint elősegíti (Starnes és mtsai, 1984; Kirk és mtsai, 1985; Greene és mtsai, 1988) mások viszont nem találtak változást (Greene és mtsai, 1986; Droke és mtsai, 1989).

A monenzin ismertetett, állatok anyagforgalmára gyakorolt kedvező hatása indokolja a kérődzők takarmányozásában széleskörű felhasználását, illetve vezetett e készítmény világméretű elterjedéséhez.

IRODALOM

- Andrews, A.H. – Blowey, R.W. – Boyd, H. – Eddy, R.G.(1992): Bovine medicine. Diseases and husbandry of cattle. Blackwell Scientific Publications, Oxford
- Armentano, L.E. – Young, J.W.(1983): J. Nutr., 113. 1265.p.
- Baldwin, R.L. – Bitman, J. – Thompson, M.J.(1982): J. Anim. Sci., 55., 673.p.
- Bartley, E.E (1976): Bovine saliva: production and function buffers in ruminant physiology. Ed.: Weinburg, M.S. and Sheffner, A.L.: Church and Dwight Inc., New York
- Bartley, E.E. – Herod, E.L. – Bechtle, R.M. – Sapienza, D.A. – Brent, B.E. (1979): J. Anim. Sci., 49. 1066.p.
- Bedő, S. – Hajas, P. – Forczek, D.(1985): Állattenyésztés és Takarmányozás, 34. 1. 43.p.
- Beebe, D.K. – Fariin, S.D.(1977): J. Anim. Sci., 45. 385.p.
- Bergen, W.G. – Bates, D.B.(1984): J. Anim. Sci., 58. 1465.p.
- Britton, R.A. – Colling, D.P. – Klopfenstein, T.J. (1978): J. Anim. Sci., 46. 1738.p.
- Brock, F.M. – Forsberg, C.W. – Buchanan-Smith, J.G.(1982): Appl. Environ. Microbiol., 44. 561.p.
- Broderick, G. A. – Balthrop, J.E.Jr. (1979): J. Anim. Sci., 49. 1101.p.
- Brown, D.L. – Hogue, D.E.(1985): J. Dairy Sci., 68. 1141.p.
- Cenkvari, É. – Schmidt, J.(1989): Állattenyésztés és Takarmányozás, 38. 6. 561.p.
- Chalupa, W.(1977): J. Anim. Sci., 46. 585.p.
- Chalupa, W. – Corbett, W. – Brethour, J.R.(1980): J. Anim. Sci., 51. 170.p.
- Chalupa, W. – Patterson, J.A. – Chow, A.W – Parish, R.C.(1976): J. Anim. Sci., 43. 316p. (abstr.)
- Chalupa, W. – Patterson, J.A. – Parish, R.C. – Chow, A.W.(1983): J. Anim. Sci., 57. 186.p.
- Chen, G. – Russell, J.B.(1989): Appl. Environ. Microbiol., 55. 1052.p.
- Chen, M. – Wolin, M.J.(1979): Appl. Environ. Microbiol., 38. 72.p.
- Costa, N.D. – Taylor, E.G.(1994): J. Anim. Sci., 72 (Suppl.) 134.p.
- Cottyn, B.G. – Fiems, L.O. – Boucque, C.V. – Aerts, J.V. – Buysse, F.X.(1983): Zeitschr. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelkde, 49. 277.p.
- Czerkawski, J.W. – Breckenridge, G.(1975): Br. J. Nutr., 34. 447.p.
- Darden, D.E. – Merchen, N.R. – Berger, L.L. – Fahey, G.C. – Spears, J.W.(1985): Nutr. Rep. Int., 31. 979.p.
- De Jong, A. – Berschauer, F.(1983): S. Afr. J. Anim. Sci., 13. 67.p.
- Demeyer, D.I. – Van Nevel, C.J.(1975): Methanogenesis, an integrated part of carbohydrate fermentation, and its control. In: Digestion and Metabolism in the Ruminant. Eds.: McDonald, I.W. and Warner. A.C.I., University of New England Publ. Unit., Armidale, Australia, 366.p.
- Demeyer, D. – Van Nevel, C.(1986): Reprod. Nutr. Dév., 26. 161.p.
- Dennis, S.M. – Nagaraja, T.G. – Bartley E.E. (1981): J. Anim. Sci., 52. 418.p.
- Dinius, D.A. – Simpson, M.E. – Marsh, P.B. (1976): J. Anim. Sci., 42. 229.p.
- Droke, E.A. – Spears, J.W. – Armstrong, J.D. – Kegley, E.B.(1989): J. Anim. Sci., 67. (Suppl.) 567.p.
- Durand, M (1982): Ann. Zoot., 31. 47.p.
- Edvi, P. – Kutas, F. – Vucskits, A.(1980): Magy. Áo. Lapja, 35. 511.p.
- Erdman, R.A. – Proctor, G.H. – Vandersall, J.H. (1986): J. Dairy Sci., 69. 2312.p.
- Faulkner, D.B. – Klopfenstein, T.J. – Trotter, T.N. – Britton, R.A.(1985): J. Anim. Sci., 61. 654.p.
- Fébel, H. – Fekete, S. – Kellems, R.O. – Szakáll, I. – Husvéth, F. – Kósa, E.(1993): Proc. Soc. Nutr. Physiol., 1. 66.p.
- Fekete, S. – Huszenicza, Gy. – Kellems, R.O. – Szakáll, I. – Fébel, H. – Kósa, E. – Húsvéth, F.(1994): A takarmányfehérje bonthatóságának hatása a nagytejű tehének anyagcseréjére és testösszetételére. Akadémiai Beszámoló, Budapest
- Forsberg, C.W. – Lovelock, L.K.A. – Krumholz, L. – Buchanan-Smith, J.G.(1984): Appl. Environ. Microbiol., 47. 101.p.
- Fuller, J.R. – Johnson, D.E.(1981): J. Anim. Sci., 53. 1574.p.
- Gado, H.M. – Goodrich, R.D. – Garrett, J.E. – Meiske, J.C.(1986): J. Anim. Sci., 63. (Suppl.) 440.p.
- Goodrich, R.D. – Garrett, J.E. – Gast, D.R. – Kirick, M.A. – Larson, D.A. – Meiske, C.(1984): J. Anim. Sci., 58. 1484.p.
- Greene, L.W. – May, B.J. – Schelling, G.T. – Byers, F.M.(1988): J. Anim. Sci., 66. 2987.p.
- Greene, L.W. – Schelling, G.T. – Byers, F.M.(1985): J. Anim. Sci., 61. (Suppl.1) 494.p.
- Greene, L.W. – Schelling, G.T. – Byers, F.M. (1986): J. Anim. Sci., 63. 1960.p.
- Hanson, T. L. – Klopfenstein, T. (1979): J. Anim. Sci., 48. 474.p.
- Hazlewood, G. – Edwards, R. (1981): J. Gen. Microbiol., 125. 11.p.
- Hedde, R. D. – Armstrong, D.G. – Parish, R.C. – Quach, R. (1980): J. Anim. Sci., 51. (Suppl.) 366.p.

- Henderson, C. – Stewart, C.S. – Nekrep, F.V. (1981): *J. Appl. Bacteriol.*, 51. 159.p.
- Hino, T. – Russell, J.B. (1985): *Appl. Environ. Microbiol.* 50. 1368.p.
- Hogan, J.P. – Weston, R.H. (1969): *Austr. J. Agric. Res.*, 20. 339.p.
- Horton, G.M.J. – Nicholson, H.H. (1980): *Can. J. Anim. Sci.*, 60. 919.p.
- Jarrell, K.F. – Sprott, G.D. (1982): *J. Bacteriol.*, 151., 1195.p.
- Johnson, D.E. (1974): *J. Anim. Sci.*, 38. 154.p.
- Jouany, J.P.(1993): Manipulation of microbial activity in the rumen. 44th Annual Meeting of EAAP, Aarhus Dánia, N4. 1. 299.p.
- Kaufman, W.(1976): *Livest. Prod. Sci.*, 3. 103.p.
- Kirk, D.J. – Greene, L.W. – Schelling, G.T. – Byers, F.M (1985): *J. Anim. Sci.*, 60. 1485.p.
- Kopečný, J. – Wallace, R.J.(1982): *Appl. Environ. Microbiol.*, 43. 1026.p.
- Kutas, F. – Semjén, G. – Veresegyházy, T. – Gálfi, P.(1982): *Magyar Áo. Lapja.*, 37. 535.p.
- Lebzien, P. – Rohr, K. – Breves, G. – Höller, H. (1986): *Zeitschr. Tierphysiol. Tieremähr. Futtermittelkde.* 55. 177.p.
- Leibholz, J.(1975): *Anim. Prod.*, 20. 93.p.
- Lemenager, R.P. – Owens, F.N. – Shockey, B.J. – Lusby, K.S. – Totusek, R.(1978): *J. Anim. Sci.*, 47. 255.p.
- Mammer, W.N. – Maxwell, R.J. – Wagner, D.G.(1985): *J. Agric. Food. Chem.*, 33. 67.p.
- Masek, J. – Gilka, J. – Docekalova, H.(1985): *Anim. Prod.*, 40. 511.p.
- Mathers, J.C. – Miller, E.L.(1982): *J. Agric. Sci.*, 99. 215.p.
- Mees, D.C. – Merchen, N.R. – Mitchel, C.J. (1985): *J. Anim. Sci.*, 61. 985.p.
- Moore, C.K. – Amos, H.E. – Evans, J.J. – Lowrey, R.S. – Burdick, D.(1980): *J. Anim. Sci.*, 50. 1145.p.
- Muir, L.A. – Rickes, E.L. – Duquette, P.F. – Smith, G.E.(1980): *J. Anim. Sci.*, 50. 547.p.
- Muntifering, R.B. – Theurer, B. – Noon, T.H. (1981): *J. Anim. Sci.*, 53. 1565.p.
- Nagaraja, T.G. – Avery, T.B. – Bartley, E.E. – Roof, S.K. – Dayton, A.D.(1982): *J. Anim. Sci.*, 54. 649.p.
- Nagaraja, T.G. – Dennis, S.M. – Galitzer, S.J. – Harmon, D.L.(1986): *Can. J. Anim. Sci.*, 66. 129.p.
- Newbold, C.J. – Thomas, P.C. – Chambertain, D.G.(1988): *J. Agric. Sci.*, 110. 383.p.
- O'Conner, A.M. – Beede, D.K.(1986): *J. Anim. Sci.*, 63. (Suppl.) 447.p.
- Ørskov, E.R. – McDonald, I.(1979): *J. Agric. Sci.*, 92. 499.p.
- Pendlum, L.C. – Boling, J.A. – Bradley, N.V. (1980): *J. Anim. Sci.*, 50. 29.p.
- Perry, T.W. – Shields, D.R. – Dunn, W.J. – Mohler, M.T.(1983): *J. Anim. Sci.*, 57. 1067.p.
- Poos, M.I. – Hanson, T.L. – Klopfenstein, T.J. (1979): *J. Anim. Sci.*, 48. 1516.p.
- Potter, E.L. – Raun, A.P. – Cooley, C.O. – Rathmacher, R.P. – Richardson, L.F.(1976): *J. Anim. Sci.*, 43. 678.p.
- Prange, R.W. – Davis, C.L. – Clark, J.H. (1978): *J. Anim. Sci.*, 46. 1120.p.
- Putman, P.A. – Yarns, D.A. – Davis, R.E. (1966): *J. Anim. Sci.*, 25. 1176.p.
- Raun, A.P. – Cooley, C.O. – Potter, E.L. – Rathmacher, R.P. – Richardson, L.F.(1976): *J. Anim. Sci.*, 43. 670.p.
- Richardson, L.F. – Raun, A.P. – Potter, E.L. – Cooley, C.O. – Rathmacher, R.P. (1976): *J. Anim. Sci.*, 43. 657.p.
- Ricke, S.C. – Berger, L.L. – Van der Aar, P.J. – Fahey, G.C. Jr.(1984): *J. Anim. Sci.*, 58. 194.p.
- Rogers, J.A. – Davis, C.L.(1982a): *J. Dairy Sci.*, 65. 944.p.
- Rogers, J.A. – Davis, C.L.(1982b): *J. Dairy Sci.*, 65. 953.p.
- Rogers, M. – Jouany, J.P. – Thivend, P. – Fontenot, J.P.(1991): *Can. J. Anim. Sci.*, 71. 1125.p.
- Rózsahégyi, T. – Edvi, P. – Timár, L.(1982): *Magy. Áo. Lapja*, 37. 115.p.
- Russell, J.B. – Bottje, W.G. – Cotta, M.A. (1981): *J. Anim. Sci.*, 53. 242.p.
- Russell, J.B. – Martin, S.A.(1984): *J. Anim. Sci.* 59. 1329.p.
- Russell, J.B. – May Chow Jo(1993): *J. Dairy Sci.*, 76. 826.p.
- Russell, J.B. – Strobel, H.J.(1989): *Appl. Environ. Microbiol.*, 55. 1.p.
- Russell, J.B. – Strobel, H.J. – Chen, G.(1988): *Appl. Environ. Microbiol.*, 54. 872.p.
- Schelling, G.T.(1984): *J. Anim. Sci.*, 58. 1518.p.
- Schmidt, J.(1989): A szarvasmarhák fehérje- és aminosavellátásának javítása. Doktori értekezés, (PATE, Mosonmagyaróvár), MTA
- Shell, L.A. – Hale, W.H. – Theurer, B. – Swingle, R.S.(1983): *J. Anim. Sci.*, 57. 178.p.
- Siddons, R.C. – Beaver, D.E. – Kaiser, A.G. (1982): *J. Sci. Food Agric.*, 33. 609.p.
- Sklan, D.(1989): *J. Agric. Sci.*, 112. 79.p.
- Slyter, L.L.(1979): *Appl. Environ. Microbiol.*, 37. 283.p.
- Spears, J.W. – Schrickler, B.R. – Burns, J.C. (1989): *J. Anim. Sci.*, 67. 2140.p.
- Stames, S.R. – Spears, J.W. – Froetchel, M.A. – Croom, W.J. Jr.(1984): *J. Nutr.*, 114. 518.p.
- Steen, R.W.J.(1984): *Grass Forage Sci.*, 39. 35.p.
- Thompson, D.J. – Beaver, D.E. – Lonsdale, C.R. – Haines, M.J. – Cammell, S.B. – Austin, A.R. (1981): *Br. J. Nutr.*, 46. 193.p.
- Thornton, J.H. – Owens, F.N.(1981): *J. Anim. Sci.*, 52. 628.p.

- Trei, J.E. – Parish, R.C. – Scott, G.C.(1971): J. Anim. Sci., 33. 1171.p.
- Trei, J.E. – Scott, G.C.(1971): J. Anim. Sci., 33. 301.p.
- Van Maanen, R.W. – Herbein, J.H. – McGilliard, A.D. – Young, J.W.(1978): J. Nutr., 108. 1002.p.
- Van Nevel, C.J. – Demeyer, D.I.(1977): Appl. Environ. Microbiol., 34. 251.p.
- Van Nevel, C.J. – Demeyer, D.I.(1988) Manipulation of rumen fermentation. In: The Rumen Microbial Ecosystem. Ed.: Hobson, P. N., Elsevier Applied Science. London, 387.p.
- Várhegyi J.-né – Kövessy M. – Pusztainé Csaba, Á. – Várhegyi J.(1988): Állattenyésztés és Takarmányozás, 37. 6. 557–563.p.
- Veresegyházy T. – Fekete, S.(1987): Magyar Áo. Lapja, 42. 171.p.
- Veresegyházy T. – Fekete, S.(1990): Acta Vet. Hung., 38. 95.p.
- Wahle, K.W.J. – Livesey, C.T.(1985): J. Sci. Food Agric., 36. 1227.p.
- Wallace, R.J.(1983) In vitro studies of potential inhibitors of protein degradation by rumen bacteria. In Protein Metabolism and Nutrition. Ed.: Pion, R. – Arnal, M. – Bodin, D., INRA Publ. 16. Vol. 2. 219.
- Wallace, R.J. – Czerkawski, J.W. – Breckenridge, G.(1981): Br. J. Nutr., 46. 131.p.
- Wedegaertner, T.C. – Johnson, D.E.(1983): J. Anim. Sci., 57. 168.p.
- Wheeler, W.E.(1980): J. Anim. Sci., 51. 224.p.
- Whetstone, H.D. – Davis, C.L. – Bryant, M.P (1981): J. Anim. Sci., 53. 803.p.
- Willis, C.M. – Boling, J.A.(1982): Nutr. Rep. Int., 25. 399.p.
- Wolin, M.J.(1979) The rumen fermentation: a model for microbial interactions in anaerobic ecosystems. In: Advances in Microbial Ecology. Ed.: Alexander, M., New York and London, 3. 49.p.

Érkezett: 1998. január
 Szerző címe: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
 Author's address: Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
 H-2053 Herceghalom, Gesztenyés u. 1.

AZ ÓLOM-TERHELÉS HATÁSA NÉHÁNY INDIKÁTOR-SZERV ÁSVÁNYIANYAG- TARTALMÁRA JUHOKBAN

2. Közlemény

RÓZSA LÁSZLÓ — VÁRHEGYI JÓZSEFNÉ —
REGIUSNÉ MÖCSÉNYI ÁGNES — FUGLI KÁROLY

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők napi 50 mg és 500 mg ólom (Pb) terhelés hatását vizsgálták a gyapjú és az indikátorszervek ólom- és ásványianyag tartalmára. A kísérleteket 3x3 ürüvel végezték. Az ólom etetést egy kontroll szakasz előzte meg. Az alptakarmány 810 g lucernaszéna és 330 g kukoricadara volt. Az Pb-t ólomacetát formájában kapták az állatok. A kontroll szakaszban 17, majd az ólomterhelést követően 28., 47., 62. nap után vizsgálták a gyapjú ólom- és mikroelem-tartalmát. A kísérlet végén — 62 napos ólomterhelés után — az állatok vágásra kerültek és meghatározták a máj, a vese és a nagyagy ólom-, mangán réz- és cinktartalmát. Az 500 mg-os ólom-kiegészítés növelte a májban, a vesében, a nagyagyban és a gyapjúban az ólom koncentrációt. A réz mennyisége a májban és az agyvelőben az 500 mg/nap ólom terhelés hatására csökkent, ami feltehetően az ólom antagonistá hatásának tulajdonítható.

SUMMARY

Rózsa, L. – Várhegyi, J-né Ms. – Regiusné, Mőcsényi Á. Ms. – Fugli, K.: THE EFFECT OF LEAD SUPPLEMENTATION ON MINERAL CONTENTS OF SOME INDICATOR ORGANS IN SHEEP. 2nd Papers.

The effect of lead supplementation (50 and 500 mg/day) was studied on the lead and mineral contents of wool and indicator organs. Experiments were carried out on 9 wethers divided into 3 groups. Lead supplementation was preceded by a control phase. Basal ration included 810 g alfalfa hay and 330 g corn grain. Lead was fed in the form of leadacetate. Lead and mineral contents of wool were measured after 17 (in the control phase), 28, 47 and 62 days of lead supplementation. At the end of the experiment — after the 62 day-long lead supplementation — animals were slaughtered. Lead, manganese, copper and zinc content of livers, kidneys and brains of control and experimental animals was determined. 500 mg lead supplementation increased the lead concentration of liver, kidneys, brain and wool. Copper concentrations of liver and brain decreased due to lead supplementation. This decrease may be attributed to the antagonistic effect of lead.

BÉVEZETÉS

Az ólom környezet károsító hatása jelentős lehet. Ólomot tartalmaz a benzin kopásgátló adaléka, az akkumulátorok előállításának nélkülözhetetlen alapanyaga, valamint számos más anyag előállításában is szerepet játszik (Settle és Petterson, 1980). Az ólom a széleskörű ipari alkalmazása okozza a környezet károsító hatását. Elsősorban a gépjárművek kipufogógázban megjelenő, az üzemanyaghoz kevert adalékanyagok okozhatnak ólomszennyezést a vegetációban és a talajban (Adriano, 1986; Kádár, 1995). Ennek mezőgazdasági jelentősége az, hogy megnöveli a gazdasági-, és vadon élő állatok ólomterhelését is. Az ólomnak az emberi szervezetre gyakorolt toxikus hatása jól ismert (Allaway, 1968). Az állatok száján át való ólomfelvétele napjainkban egyre nagyobb (Hirschler, 1957; Zook és mtsai, 1969; Buck, 1970; Moeschlin, 1972). Főleg a szarvasmarhákban, lovakban, juhokban, kutyákban, madarakban, és a vadon élő szarvasokban írták le az ólomkoncentráció növekedését. A fejlett ipari területeken a levegő-, a víz és a talajszennyezésen keresztül az ólom veszélyezteti az embert és az állatokat egyaránt (Kloke és Riebartsch, 1964; Chow, 1970; Schmitt és mtsai, 1971; Csathó, 1994).

Az anyaállat által felvett ólom, a tejjel, a fiatal állat szervezetébe kerül és veszélyes ólomakkumulációhoz vezet (White és mtsai, 1942). A száján át felvett ólomnak csak kis része szívódik fel, a nagyobb része vízben oldhatatlan ólomszulfidá alakul át és az ürülékkel távozik (Blaxter, 1950). Az ólom elsősorban a takarmánnyal és az ivóvízzel jut az állati szervezetbe. A szennyezett talajokon termesztett növényekben számottevő mennyiségű ólom halmozódhat fel különösen a nagy zöldtömegű fajokban (Regiusné, 1991).

A toxicitás az eloszlás egyenletességétől, valamint az ólom oldhatóságától függ. A felvett ólom legnagyobb része a jejunumban reszorbeálódik, majd a szintézis során a fehérjékkel ólomkomplexet képez. A felszívódott rész a fölvelt mennyiség 1–10%-a. A juhokban a felszívódás mértéke csak 1–2%. A száján át felvett ólom legnagyobb része a májba jut, ahol az enterohepatikus körfolyamatban az epével ismét a duodénumba kerül (Cantarow és Trumper, 1944). Az ólom eloszlása a haematogén abszorpció után következik be, és utána koncentrálódik a lágy szövetekben, különösen a kiválasztó működésű májban és a vesében (Hats, 1982; Darmono és Stoltz, 1987).

Az ólomterhelés hatásáról a táplálóanyagok emészthetőségére korábbi közleményünkben számoltunk be (Rózsa és mtsai, 1996). Jelen kísérletünk célja annak megállapítása volt, hogy az Pb terhelés milyen hatást gyakorol az állati szervek és a gyapjú Pb, illetve mikroelem (Mn, Cu, Zn) tartalmára.

ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A kísérletben modell állatként 9 magyar fésűs merinó fajtájú ürüt használtunk. Az állatokat egyedileg, anyagcsere ketrecekben tartottuk. Takarmányadagjukat a napi létfenntartó szükségletüknek megfelelően állítottuk össze lucerna szénából és kukoricadarából. A kísérletben etetett takarmányok mennyiségét és táplálóanyag tartalmát az 1. táblázat tartalmazza. Az ürüket a kísérlet megkezdése előtt 12 napig szoktattuk a takarmányhoz.

Az etetett takarmányok kémiai összetétele

	Takarmányok(1)	
	Kukoricadara(2)	Lucernaszéna(3)
Szárazanyag, g(4)	915	882
Szárazanyagban(5)		
Nyersfehérje, g/kg(6)	93	217
Nyerszsír, g/kg(7)	41	13
Nyersrost, g/kg(8)	26	298
N-mentes kiv.a., g/kg(9)	826	354
Hamu, g/kg(10)	14	118
NDF, g/kg(11)	291	499
Sejttartalom, g/kg(12)	701	482
Ólom (Pb), mg/kg	0,5	3,4
Mangán (Mn), mg/kg	6,0	46,4
Réz (Cu), mg/kg	1,9	9,0
Cink (Zn), mg/kg	24,9	29,5

Chemical composition of feeds
 feed(1), maize grain(2), lucerne hay(3), dry matter(4), in dry matter(5), crude protein(6), ether extract(7), crude fiber(8), N free extr.(9), ash(10), neutral detergent fiber(11), cell solubles(12)

Három kezelésben, kezeléenként három állattal folytattuk a kísérletet:

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

A kontroll ürök alaptakarmányt kaptak amely 330g kukoricadarából és 810g lucernaszénából állt naponta állatonként, amit napi 50mg illetve 500mg ólommal egészítettünk ki a kísérleti csoportoknál.

Az ólmot ólom-acetát formájában, por alakban, a kukoricadarához kevertük. A kísérlet megkezdése után a 17., 28., 47., 62. napon gyapjú mintát vettünk. Az ólomterhelésnek kitett kísérleti csoportokból a kísérlet során 1-1 állat kiesett (az ólomterhelés 40. ill. 53. napján). Az elhullást nem ólommérgezés okozta.

A kísérlet végén az ürök vágásra kerültek. A levágott és elhullott állatokból szervmintákat vettünk és meghatároztuk azok ólom-, mangán-, réz és cink-tartalmát. A gyapjút mosás és extrahálás után elhamvasztottuk, a szövetet mikrohullámú feltárással készítettük elő.

A vizsgált takarmányok valamint a gyapjú és az indikátorszervek ólom-tartalmát az MSZ 6830/33-82 szabványban leírt atomabszorpciós spektrofotometriás módszerrel határoztuk meg, 283,3nm hullámhosszon, grafitkemencében (A-AS-GF). A mangán, réz és cink mennyiségét a *Magyar Takarmánykódex* (1990) alapján határoztuk meg. A kísérleti eredményeket t próbával értékeltük (Sváb, 1981).

EREDMÉNYEK

Az Pb-terhelés hatását a gyapjú Pb, Cu, Zn és Mn tartalmára a 2. táblázatban mutatjuk be. A gyapjú Pb tartalma a kontroll csoporthoz képest, mind a két dózis hatására nőtt. Az eltérés 500 mg Pb kiegészítés esetén ($P < 0,001$) szignifikáns. A gyapjú Zn, Cu és Mn tartalma az ólomterhelés hatására a kontroll vizsgálathoz hasonlítva tendenciájában kisebb, de az eltérések nem szignifikánsak.

2. táblázat

Az ólomterhelés hatása a gyapjú Pb, Cu, Zn és Mn tartalmára (mg/kg sz.a., $\bar{x} \pm s$)

Kezelés(1)	Pb	Zn	Cu	Mn
Kontroll(2) n = 9	1,38 ^a ±0,08	130,96±16,54	4,76±1,40	13,81±1,28
50 mg Pb n = 7	4,31 ^a ±1,91	115,51±28,92	4,04±1,86	9,83±2,51
500 mg Pb n = 7	17,83 ^b ±3,59	121,11±21,75	2,85±1,04	10,12±5,86

a, b az eltérő betűvel jelölt átlagok között szignifikáns különbség van ($P < 0,001$)(3)

Effect of Pb supplementation on the level of Pb, Cu, Zn and Mn in the wood
treatment(1), control(2); means with different superscripts are significantly different(3)

Az ólomterhelés eredményeként a máj, a vese és az agyvelő Pb-tartalma nőtt (3. táblázat). Az 500 mg Pb kiegészítés a kontrollhoz hasonlítva, minden szervben szignifikáns növekedést eredményezett. Az indikátorszervek ólomtartalmában az 50 mg Pb terhelésű és a kontroll csoport között nem találtunk szignifikáns különbséget.

3. táblázat

Az ólomterhelés hatása a máj, a vese és az agy Pb tartalmára (mg/kg sz.a., $\bar{x} \pm s$, n=3)

Kezelés(1)	Máj(2)	Vese(3)	Agy(4)
Kontroll(5)	1,82 ^a ± 0,22	1,64 ^a ± 3,40	1,59 ^a ± 0,21
50 mg Pb	2,32 ^{ab} ± 0,56	23,08 ^{ab} ± 2,05	3,11 ^{ab} ± 0,09
500 mg Pb	26,43 ^c ± 10,35	49,91 ^b ± 22,34	24,83 ^c ± 8,12

a, b, c: az eltérő betűkkel jelölt átlagok között szignifikáns különbség van ($P < 1,01$)(6)

The effect of Pb supplementation on the Pb content of liver, kidneys and brain
treatment(1), liver(2), kidney(3), brain(4), control(5), means with different superscripts are significantly different(6)

Az ólomterhelés hatását az egyes szervek Zn, Cu, és Mn tartalmára a 4. táblázatban foglaltuk össze. Az Pb-terhelés általában nem volt hatással a vizsgált szervek a Zn, illetve Mn koncentrációjára, kivéve a Mn és a Cu mennyiségét a májban. A májban a Mn mennyisége 500 mg Pb adagolás hatására, a Cu már 50 mg Pb etetésekor a kontrollhoz képest szignifikánsan csökkent ($P < 0,01$). A máj réztartalmának csökkenését tapasztalták Regiusné és mtsai (1990) is, akik ipari létesítmények és nagy forgalmú autótutak környezetében vizsgálták az ólomterhelés hatását a szarvasmarhákra. Ezeken a területeken az ólomterhelés többszörösen meghaladja a hazánkban mért átlagértékeket és

ennek hatására csökkent a máj és a vese Cu-tartalma az országos átlaghoz képest, a hiányt jelző szint alá azonban nem süllyedt egyik esetben sem. *Kaldrumidoue és mtsai* (1994) szerint a négy hónapon keresztül bárányok ivóvizébe kevert 1 és 3 mg ólom degeneratív változásokat okozott mind a máj, mind a vese szöveti állományában. *Pais és mtsai* (1994) csirkékkel végzett kísérleteikben bebizonyították, hogy 45 napos Pb etetés után a szervek esszenciális elem tartalma csökkent ill. az Pb tartalma növekedett. *Fick* (1975) vizsgálatai szerint a napi 50, 100, 1000 mg Pb növelte az indukátorszervek ólom tartalmát és csökkentette a májban a réz mennyiségét. Hasonló eredményekhez jutottak *Grün és mtsai* (1984, 1985), akik az ólometetés hatására megnövekedett ólomtartalmat találtak a borjak egyes szerveiben és a vérben is, ami az etetést követő 3. naptól már kimutatható volt, az etetett mennyiséggel párhuzamos nagyságrendben. A terhelés mértékét a vér is nagyon jól tükrözte.

4. táblázat

Az ólomterhelés hatása a máj, a vese és az agy Zn, Cu, Mn tartalmára (mg/kg sza., $\bar{x} \pm s$)

Elem(1)	Szerv(2)	Kontroll(3)	50 mg Pb	500 mg Pb
Zn	máj(4)	56,77 ^a ± 1,08	53,52 ^a ± 2,16	57,78 ^a ± 1,44
Cu		178,61 ^{ab} ± 72,02	36,66 ^a ± 26,61	50,85 ^b ± 36,17
Mn		4,64 ^a ± 1,69	5,03 ^a ± 1,04	1,22 ^b ± 0,60
Zn	vese(5)	46,97 ^a ± 2,95	47,31 ^a ± 10,12	47,99 ^a ± 7,46
Cu		8,65 ^a ± 2,12	11,17 ^a ± 1,89	7,99 ^a ± 3,53
Mn		2,88 ^a ± 1,34	3,96 ^a ± 1,48	4,47 ^a ± 3,21
Zn	agy(6)	37,19 ^a ± 6,01	37,14 ^a ± 4,54	44,08 ^a ± 3,67
Cu		18,21 ^{ab} ± 4,32	15,77 ^a ± 1,54	12,41 ^b ± 0,4
Mn		2,37 ^a ± 1,20	2,53 ^a ± 0,44	3,55 ^a ± 1,35

a, b: az eltérő betűkkel jelölt átlagok között szignifikáns különbség van P<0,01(7)

The effect Pb supplementation on the level of Zn, Cu and Mn in organs
 element(1), organ(2), control(3), liver(4), kidneys(5), brain(6), means with different superscripts are significantly different(7)

Napi 500 mg Pb adagolása esetén a máj és az agyvelő Cu-tartalmának csökkenését tapasztaltuk, mely feltehetően az Pb antagonist hatásának tulajdonítható, de ennek alátámasztására további vizsgálatok szükségesek.

IRODALOM

Adriano, D.C.(1986): Trace elements in the terrestrial environment. Springer-Verlag, New York-Berlin-Heidelberg-Tokyo, 533.p.
Allaway, W.H.(1968): Adv. Agron., 20. 235–274.p.
Blaxter, K.L.(1950): J. Comp. Path., 60. 177–183.p.
Buck, W.B. (1970): J. Am. Vet. Med. Assoc. 156. 1468–1472.p.
Cantarow, A. – Trumper, M.(1944): Lead Poisoning. Baltimore: The Williams and Wilkins Company
Chow, T.J.(1970): Nature, 225. 295–296.p.
Csathó P.(1994): A környezet nehézfém szennyezettsége és az agrártermelés. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet, Budapest

- Darmono, – Stoltz, D.R.*(1987): *Penyakit Hewan*, 33., 40–44.p.
- Fick, K.R.*(1975): *Experimental lead toxiciti in sheep and rats*. Dissertation, Univ. Florida, Gansevilla, USA
- Grün, M. – Kronemann, H. – Jächel, L. – Anke, M. – Henig, A.*(1985): *Die Bleibelastung des Kalbes. 5. Mitt. Bleigehalt des Blutes*. In: *Mangen und Spurenelemente*. Ed: Anke, M. – Brüchner Ch. – Gürtler, H. – Grün, M. *Arbeitstagung Karl-Marx-Univ., Leipzig*, 216–223.p.
- Grün, M. – Kronemann, H. – Jächel, L. – Henig, A.*(1984): *Die Bleibelastung des Kalbes. 4. Mitt. Bleigehalt verschiedener Organe*. In: *Mangen und Spurenelemente*. Ed: Anke, M. – Brüchner Ch. – Gürtler, H. – Grün, M. *Arbeitstagung Karl-Marx-Univ., Leipzig*, 200–207.p.
- Hats, R.C.*(1982): In: *Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 5th Eds.: Booth, N.H. and McDonald, N.E. Ames, Iowa, Iowa State University Press 1005.p.
- Hirschler, D.A.*(1957): *Ind. Eng. Chem.*, 49. 1131–1142.p.
- Kádár I.*(1995): *A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon*. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Kaldrumidou, E. – Poluzopoulou, Z. – Papaioannou, N. – Tsangares, T. – Papasteriades. A.*(1994): *Bulletin of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 45. 4. 283–290.p.
- Kloke, A. – Riebartsch, K.*(1964): *Verunreinigungen von Kulturpflanzen durch Kraftfahrzeugabgase*. *Naturwissensch.*, 367–368.p.
- Magyar Takarmánykódex*(1990): *Mezőgazdasági Kiadó*
- Regiusné Mőcsényi Á.*(1991): *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 40. 5. 465–477.p.
- Regiusné Mőcsényi Á. – Pataki A. – Valda K.*(1990): *Cadmium and lead-emission in the neighbourhood of powerplants and highways*. In: *Proceedings of the 4. Int. Symp.* Ed.: I. Pais, Univ. of Horticult. and Food Industry, Budapest, 167–189.p.
- Rózsa L. – Várhegyi J.-né – Regiusné Mőcsényi Á. – Fugli K.*(1996): *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 45. 2–3. 323–329.p.
- Pais, I. – El-Sabai, A. – Abaza, M. – Radnai G.*(1994): *In Mengen- und Spurenelemente*. 14. *Arbeitstagung*, Jena 25/26 November 1994
- Schmitt, N. – Brown, G. – Larsen, A. – McClausland, E.*(1971): *Arch. Environ. Health.*, 23. 185–195.p.
- Settle, D.M. – Patterson, C.C.*(1980): *Science*, 207. 1167–1176.p.
- Sváb J.*(1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest
- White, W.B. – Clifford, P.A. – Calvery, H.D.*(1942): *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 102. 292–323.p.
- Zook B.C. – Carpenter, J.C. – Leeds*(1969): *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 155. 1329–1342.p.

Érkezett:

1998. március

Szerzők címe:

Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet

Authors' address:

Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
H-2053 Herceghalom, Gesztenyés u. 1.

A TAKARMÁNY L-KARNITINKIEGÉSZÍTÉS HATÁSAI BROJLERCSIRKÉN ÉS TOJÓTYÚKON (KANDIDÁTUSI ÉRTEKEZÉS)

MAHMOUD HASSAN MAHMOUD RABIE

Az értekezés opponensei voltak:

Hegedűs Mihály, a mezőgazdasági tudomány kandidátusa

Mézes Miklós, a mezőgazdasági tudomány kandidátusa

A szerző a takarmányhoz különböző koncentrációban, eltérő N- és energiaszint mellett adott L-karnitin hatását tanulmányozta brojlercsirkén és tojótyúkon.

A bíráló bizottság az alábbi új tudományos eredményeket fogadta el:

1. Az 50 mg/kg takarmány mennyiségben adott L-karnitin 9%-kal javítja a brojlercsirkék súlygyarapodását. A csirkék növekedésére gyakorolt pozitív hatás a 18-32. napos korban a legkifejezettebb.

2. A takarmányhoz adott L-karnitin kedvező hatással van a termék mennyiségére és minőségére is: 5%-kal emelkedik a mellhús és 8%-kal a combhús aránya, 17%-kal csökken a hasüregi zsír mennyisége.

3. A takarmányhoz adott L-karnitin kedvező hatással van a tojás fehérjeresz minőségére.

4. A javasolt legnagyobb L-karnitin-mennyiség 50 mg/kg takarmány, mind a brojlercsirkék, mind a tojótyúkok esetében.

Az MTA Doktori Tanácsa, 1998. január 19-i ülésén, a jelölt disszertációját elfogadta és részére a mezőgazdasági tudomány kandidátusa fokozatot megadta.

Az értekezés a Magyar Tudományos Akadémia (Budapest V., Arany J. u. 1.) és az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet (Herceghalom, Gesztenyés út 1.) könyvtárában olvasható.

A szerző címe: Mansoura University, Faculty of Agriculture
El-Mansoura, Egypt

**RESPONSES OF BROILER CHICKENS
AND LAYING HENS TO DIETARY L-CARNITINE
SUPPLEMENTATION
(Ph.D. DISSERTATION THESIS)**

MAHMOUD HASSAN MAHMOUD RABIE

Opponents:

Hegedűs, Mihály, Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.)
Mézes, Miklós, Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.)

The effects of dietary L-carnitine supplementation on performance of broiler chickens and laying hens were studied.

New results accepted by the Scientific Commission are the following:

1. 50 mg L-carnitine per kg diet supplementation for broiler chickens during growing and finishing periods results in improved growth performance, in terms of body weight gain, by 9 per cent with feed conversion by 0.4 kg feed per kg gain. Growth improvements in broilers achieved by supplemental dietary L-carnitine are more pronounced during the feeding period from 18 to 32 days of age.

2. Supplemental dietary L-carnitine has favourable effects on carcass yield and quality: it increased yields of breast and thighs by 5 per cent and by 8 per cent, respectively and decreased abdominal fat content by 17 per cent.

3. Dietary L-carnitine supplementation has beneficial effects on albumen quality.

4. The maximal proposed dose can be 50 mg L-carnitine per kg of the diet, either for broiler chickens or for laying hens.

The dissertation was accepted by the Doctor's Council of the Hungarian Academy of Science at the January 19, 1998 session and the Ph.D. scientific degree was granted. The complex text of the thesis is open to public inspection in the Library of the Hungarian Academy of Science (Budapest V., Arany J. u. 1.) and in the Library of the Research Institute for Animal Breeding and Nutrition (2053 Herceghalom).

Author's address: Mansoura University, Faculty of Agriculture
El-Mansoura, Egypt

KRITIKUS PONTOK FELTÁRÁSA A NYERSANYAG MINŐSÉGÉRE ÉRZÉKENY HÚSTERMÉKEK GYÁRTÁS-TECHNOLÓGIÁJÁBAN (Ph.D. ÉRTEKEZÉS)

VADÁNÉ KOVÁCS MÁRIA

Az értekezés opponensei voltak:

Gelencsér Éva, kémiai tudomány kandidátusa

Mézes Miklós, a mezőgazdasági tudomány kandidátusa

A vizsgálatok célja azoknak a veszteségeknek a vizsgálata volt, amelyek a sertés- és marhahús minőségének a romlásra vezethetők vissza (1), továbbá a húsminőség ellenőrzésére és előrejelzésére szolgáló laboratóriumi és rutin-módszerek összehasonlítása, (2) a stresszt kiváltó, vágás előtti állatkezelés és a vágástechnológia, továbbá (3) a nyersanyag minőségére különösen érzékeny értékes hústermékek gyártástechnológiájának a módosítása révén. Az eredményekből levonható következtetések:

A húsminőség értékelése: A kis mérési hibának köszönhetően (0,02 pH) mind a korai *post mortem*, mind pedig a végső pH megbízhatóan mérhető szűrőelektróddal. A normál kombinált elektród is alkalmasnak bizonyult a hús pH közvetlen mérésére. A korai *rigor* állapot mechanikai módszerrel (*rigorométer*) történő kimutatására határértéket állapított meg. A pH_1 és a korai *rigor* gyakorisága, valamint a vágásnál vett vér tejsavtartalmának az átlaga alkalmasnak látszik a vágás előtti stressz mértékének a jellemzésére. A DFD hús vágóvonalbeli kimutatására a glikolízis meggyorsításán alapuló új, gyors módszert dolgozott ki.

Vágás előtti kezelés: A szélsőséges húsminőségek előfordulása nagy eltérést mutatott a vágóhidak között. Gyakorisága nőtt a felhajtás és a vágás ütemének az eltérése miatt, ezért ésszerűbb lenne kisebb csoportok elszállásolása és mozgatása. A lekötve hízalt növendékbikákban előforduló DFD jelleg (végső pH >6,0) okainak a vizsgálata feltárta, hogy az már egy órán át tartó lekötés nélküli várakoztatás hatására is kialakul a hátsó negyed izmaiban.

Új szempontok a pácolt sonkagyártás nyersanyagának a megítéléséhez: A nagyüzemi vágóhidakon, mind a mérsékelt, mind a szélsőségesen DFD *semimembranosus* izmokban nagy gyakorisággal fordul elő korai *rigor*. A kemény állomány esetében kisebb a szarkomérhosszúság, amit a *rigor*- vagy a hidegrövidülés okozott. A kemény állomány növekedéséhez az elégtelen hűtés (hűsérlelés) is hozzájárul. A kemény állomány hatásosan csökkenthető a féltettek medencecsonti függesztésével, amit a hűtés előtt kell alkalmazni. Foszfátmentes sonka gyártása céljára DFD nyersanyag válogatható a bontatlan combok *semimembranosus* izmában mért pH (>6,0) alapján.

A disszertációt 1998. február 10-én fogadta el a GATE Doktori Tanácsa. Megtekinthető a Gödöllői Agrártudományi Egyetem, ill. az Országos Húsipari Kutatóintézet Könyvtárában.

A szerző címe: Országos Húsipari Kutatóintézet
H-1097 Budapest, Gubacsi u. 6/b.

**STUDY OF CRITICAL CONTROL POINTS IN TECHNOLOGY
OF MEAT PRODUCTS PROCESSED FROM RAW MEAT OF
VARYING QUALITY
(THESIS OF Ph.D. DISSERTATION)**

VADÁNE, KOVÁCS MÁRIA MS.

Opponents:

Gelencsér, Éva, Ms. candidate of Chemical Sciences
Mézes, Miklós, candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.)

The aim of the research was to minimise economic losses caused by deterioration of pork and beef quality by (1) elaboration and comparison of laboratory and routine methods for control and prediction of meat quality, (2) revealing the stressful procedures in the pre-slaughter handling of animals and slaughter technology, and (3) modification of processing of valuable meat products particularly affected by variation of raw meat quality. Conclusions based on the findings can be drawn as follows:

Assessment of meat quality: Both early *post mortem* and ultimate pH measured by specific probe electrode and normal combined electrode proved to be reliable owing to low random error (0.02 pH). Limit value was established for the early rigid status measured mechanically by rigorometer. The frequency distribution of pH₁ and early *rigor* as well as the mean of blood lactate content at slaughter seemed to be suitable rapid methods for the evaluation of stress level in pigs prior to slaughter. For early detection of DFD meat new methods were elaborated based on accelerated glycolysis.

Animal handling and slaughter: Great variation was observed between abattoirs when the incidence of abnormal meat quality of pigs was surveyed. The high incidence of abnormal quality might be due to the inadequate rate of supply of animals for slaughter. Lairage and moving smaller groups seem to be more reasonable. The investigation of the incidence and cause of DFD meat in tethered young bulls reveals high ultimate pH (>6.0) in the hind quarter after 1 hr of pre-slaughter staying in a lairage pen untied. New aspects of meat quality influencing cured ham product: Both slight and extreme DFD semimembranosus muscles frequently showed early rigor in commercial slaughter plants. The rigid texture was associated with shorter sarcomere length due to *rigor* or cold shortening and incomplete ageing. A great proportion of rigid muscles can be prevented by pelvic suspension of pig carcasses prior to chilling. DFD raw material (pH>6.0) can be selected by a single pH-measurement of musculus semimembranosus before deboning of the whole leg for producing phosphate-free cured cooked ham.

The thesis was accepted Doctor's Council of the Gödöllő University of Agricultural Science February 10, 1998. The dissertation is available for the public in the Library of the Gödöllő University of Agricultural Science and in the Library of the Hungarian Meat Research Institute.

Author's address: Hungarian Meat Research Institute
H-1097 Budapest, Gubacsi u. 6/b.

Rövidített útmutató a kéziratok elkészítéséhez

(Részletesen lásd Állattenyésztés és Takarmányozás, 1993. 42. 1.91–95.p.)

Az Állattenyésztés és Takarmányozás kéthavonta megjelenő tudományos folyóirat. Foglalkozik az állattermék-előállítás valamennyi ágával, beleértve az összes állatfajt, azok tenyésztését, tartását, takarmányozását és az élett folyamatokkal kapcsolatos minden kérdéskört. Közül, elsősorban eredeti tudományos közleményeket, de egyes esetekben a tárgykörhöz tartozó szakirodalmi áttekintéseket és szükség szerint aktuális termeléspolitikai koncepciókat. Ismertet disszertációkat, beszámolókat tudományos rendezvényekről, összefoglalókat az egyetemek és a kutatóintézetek kiadványaiból. A közleményeket magyar vagy angol nyelven jelenteti meg.

A kéziratok szöveges részét magyar VAGY angol nyelven, míg az összefoglalót, a táblázat- és ábraszövegeket magyar ÉS angol nyelven kell a szerkesztőségnek megküldeni: írógéppel vagy printerrel jól olvashatóan leírva (összesen legfeljebb 20 oldal, oldalanként 30 sor, soronként 58-60 betű), két példányban, vagy 3,5 v. 5,25"-es floppy-n. A szöveges részt lehetőleg ASCII textfile-ban (esetleg Windows-ban vagy WP-ben), a táblázatokat (és ábrákat) QUATRO PRO-ban kérjük elkészíteni. Ez esetben beküldendő a biztonságosan csomagolt floppy és egy példány printelt anyag (a szerkesztőség hozzájárulásával a kéziratok a fent nem említett rendszerekben is beküldhetők). Az összefoglalókat, a táblázatokat és az ábrákat, valamint ezek jegyzékét külön-külön oldalon kell elkészíteni.

A dolgozat tartalmáért a szerző(k) felel(nek). A kézirat (ill. a floppy) az ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS szerkesztőségének címére: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, 2053 Herceghalom, küldhető be.

A beérkezett kéziratokat a szerkesztőség (anonim) lektoráltatja, és amennyiben szükséges (a bíráló nevének közlése nélkül), visszaküldi a végleges változat elkészítése érdekében.

A dolgozat címe legyen tömör, fejezze ki a munka tartalmát. Meg kell adni a szerző(k) teljes nevét, a közlemény elkészülési helyének (intézményének) pontos elnevezését magyar és angol nyelven, továbbá a szerzők postacímét. Az összefoglaló legyen tömör, tájékoztasson a közlemény célkitűzéséről, módszereiről, eredményeiről és következtetéseiről (maximum 1200 betű/hely /nyelv).

A bevezetés és/vagy irodalmi áttekintés tartalmazza az elvégzett kutatómunka célkitűzését, valamint a kapcsolódó szakirodalmi referenciákat. Az anyag(ok) és módszer(ek) c. fejezet tartalmazza a kísérlet(ek)ben felhasznált valamennyi anyag és módszer leírását, valamint az alkalmazott biometriai eljárásokat. Az eredmények c. fejezetben kell leírni az elért eredményeket, a hozzátartozó táblázatokkal és ábrákkal együtt. A következtetések fejezet szükség szerint összehasonlítható az „Eredmények”-kel, de tartalmaznia kell azok megvitatását a hazai és nemzetközi szakirodalom tükrében. Az irodalomjegyzék csak a közleményben hivatkozott műveket tartalmazhatja, az első szerzők neve szerinti ABC sorrendben és valamennyi szerző családnévének feltüntetésével. Kérjük az idegen nevek és szavak, továbbá a folyóiratok nemzetközileg elfogadott rövidítéseinek pontos használatát.

Minden táblázatot külön lapon kérünk beküldeni. A táblázat címe legyen rövid, sorszáma a jobb felső sarokba kerüljön, elhelyezése keresztirányú legyen, ne tartalmazzon több, mint „megnevezés+nyolc számoszlop”-ot. Elkerülendő ugyanazon adatok közlése táblázatokban és ábrán. Az angol(magyar) nyelven nem érthető szöveget zárójelbe tett számmal kell jelölni, majd a táblázat alatt, a fordítást közölni. A táblázat legjobb beillesztési helyét a szövegbe, a kézirat bal margóján kell jelezni. Az ábrák elkészítésére, értelemszerűen mindazon előírások érvényesek, mint a táblázatokra. Beküldendő egy példányban az eredeti méretben (max. 12,5x18,5 cm, álló) és kivételben vagy olyan (fekete-fehér) fényképen, ami megfelelően kontrasztos. A hátoldalon az ábra sorszámát és a szerző nevét fel kell tüntetni.

A disszertációk ismertetését magyar ÉS angol nyelven, nyelvenként maximum 2500 betűhely terjedelemben kell elkészíteni.

Kérjük szerzőinket, fogalmazzanak világosan és érthetően, segítsék elő, hogy szakmánk nyelvete mind jobban megfeleljen a szép magyar beszéd és fogalmazás követelményeinek.

A szerkesztőség fenntartja magának a jogot arra, hogy szükség esetén, a kéziratban kisebb javításokat, módosításokat végezhesen el (pl. magyartítás, táblázat- vagy ábramódosítás).

A kéziratból készült hasáblevonatot az első szerző részére küldjük meg, hogy a szükséges javításokat kék színnel, a szabványos korrekútájelekkel, az aktuális sorban, a lap jobb vagy bal margóján elvégezve, azt három napon belül visszaküldje.

ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS

Főszerkesztő (Editor-in-chief): Gundel János, Ph.D.

Szerkesztők (Editors): Nagy Zoltánná, Ph.D.; Regiusné Mócsényi Ágnes, Ph.D.

A szerkesztőség tanácsadó testülete (Editorial advisory board):

Prof. Bodó Imre, D.Sc., elnök (President)

Prof. G. Brem (Ausztria)

Prof. F. Habe (Szlovénia)

Prof. In K. Han (Korea)

Prof. J. Hodges (Ausztria)

Prof. A. Just, D.Sc. (Dánia)

Prof. H. Kräusslich (Németország)

Prof. T.G. Martin (USA)

Prof. M.W.A. Verstegen (Hollandia)

Dr. Baltay Mihály

Dr. Demeter János

Prof. Dohy János, akadémikus*

Fehér Károly, Ph.D.

Prof. Fésüs László, D.Sc.

Prof. Horn Artúr, akadémikus*

Prof. Horn Péter, akadémikus*

Incze Kálmán, Ph.D.

Kállay Béla, Ph.D.

Dr. Kárpáti József

Prof. Keserő János

Prof. Kovács József

Lengyel Lajos, Ph.D.

Dr. Merkei Attila

Prof. Rafai Pál

Prof. Schmidt János, D.Sc.

Prof. Szakály Sándor

Prof. Veress László, D.Sc.

* Member of Hung. Acad. of Sci.

**Szerkesztőség,
kiadóhivatal:
(Address)**

Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.
Telefon/Fax: (36) 23-319-133

**Felelős kiadó:
(Publisher)**

Prof. Fésüs László, D.Sc., főigazgató

HU ISSN: 0230 1814

A lap a Földművelésügyi Minisztérium tudományos folyóirata

A kiadást támogatja: Földművelésügyi Minisztérium, Bábolna RT.

(Sponsored by)

Megjelenik évente hatszor

Előfizetési díj: 1 évre 2500 Ft ÁFA-val

Kiadja és terjeszti Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet

Előfizethető a kiadónál, vagy átutalással az MNB 232-90174-0808 pénzforgalmi jelzőszámra

Külföldön terjeszti a Batthyany Kultur-Press KFT, 1011 Budapest, Szilágyi Dezső tér 6.

T/F: 1-201-8891; 1-212-5303 E-mail: batthyanya@kultur-press.hu.

Orders may be placed with Batthyany Kultur-Press Ltd., Szilágyi Dezső Square 6. 1011 Budapest, or with any of its representatives abroad

Készült az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben, Herceghalom (20/98)

A nyomda felelős vezetője: Kurucz István