ÁLLATTENYÉSZTÉS *és* TAKARMÁNYOZÁS

(HUNGARIAN JOURNAL OF) ANIMAL PRODUCTION

ENGLISH SUMMARIES VOL. 60. 4. 2011.

Állattenyésztés - tartás - takarmányozás

Animal production: breeding - farming and management - feeding

Alapította
Prof. Czakó József
1952

AGROINFORM

A Vidékfejlesztési Minisztérium tudományos folyóirata

60

1952 – 2011

TARTALOM – CONTENTS

Jámbor Péter – Bokor Árpád – Stefler József: Hippoterápiás lovak lépés jármódjának kinematikai vizsgálata kültéri körülmények között (Kinematic studies of the free walk in different hippotherapeutic horses under outdoor conditions) 337

Póti Péter – Pajor Ferenc – Homolka Fruzsina – Gyuricza Csaba: A másodvetésű fehér mustár és olajretek táplálóértékének és legeltethetőségének megállapítása juhokkal (Evaluation of grazing ability and nutritive value of after-seed white mustard and oilseed radish in sheep) 335

Szalainé Mátray Enikő – Harka Lívia – Hegedűs Dénes – Albert Attila – Békési László: Comparison of Fumagillin and Nonosz® against *N. ceranae* Nosemosis of the honeybee (*Apis mellifera* L.) (A Fumagillin és a Nonosz® összehasonlítása a mézelő méh (*Apis mellifera* L.) Nosema Ceranae okozta Nosemosisában) 363

Bene Szabolcs – Kovács-Mesterházy Zoltán – Szabó Ferenc: Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 8. közlemény: A muraközi típus (Data on the body measurements and live weight of brood mares of different breeds. 8th paper: The Murinsulaner type) 371

Demény Márton – Tóth Gábor – Szentléleki Andrea – Dobra Lajos – Póti Péter – Tőzsér János: Holstein-fríz tehenek csülökszarujának oldalfalán és talpán in vivo mért keménységi értékek összehasonlítása (Comparison of toughness in vivo measured on lateral wall and sole of claw horn in Holstein-Friesian cows) 385

Tóth Tamás – Beke Károly – Cenkvári Éva: Effect of treatment with sodium hydroxide on the *in situ* degradability of maize and some parameters of rumen fermentation (A nátrium-hidroxiddal végzett kezelés hatása a kukorica *in situ* lebomlására és a bendőfermentáció néhány paraméterére) 397

Tóth Tamás – Viszket Erna – Csavajda Éva – Tanai Attila – Fébel Hedvig: Halolaj alapú védett zsírkészítmény bendőbeli lebomlásának és a tehenek tejtermelésére és a tej összetételére gyakorolt hatásának vizsgálata (Effect of coated fish oil on rumen fermentation, milk production, milk composition and fatty acid profile of milk) 411

Papócsi-Réthy Katalin – Kiss Zsuzsanna – Kerti Annamária – Bárdos László: A paradicsom, mint likopin forrás alkalmazása Japán fürjben (The application of tomato as a lycopene source in Japanese quail) 429

2010-ben sikeresen megvédett PhD értekezések (3. rész) 437

HIPPOTERÁPIÁS LOVAK LÉPÉS JÁRMÓDJÁNAK KINEMATIKAI VIZSGÁLATA KÜLTÉRI KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT

JÁMBOR PÉTER – BOKOR ÁRPÁD – STEFLER JÓZSEF

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen munka keretein belül kidolgozták a lépés jármód kültéri körülmények között történő videofelvételre alapozott mintavételezésének módszertanát (marker, kalibrálás, kamerák beállításai). Vizsgálatot végeztek a kidolgozott kalibrálási módszer ismételhetőségének megbízhatóságára vonatkozóan. Ennek érdekében 5 lovat filmeztek, egymás után kétszer kalibrálva a mozgásteret, összesen 5–5 ismétléssel. A felvételeket APAS (Ariel Performance Analysis System) mozgáselemző szoftverrel elemezték, majd a vizsgált időbeni és lineáris kinematikai változókat statisztikailag is értékelték, mely során lovak közötti szignifikáns ($p<0,01$) különbségeket tapasztaltak az alátámasztási-, lendítési és mozgásciklus időtartamokban, a lépés frekvenciában, illetve a lépés-, mozgásciklus hossz és a túllépés mértéke tekintetében. Ugyanazon lovat összehasonlítva egyetlen változó esetén sem tapasztaltak szignifikáns különbséget a megismételt két kalibrálás között, illetve magas determinációs együtthatókat (időbeni változók: R^2= 0,93–0,95, lineáris változók: R^2=0,85–0,87) kaptak. Eredményeik arra utalnak, hogy lehetőség van kültéri viszonyok között is kellő megbízhatósággal videotechnikára alapozott mozgáselemzést végezni.

SUMMARY

Jámbor, P. – Bokor, Á. – Stefler, J.: KINEMATIC STUDIES OF THE FREE WALK IN DIFFERENT HIPPOTHERAPEUTIC HORSES UNDER OUTDOOR CONDITIONS

In the present study, the method of outdoor video recording of the walk (marker, calibration, camera set-up) was worked out. The reliability of repeatability of calibration method was measured. 5 horses were filmed with 5–5 repeated measures, calibrating the moving field twice in a row. The films were analyzed with APAS (Ariel Performance Analysis System), then statistical analyses were performed with the measured temporal and linear kinematic variables showing significant ($p<0.01$) difference between horses in stance-, swing-, stride duration, stride rate, step-, stride- and over-tracking length. Analysing the same horse, signifificantly different kinematics variables were not found between calibrations, and the coefficients of determination (temporal variables: R^2=0.93–0.95, linear variables: R^2=0.51–0.87) were positively high respectively. Results show that the developed measurement technique allows of reliable gait analysis even with outdoor filmrecording.

BEVEZETÉS

Az utóbbi évtizedek számítástechnikai forradalmának köszönhetően kibővültek a lehetőségek a mozgás minőségének objektív elbírálására. A legújabb, és az egyik leggyakrabban alkalmazott módszer, a videofelvételen alapuló mozgáselemzés, ami a jármódok olyan apró részleteinek vizsgálatát is lehetővé teszi, amire az emberi szem már nem képes (*Petrovics és mtsai,* 2006). A kinematikai elemzés során a mozgás időbeni, lineáris és szögelődési jellemzőit határozzák meg, az azokat okozó erőket figyelmen kívül hagyva (*Barrey,* 1999). Ezek a módszerek a videó grafikát elemező szoftverek alkalmazásán alapulnak, melyek segítségével lehetővé válik a digitális kamerával rögzített mozgássor részletekre kiterjedő és objektív elemzése (*Clayton és Schamhardt,* 2000). A digitális videógrafikára alapozott elemzést az állattenyésztés gyakorlata még széleskörűen nem használja. Alapkutatás szinten, többnyire laboratóriumi körülmények között, futószalagon, a lovak különböző jármódjainak kinematikai leírása megtörtént, illetve egyes állatorvosok rutinszerűen alkalmazzák a módszert a sántaság diagnosztikában (*Wennerstrand és mtsai,* 2004). A módszer hasznosítása más állatfajokban is felmerült, így pl. szarvasmarhák testméretének értékelésére és a viselkedési minták (temperamentum teszt) jellemzésére is alkalmaztak videókép-analízist (*Tőzsér és mtsai,* 2000).

Nyilvánvaló, hogy az egyes hasznosítási irányokban, más-más mozgáskarakterisztikát tartanak kívánatosnak. A kívánatos mozgáskarakterisztikákat a legtöbb hasznosítási irányban feltárták. A fiatal lovak objektív minősítése ebben a tekintetben a belovaglások, tréningek előtt, vagy akár már a csikókorban, jelentős gazdasági haszonnal járhatna.

A galoppversenyeken a maximális galopp sebesség legfőképpen a mozgásciklus hosszától és a mozgásciklus frekvenciájától (mozgásciklus/perc) függ. *Clayton* (2003) kifejti, hogy az a telivér érheti el a hosszabb mozgásciklust, amelyik a vágta lebegő fázisát képes nyújtani. A mozgásciklus frekvencia a támaszkodási és lendítési időtartamtól függ. A sebesség növekedésével, a vágta során mindegyik láb alátámasztási időtartama csökken (<100 ms, a mozgásciklus <23%-a), miközben a lendítés időtartama csak kis mértékben változik (340 ms, a mozgásciklus 77%-a). A rövidülő támaszkodási időtartam következtében a ló sokkal erősebben rugaszkodik el a talajról.

Díjlovaglás esetén a különböző szerzők egyetértenek abban, hogy a bírók magas jármód pontszámot azoknak a lovaknak adnak, melyek hosszú mozgásciklussal és lassú mozgásfrekvenciával mutatják be programjukat (*Back és mtsai,* 1994; *Holmström és mtsai,* 1994). Melegvérű díjlovak átlagos mozgásciklus frekvenciája 55 mozgásciklus/perc lépésben, 80 mozgásciklus/perc ügetésben és 100 mozgásciklus/perc vágtában (*Clayton*, 1994a; 1994b; 1995). A jó minőségű nyújtott ügetés lassú mozgásciklus frekvenciával (83 mozgásciklus/perc) és hosszú lebegő fázissal (37 ± 3 ms) jellemezhető. A hátulsó és az átlós elülső láb talajérintése között eltelt idő, a diagonális talajérintés egyidejűségével jellemezhető, mely kívánatos, ha pozitív és minél nagyobb (16 ± 5 ms), mely szerint a hátulsó láb, valamivel hamarabb ér talajt, mint az elülső. Előnyös, ha a ló hátulsó lábait, minél inkább maga alá tudja helyezni (hátulsó lábközép talajérintéskori – talajjal bezárt – szöge 59,6° ± 0,7) (*Clayton*, 1994a). Az ügetés nyújtásához fontos tényezőnek

tűnik a dőlt lapocka és a könyök ízület minél nagyobb fokú amplitúdója. Akkor kap jó bírálatot az ügetés, ha a lebegő fázis kezdetekor a könyök és lábtő ízület minél hajlítottabb. *Back és mtsai (1994)* tanulmánya rámutatott, hogy az ügetés lebegő fázisának időtartama, a lábak lengésének terjedelme, illetve a csánk ízület maximális hajlítottsága esetén, a 4 és 24 hónapos korban végzett vizsgálatok eredményei jól korrelálnak.

Újabb közlemények (*Bobbert és mtsai,* 2005; *Jónás,* 2008) arról számolnak be, hogy már csikókorban felismerhetők olyan specifikus ismertetőjegyek a szabadonugrás során, amelyek alapján előre jelezhető a ló felnőttkori ugróteljesítménye. Az idézett szerzők vizsgálataikban a jó és a rossz ugrótechnikát mutató csoportokat hasonlították össze. Eredményeik szerint ezeknek az állatoknak az ugróstílusában szignifikáns különbségek vannak, amelyek már csikókorban megfigyelhetők. A jól ugrók esetében az elülső láb akadály fölötti átvitelekor a súlypont alacsonyabbnak (jól ugrók: 1,76 m ± 0,05; rosszul ugrók: 1,82 m ± 0,09), az elülső lábak pedig jobban rövidültnek bizonyultak (jól ugrók: 0,53 m ± 0,02; rosszul ugrók: 0,58 m ±0,03) a könyök- (jól ugrók: 1,51 rad ±0,11; rosszul ugrók: 1,68 rad ± 0,12), ill. a vállízület (jól ugrók: 1,88 rad ± 0,06; rosszul ugrók: 1,96 rad ± 0,07) nagyobb mértékű hajlításának köszönhetően. A hátulsó láb akadály feletti átvitelének pillanatában ezen lovak súlypontja messze az akadályon túlra esik (jól ugrók: 1,23 m ±0,11; rosszul ugrók: 1,08 m ± 0,16), mivel az állatok a hátulsó lábaikat az akadály felett nagymértékben kinyújtják hátrafelé. Ezek a különbségek a legtöbb esetben már csikókorban is megfigyelhetők. További megfigyelések (*Bobbert és mtsai,* 2005) szerint a jól ugró lovaknak, az akadálytól történő elrugaszkodási távolsága kisebb szórást mutat, mint rosszul ugró társaiké, ami arra enged következtetni, hogy a jól ugró lovak jobban becsülik meg az elugráshoz szükséges távolságot.

Az eddig megismert összefüggésekre alapozva *Jónás,* (2008) olyan mozgáselemzési módszert dolgozott ki, amely infrastrukturális elemeivel és mérési beállításaival alkalmas az ugróképesség korai - a csikók egy éves életkora körüli - becslésére.

A hippoterápiában (mozgássérültek lovasterápiája), kiemelt jelentőségű a lépés jármód minősége, hiszen az ülőfelület (a ló hátának legmélyebb pontjánál lévő, két hosszú hátizom felület) mozgáskarakterisztikája a mozgásátvitel kulcspontja.

Ideálisnak mondható az az ülőfelület mozgás, mely a páciens medencéjére olyan mozgásimpulzusokat közvetít, mely leginkább hasonlít a páciens egészséges járásképe esetén mozgó medenceöv mozgásmintázatához. *Matsuura és mtsai (*2008*)* különböző testalakulású hippoterápiás lovak mozgását vizsgálták, a lovas medencéjén rögzített gyorsulásmérővel. Megállapították, hogy a kilengések frekvenciája lépésben és ügetésben is magasabb volt ($p<0,01$) az alacsonyabb (1,91±0,121 Hz lépésben, 3,02± 0,186 Hz ügetésben), mint a magasabb marmagasságú lovak esetén (1,68 ± 0,081Hz lépésben, 2,66±0.160 Hz ügetésben). A függőleges kilengés, lépésben kisebbnek ($p<0,05$) bizonyult a szélesebb lovaknál (14,4±2,20 mm), mint a keskenyeknél (18,8±4,48 mm).

Minden ember individuális mozgásmintázattal rendelkezik, ezért a terápiában különböző mozgású lovakra van szükség. A legtöbb hippoterápiával foglalkozó helyen igyekeznek ezért heterogén lóállománnyal dolgozni, hogy a különböző érintettségű, testsúlyú és magasságú páciensek egyedi igényei kielégíthetők legye-

nek. Ennek a törekvésnek a megvalósítása érdekében a terápiában felhasznált lóállományt hippoterápiás szempontból kell lehetőség szerinti, minél objektívebben értékelni (*Jámbor és mtsai,* 2009).

A mozgáselemzés széles körű hasznosítását megelőzően nagy figyelmet kell szentelni az alkalmazott módszer megbízhatóságára, hiszen a vizsgálati módszerek jelentősen eltérhetnek egymástól. Az elemzések lehetnek két, illetve háromdimenziósak attól függően, hogy a kamerák a tér csak két, vagy mindhárom irányából alkalmasak az információgyűjtésre. A mintavételezés – a digitális felvétel készítésére használt kamera sebességének függvényében – különböző frekvencián történhet, valamint végezhető futószalagon, illetve természetes körülmények között. Eltérések tapasztalhatók továbbá a markerek típusa és az általuk jelölt anatómiai pontok tekintetében is (*Emmerich, 2002*).

Nagyobb állományok futószalagon történő vizsgálata nehezen kivitelezhető. Az is zavarja a megítélést, hogy a futószalagon mutatott mozgás nem tükrözi pontosan a terepen nyújtott teljesítményt. Erre utal *Buchner és mtsai,* (1994). aki. különbségeket tapasztalt lovak mozgásában a futószalagon és a normál kültéri körülmények között készített felvételek eredményeinek összehasonlítása során A kültéri mintavételezési módszer, áttörést jelenthetne a szelekciós munkában,de jelenleg még nem kiforrott és számos nehézséget kell megoldani, a megfelelő minőségű videófelvétel készítésével kapcsolatosan. Vizsgálatunk e törekvések sorába illeszkedik.

Célunk, egy olyan objektív, a gyakorlat számára is használható mintavételezési eljárás és mozgáselemző módszer kidolgozása, mely nemcsak a lótenyésztői munka (szelekció) és a sántaságdiagnosztika számára nyújthat hatékony segítséget, hanem lehetővé tehetné a különböző hasznosítási irányok (pl.: verseny, sport, hippoterápia) által megkövetelt mozgáskarakterisztikák, lehetőség szerint, minél korábbi életkorban történő, üzemi körülmények között is kivitelezhető vizsgálatát. E tanulmány elkészítése során, a lépés jármód mintavételezésére koncentráltunk. Ellenőriztük, hogy kifejlesztett módszerünk ismételhetősége megfelelő-e, illetve a meghatározott paraméterek mennyire alkalmasak az eltérő felépítésű és tulajdonságú lovak lépés jármódjának elkülönítésére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A felvételeket a Lovasterápia a Fogyatékkal Élőkért Egyesület lovas-iskolájában készítettük.

Lovak

Vizsgálatainkat 5, hippoterápiára rendszeresen használt lóval végeztük. A lovak jellemzőit az *1. táblázatban* foglaltuk össze. Átlag életkoruk 14 év (8 és 19 év között), mindegyik állat minimum két éve aktívan részt vesz hippoterápiás munkában, a felvételek készítése alatti procedúrához (markerezés, futófolyosóban mozgás) kellően hozzászoktak.

1. táblázat

Vizsgálatban szereplő lovak jellemzői

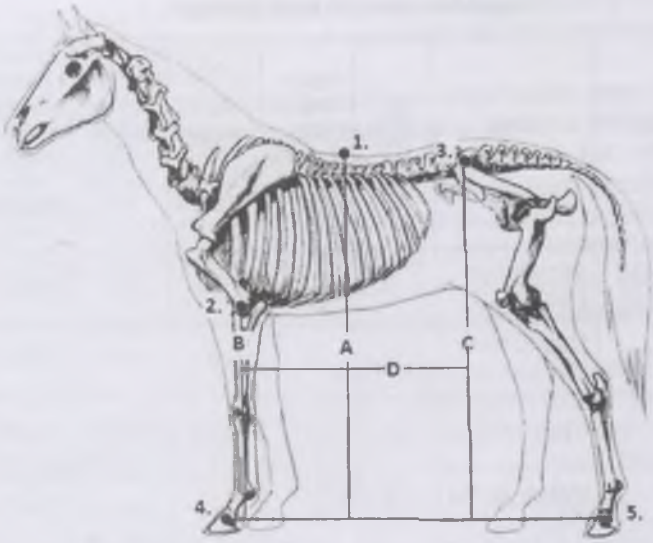
Ló neve (1)	Ivar (2)	Fajta (3)	Kor (év) (4)	Hippoterápiában töltött idő (év) (5)	Ülőpont magasság (cm) (6)	Könyök magasság (cm) (7)	Külső csípőszöglet magasság (cm) (8)	Könyök-külső csípőszöglet horizontális távolsága (cm) (9)
1. Beni	herélt (10)	Angol telivér (12)	8	2	152,8	91,1	141,3	87,9
2. Cicó	kanca (11)	Magyar félvér (13)	12	6	149,2	91,0	128,4	88,5
3. Konyi	heréit	Gidrán (14)	19	6	153,6	87,0	136,7	98,9
4. Piki	herélt	Magyar sportló (15)	12	5	157,9	93,6	136,1	93,0
5. Szanti	heréit	Magyar félvér (13)	19	6	148,5	81,6	133,7	99,5

Table 1. Parameters and proportions of analysed horses
name of the horse (1); sex (2); breed (3); age(4); work in hippotherapy (years) (5); sitting point height (cm) (6); elbow height (cm) (7); tuber coxae height (cm) (8); sitting point – tuber coxae horizontal distance (cm) (9); neuter (10); mare (11); Thoroughbred (12); Hungarian Half-bred (13); Gidran (14); Hungarian Warmblood (15)

A vizsgált lovak testméretei közül azokat vettük figyelembe, melyek a hippoterápia szempontjából indokoltak. A méreteket az elkészített felvételekről – az elemzés többi fázisában is használt - APAS (1998) mozgáselemző program segítségével határoztuk meg. A lótenyésztésben hagyományosan használt marmagasság, övméret, szárkör-méret, (*Bodó*, 1998) helyett olyan méreteket használtunk, melyek a hippoterápia szempontjából indokoltak és az adott kinematikai rendszerben, a vizsgált markerek segítségével könnyedén meghatározhatóak. A testméreteket azon a képkockán mértük, amelyen a bal elsülő és hátulsó paták alátámasztási fázisban vannak. A méretek a következők voltak (*1. ábra*):

- **ülőpont magasság**: a bal ülőpont (a hát legmélyebb része) és a bal elülső pata szegélyének felezőpontja között mért vertikális távolság, cm-ben kifejezve
- **könyök magasság**: a bal könyök és a bal elülső pata szegélyének felezőpontja között mért vertikális távolság, cm-ben kifejezve
- **külső csípőszöglet magasság**: bal külső csípőszöglet és a bal elülső pata szegélyének felezőpontja között mért vertikális távolság, cm-ben kifejezve
- **könyök – külső csípőszöglet horizontális távolsága**: a bal könyök és a bal külső csípőszöglet között mért horizontális távolság, cm-ben kifejezve

1. ábra *Markerhelyek és testméretek*



Ülőpont magasság (A); könyök magasság (B); külső csípőszöglet magasság (C); könyök-külső csípőszöglet távolsága (D); 1. bal ülőpont; 2. könyök; 3. külső csípőszöglet legalsó pontja; 4–5. a paták szegélyének felezőpontja oldalnézetben

Figure 1. Body proportions and marker points
sitting point height (A); elbow height (B); tuber coxae height (C); elbow – tuber coxae distance (D); 1. left sitting point; 2. lateral epicondyle of the humerus (elbow); 3. tuber coxae distal part (distal tuber coxae); 4–5. midpoint of the periople of the hoof (hoof)

Bemelegítés

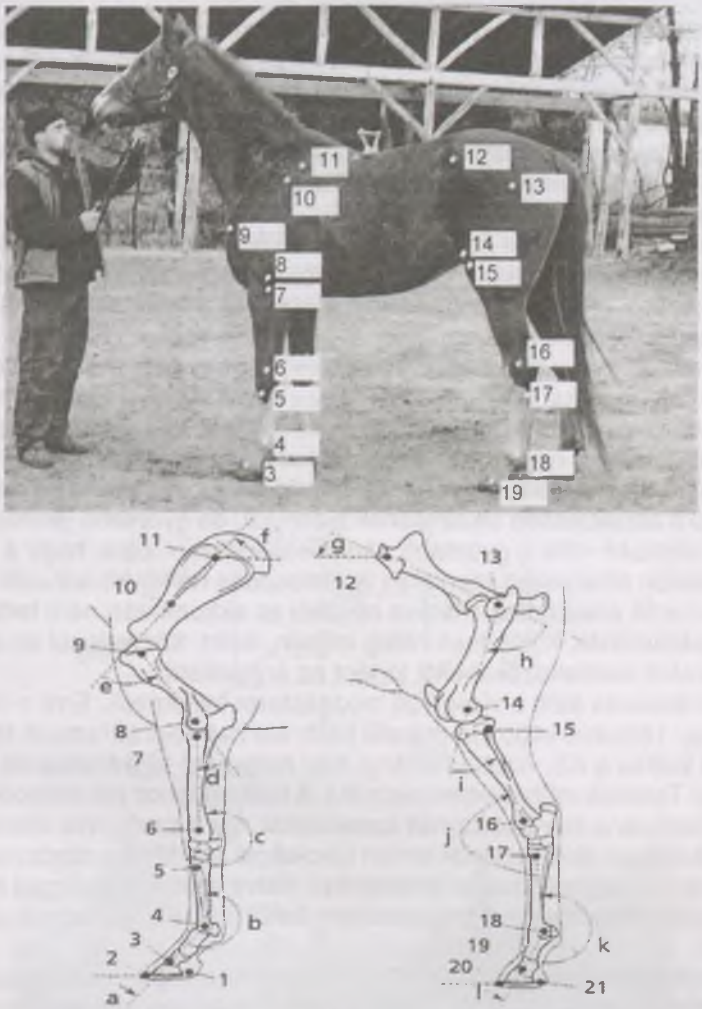
A vizsgálat megkezdése előtt a lovakat bemelegítették 30 perc nyereg alatti munkával, a markerezés csak ezután következett. A felmarkerezett lovakat több ízben, a felvételek készítése nélkül felvezették a kialakított villanypásztor szalaggal határolt mozgástérben, hogy a lovak hozzászokhassanak a vizsgálati körülményekhez. A felvételek elkészítésekor a lovakat, megszokott vezetőjük (az a személy, aki a terápiás foglalkozásokon vezeti a lovat) vezette fel szabad lépésben.

Markerezés

A markerezés során a mozgás érzékelése szempontjából jelentős ízületi pontokat, 2 cm átmérőjű dekor hungarocel golyók és kétoldalú öntapadós ragasztócsíkok segítségével jelöltük meg, illetve tettük láthatóvá a videofelvételek számára. A fehér gömb alakú markerek segítik a későbbi szoftveres elemzést, mivel a kontraszthatás következtében, az egymást követő képkockákon követhetővé vállnak a jelölt anatómiai pontok. A felvételeken egységes kör felületnek látszódnak, illetve a mozgás során is tartósan a lovakon maradnak és a mintavételezés után jelentős szőrvesztés nélkül eltávolíthatóak.

Az ízületi markerpontokat *Barrey* (2001) nyomán jelöltük ki a *2. ábrán* látható módon.

2. ábra *Kinematikai vizsgálatokhoz általánosan használt markerhelyek az elülső ill. a hátulsó végtagokon (Barrey, 2001)*



1. sarokfal; 2. hegyfal; 3. a szegély felezőpontja oldalnézetben; 4. a harmadik lábközépcsont lábvégi része; 5. a harmadik lábközépcsont testközeli vége; 6. az orsócsont külső vesszőnyúlványa; 7. könyökbúb; 8. a karcsont külső gumója; 9. az oldalsó karcsonti gumó farki vége; 10. a lapocka tövisének lábvégi része; 11. a lapocka tövisének testközeli vége; 12. külső csípőszöglet; 13. a nagyforgató feji vége; 14. a combcsont ízületi bütyke; 15. a sípcsont bütykén lévő lapos ízületi felület; 16. külsőboka; 17. a hátulsó lábközép testközeli vége; 18. a hátulsó lábközép lábvégi része; 19. a szegély felezőpontja oldalnézetben; 20. hegyfal; 21. sarokfal

Figure 2. Commonly used skin marker placement for kinematic analysis and calculation of the forelimb and the hindlimb (Barrey, 2001)
hoof at the heel region(1); hoof at the toe region(2); hoof at coronary band(3); distal metacarpus(4); proximal metacarpus(5); distal radius at lateral styloid process(6); proximal radius at collateral ligament elbow(7); distal humerus at lateral epicondyle(8); proximal humerus at caudal greater tubercle(9); distal scapular spine(10); proximal scapular spine(11); tuber coxae(12); proximal femur at cranial greater trochanter(13); distal femur at lateral epicondyle(14); proximal tibia at fibular head(15); distal tibia at lateral malleolus(16); proximal metatarsus(17); distal metatarsus(18); proximal tibia at fibular head(19 distal femur at lateral epicondyle(20); proximal femur at cranial greater trochanter(21)

Kamerák pozícionálása, beállítása, kalibráció, mintavételezés

A lovak mozgássíkjától 30 m-re, két álló DV kamerát (Sony, DCR TRV 30E) helyeztünk oly módon, hogy a kamerák és a mintavételi hely síkja egy háromszöget alkotott. A 160 cm magasságú állványokra helyezett kamerákat manual focus üzemmódban, egyenként kézzel élesítettük a kalibrációs ketrec által határolt mozgástérre úgy, hogy a zoomolás során a kamera látómezőjében a kalibrált mozgástér előtt és után egy-egy méter még látható legyen. A kamerák kiválasztásánál az alábbi paraméterekre voltunk tekintettel:

- képalkotás minősége (min. 1 Mpix.): a későbbi videóanyag feldolgozása szempontjából kiemelt fontosságú, hogy a markerpontok bevitele során milyen a képkockák minősége. Minél élesebbek a felvételek, annál könnyebbé és pontosabbá válik a munka a kiértékelés során.
- optikai zoom nagysága (min. 20 szoros): a nagy optikai zoom azért fontos, hogy a kamerákat minél távolabb pozícionálhassuk a kalibrált mozgástértől, képminőség romlása nélkül (a digitális zoom rontja a képfelbontást), annak érdekében, hogy a torzító hatásokat minimalizálhassuk.
- állítható zársebesség (min.: 1/50–1/2000): a lépés jármód követéséhez az 1/250 s zársebesség alkalmasnak bizonyult, de gyorsabb járművek esetén szükségessé válik a gyorsabb zársebesség használata, hogy a különösen a patákon elhelyezett markerek is elmosódás nélkül követhetők legyenek. A kamerák elektromos ellátása céljából az akkumlátort nem tartottuk elég megbízhatónak, különösen hideg időben, ezért közvetlenül az elektromos hálózatról csatlakozókábellel történt az áramellátás.

A mintavételezés előtt a vizsgálati mozgásteret kalibráltuk. Erre a célra a mérőhelyen egy 160×200×400 cm méretű kalibráló ketrecet állítottunk fel (*3. ábra*) (A kalibráló ketrec a KE, Állattudományi Kar, Nagyállat-tenyésztési és Termelés-technológiai Tanszék műhelyében készült.). A kalibráláshoz pár másodperces felvételt készítettünk a már pozícionált kamerákkal. Így a szoftveres elemzés során a kalibráló ketrecen lévő csúcsok ismert távolságai koordináta rendszerként szolgálnak, melynek segítségével számértékkel, illetve mértékegységgel rendelkező paraméterként kifejezhetők a mozgástéren belül lévő markerpontok aktuális elmozdulásai.

A kalibráló ketrec eltávolítása előtt, a talajon megjelöltük a ketrec oldalvonalait, hogy a mozgásteret pontosan a kalibrált térrel megegyező helyen alakíthassuk ki. A 160 cm széles és 400 cm hosszúságú nyomvonalat úgy jelöltük ki, hogy oldalanként két-két földbe szúrható, tüskés hegyű, műanyag karó segítségével, kifeszítettünk egy-egy villanypásztor szalagot. A 400 cm-es hossz mindenképen elegendő egy lépés mozgásciklus vizsgálatához, hiszen még a díjlovak nyújtott lépésének mozgásciklus hossza is 200 cm alatt van (193 cm, *Clayton*, 1995), így két teljes lépés ciklus belefér.

A kamerákhoz a beállítások után már kézzel nem értünk, távirányítót használtunk, mert a kézzel történő felvételindítás, kamera-elmozdulást eredményezhetett volna. A felvételek készítése előtt szükséges a lovak farkát felkötni, hogy az elemzésekkor az ne takarhassa el a hátulsó lábon lévő marker pontokat.

A mintavételezés során a felmarkerezett öt lóról, kézből vezetve, lépés jármódban, öt ismétléssel felvételeket készítettünk 1/250 s zársebességek alkal-

mazása mellett. A felvezető mindig a ló előtt haladt, hogy ne takarja egyik markert sem és igyekezett a ló által felkínált, szabad lépést elősegíteni, nem rángatva a felvezető szárat.

A felvételek készítésekor, az ismétlések előtt egy személy sorszámot mutatott fel, mindkét kamerának, annak érdekében, hogy a felvételek elemzése során könnyebben eligazodhassunk. A mintavételezés alkalmával nem szükséges szinkronjel beiktatása, mert a felvételek vágásakor szinkron pontnak választható az a képkocka, amikor a ló tisztán érinti a talajt, valamelyik patájával és az állat már a kalibrált mozgástérben tartózkodik.

3. ábra *Kalibrációs ketrec*

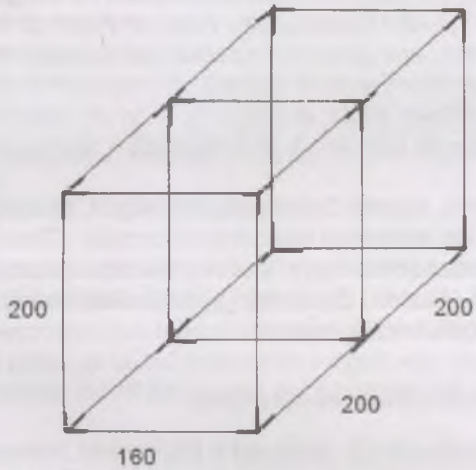


Figure 3. Calibration frame

Videó felvételek elemzése

A felvételek elemzését a SOTE, Testnevelési és Sporttudományi Kar, Biomechanika Tanszékén végeztük Ariel Performance Analyse System (APAS) típusú mozgáselemző szofverrel.

Mint az várható volt, nem tudtunk a szoftver kínálta automatikus markerbevitellel élni, mert kültéri körülmények között nem készíthető olyan minőségű videó felvétel, ahol elegendő kontraszthatás érvényesülne a marker és a környezete (ló szőre) között. A fél-automata markerbevitelhez azonban megfelelő képminőséget eredményezett a mintavételezési eljárásunk. A félautomata rendszer esetén, az első képkockán az operátor jelöli ki a markerek helyét. A következő képkockán a kurzor automatikusan oda ugrik, ahol azt, az előző képkocka alapján kiszámolta majd az operátor jelöli ki a végleges helyét a pontnak. Ez meglehetősen időigényes feladat, ugyanis a 1,5–2 s hosszúságú videó anyagot (2 kamera × 75–100 képkocka × 21 markerpont), egy gyakorlott szoftver felhasználó kb.: 1,5–2 óra alatt képes feldolgozni. Ennek ellenére kellő számú, minimálisan 5 ismétlés (felvételsorozat) készítése, szükséges annak érdekében, hogy az ismétlések közötti esetleges sebességkülönbségek ellenére a lóra leginkább jellemző mozgáskarakterisztikát nyerhessük.

A szoftver a két kamera, azonos hosszúságúra vágott, összetartozó kétdimenziós felvételeit a kalibrációs adatokkal összetranszformálja (Direkt Lineáris Transzformáció, DLT), annak érdekében, hogy háromdimenziós információt kaphassunk a markerpontok elmozdulásairól. Ezek után szűrtük adatainkat, a markerbevitel alatt jelentkező magas frekvenciás zajoktól.

Az időbeni változók vizsgálatának módszertana

A különböző időbeli változók (*2. táblázat)* a képkockák mennyiségi elemzésével követhetők. Az időtartam másodpercben is kifejezhető a képkockák mennyisége és a kamera mintavételezési frekvenciájának (50 képkocka/s = 50 Hz) hányadosával (Európa PAL rsz., mely 50 Hz-es). A képkockák mennyiségi elemzése során attól a képkockától kezdtük számítani a alátámasztási fázist, amint a pata először érintkezett a talajjal, illetve addig a képkockáig amikor az adott pata már semmilyen részével nem érintkezett a talajjal. Ettől a képkockától a lendítési fázis kezdetét számoltuk. A megfelelő fázisokban, meghatároztuk képkockák mennyiségét. Vizsgáltuk mindegyik lónál, külön-külön az egyes lábak lendítési, illetve alátámasztási időtartamát is, melyek összeadásával a mozgásciklusok időtartama kiszámítható.

Miután kiszámoltuk lábanként a mozgásciklusok időtartamát, meghatároztuk a vezetett ló által felkínált lépés ütemét (frekvenciáját), azaz a percenkénti mozgásciklusok számát (lépés frekvencia = 60s/mozgásciklus időtartama).

A lineáris változók vizsgálatának módszertana

A vizsgálatok során a markerpontok elmozdulásainak megfigyelésére és leírására törekedtünk. A lineáris változókat, azaz a különböző markerpontok cm-ben mért elmozdulásait, az APAS Display modul segítségével számítottuk ki.

2. táblázat

Vizsgált időbeni változók

Időbeni változók (1)	Meghatározásuk (2)	Mértékegység (3)
Alátámasztási időtartam (4)	Az, az időtartam, amíg a pata a talajjal érintkezik. (8)	db képkocka, vagy ms. (12)
Lendítési időtartam (5)	Az, az időtartam, amíg a pata a talajjal nem érintkezik. (9)	db képkocka, vagy ms. (12)
Mozgásciklus időtartam (6)	Támaszkodási időtartam + lendítési időtartam. (10)	db képkocka, vagy ms. (12)
Lépés frekvencia, vagy ütem (7)	Adott időegység alatti (percenkénti) mozgásciklusok száma. (11)	mozgásciklus/perc (13)

Table 2. Measured temporal variables
temporal variables (1); definition (2); unit (3); stance duration (4); swing duration (5); stride duration (6); stride rate or tempo (7); the time during which the hoof is in contact with the ground (8); the time during which the hoof is not in contact with the ground (9); stance duration + swing duration (10); the number of strides performed during a certain period of time (usually one minute) (11); number of frames or sec (12); strides/min (13)

A lineáris változók *(3. táblázat)* közül mértük a lépéshosszokat az elülső és hátulsó paták kontralaterális helyeződései között (BH-JH, JH-BH, BE-JE, JE-BE), a mozgásciklus hosszokat és a túllépés nagyságát. A túllépés értéke negatív előjelű volt, ha a hátulsó pata, az elülső patanyom mögött volt, nulla, ha a hátulsó láb pont az elülső patanyomba lépett és pozitív, ha a hátulsó láb az elülső láb patanyoma elé lépett.

3. táblázat

Vizsgált lineáris változók

Lineáris változók (1)	Meghatározásuk (2)	Mértékegység (3)
Lépéshossz (4)	Az egymást követő két elülső, vagy hátulsó lábak patanyomai közötti távolság. (7)	cm
Mozgásciklus hossz (5)	Ugyanazon láb egymás után következő patanyomai közötti távolság. (8)	cm
Túllépés mértéke (6)	Az elülső patanyom és az azt követő azonos oldali hátulsó láb patanyomai közötti távolság. (9)	cm

Table 3. Measured linear variables
linear variables (1); definition (2); unit (3); step length (4); stride length (5); over-tracking length (6); distance between successive hoof prints of the two front or hind limbs (7); distance between successive ground contacts (hoof prints) of the same hoof (8); distance between a front hoof print and the succeeding hoof print of the lateral hind hoof (9)

A mintavételezés ismételhetőségének ellenőrzésére irányuló vizsgálat módszertana

Az időbeni változók nem lehetnek teljesen azonosak, hiszen a ló minden egyes felvezetésre egy kicsit más-más iramú (sebességű) lépést kínál fel, annak ellenére, hogy a lóvezető igyekszik ugyanazzal a sebességgel haladni. A megfelelő mintavételezési eljárás kidolgozása után, vizsgáltuk a kézből történő felvezetés és a kalibrálási módszer ismételhetőségét.

Úgy készítettünk felvételeket, hogy a lovakat a bemelegítés után felmarkereztük, a kamerákat pozícionáltuk, majd a mozgásteret kalibráltuk és öt ismétléssel felvételeket készítettünk mind az öt lóról. Ezek után a markereket a lovakon hagytuk, de a kalibrációs ketrecet elmozdítottuk, a kamerákat újra pozícionáltuk és újra kalibráltuk a mozgásteret, majd újabb öt ismétléssel felvételeket készítettünk mindegyik lóról. Így a kalibráláson túl, minden kísérleti beállítást állandóvá tettünk, így tisztán, csak a kézből történő felvezetésből és a kalibrálásból eredő hibákat vizsgálhattuk *(4. táblázat)*.

4. táblázat

Kísérleti beállítás

Vizsgálat célja (1)	Kalibráció során lovanként vizsgált mozgásciklusok száma (db) (2)	Kalibráció során lovanként vizsgált mozgásciklusok száma (db) (3)
Kalibrálás ismételhetőségének vizsgálata (4)	5	5

Table 4. Experimental design
aim of the study (1); number of measured strides in the first calibration by horses (2); number of measured strides in the second calibration by horses (3); examination of repeatability of calibration (4)

Adatok elemzése

Az adatokat eloszlását SAS 9.1 (2004) statisztikai programcsomag segítségével elemeztük. Általános lineáris modell (GLM) felhasználásával viszgáltuk a lovak ismételten felvett mozgásciklusainak különbségét, illetve az egyedek közötti különbségeket. Mivel néhány ló esetében nem állt rendelkezésre minden ismétlésben minden adat, ezért korrigált átlagokat (legkisebb négyzetek elve) használtunk az elemzés során. A modellben függő változóként szerpelt a vizsgált mozgásciklus, függetlenként pedig az egyed, illetve a kalibrálás kódszáma. A modellek futtatása előtt a függő változók normalitásvizsgálatát Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises és Anderson-Darling teszttel végeztük. Nem minden estben jelzett normál eloszlást mind a négy teszt eredménye, azonban legalább az egyik minden esetben igazolta azt.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A mintavételezési eljárás ismételhetőségére irányuló vizsgálat eredményei

A két kalibrálás alkalmával lovanként az 5–5 mozgásciklus adataiból meghatároztuk az időbeni és lineáris változókat leíró statisztikát (átlag, szórás). Ezután a kétszeri kalibrálás során kapott időbeni és lineáris kinematikai változókat összehasonlítottuk, minden egyes lónál, külön-külön. A *4. ábrán* a mozgásciklus időtartamok alakulása látható, kalibrálásonkénti és lovankénti összehasonlításban.

4. ábra *Két kalibrálás alkalmával mért átlag mozgásciklus időtartamok (db képkocka) alakulása lovanként*

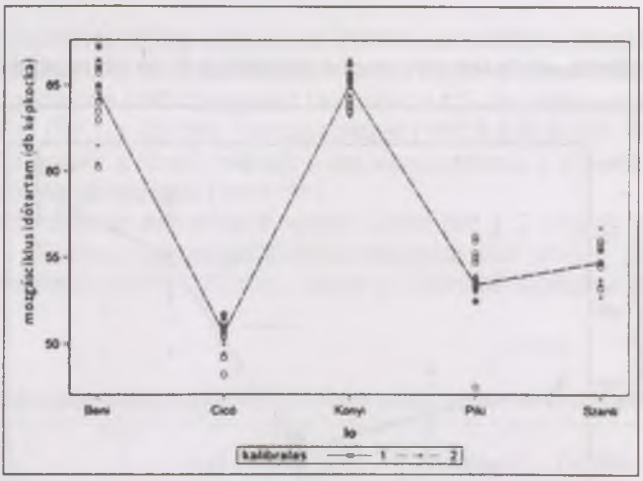


Figure 4. Means of the stride duration by horses for comparison the two calibration.
x axle: name of horses, y axle: stride durations (number of frames)

A *4. ábrán* látható, hogy bár az öt ló mozgásciklus időtartamainak átlagai lovanként, egyes esetekben jelentősen eltérnek egymástól, de a két felvezetés-sorozat alkalmával mért átlagokat összekötő egyenesek (folytonos és szaggatott) egybe esnek. Hasonló tendenciát figyeltünk meg a többi időbeni változó esetén is, melyek további összefüggéseit az *5. táblázat* szemlélteti. Látható, hogy a két felvezetés-sorozat (kalibrálás) alkalmával meghatározott időbeni változók átlagai, szignifikánsan nem különböztek egymástól ($p = 0{,}54–0{,}90$) és emellett magas determinációs együtthatókat ($R^2 = 0{,}93–0{,}95$) becsültünk.

Ezután a kétszeri kalibrálás során kapott lineáris kinematikai változók átlagait is összehasonlítottuk, minden egyes lónál külön-külön. Az *5. ábrán* a mozgásciklus hosszok alakulása látható, kalibrálásonkénti és lovankénti összehasonlításban. Itt is megfigyelhető, hogy bár az öt ló mozgásciklus hosszainak átlagai lovanként, egyes esetekben jelentősen eltérnek egymástól, de a két felvezetés-sorozat (kalibrálás) alkalmával mért átlagokat összekötő egyenesek (folytonos és szaggatott) egybe esnek. Ezt a megállapítást támasztják alá a *6. táblázat* adatai is.

5. táblázat

Ismételt kalibrálás hatása a vizsgált öt ló időbeni kinematikai mozgás paramétereire, szabad lépésben

Kinematikai paraméter (1)	n	R	P_{value}
Alátámasztási időtartam (2)	50	0,94	0,54
Lendítés időtartam (3)	50	0,93	0,90
Mozgásciklus időtartam (4)	50	0,95	0,80
Lépésfrekvencia (5)	50	0,94	0,86

Table 5. Repeated calibration effect on the temporal variables of the measured horses in free walk kinematic parameter (1); stance phase durtion (2); swing phase duration (3); stride duration (4); stride rate (5)

5. ábra *Két kalibrálás alkalmával mért átlag mozgásciklus hosszok (cm) alakulása lovanként*

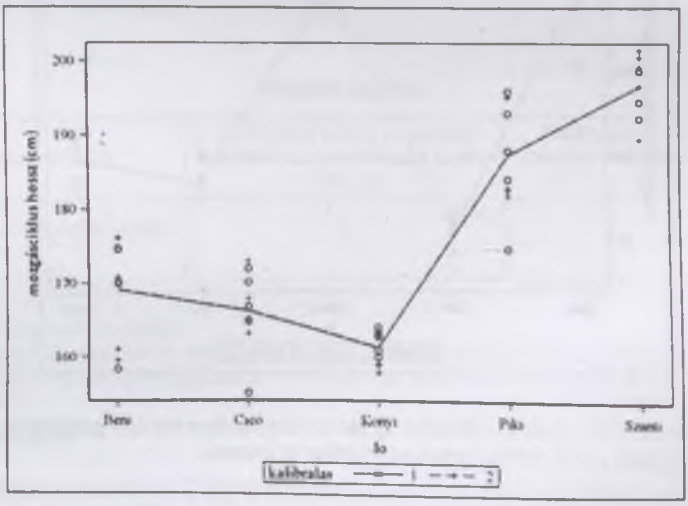


Figure 5. Stride length by horses for comparison the two calibration.
x axle: name of horses, y axle: stride length (cm)

A *6. táblázatban* jól látható, hogy a két kalibrálás alkalmával meghatározott lineáris változók átlagai, szignifikánsan nem különböztek egymástól (p=0,60–0,94) és magas determinációs együtthatókat (R^2 = 0,85–0,87) becsültünk.

Csak 48 mozgásciklust tudtunk statisztikailag elemezni, mert az 5. ló, a 2. felvezetés-sorozat alkalmával elsietett, amit csak a felvételek elemzésekor vettünk észre, így csak 4 értékelhető felvezetést nyertünk (2 kalibrálás × (4 × 5 + 1 × 4) = 48).

Mivel ugyanazon lovakat összehasonlítva, a vizsgált kinematikai változók, kalibrálásonkénti átlagai között, nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget, feltételezzük, hogy az ismételt kalibrálás nem befolyásolja a mért kinematikai változókat.

6. táblázat

Ugyanazon öt ló két kalibrálás alkalmával mért lineáris kinematikai paramétereinek eredményei

Kinematikai változó (1)	n	R	P_{value}
Lépéshossz (2)	48	0,87	0,83
Mozgásciklus hossz (3)	48	0,86	0,94
Túllépés (4)	48	0,85	0,60

Table 6. Repeated calibration effect on the linear variables of the measured horses in free walk
kinematic parameter (1); step lenght (2); stride lenght (3); over-tracking length (4)

Lovak közötti kinematikai különbségek vizsgálata

A leíró statisztikákat (átlag, szórás) az időbeni és lineáris változók esetében lovanként kiszámoltuk *(7. és 8. táblázat)*. A lovak között a kinematikai változók tekintetében szignifikáns különbségeket találtunk. Az 5. ló produkálta az átlag leghosszabb lépést (98,1 ± 28 cm), mozgásciklust (196,4 ± 4,3 cm), illetve túllépést (27,2 ± 2,7) és ennek a lónak mértük a leghosszabbnak a könyök-külső csípőszöglet horizontális távolságát (99,5 cm).

A 3. ló produkálta az átlag legrövidebb lépést (83 ± 2 cm) és mozgásciklust (161 ± 2.2 cm), illetve a leghosszabb átlag alátámasztási (814 ± 12 ms) és mozgásciklus időtartamot (1301 ± 21 ms), illetve a legkisebb lépésfrekvenciát (46,1 ± 0,7 db/perc).

7. táblázat

Vizsgált lovak szabad lépésének időbeni paramétereit leíró statisztikája

Ló neve (1) Változó (2)	1. Beni	2. Cicó	3. Konyi	4. Piki	5. Szanti
Alátámasztási időtartam átlag (3) (ms) ± SD	781^a ± 67	603^b ± 14	814^c ± 12	633^d ± 26	655^e ± 16
Lendítési időtartam átlag (4) (ms) ± SD	512^a ± 21	409^b ± 10	487^c ± 10	435^d ± 10	439^d ± 10
Mozgásciklus időtartam átlag (5) (ms) ± SD	1239^a ± 88	1013^b ± 19	1301^a ± 21	1069^c ± 36	1094^c ± 24
Lépés frekvencia átlag (6) db/perc ± SD	$46,5^a$ ± 1,5	$59,3^b$± 1,2	$46,1^a$ ± 0,7	$56,2^c$± 2	$54,8^d$ ± 1,1

Az értékek az átlagot és az SD-t szemléltetik. Az indexben szereplő betűk a szignifikánsan különböző (p<0,01) értékeket jelölik.

Table 7. Descriptive statistics for the temporal variables in the measured horses in free walk
Values are mean and SD. Different superscripts indicate values that are significantly different (p<0.01). name of the horse (1); parameter (2); stance phase durtion (3); swing phase duration (4); stride duration (5); stride rate (6)

8. táblázat

Vizsgált lovak szabad lépésének lineáris paraméterelt leíró statisztikája

Ló neve (1) Változó (2)	1. Beni	2. Cicó	3. Konyi	4. Piki	5. Szanti
Átlag lépéshossz (3) (cm) ± SD	$85{,}9^{a} \pm 3$	$84{,}7^{ab} \pm 2{,}1$	$83^{b} \pm 2$	$95{,}5^{c} \pm 2{,}4$	$98{,}1^{d} \pm 2{,}8$
Átlag mozgásciklus hossz (4) (cm) ± SD	$169{,}2^{a} \pm 7{,}0$	$166{,}2^{a} \pm 10{,}3$	$161^{b} \pm 2{,}2$	$187^{c} \pm 7{,}3$	$196{,}4^{d} \pm 4{,}3$
Átlag túllépés (5) (cm) ± SD	$8{,}5^{a} \pm 2{,}6$	$7{,}7^{a} \pm 3{,}7$	$9^{a} \pm 3{,}1$	$19{,}9^{b} \pm 4{,}2$	$27{,}2^{c} \pm 2{,}7$

Az értékek az átlagot és az SD-t szemléltetik. Az indexben szereplő betűk a szignifikánsan különböző($p<0{,}01$) értékeket jelölik.

Table 8. Descriptive statistics for the linear variables in the measured horses in free walk
Values are mean and SD. Different superscripts indicate values that are significantly different ($p<0.01$). name of the horse (1); parameter (2); step lenght (3); stride lenght (4); over-tracking length (5)

KÖVETKEZTETÉSEK

Eredményeink szerint a lovak videotechnikával meghatározott mozgásparaméterei, terepi viszonyok között megismételt mérések után szignifikánsan nem különböznek egymástól, viszont az egyedek közötti különbségek markánsan kimutathatóak voltak a különböző kinematikai paraméterek tekintetében. Ez az eredmény arra utal, hogy a lovak videofelvételekre alapozott mozgáselemzéséhez nem szükséges laboratóriumi, vagy zárttéri körülményeket biztosítani, egységes metodika esetén ezek terepi körülmények között a szabadban is elvégezhetők. Sorozatvizsgálatokkal előállított helyszíni mérésekre – kellő ismétlés esetén – bátran támaszkodhatunk. Az állatok kinematikai jellemzői egyedspecifikusak, erősen determináltak (determinációs együtthatók $R^2 = 0{,}51–0{,}87$). Ez reménykeltő abban a tekintetben, hogy a módszer segítségével egy populáció egyedei a kívánatos cél, ill. hasznosítás tekintetében objektíven kategorizálhatóak.

KÖSZÖNETNYILVÁNITÁS

A szerzők ezúton mondanak köszönetet a SOTE, Testnevelési és Sporttudományi Kar, Biomechanikai Tanszékének és személy szerint Tihanyi József professzornak hogy lehetővé tette a Tanszék laboratóriumában a videofelvételek kiértékelését.

IRODALOM

APAS (Ariel Performance Analysis System) (1998): SOTE, Testnevelési és Sporttudományi Kar, Biomechanikai Tanszék, Budapest

Back, W. – Barneveld, A. – Bruin, G. – Schamhardt, H.C. – Hertman, W.(1994): Kinematic detection of superior gait quality in young trotting warmbloods. Vet. Quart. 16. S91–96.

Barrey, E.(1999): Methods, Applications and Limitations of Gait Analysis in Horses. Vet. J., 157. 7–22.

Barrey, E.(2001): Inter-limb coordination. In: Equine Locomotion. (Szerkesztők): *Back, W. – Clayton, H.M.*, Harcourt Publishers Limited, Edinburgh, UK, 384.

Bobbert, M.F. – Santamaría, S. – van Weeren, P.R. – Back, W. – Barneveld, A.(2005): Can jumping capacity of adult show jumping horses be predicted on the basis of submaximal free jumps at foal age? A longitudinal study. Vet. J.,170. 212–221.

Bodó I..(1998): A ló anatómiája. In: Lótenyésztők kézikönyve, Szerk.: (*Bodó I. – Hecker W.*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 430.

Buchner, H.H.F. – Savelberg, H.H.C.M. – Schamhardt, H.C. – Merkens, H.V. – Barneveld, A.(1994): Kinematics of treadmill versus overground locomotion in horses. Vet. Quart.,16. 87–90.

Clayton H.M.(1994a): Comparison of the stride kinematics of the collected, medium, and extended trot in horses. Equine Vet. J., 26. 230–234.

Clayton H.M.(1994b): Comparison of the collected, working, medium, and extended canters. Equine Vet. J., 17. 16–19.

Clayton H.M.(1995):Comparison of the stride kinematics of the collected, medium, and extended walks in horses. Am. J. Vet. Res., 56. 849–852.

Clayton H.M. (2003): The dynamic horse. A biomechanical guide to equine movement and performance. Sport Horse Publications, Mason, 188.

Clayton, H.M.– Schamhardt, H. C.(2000): Techniques for gait analysis. Equine Locomotion. W. B. Saunders Company, London, 193–226.

Emmerich, M.(2002): Dreidimensionale Ultraschallmessung zur Bewegungsanalyse beim Pferd auf dem Laufband. Dissertation, Hannover

Holmström, M. – Fredricson, I. – Drevemo, S.(1994): Biokinematic differences between riding horses judged as good and poor at the trot. Equine Vet. J., 17. 51–56.

Jámbor P. – Bokor Á. – Györgypál Z. – Németh K. – Rétháti Gy. – Darvas C. – Stefler J. (2009): A hippoterápiára alkalmas ló értékmérő tulajdonságai, Lovas Nemzet, XV., 4. 34–36.

Jónás S. (2008): Mozgáselemzés módszerének kidolgozása gidrán csikók ugróképességének előrejelzésére. (Az ugróstílus és ugróképesség összefüggései a csikók 1 és 3 éves korában.) Doktori értekezés, Kaposvár

Matsuura, A. – Ohta, E. – Ueda, K. – Nakatsuji, H. – Kondo, S. (2008): Influence of Equine Conformation on Rider Oscillation and Evaiuation of Horses for Therapeutic Riding. J. Equine Sci., 19. 9–18.

Petrovics E. – Jámbor P. – Bokor Á. – Hecker W. – Stefler J.(2006): A ló mozgásának objektív elemzési lehetősége, és főbb kinematikai jellemzői, Állattenyésztés és Takarmányozás, 55.5. 431–449.

SAS Institute Inc. (2004): SAS/STAT® User's Guide, Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Tőzsér J. – Sutta J. – Bedő S. (2000): Videókép-analízis alkalmazása a szarvasmarhák testméretének értékelésében. Állattenyésztés és Takarmányozás, 49. 385–392.

Wennerstrand, J. – Johnston, C. – Roethlisbergerholm, K. – Erichsen, C. – Eksell, P. – Drevemo, S.(2004): Kinematics evaulation of the back in the sport horse with back pain. Equine Vet. J., 36. 707–711.

Érkezett: *2011. február*

Szerzők címe: *Jámbor P. – Bokor Á. – Stefler, J*
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Nagyállat-tenyésztési
és Termeléstechnológiai Tanszék

Authors' address: University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences,
Department of Large Animal Breeding and Production Technology
H-7400 Kaposvár, Guba S. u 40.

KITÜNTETÉS

A Magyar Tudományos Akadémia Elnöksége *Fésüs László*nak, lapunk főszerkesztőjének, ***Eötvös József Koszorú*** kitüntetést adományozott kiemelkedő tudományos életműve elismeréséül.

A kitüntetést a Magyar Tudományos Akadémia elnöke, *Pálinkás József* adta át a Magyar Tudomány Ünnepe rendezvénysorozat ünnepélyes megnyitóján a Miskolci Egyetem Díszaulájában.

A MÁSODVETÉSŰ FEHÉR MUSTÁR ÉS OLAJRETEK TÁPLÁLÓÉRTÉKÉNEK ÉS LEGELTETHETŐSÉGÉNEK MEGÁLLAPÍTÁSA JUHOKKAL

PÓTI PÉTER – PAJOR FERENC – HOMOLKA FRUZSINA – GYURICZA CSABA

ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálatok célja a fehér mustár és az olajretek juhokkal történő etethetőségének, legeltethetőségének, valamint energia- és metabolizálható fehérjetartalmának meghatározása volt. Az etethetőségi és táplálóanyag kihasználási kísérletet német húsmerinó ürükkel (n=5), a legeltetési vizsgálatot német húsmerinó anyajuhokkal (n=30) végezték. A zöld fehér mustár táplálóértéke (nyersfehérje emészthetősége, energiatartaloma és metabolizálható fehérjetartaloma) nagyobb, mint az olajreteké. A kihasználási kísérletek alapján egy átlagos német húsmerinó anyajuh teljes táplálóanyag- és energiaszükségletét mintegy 6 kg fehér mustár, illetve 8 kg olajretek biztosítja. A legeltetési kísérlet alapján a másodvetésű olajretek hektáronkénti állateltartó képessége jobb, mint a fehér mustáré. Javasolható a másodvetésű fehér mustár és az olajretek őszi-téli kiegészítő legelőként való használata.

SUMMARY

Póti, P. – Pajor, F. – Homolka, F. – Gyuricza, Cs.: EVALUATION OF GRAZING ABILITY AND NUTRITIVE VALUE OF AFTER-SEED WHITE MUSTARD AND OILSEED RADISH IN SHEEP

The aim was to evaluate the grazing ability as well as energy and metabolizable protein content of white mustard and oilseed radish in sheep. The digestibility and eatibility was evaluated in German Mutton Merino wethers (n=5) and the grazing investigation on German Mutton Merino ewes (n=30). Nutritive value (crude protein digestibility, energy and metabolizable protein content) of the green white mustard was better compared to oilseed radish. Based on the digestibility trials, the German Mutton Merino ewe's chemical and energy demand was provided by 6 kg white mustard and 8 kg oilseed radish. During the grazing experiment, after-seed oilseed radish proved to be better compared to white mustard. After-seed white mustard and oilseed radish is recommended as autumn-winter complementary pasture.

BEVEZETÉS

A legeltetés fontosságára és költségkímélő voltára a kiskérődző ágazatokban már régóta felhívták a figyelmet (*Póti*, 1998; *Bedő és Póti*, 1999; *Jávor és mtsai*, 2001). A legeltetési idény meghosszabbítása mind gazdasági, mind élettani szempontból rendkívüli jelentőségű, mivel nagymértékben hozzájárulhat a jövedelmező juhtenyésztéshez, illetve tartáshoz. Az állatok aktuális igényeivel összefüggő szakszerű legeltetés természetszerűen biztosítja szükségletüket, valamint kedvezően befolyásolja egészségi és szaporodásbiológiai állapotukat. Ezért gazdasági és állategészségügyi szempontokból egyaránt fontos a legeltetési időszak meghosszabbítása. A különböző másodvetésű juhlegelők fontosságára már korábban többen felhívták a figyelmet (*Gaál*, 1964). Természetes és természet közeli gyepek legeltetésével kapcsolatban *Penksza és mtsai* (2009a), valamint *Szentes és mtsai* (2010) megállapították, hogy a kismértékű, szakszerű legeltetés, kedvező hatású a legeltetett növényzetre. *Szemán és mtsai* (2001) felhívják a figyelmet arra, hogy az állatok számára szükséges termésmennyiség biztosítása érdekében fontos a legelők felújítása is.

Juhlegelőnek számít a telepített káposztarepce, réparepce, őszi árpa, rozs, illetve rozsos-bükköny. Igazolt, hogy jelentős költségcsökkentő hatás érhető el a gabona-, lucerna- és kukoricatarlók legeltetésével is *(Bedő és Póti*, 1999). Számos közlemény született különböző másodvetésű takarmánynövények energia- és fehérjeértékének megállapításáról (*Barcsák és mtsai*, 1990; *Bedő*, 1993; *B Kissné és Kaszás*, 1993; *Póti és Bedő*, 1993; *Schmidt és mtsai*, 1998; *Várhegyi és mtsai*, 1998;), viszont fehér mustárról és az olajretekről, mint zölden etethető takarmánynövényekről nincs elérhető irodalmi adat. Ezért, valamint azért esett erre a két növényre a választás, mivel több országban, pl. Ausztriában elterjedten alkalmazzák azokat másodvetésű zöldtrágya növénynek. Amennyiben az eredmények alátámasztják, ezek a másodvetésű növények (fehér mustár, olajretek) egyszerre javíthatják a hazai juhágazat versenyképességét, valamint javíthatják a talaj szervesanyag-, illetve humusztartalmát, mivel a legeltetés után is megmarad rendkívül kiterjedt és nagy mennyiségű gyökérzetük.

Vizsgálatunk célja a fehér mustár és az olajretek juhokkal történő etethetőségének, legeltethetőségének, valamint táplálóértékének meghatározása volt.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az etetési és kihasználási kísérlet

A vizsgálatok során két zöldtakarmánynövény, fehér mustár (*Sinapis alba*, L) és olajretek (*Raphanus sativus*, L. *var. oleiformis*) etethetőségét és táplálóértékét határoztuk meg. A növények betakarítására, illetve etetésére mindkét növény esetében a virágzáskor került sor.

A kihasználási kísérletet hagyományos módon, *Czakó* (1982) ajánlása alapján, német húsmerinó ürükkel végeztük (n=5), minden egyes zöldtakarmánynövényre külön-külön. Az ürük elhelyezése egyedileg, erre a célra kialakított helyiségben tör-

tént. Az előetetés 7 napig, a kísérleti szakasz (bélsárminták gyűjtése) 5 napig tartott, mind a két növény esetében.

A kísérlet során egyedileg adagolt zöldtakarmány mennyisége minden vizsgálati egyed (ürü) esetében azonos, 10 kg/nap volt. Ezen kívül az állatok nyalósót és ivóvizet kaptak. A takarmány kiosztása (5–5 kg) naponta kétszer, reggel nyolc és délután négy órakor az itatással (kb. 5–5 l víz vödörben történő kiadagolásával) együtt történt, majd a takarmány kiosztását követően két órával került sor a megmaradt takarmány 0,1 kg pontosságú visszamérésére. A megmaradt takarmány és a keletkezett bélsár mennyiségének mérése egyedileg történt. Az öt nap alatt egyedileg gyűjtött bélsármintákból homogén (50–50 g-os) elegyminta készült kémiai analízis céljából. A mintákat mélyhűtve (–20 °C) tároltuk a kémiai analízis elvégzéséig.

A fehér mustár és az olajretek minták, valamint az emésztési kísérletben gyűjtött bélsárminták szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost, nyershamu, NDF, ADF és ADL mérése a *Magyar Takarmánykódex* (1994), a takarmánynövények energia- és fehérjeértékének számítása *Schmidt és mtsai* (2000) ajánlása alapján történt.

Legeltetési kísérlet

Az etetési kísérletet követő évben a két zöldtakarmány (olajretek, fehér mustár) legeltethetőségét vizsgáltuk. A legeltetési kísérlet során szakaszos legeltetési technológiát alkalmaztuk. A szakaszok kialakítása villanypásztorral történt. A német húsmerinó fajtájú anyajuhok (csoportonként 15–15 anya) reggel 6-tól este 10-ig voltak a legelőn, utána közvetlenül a terület mellet lévő istállóba kerültek. A legeltetés teljes ideje alatt az anyajuhok nem kaptak takarmány-kiegészítést. A nyalósó, illetve az ivóvíz mind a hodályban, mind a legelőn folyamatosan, korlátozás nélkül biztosítva volt. A legeltetési vizsgálat megkezdése előtt öt napig történt az állatok szoktatása az adott takarmánynövényekhez, a fentiekben leírtak szerint.

A legeltetett szakasz nagyságának meghatározása az anyajuhok szárazanyag- (táplálóanyag) és energiaszükséglete (üres, 50 kg élősúlyú: 850–1150 g szárazanyag, 5,82 MJ NE_m, 68 g metabolizálható fehérje, MF), illetve a nyírási próba alapján került meghatározásra úgy, hogy az legalább négynapi szükségletet biztosítson.

A vizsgált növények hozamának becslése nyírási próba segítségével történt. A vizsgálati területeken véletlenszerűen 5–5 mintát vettünk 2×2 m-es területről, amelyekről a teljes növényzetet kb. 3 cm-es tarlómagassággal betakarítottuk (lekaszáltuk). A mintákat lemérve megbecsültük növényenként egy hektár átlagtermését. A becsült zöldhozam, illetve az előzőekben meghatározott 50 kg-os anyajuhok szükséglete alapján, a legelő terület szakasznagyságát az anyajuhok igényének másfélszeresét figyelembe véve alakítottuk ki, hogy az biztonságosan fedezze azok napi táplálóanyag- és energiaszükségletét (az esetleges válogatás, taposási veszteség miatt). A legeltetési kísérlet az öt napos szoktatási időt követően négy napig tartott. A legeltetés befejeztével a kísérleti szakaszokat (fehér mustár, olajretek) lekaszáltuk, majd a lekaszált mennyiséget megmértük. A legeltetett terület állateltartó képességének meghatározására alkalmazott képlet a következő volt:

$$ÁEK = (BZH - VZH)/ASZ$$

ahol

ÁEK = állateltartó képesség adott fajú, fajtájú, súlyú és biológiai állapotú haszon állat (db/ha/nap)

BZH = becsült zöldhozam (kg/ha)

VZH = legeltetés után visszamaradt zöldhozam (kg/ha)

ÁSZ = az állatok aktuális zöldtakarmány-szükséglete a legeltetett beltartalmú takarmányból (kg/nap)

Alkalmazott statisztikai módszerek

Az adatok statisztikai értékelését az SPSS 15.0 programcsomag felhasználásával végeztük. A statisztikai kiértékelés során F és t próbát alkalmaztuk.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A vizsgált zöldtakarmányok átlagos táplálóanyag-tartalmát (1000 g szárazanyagban) az *1. táblázatban* tüntettük fel. A fehér mustár átlagos szárazanyag-tartalma 15,4%, az olajreteké 13,5% volt. A fehér mustár nyersfehérje- és nyerszsír-tartalma magasabb, mint az olajreteké, ezzel szemben a nyersrost-, NDF, ADF, ADL, valamint a nitrogénmentes kivonható anyagtartalom a zöld olajreteknél mutatott magasabb értékeket.

1. táblázat

A vizsgált takarmányok átlagos táplálóanyag tartalma

Összetevők(1)	Mértékegység(2)	Fehér mustár(3)	Olajretek(4)
Szárazanyag(5)	g/kg takarmány	153,9	134,9
Nyersfehérje(6)	g/kg sza.	205,7	112,6
Nyerszsír(7)	g/kg sza.	42,1	23,7
Nyersrost(8)	g/kg sza.	140,5	242,0
Nyershamu(9)	g/kg sza.	127,9	114,1
Nmka(10)	g/kg sza.	483,8	507,6
NDF	g/kg sza.	245,0	326,6
ADF	g/kg sza.	207,3	249,8
ADL	g/kg sza.	18,7	77,2

Table 1. Chemical composition of the forages

components(1); unit(2); white mustard(3); oilseed radish(4); dry matter DM(5); crude protein, g/kg DM(6); crude fat, g/kg DM(7); crude fibre, g/kg DM(8); crude ash, g/kg DM(9); N-free extract, g/kg DM(10)

A vizsgálatba vont növények táplálóanyag-tartalmát összevetve a *Schmidt és mtsai* (2000) által közölt eredményekkel (értékelt növények fenofázisa: fehér mustár: virágzás, olajretek: nem ismert, vélhetően szintén virágzás, így az összehasonlítás azonos fenofázisú növényekkel történt) megállapítható, hogy vizsgálatunkban a fehér mustár nyerszsír mennyisége 56%-kal több, nyersrost-tartalma, pedig 38%-kal kevesebb az irodalomban közölt értékeknél. Az olajretek esetén is lényeges különbséget találtunk a nyersfehérje- és a nyersrost-tartalom tekintetében. A nyersfehérje 34%-kal volt kevesebb, a nyersrost-tartalom, pedig 77%-kal volt több, mint a *Schmidt és mtsai* (2000) által közölt értékek.

A napi átlagos takarmányfelvétel a visszamérések alapján a fehér mustárnál 7,82 ± 0,20 kg, az olajretek esetében 7,88 ± 0,19 kg volt *(2. táblázat),* mivel a naponta az egyedenként kiosztott 10 kg zöldtakarmányból, a fehér mustárból átlag 2,18 kg, olajretekből átlag 2,12 kg maradt az etetőkben. A takarmányfelvételben nem mutatkozott szignifikáns különbség.

Ezzel szemben, az ürük által felvett átlagos napi szárazanyag-felvételben szignifikáns *(2. táblázat)* különbség volt kimutatható a két takarmánynövény között. A fehér mustárból átlagosan 1203,2 g-ot, olajretekből 1063,3 g szárazanyagot vettek fel a kísérletben résztvevő állatok. A fehér mustár nagyobb szárazanyag-felvétele feltehetően a jobb emészthetőségének volt köszönhető *(3. táblázat),* hasonlóan *Tasi és Barcsák* (2000) vizsgálataihoz, melyekben összefüggést találtak különböző növényfajok kedveltsége és a szerves anyagok emészthetősége között.

2. táblázat

A juhok átlagos napi takarmányfelvétele

Paraméterek(1)	Fehér mustár(2)	Olajretek(3)
Etetett takarmány, kg(4)	10	10
Visszamaradt takarmány, kg(5)	2,18±0,20	2,12±0,19
Elfogyasztott takarmány, kg(6)	7,82±0,20	7,88±0,19
Elfogyasztott takarmány, szárazanyag, g(7)	1203,2[a] ±2,28	1063,3[b] ±1,13

[ab]= a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek, p<0,05(8)

Table 2. Daily intake of the fed forages
parameters(1); white mustard(2); oilseed radish(3); fed forage, kg(4); remained forage, kg(5); intake forage, kg(6); intake forage, dry matter, g(7); [ab]=p<0.05 – different letters indicate significant difference between plants(8)

Vizsgálataink alapján mindkét zöldtakarmány növény jó beltartalmi értékekkel, illetve táplálóértékkel rendelkezik. A fehér mustár táplálóanyagainak nyersfehérje és nitrogén mentes kivonható anyag emészthetősége eredményeink szerint jobb volt, mint az olajreteké (*3. táblázat*).

A fehér mustár és az olajretek vizsgálataink során kapott emészthetőségi eredményeit összehasonlítva a *Schmidt és mtsai* (2000) által közöltekkel megállapítható, hogy a fehér mustár emésztési együtthatói magasabbak, az olajreteké alacsonyabbak az irodalomban közölteknél. A fehér mustár kisebb rosttartalma javította a nyersfehérje emészthetőségét, ezzel szemben az olajretek alacsonyabb nyersfehérje emészthetőségének oka vélhetően az olajretek magasabb nyersrost tartalma volt. Hasonló összefüggést tapasztaltak *Barcsák és mtsai* (1990) is.

3. táblázat

A vizsgált zöldtakarmány növények emészthetősége (átlag±SD)

Táplálóanyagok(1)	Fehér mustár(2)	Olajretek(3)
Nyersfehérje, %(4)	72,6[a]±3,3	66,6[b]±3,9
Nyerszsír, %(5)	53,6±4,2	57,2±4,7
Nyersrost, %(6)	60,8±7,2	59,8±6,1
Nm.k.a., %(7)	78,2[a]±6,8	67,6[b]±3,3

[ab]= a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek, p<0,05(8)

Table 3. Digestibility of the evaluated green forages (mean±SD)
digestibility coefficients(1); white mustard(2); oilseed radish(3); crude protein, %(4); crude fat, %(5); crude fibre, %(6); N-free extract, %(7); [ab]=p<0.05 – different letters denote significant difference between plants(8)

A fehér mustár energia- és fehérjetartalma szignifikánsan nagyobb, mint az olajreteké *(4. táblázat)*. A fehér mustár létfenntartó nettóenergia-tartalma (NE_m) 1000 g szárazanyagban 6,35 MJ/kg, az olajreteké 5,39 MJ/kg. A fehér mustár létfenntartó nettóenergia-tartalma eredeti szárazanyagra (153,9 g/kg) vonatkozóan 0,98 MJ, az olajreteké (134,9 g/kg) 0,73 MJ.

4. táblázat

A vizsgált zöldtakarmány növények számított átlagos energia- és metabolizálható fehérjetartalma (átlag±SD)

Tulajdonságok(1)	Fehér mustár(2)	Olajretek(3)
NE_m, MJ/kg sza.(4)	6,35[a]±0,39	5,39[b]±0,35
NE_g, MJ/kg sza.(5)	3,87[a]±0,34	2,99[b]±0,32
NE_l, MJ/kg sza.(6)	6,22[a]±0,29	5,51[b]±0,25
MFE, g/kg sza(7)	91,65[a]±2,92	70,43[b]±2,73
MFN, g/kg sza.(8)	125,00[a]±3,98	69,44[b]±3,45

[ab]= a különböző betűk szignifikáns különbséget jelölnek, p<0,05(9)

Table 4. Estimated energy and metabolizable protein content of investigated feeds (mean±SD)
traits(1); white mustard(2); oilseed radish(3); net energy maintenance, MJ/kg DM(4); net energy gain, MJ/kg DM(5); net energy lactation, MJ/kg DM(6); energy dependent metabolizable protein(7); nitrogen dependent metabolizable protein(8); [ab]=p<0.05 – different letters indicate significant difference between feeds(9)

A korábbi irodalmi adatokhoz (*Schmidt és mtsai,* 2000) viszonyítva a fehér mustárnál magasabb, az olajreteknél kisebb energiaértékeket mértünk. A fehérjetartalomban a fehér mustár hasonló, az olajretek kisebb értékeket mutatott.

Egy átlagos (üres, 50 kg élősúlyú) anyajuh táplálóanyag-igénye (850–1150 g szárazanyag, 5,82 MJ NE_m, 68 g metabolizálható fehérje, MF). A kihasználási kísérlet eredményei alapján az anyajuhok napi energiaszükségletét 5,96 kg fehér mustár, illetve 7,99 kg olajretek, fehérjeszükségletét 4,82 kg fehér mustár, illetve 7,26 kg olajretek fedezi. Ennek megfelelően egy átlagos német húsmerinó anyajuh teljes táplálóanyag- és energiaszükségletét mintegy 6 kg fehér mustár, illetve

8 kg olajretek biztosítja, veszteségek nélkül. Ezt vettük figyelembe a legeltetési kísérletnél a szakasznagyságok meghatározásánál.

A legeltetési kísérlethez meghatároztuk az anyag és módszer részben leírtak szerint a fehér mustár és olajretek terméshozamát. A fehér mustár átlagtermése 1,1 kg/m^2, azaz 11 t/ha, az olajreteké 1,933 kg/m^2, illetve 19,3 t/ha volt. A négynapos legeltetési vizsgálat alapján (az öt napos szoktatási időt követően) egyértelműen megállapítható volt, hogy mind a két takarmánynövényt (fehér mustárt és olajretket) az anyajuhok szívesen legelték. Fontos különbség volt azonban a két növény között abban a tekintetben, hogy az anyajuhok a teljes növény melyik részét legelték le, illetve hasznosították. A legeltetés befejeztével a visszamérések alapján megállapítható volt, hogy a fehér mustár zöldtömegének mintegy 60%-át (6,49 t/ha) meghagyták az állatok. Fontos azonban megjegyezni, hogy ez csaknem egészében a fehér mustár szára volt, tehát a mustár leveleit csaknem 100%-ban lelegelték az anyajuhok. Az olajretek esetében a visszamaradt zöldmennyiség megközelítőleg 30% (5,40 t/ha) volt. A megmaradt növényi rész szár-levél aránya közel azonos volt. Voltak olyan olajretek növények, amelyeket teljes egészében a föld felszínétől kb. 1 cm tarlómagasságig lelegeltek az állatok. Ebben az esetben nem lehetett megállapítani, hogy a juhok a szárrészt kevésbé preferálták volna, mint a levél lemezt. Mindezek alapján a fehér mustár esetében a zöldtermés mintegy 40%-ával, olajretek esetében 70%-ával lehet számolni juhokkal (német húsmerinókkal) történő szakaszos legeltetés esetén. Az általunk alkalmazott képlet alapján számolva egy hektár fehér mustár átlagosan 752, egy hektár olajretek 1738 anyajuh (50 kg testsúlyú, üres, illetve a vemhesség első három hónapjában levő anyajuh) teljes napi táplálóanyag- és energiaszükségletét tudja fedezni. Mindezek alapján megállapítható, hogy egy hektár olajretek állateltartó képessége több mint kétszerese (2,3 szerese) egy hektár fehér mustárénak.

KÖVETKEZTETÉSEK

Mind a két vizsgált másodvetésű növény (fehér mustár és olajretek) kiválóan alkalmas (táplálóanyag- és energiatartalmuk, illetve az állatok által kedveltségük, felvehetőségük alapján) a juhok őszi-téli legeltetésére.

A legeltetési kísérlet alapján megállapítható, hogy a fehér mustár jobb táplálóértéke ellenére egy hektár olajretek állateltartó képessége jobb. Egy hektár olajretek állateltartó képessége mintegy 2,3 szerese egy hektár fehér mustárénak. Ez egyrészt az olajretek nagyobb terméshozamának (olajretek 19,3 t/ha, fehér mustár 11,1 t/ha zöldtömeg) köszönhető, másrészt annak, hogy az olajretek kisebb hányadát (30%-át) nem hasznosították (legelték le) az anyajuhok. A fehér mustár esetében a legeltetés után a zöldtömeg mintegy 60%-a maradt a legelőterületen, ami csaknem egészében a mustár levél nélküli szára volt.

Eredményeink alapján javasoljuk a másodvetésű fehér mustár és az olajretek őszi-téli kiegészítő legelőként való használatát.

IRODALOMJEGYZÉK

Barcsák Z. – Ashenafi, W. – Tasi J. (1990): Különböző gyepnövények takarmányainak (zöld, széna és szilázs) emészthetősége. Állattenyésztés és Takarmányozás, 39. 473–480.

Bedő S. (1993): Az energiakiegészítés hatása a kizárólag lucernalisztet tartalmazó takarmányadag táplálóértékére juhokban. Állattenyésztés és Takarmányozás, 42. 557–565.

Bedő S. – Póti P. (1999): A legelő, mint takarmány szerepe a juhtenyésztésben. Állattenyésztés és Takarmányozás, 48. 691–692.

B. Kissné K.G. – Kaszás I. (1993): Szilázsok energiaértékének meghatározása egyszerűsített módszerekkel. 1. Közlemény: A silókukorica szilázs energiaértékelése. Állattenyésztés és Takarmányozás, 42. 439–451.

Czakó J. (szerkesztő)(1982): Állattenyésztési kísérletek tervezése és értékelése. Akadémiai Kiadó, Budapest

Gaál L. (1964): A juhok téli legeltetése. Állattenyésztés és Takarmányozás, 13. 141–148.

Jávor A. – Nábrádi A. – Kukovics S. – Békesi Gy. – Hajduk P. – Sáfár L. – Ráki Z. – Bedő S. – Póti P – Molnár A. – Molnár Gy. – Székelyhidi T. – Szűcs I. – Ábrahám M. (2001): Strategic steps in the sheep and goat branches. Acta Agr. Debr., 1. 61–68.

Magyar Takarmánykódex (1994): II. kötet, Budapest

Penksza K. – Tasi J. – Szabó G. – Zimmermann Z. – Szentes Sz. (2009a): Természetvédelmi célú botanikai és takarmányozástani vizsgálatok adatai Káli-medencei juhlegelőhöz. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 51–58.

Penksza K. – Wichmann B. – Szentes Sz. (2009b): Szarvasmarha-, juh- és lólegelők összehasonlító vizsgálata a Tapolcai és a Káli-medencében – 2008. év. Gyepgazdálkodási Közlemények, 7. 59–63.

Póti P. – Bedő S. (1993): A rostalkotók emészthetőségének hatása a juhok takarmányadagjának táplálóértékére. Állattenyésztés és takarmányozás, 42. 515–522.

Póti P. (1998): Korszerű tartástechnológiák a juhtenyésztésben. Állattenyésztés és Takarmányozás, 47. Suppl 1. 337–342.

Schmidt J. – Várhegyi Jné. – Várhegyi J. – Cenkvári É. (1998): Javaslat a kérődzők takarmányozásában bevezetendő új, hazai fehérjeértékelési rendszerre. Állattenyésztés és Takarmányozás, 47. 165–182.

Schmidt J. – Várhegyi Jné. – Várhegyi J. – Túriné C.É. (2000): A kérődzők takarmányainak energia és fehérjeértékelése. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 178–179.

Szemán L. – Köles P. – Gyulai G. (2001): Leromlott és parlaggyepek felújítási lehetőségei. Innováció, a tudomány és a gyakorlat egysége az ezredforduló agráriumában. Szent István Egyetem, MKK – Debreceni Egyetem, MTK, Gödöllő, május 17–18. 78–84.

Szentes Sz. – Házi J. – Bartha S. – Sutyinszki Zs. – Penksza K. (2010): Comparative researches on resilience of species composltion and biomass productivity in pastures and hayfield of the Balaton uplands, Hungary. Növénytermelés, 59. 349–352.

Tasi J. – Barcsák Z. (2000): Gyepnövények kedveltségének és néhány minőségi paraméterének összefüggése. Növénytermelés, 49. 651–660.

Várhegyi Jné. – Schmidt J. – Cenkvári É. – Várhegyi J. (1998): A hazai új kérődző fehérjeértékelés összehasonlíthatósága a külföldi rendszerekkel. Állattenyésztés és Takarmányozás, 47. 239–246.

Érkezett: *2011. február*

Szerzők címe: *Póti P. – Pajor F. – Homolka F. – Gyuricza Cs*
Szeni István Egyetem, Állattenyésztés Tudomány Intézet
Author's address: Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences
H-2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
Poti.Peter@mkk.szie.hu
Pajor.Ferenc@mkk.szie.hu
Gyurica.Csaba@mkk.szie.hu

COMPARISON OF FUMAGILLIN AND NONOSZ® AGAINST *N. ceranae* NOSEMOSIS OF THE HONEYBEE (*Apis mellifera* L.)

SZALAINÉ MÁTRAY ENIKŐ – HARKA LÍVIA – HEGEDŰS DÉNES – ALBERT ATTILA – BÉKÉSI LÁSZLÓ

SUMMARY

Nosemosis caused by *Nosema apis* has been regarded as an important honeybee disease for a long time. At present, issues related to its prevention are again in the focus of apiarists' interest all over the world. The anxiety caused by honeybee losses observed in many places, coupled with the presence of a new species (*Nosema ceranae*) recently introduced into and detected in many European countries, adds to the uncertainty of control. In this study the efficacy of fumagillin, a compound of antibiotic type and known to be effective against *N. apis*, has been compared to that of Nonosz®, a product of different type. The results document that fumagillin can be used successfully against *N. ceranae*, and the use of Nonosz® may have an alternative in the control of this parasitose.

ÖSSZEFOGLALÁS

Szalainé Mátray E. – Harka L. – Hegedűs D. – Albert A. – Békési L.: A FUMAGILLIN ÉS A NONOSZ® ÖSSZEHASONLÍTÁSA A MÉZELŐ MÉH (*Apis meilifera* L.) *Nosema ceranae* OKOZTA NOSEMOSISÁBAN

A *Nosema apis* okozta nosemosis a mézelőméh egyik fontos betegsége. Újabban a betegség elleni védekezés ismét a méhészek által gyakran felvetett kérdések közé került az egész világon. A sokfelé tapasztalt méhpusztulások, együtt az új kórokozó faj (*Nosema ceranae*) megjelenésével, csak fokozza a védekezés bizonytalanságát. Ebben a vizsgálatban a *N. apis* ellen ismerten hatékony szer, a fumagillin antibiotikum hatását hasonlították össze egy más jellegű szerrel a Nonosz®-szal. Eredményeik bizonyítják, hogy nemcsak a fumagillin lehet hatékony a *N. ceranae* ellen, hanem alternativ szerként a Nonosz® -t is lehet használni a nosemosis kezelésére.

INTRODUCTION

Nosema apis Zander, the causative agent of nosemosis of the honeybee (*Apis mellifera* L.), is a parasitic fungus belonging to the class Microsporea (Cnidosporidia, Sporozoa). This protozoan parasitizes the midgut epithelial cells of adult bees. Its spores measuring 5×7 µm and having characteristic structure are shed by infected bees with their excrement of altered consistency (*Koltai*, 1985). Another microsporidian species, *Nosema ceranae* Fries, was reported from the Asian honeybee (*Apis ceranae* Fabricius), and has been shown to be able to infect the European honeybee as well. Later on *N. ceranae* infection was diagnosed in Asia, and then in 2006 the presence of *N. ceranae* in *A. mellifera* was reported for the first time in Europe, from Spain (*Higes et al.*, 2006). Subsequently it was detected in several European countries, and in 2007 its presence in Hungary was documented by Hungarian authors who stated that nosemosis of honeybees is caused primarily by this parasite species also in Hungary (*Tapaszti et al*, 2009).

Paxton et al, (2007) suggest that *N. ceranae*, which is probably more virulent than *N. apis*, has been present in Europe at least since 1998. This species is thought to have higher pathogenicity as a certain part of the spores released from the necrotic epithelial cells more commonly cause autoinfection. As on the basis of the usual spore morphology it is impossible to distinguish the two species, a rapid PCR-RFLP procedure has been developed for this purpose in Hungary as well (*Tapaszti et al*, 2009).

Because of the high honeybee density, practically all apiaries can be considered infected in Europe, i.e. *Nosema* spores are ubiquitous, although the disease develops only if predisposing factors are present. It is an alarming fact that nowadays our bee colonies are debilitated by a broad range of factors including pollen deficiency, mild toxicoses, *Varroa* mite infestation and the acaricidal treatment used to control it, virus infections, and technological stress (*Békési*, 2008). Therefore, nosemosis may be an important component of the Colony Collapse Disorder decimating honeybees all over the world.

Katznelson and Jamieson (1952) had established more than 50 years ago that the antibiotic fumagillin, derived from the fungus *Aspergillus fumigatus*, effectively inhibited the development of *Nosema* parasites. *Williams et al* stated in 2008, that fumagillin temporarily does controi *N. ceranae* either. Because of its antibiotic character the registration of this compound for bees has been generally withdrawn in the countries of the European Union, and for several years it has not been available on the Hungarian market either. In view of the risk of disease outbreaks due to the appearance of the new *Nosema* species, in the autumn of 2008 Fumidil B AUV (CEVA-Phylaxia, Budapest, Hungary) containing fumagillin as active ingredient was put on the Hungarian market with a case-by-case marketing authorisation. As the use of antibiotics in food-producing animals is subject to increasingly stringent regulation, the possibility of their replacement with other products of non-antibiotic nature is a much discussed subject.

Nonosz® (recently modified as Nonosz Plus), a product having curative effect but not qualifying as a drug (containing the sodium salt of ortho-hydroxy-carbonic acid and *Beta vulgaris* cv.), was developed in Hungary and, based upon the positive results of preliminary trials executed by beekeepers, was put into

circulation for nosema prevention (TolnAgro Ltd., Szekszárd, Hungary). However, studies comparing its efficacy with that of fumagillin and test results on its effect on the new species *N. ceranae* were lacking.

MATERIALS AND METHODS

In the experiments reported here, the two products were tested under laboratory conditions and in five apiaries in the spring of 2009.

In the laboratory experiment, 10 young adult bees per group, derived from bee colonies neither showing signs of *Nosema* infection nor spore shading, were infected individually with 10^5 *N. ceranae* spores. Before infection, the bees were fasted for 2 hours and then were fed on thick honey after treatment. After the infection had taken (5 days), one group each was treated with a therapeutic dose of Fumidil B and Nonosz®, respectively, administered in sugar syrup every other day, on a total of five occasions. Non-infected and infected, non-treated groups were used as control. The cages were kept in thermostat at 25 °C temperature and 90% relative humidity. Dead bees were removed and examined daily. On the second day after the last treatment (on day 12 of the experiment) the experiment was terminated and the remaining bees were examined individually for *Nosema* parasites.

For the field trials, we first examined 30 bee colonies each in five apiaries by taking samples from the outgoing bees. On the basis of the *Nosema* examination, we formed three groups of the same infection status, with five bee colonies per group, 15 of the 30 colonies. Examination for *Nosema* infection was done by homogenizing 30 bees each in 30 ml of distilled water in a braying mortar. From the homogenate, one drop each was placed on a slide, covered with a coverslip, and the samples were examined under microscope using an objective of 40-fold magnification. The severity was scored on the basis of relative spore quantity (easy to judge by examiners having some experience) from one to three crosses (+). Occasionally, to check the results, we performed spore counting by the method of *Cantwell* (1970), using a *Fuchs-Rosenthal* cell counting chamber. Three of the selected apiaries had to be excluded because of the low infection rate, and thus only two apiaries (Apiary 1. and Apiary 2.) proved to be suitable for the field trials.

The treatments were performed by the method of sugar syrup trickling. The content of one 25-g bottle of Fumidil B was divided into five equal parts, one dose was dissolved in 250 ml of sugar syrup in 1:1 ratio, and then, using a syringe, 50 ml volumes of that solution were trickled onto the top of the frame bars or on the honeybees in the rows of the honeycomb cells. The treatment was repeated every other day, on a total of five occasions, preparing a fresh solution for each treatment. Two hundred millilitres of Nonosz® were mixed into 1800 ml of sugar syrup. The solution was stored in a cool place, and 50 ml volumes each were trickled onto the selected colonies every other day, on a total of five occasions. The control colonies were treated by trickling onto them 50 ml sugar syrup each every other day. On the day after the last treatment, honeybee samples were taken from both the treated colonies and the five controls for *Nosema* examination.

The relative spore counts obtained before and after the treatment for the honeybees participating in the laboratory experiment and for the individual

honeybee colonies (the number of positive bees and colonies) were added up, and the results of treatment were evaluated on the basis of the total scores.

RESULTS

The results of trials conducted with the bee colonies in the spring of 2009 are presented in *Tables 1. and 2.*

Table 1.

Results of the treatment trial conducted on 15 test colonies of Apiary 1.

Fumidil B		Nonosz		Control	
Initial stage (1)	After treatment (2)	Initial stage	After treatment	Initial stage	Closing stage (3)
155 +++(4)	Neg.	172 – +++	+	59 – +++	++
156 – +++	+	176 – +++	Neg.	65 – +++	+
162 – ++	Neg.	180 – +++	++	51 – ++	++
167 – ++	+	174 – +	Neg.	55 – ++	+++
168 – +	Neg.	179 – +	Neg.	58 – +	Neg.
In toto 11+	2+	11+	3+	11+	8+

Crosses (+) Indicate the severity of infection, while total infection denotes the cumulative severity of infection in the different groups on the basis of the relative spore counts. At the head of the columns the numbering of the bee colonies is indicated (4).

1. táblázat. A 15 méhcsaládon végzett kezelési kísérlet eredménye (1. sz. Méhészet)
A keresztek száma (+) a fertőzöttség intenzitását mutatja és a keresztek összege a fertőzöttség kumulativ értékét jelzi a spóraszámok alapján az egyes csoportokban. Az első oszlopban a méhcsaládok jelzése van feltüntetve (4).
kezdő állapot (1); kezelés után (2); záró állapot (3)

Table 2.

Comparison of the development of spore infection in the 15 test colonies (Apiary 2.)

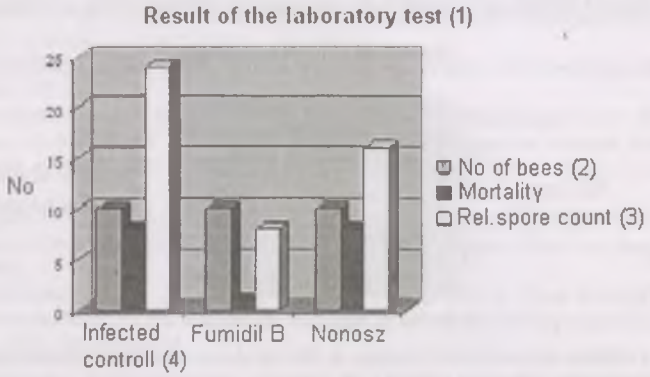
Fumidil B		Nonosz		Control	
Initial stage(1)	After treatment (2)	Initial stage	After treatment	Initial stage	Closing stage (3)
2+++ (4)	++	3 – +++	++	13 – +++	+++
18 – +++	+	24 – +++	+	8 – ++	++
11 – ++	Neg.	16 – ++	Neg.	25 – ++	++
1 – +	++	5 – +	+	14 – +	Neg.
15 – +	Neg.	6 – Neg.	+	12 – Neg.	++
Összes 10+	5+	9+	5+	8+	9+

Crosses (+) indicate the relative severity of infection, while total infection denotes the cumulative severity of infection in the different groups. At the head of the columns the numbering of the bee colonies is indicated (4).

2. táblázat A 15 méhcsaládon végzett kezelési kísérlet eredményének összehasolítása (2. sz. Méhészet)
A keresztek száma (+) a fertőzöttség intenzitását mutatja és a keresztek összege a fertőzöttség kumulatív értékét jelzi a spóraszámok alapján az egyes csoportokban. Az első oszlopban a méhcsaládok jelzése van feltüntetve (4).
kezdő állapot (1); kezelés után (2); záró állapot (3)

No abnormality or mortality was observed in the treated bee colonies in the field trial. The results of the laboratory experiment are shown in *Figure 1.*

Figure 1. *Results of the laboratory experiment conducted with artificially infected, caged honeybees, with the indication of spore counts*



1. ábra A zárkázott, mesterségesen fertőzött méhekkel végzett laboratóriumi kísérlet eredménye a relativ spóraszámok alapján
a laborkísérlet eredménye (1); méhek száma (2); relatív spóraszám (3); fertőzött kontroll (4)

Among the honeybees treated with Nonosz®, mortality occurred in the first days when the infection rate of the bees was still high.

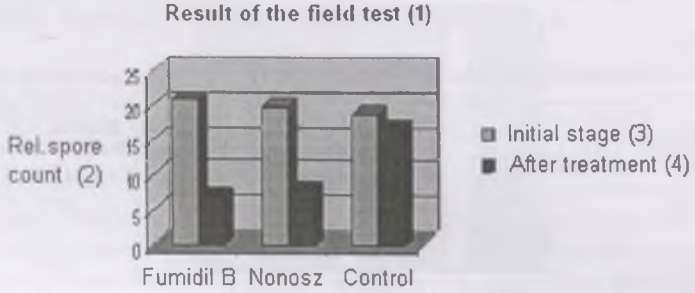
DISCUSSION

Nosema-infected honeybees hardly show any clinical signs: at most their abdomen might appear swollen. Traces of excrement may be seen throughout the hive as well as on the flight board; this is usually not seen in the case of *N. ceranae* infection. The lifespan of heavily infected bees may be reduced to half, which may result in slow development of the colony in the spring and its depopulation in the summer (*Koltai*, 1985). The functioning of the pharyngeal gland may also be impaired, as a result of which 15% of the eggs will fail to develop into viable larvae (*Bailey és Ball*, 1991). Infection decreases the amount of vitellogenin (winter reserve complex) in the fat bodies, thus lowering the overwintering chances of infected bees. Nosemosis is the most insidious pathogen in apiculture all over the world.

Williams et al, (2008) suggested that fumagillin was successful at temporarily reducing spore numbers of *N. ceranae*, this recent invasive parasite in European honey bees. In our present experiment, the two products used for the therapy of nosemosis showed practically the same efficacy: both agents markedly reduced spore production as compared to the untreated controls. The results are presented in *Tables 1.* and *2.* Comparing the results of the treatment trial conducted in the two apiaries based upon the average values of 10 bee colonies, it can be stated that Nonosz® used by trickle treatment five times reduced the spore count at least as effectively or even more than did Fumidil B: during the ten-day period the spore

count decreased to about one-third of the initial spore count, while in the untreated controls it hardly changed at all *(Figure 2.)* or due to the mild climate spontaneous decrease of spore production was noticed.

Figure 2. *The sum of relative spore counts found in bee colonies of the two apiaries before and after treatment (number of + results) as compared to infection of the untreated controls*



2. ábra A relative spóraszámok összege a két méhészet vizsgált méhcsaládjaiban a kezelés előtt és után (a fertőzöttség erősségét jelentő +-ek összege), összehasonlítva a kezeletlen kontrollokkal
az üzemi vizsgálat eredményei (1); relative spóraszám (2); kezdő stádium (3); kezelés után (4)

Evaluation of the results of the laboratory experiments indicates that artificial *N. ceranae* infection of individual honeybees initiated spore production in all cases. As a result of Fumidil B treatment, there were hardly any honeybee losses and spore production remained on a low level. In the honeybees treated with Nonosz®, the beneficial effect of treatment occurred somewhat later. In the first days after treatment the bee losses in the Nonosz®-treated group were on a similar level as in the controls, but the overall spore production was lower (*Figure 1.*).

Based upon the results of the laboratory experiments and field trials, it can be stated that Nonosz® was similarly effective as fumagillin in arresting spore production in the case of artificial and natural *N. ceranae* infection (tests conducted at the Department of Microbiology and Infectious Diseases, Faculty of Veterinary Science, Szent István University demonstrated the presence of *N. ceranae* in the bee colonies of both apiaries).

It is known that fumagillin arrests only the intracellular development cycle of the parasite and does not affect the viability of spores. The mechanism of action of Nonosz® and its effect exerted on the spores should be the subject of further studies.

The present study did not involve the measurement of possible drug residues, if any, left behind either in the bees or in the hive (honey or wax).

The treatment must be complemented with the elimination of predisposing factors as well as disinfection against spores with acetic acid in all cases.

ACKNOWLEDGEMENTS

We gratefully thank beekeepers *Zoltán Zimmer, Zoltán Tóth* and *Sándor Illés* for their voluntary participation in the trials.

REFERENCES

Bailey, L. – Ball, B. (1991): Honey Bee Pathology. Academic Press, London. 193.

Békési L. (2008): About the uncommon bee losses (in Hungarian, with English abstract). MÁL., 130. 551–557.

Cantwell, G.E. (1970): Standard methods for counting *Nosema* spores. Am. Bee J., 110. 222–223.

Higes, M. – Martin, R. – Meana, A. (2006): *Nosema ceranae*, a new microsporidian parasite in honeybees in Europe. J. Invert. Pathol., 92. 93–95.

Katznelson, H. – Jamieson, C.A. (1952): Control of Nosema disease of honeybees with fumagillin. Science, 115. 70–71.

Koltai L. (1985): A méhbetegségek megelőzése és gyógyítása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Paxton, R.J. – Klee, J. – Korpela, S. – Fries, I. (2007): *Nosema ceranae* has infected *Apis mellifera* in Europe since at least 1998 and may be more virulent than *Nosema apis*. Apidologie, 38. 558–565.

Tapaszti Zs. – Forgách P. – Kővágó L. – Békési L. – Bakonyi T. – Rusvai M. (2009): First detection and dominance of *Nosema ceranae* in Hungarian honeybee colonies. Acta Vet. Acad. Sci. Hung., 57. 383–388.

Williams, G.R. – Sampson, M.A. – Shutler, D. – Rogers, R.E.L. (2008): Does fumagillin control the recently detected invasive parasite *Nosema ceranae* in western honey bees (*Apis mellifera*)? J. Invert. Pathol., 99. 342–344.

Érkezett: *2011. február*

Szerzők címe: *Szalainé Mátray E. – Harka L. – Békési L.*
Kisállattenyésztési Kutatóintézet és Génmegőrzési Koordinációs Központ, Méhészeti Intézet,

Authors' address: Institute for Small Animal Research and Co-ordination Centre for Gene Conservation; Institute for Apiculture
H-2101 Gödöllő, Isaszegi u. 200.
bekesi@katki.hu

Hegedűs D.
Bács-Kiskun megyei Állategészségügyi és Élelmiszerellenőrzési Igazgatóság, Kecskemét
Bács-Kiskun County Directorate of Animal Health and Foodinspection, Kecskemét

Albert A.
TolnAgro Kft., Szekszárd

DR. NAGY ZOLTÁNNÉ

(1934 – 2011)

1934-ben Budapesten született, a gödöllői Agrártudományi Egyetemen 1957-ben szerzett vörösdiplomás agrármérnöki oklevelet. Rövid gazdasági gyakorlat után, az Állattenyésztési Kutatóintézetben kezdődött pályája, 1964–1968 között, a Hortobágy peremén, Bödönháton, az állami gazdaságban volt szarvasmarha-tenyésztési ágazatvezető. Ezután az MTA aspiránsaként tért vissza az Intézetbe, ahol megszerezte a kandidátusi fokozatot és tudományos főmunkatársként, a Szarvasmarha-tenyésztési Osztályon, nyugdíjazásáig dolgozott. Eredményes kutatómunkáját a széles állattenyésztési gyakorlat is elismerte. Osztályán, és az Intézet munkájában, fontos kutatási témákban, gyakran mint téma vezetője, vett részt (többek között itatásos borjúnevelés, a takarmányozás hatása a magyar-tarka tehenek tejösszetételére, a hizlalás termelési mutatóinak elemzése, az állomány összetétel optimalizációja, a hereford akklimatizációja, termelése, hízlalási technológiája, a vágóhídi értékelések, szaktanácsadás). Nyugdíjba vonulása után csatlakozott lapunk szerkesztői csoportjához és több mint tíz éven át nagy segítség volt tudományos színvonal emelésében.

KÜLÖNBÖZŐ FAJTÁJÚ TENYÉSZKANCÁK ÉLŐSÚLYA ÉS TESTMÉRETEI

8. közlemény: A muraközi típus

BENE SZABOLCS – KOVÁCS-MESTERHÁZY ZOLTÁN – SZABÓ FERENC

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők két hazai muraközi típusú tenyészetben – Őriszentpéter és Nyőgér – 20 kifejlett tenyészkanca élősúlyát és 21 testméretét vették fel, majd értékelték. Meghatározták a relatív testméreteket, valamint néhány testarány indexet is. A két tenyészet összehasonlítását t-próbával végezték. Az élősúly és a testméretek között korrelációs értékeket határoztak meg. Regressziós egyenleteket dolgoztak ki az élősúly testméretekből történő becslésére. A testméretek főátlaga a következő volt: élősúly 649,3 kg, bottal mért marmagasság 153,7 cm, szalaggal mért marmagasság 162,7 cm, hátközépmagasság 146,3 cm, farbúb-magasság 154,6 cm, mellkasmélység 75,2 cm, bielerpont-magasság 78,5 cm, törzshosszúság 166,1 cm, ferde törzshosszúság 171,1 cm, nyakhosszúság 82,2 cm, háthosszúság 85,0 cm, farhosszúság 53,9 cm, vállszélesség 51,2 cm, mellkasszélesség 56,2 cm, far I.– II.–III. szélesség 63,4–60,2–24,9 cm, övméret 204,9 cm, szárkörméret bal mellső-hátsó 22,2–24,8 cm, fejhosszúság 63,8 cm, homlokszélesség 25,1 cm. Az élősúllyal és kondícióval szorosabban összefüggő testméretek (övméret $r = 0,91$, $p<0,01$; far II. szélesség $r = 0,78$; $p<0,01$; mellkas szélesség $r = 0,89$; $p<0,01$ stb.) kivételével nem találtak statisztikailag igazolható különbséget a tenyészetek között. A testméretek szórás értékei 0,73–9,65 cm között, cv% értékei pedig 1,92–7,63% között változtak. Az élősúly becslésére a gyakorlatban is könnyedén használható regressziós modellhez az övméret, a háthosszúság és a szalaggal mért marmagasság ismerete szükséges. Az illeszkedési érték 0,90 ($p<0,01$) volt. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a hazánkban tenyészetett, kifejlett muraközi típusú tenyészkanca állomány testméreteiben számottevő különbségek nem mutatkoztak, az állomány a küllem tekintetében homogén.

SUMMARY

Bene, Sz. – Kovács-Mesterházy, Z. – Szabó, F.: DATA ON THE BODY MEASUREMENTS AND LIVE WEIGHT OF BROOD MARES OF DIFFERENT BREEDS. 8th paper: THE MURINSULANER TYPE

Live weight and 21 body measurements of 20 aduit brood mares from Murinsulaner type in two studs – Őriszentpéter and Nyőgér – were evaluated. Furthermore relative body measurements and some body measure indices were determined. T-test was used to compare the studs. Correlation was determined among the live weight and body measurements. Using this database regression equations were developed to estimate live weight from body measurements. The overall mean values of body measurements were as follows: live weight 649.3 kg, height at withers with stick 153.7 cm, height at withers with tape 162.7 cm, height of back 146.3 cm, height at rump 154.6 cm, depth of chest 75.2 cm, height of bieler-point 78.5 cm, length of body 166.1 cm, diagonal length of body 171.1 cm, upper neck measure 82.2 cm, length of back 85.0 cm, length of rump 53.9 cm, width of breast 51.2 cm, width of chest 56.2 cm, 1st, 2nd, 3rd width of rump 63.4–60.2–24.9 cm, hearth girth 204.9 cm, cannon girth left front- rear 22.2–24.8 cm, length of head 63.8 cm, width of head 25.1 cm. Excluding the body measurements, which showed strong correlation with live weight and condition (heart girth $r = 0.91$, $p<0.01$; 2nd width of rump $r = 0.75$, $p<0.01$; width of chest $r = 0.89$, $p<0.01$ etc.) no significant differences were found among the studs. The standard deviation and cv% values for body measurements were between 0.73–9.65 cm and 1.92–7.63%, respectively. Based on the results body weight can be estimated by the measurements of hearth girth, length of back and height at withers measured with tape. The determination coefficient was 0.90 ($p<0.01$). As a conclusion, the brood mare population of Murinsulaner type is homogeneous as for the most important body measurements.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A Dunántúl nyugati és déli részén település-szerkezeti és földrajzi viszonyok miatt egy intenzívebb, belterjes mezőgazdálkodás alakult ki. Ez az intenzívebb mezőgazdálkodás azonban megkívánta az igaerő „modernizálását", megnövekedett az igény az ökörnél gyorsabb, a melegvérű igáslovaknál teherbíróbb, s egyben kitartó, jó munkakészségű igásállat iránt. Ezen igényeket elégítettek ki a hidegvérű lovak, melyek elsősorban nóri eredetűek voltak. Az eltérő tenyésztői elképzelések és takarmányozási viszonyok következményeként két tájfajta jött létre, a kisebb, mozgékonyabb muraközi és a nagyobb, tömegesebb pinkafői.

Az 1860–1880-as években a muraközi lónak még nem voltak egységes típusjegyei. A muraközi formálásában a nórin kívül folyamatosan részt vettek a tenyésztésbe kerülő idegen mének (arab, clysdale, percheron, ardenni, norfolk) is, ezért az egységes tenyésztési elképzelés hiányában a fajta nem tudott konszolidálódni (*Ócsag*, 1995). A muraközi típus tehát nóri eredetű, mely mind származásában, mind pedig fenotípusában lényegesen különbözik a Német-alföld hidegvérű fajtáitól.

A magyar hidegvérű lótenyésztés fejlődésének sokáig gátja volt a katonai szervezésű állami tenyésztésirányítás, mely a katonaság lóigényének megfelelő hátas típusú lovak tenyésztését szorgalmazta, engedélyezte. A hátaslótenyésztés biztosítás és a keveredési lehetőségek meggátlása érdekében rendeletben írták elő a hidegvérű ló esetében a zárttenyészetet, vagyis a birtokos csak a saját kancaállományának fedezésére használhatja hidegvérű ménjét, kifelé a fedezés hatóságilag tilos. Így azokon a közép és nagybirtokokon folyhatott a muraközi ló tenyésztése, amelyen megfelelő számú kanca tartatott (a tenyészmén gazdaságos kihasználását szem előtt tartva). Elsőként Vas megyében engedélyezték a hidegvérű ló köztenyésztését, 1913-ban.

A II. világháború után az elpusztult állomány pótlására 75 belga és francia ardenni mén került az országba, a hivatalos tenyészirány a belga-ardenni lett. A muraközi méneket ivartalanították, kivonták a tenyésztésből, céltudatos fajtaátalakító keresztezést végeztek az import tenyészállatokkal, majd azok leszármazottaival. Ennek következtében, de a magyar rög formáló hatását hordozva jött létre a magyar hidegvérű fajta.

E folyamat azonban a kipusztulás szélére sodorta a nóri eredetű, mozgékonyabb, kisebb testtömegű, hosszabb élettartamú muraközi lovat. Az 1950-es évek közepétől igény jelentkezett e kisebb testű, finomabb szervezetű, nemesebb kinézetű muraközi típus megmentésére (*Bodó és Hecker*, 1992). Az Állattenyésztési Kutató Intézet Lótenyésztési Osztálya, *Patay Sándor* kezdeményezésére, *Ócsag Imre* vezetésével 1957 nyarán mintegy 30 kanca és 3 mén (2763 Görösgal-1, 2159 Péterhida-1, 2766 Katádfa-4) bevonásával indította el a regenerálási programot. Méntörzseket és kancavonalakat alakítottak ki a szoros beltenyésztés elkerülése érdekében fjord és haflingi fajtákkal cseppvér keresztezést végeztek. A 15 éven keresztül végzett tenyésztői munka eredményeként 1972-ben a muraközit önálló fajtaként ismerték el. A kutatóintézet által kitenyészett kancák testméretei az alábbiak voltak: marmagasság 148 cm (szalaggal 159 cm), övméret 190 cm, szárkörméret 21,7 cm. A '70-es években a köztenyésztésben szereplő egyedek száma meghaladta az 1000-et, azonban a mezőgazdaság egyre nagyobb

mértékű modernizációja folytán számuk csökkenésnek indult (*Ócsag és Patay*, 1974; *Mihók és mtsai*, 2001).

A XX. század utolsó évtizedeiben a törzstenyészetek megszűnése, a fajta korszerűtlenné válása megpecsételte a muraközi ló sorsát. A fajta tenyésztése 1980-ban megszűnt, a megmaradt egyedeket magyar hidegvérűként tenyésztették, törzskönyvezték tovább. Korszerűtlenné válása ellenére a muraközi ló értékes géntartalék, a kiváló munkakészsége, a szerény igénye, a jó takarmányértékesítő képessége és a hosszú élettartama révén. A muraközi a XX. század végére lényegében eltűnt.

A muraközi ló típusának fenntartása mellett elkötelezett szakemberek hatására, a magyar természetvédelem génmegőrzésben betöltött szerepéhez méltón, 2003-ban az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság célul tűzte ki a muraközi ló típusának regenerálását. A tenyészcél megállapításánál lényeges szempont volt, hogy a muraközi állomány küllemében hordozza magán a nóri fajtacsoport jegyeit, legyen homogén, jellegzetes küllemű. Lehetőleg belga - ardenni és percheron fajtájú ló ne legyen az ősei között. A muraközi ló élénk mozgású, kedvező munkakészségű, sokoldalúan hasznosítható ló (befogható és felülhető rá) legyen. A szigorú származási (a tenyésztési program pedigréére vonatkozó előírása értelmében a kiválasztott kanca ősei között a harmadik ősi soron 2 idegen hidegvérű ős vagy 1 melegvérű ős még elfogadott) és küllemi (mennyire egyezik az *Ócsag* (1966), valamint az *Ócsag és Patay* (1974) által leírtakkal) előírások mellett különösen nehéz faladatot jelentett a tenyészállatok kiválasztása, melynek eredményeként mindössze 15 tenyészkancát tudtak egyértelműen a muraközi típusba sorolni.

A fentieket összegezve megállapítható, hogy hazánkban csak egy hidegvérű lófajta létezik, a magyar hidegvérű. Ezen belül azonban – elsősorban az Őrségi Nemzeti Park munkásságának köszönhetően – megkülönböztethetünk egy muraközi „jellegű" típust is. Napjainkban tehát a muraközi nem különálló fajta, hanem a magyar hidegvérű egy jellegzetes típusa, amit története, hazai lótenyésztésben betöltött szerepe alapján még sok esetben ma is úgy kezelünk, mintha különálló fajta lenne. *Bodó* (2001) szerint minden olyan hidegvérű lovat, mely nem tartalmaz belga-ardenni vért, a muraközi típusba lehet sorolni.

A nemzetközi szakirodalomban viszonylag kevés információ található a különböző lófajták – köztük hidegvérű fajták – küllemi tulajdonságairól, testméreteiről, illetve élősúlyáról (*Rhoad*, 1929; *Phillips és mtsai*, 1938; *Dawson és mtsai*, 1945; *Molina és mtsai*, 1999; *Costa és mtsai*, 2001; *Kashiwamura és mtsai*, 2001; *Zechner és mtsai*, 2001; *Cabral és mtsai*, 2004; *McManus és mtsai*, 2005; *Druml és mtsai*, 2008; *Batista Pinto és mtsai*, 2008; *Matsuura és mtsai*, 2008). A hazai tudományos szakirodalomban fellelhető adatok nagy része 50 éve íródott szak- és tankönyvekből származik (*Döhrmann*, 1926; *Hámori*, 1946; *Schandl*, 1955; *Neuschulz*, 1956; *Ócsag és Fehér*, 1976; *Bodó és Hecker*, 1992 stb.). Csupán néhány forrásmunka – ezek közül is sok csak érintőlegesen – foglalkozik a hidegvérű fajták küllemével (*Dér*, 1995; *Gulyás és mtsai*, 2007; *Bene és mtsai*, 2010, 2011a, 2011b).

A muraközi fajtáról még az eddigiek tükrében is feltűnően kevés információt találunk a hazai szakirodalomban. A fellelhető élősúly és testméreti adatokat az *1. táblázatban* mutatjuk be.

1. táblázat

Kifejlett muraközi típusú kancák testméretei

Testméret (1)	Érték (2)	Szerző(k) (3)
Marmagasság bottal (4)	142–154 cm	*Bodó és Hecker* (1992)
	148 cm	*Ócsag és Patay* (1974)
	150 cm	*Kovács-Mesterházy* (2010)
	147–153 cm	*Ócsag* (1966)
	142–162 cm	*Becze és mtsai* (1957)
	160–172 cm	*Kovácsy és Monostori* (1892)
Övméret (5)	173–178 cm	*Becze és mtsai* (1957)
	180 cm	*Bodó és Hecker* (1992)
	185–195 cm	*Ócsag* (1966); *Kovács-Mesterházy* (2010)
	190 cm	*Ócsag és Patay* (1974)
	180–200 cm	*Kovácsy és Monostori* (1892)
Szárkörméret (6)	20–21 cm	*Bodó és Hecker* (1992)
	21,8 cm	*Kovács-Mesterházy* (2010)
	21–22 cm	*Ócsag* (1966)
Törzshosszúság (7)	150–161 cm	*Becze és mtsai* (1957)
Élősúly (8)	480 kg	*Bodó és Hecker* (1992)
	400–500 kg	*Becze és mtsai* (1957)
	550–650 kg	*Ócsag* (1966)

Table 1. Body measurements of brood mares of Murinsulaner type
body measurements (1); data (2); author(s) (3); height at withers (stick) (4); hearth girth (5); cannon girth (6); length of body (7); live weight (8)

A hazai és nemzetközi szakirodalomban fellelhető, különböző fajtájú lovak küllemét, testméreteit, ill. élősúlyát bemutató forrásmunkákat cikksorozatunk első részében (*Bene és mtsai*, 2009) részletesen bemutattuk, így azokat itt nem részletezzük.

A fentiek tükrében vizsgálatunk célja a kifejlett muraközi típusú tenyészkancák élősúlyának és testméreteinek felvétele, illetve kiértékelése volt. Jelen munkánkban a muraközi típus abszolút és relatív testméreteit, a testarány indexeit, a testméretek és az élősúly között számított korrelációs értékeket, valamint a testméretekből történő élősúlybecslés lehetőségeit mutatjuk be.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság a muraközi génmegőrzésének fontosságát felismerve elhatározta, hogy összegyűjti azokat az egyedeket, melyek a muraközi típusnak megfelelnek. Munkánk során az ily módon – szigorú szakmai (származás, küllem) szempontok alapján – összegyűjtött 20 kifejlett (4 évnél idő-

sebb) muraközi típusú tenyészkanca élősúlyát és 21 testméretét vettük fel majd értékeltük ki két hazai tenyészetben (Őriszentpéter, Nyőgér). Sajnos az aktív populáció nagyon kis létszámú, így több tenyészkanca mérésére nem adódott lehetőségünk.

A testméret-felvételezés hagyományos eszközökkel, mérőbottal, mérőszalaggal és tolómérővel történt. A szárkörméretet 0,1 cm (milliméteres beosztású „szabócentivel"), a többi testméretet 0,5 cm pontossággal mértük le. Egy-egy testméretet minden estben ugyanaz a személy vett fel (két ismétlésben, ha nagy különbség volt a két mérés között, akkor három ismétlésben), a méretek felvételének sorrendje kancánként nem azonos sorrendben történt. Az élősúlyt hordozható állatmérleg segítségével mértük, a mérési pontosság 500 kg felett ±2 kg volt. A testméreteket, azok felvételének módját, a mérés menetét, valamint a mérési pontokat előző munkáinkban (*Bene és mtsai*, 2009; *Nagy és mtsai*, 2009) részletesen bemutattuk, így azokat itt nem részletezzük.

Mivel a méréskori életkornak az értékelt tulajdonságokra nem volt statisztikailag igazolható hatása, a két tenyészetet egyszerű t-próbával hasonlítottuk össze.

Munkánk során kiszámítottuk a bottal mért marmagasság arányában megadott relatív testméreteket, valamint meghatároztunk néhány testarány indexet is. Ezek számítási módját korábbi munkánkban (*Bene és mtsai*, 2009) mutattuk be.

Az élősúly és a testméretek között fenotípusos korrelációs együtthatókat határoztunk meg.

A fenti 20 tenyészkanca adatbázisát felhasználva két többtényezős lineáris regressziós egyenletet – egy „elméletit" és egy „gyakorlatit" – dolgoztunk ki az élősúly testméretekből történő becslésére.

A lehető legpontosabb becslést adó modellt az összes szignifikáns tényezőt az egyenletben hagyó „*backward*" módszerrel határoztuk meg. Mivel az így kapott egyenlet nagyon sok testméretet tartalmazott, a munka során ezt tekintettük „elméleti" (legpontosabb) modellnek.

A gyakorlatban könnyedén alkalmazható, ún. „gyakorlati" modell meghatározásánál az volt a célunk, hogy segítségével néhány egyszerűen mérhető testméretből elfogadható pontossággal lehessen az élősúlyt megbecsülni. E lineáris regressziós egyenlet paramétereinek meghatározását „*stepwise*" módszerrel végeztük.

Az adatok előkészítését Microsoft Office Excel 2003 programmal, az adatbázis kiértékelését pedig az SPSS 9.0 statisztikai programcsomaggal végeztük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A *2. táblázat*ban a kifejlett muraközi típusú tenyészkancák élősúlyát és testméreteit mutatjuk be. A magassági méretek, a nyakhosszúság, a vállszélesség, a far I. szélesség, valamint a szárkörméret kivételével valamennyi tulajdonság esetén szignifikáns ($p<0,01$, ill. $p<0,05$) különbségeket találtunk a tenyészetek között.

A muraközi típusú kancák esetén az élősúly és a testméretek szórás, valamint cv% értékei kicsik voltak (élősúly s = 53,27 kg, cv% = 8,20%; testméretek s = 0,73–9,65 cm, cv% = 1,92–7,63%). Ezek az értékek hasonlóak a gidrán (*Nagy és mtsai*, 2009) és az angol telivér (*Nagy és mtsai*, 2011) fajtákban kapott eredményekhez, de kisebbek annál, mint amit a magyar hidegvérű fajtában (*Bene és*

2. táblázat

A kifejlett muraközi típusú tenyészkancák testméretei

Testméret (1)	Tenyészet (25)						Összesen (26) p				p
	Óriszentpéter			Nyőgér							
Létszám (N) (2)	14			6			20				
Stat.	$\bar{X}$	s	cv%	$\bar{X}$	s	s cv%	$\bar{X}$	s	s cv%	Min.-Max.	
Élősúly (kg) (3)	633,7	48,94	7,72	685,7	47,82	6,97	649,3	53,27	8,20	568–744	p<0,05
Marmagasság bottal (cm) (4)	153,8	3,15	2,05	153,4	2,84	1,85	153,7	2,99	1,94	150–160	NS
Marmagasság szalaggal (cm) (5)	161,9	2,95	1,82	164,5	3,21	1,95	162,7	3,18	1,95	157–168	NS
Hátközép-magasság (cm) (6)	146,7	3,11	2,12	145,2	1,72	1,19	146,3	2,81	1,92	140–151	NS
Farbúb-magasság (cm) (7)	154,9	3,63	2,34	153,8	2,64	1,72	154,6	3,33	2,15	149–161	NS
Mellkasmélység (cm) (8)	74,8	2,22	2,98	76,3	1,60	2,10	75,2	2,13	2,83	71–79	NS
Bielerpont-magasság (cm) (9)	79,0	2,10	2,66	77,2	1,51	1,95	78,5	2,09	2,66	75–84	NS
Törzshosszúság (cm) (10)	164,4	5,20	3,16	170,0	3,10	1,82	166,1	5,30	3,19	159–174	p<0,05
Ferde törzs-hosszúság (cm) (11)	169,3	4,87	2,88	175,3	4,23	2,41	171,1	5,39	3,15	164–181	p<0,05
Nyakhosszúság (cm) (12)	82,9	7,17	8,65	80,6	3,38	4,20	82,2	6,27	7,63	73–96	NS
Háthosszúság (cm) (13)	86,6	3,00	3,47	81,0	3,35	4,13	85,0	4,02	4,73	76–91	p<0,01
Farhosszúság (cm) (14)	54,9	2,07	3,77	51,7	3,44	6,67	53,9	2,88	5,35	48–59	p<0,05
Vállszélesség (cm) (15)	51,1	3,15	6,15	51,3	1,84	3,58	51,2	2,77	5,41	45–56	NS
Mellkasszélesség (cm) (16)	54,9	3,19	5,80	59,3	4,47	7,54	56,2	4,04	7,19	51–65	p<0,05
Far I. szélesség (cm) (17)	63,6	2,43	3,82	63,0	2,26	3,58	63,4	2,34	3,68	59–68	NS
Far II. szélesség (cm) (18)	59,1	2,33	3,94	62,7	3,63	5,79	60,2	3,17	5,26	56–68	p<0,05
Far III. szélesség (cm) (19)	23,2	1,89	8,13	28,8	2,79	9,67	24,9	3,39	13,60	21–32	p<0,01
Övméret (cm) (20)	201,8	8,38	4,15	212,0	9,17	4,32	204,9	9,65	4,71	188–225	p<0,05
Szárkörméret (bal első) (cm) (21)	22,0	0,69	3,14	22,5	0,93	4,12	22,2	0,77	3,47	20,9–23,5	NS
Szárkörméret (bal hátsó) (cm) (22)	24,7	0,50	2,02	25,0	1,14	4,56	24,8	0,73	2,93	23,1–26	NS
Fejhosszúság (cm) (23)	62,6	2,71	4,33	66,8	1,72	2,58	63,8	3,11	4,87	55–69	p<0,01
Homlokszélesség (cm) (24)	25,5	0,63	2,49	24,3	0,52	2,16	25,1	0,82	3,27	24–26	p<0,01

Table 2. Body measurements of brood mares from Murinsulaner type

body measurement (1); number of animals (2); live weight (3); height at withers (stick) (4); height at withers (tape) (5);height of back (6); height at rump (7); depth of chest (8); height of bieler-point (9); length of body (10); diagonal length of body (11); length of neck (12); length of back (13); length of rump (14); width of breast (15); width of chest (16); 1st, 2nd, 3rd width of rump (17, 18, 19); hearth girth (20); cannon girth – front left (21); cannon girth – rear left (22); length of head (20); width of head (24); stud (25); total (26)

mtsai, 2011a) tapasztaltunk. Ez alapján elmondható, hogy a muraközi típusú tenyészkanca állomány a testméretek szempontjából egységesebb, mint a magyar hidegvérű.

Vizsgálatunk eredménye alapján a kifejlett muraközi típusú tenyészkancák élősúlya 649,3±53,27 kg volt. A legkisebb élősúlyú kanca 568 kg, míg a legnagyobb 744 kg élősúlyt mutatott. A nyőgéri kancák élősúlya szignifikánsan ($p<0,05$) nagyobb volt, mint az őriszentpéteri egyedeké. Eredményeink hasonlók az *Ócsag* (1966) által közölt adatokhoz, viszont nagyobbak, mint a szakirodalomban fellelhető többi információ (*Kovácsy és Monostori*, 1892; *Becze és mtsai*, 1957; *Bodó és Hecker*, 1992). A muraközi típusú kancák élősúlyát majdnem 100 kg-mal kisebbnek találtuk, mint korábbi vizsgálatunkban a magyar hidegvérű egyedekét (740,2 kg, *Bene és mtsai*, 2011a).

A bottal és szalaggal mért marmagasság 153,7±2,99 cm, ill. 162,7±1,95 cm értékeket mutatott. A szakirodalomban fellelhető adatok (*Kovácsy és Monostori*, 1892; *Becze és mtsai*, 1957; *Ócsag*, 1966; *Bodó és Hecker*, 1992) 142–172 cm közöttiek. Ezekből megállapítható, hogy a munkánk során mért marmagassági értékek szakirodalomban fellelhető adatokhoz hasonlóak. A bottal és szalaggal mért marmagasság között a különbség 9,0 cm volt. Ez az eredmény szintén hasonló a szakirodalomban fellelhető információkhoz (*Tátray*, 1918). A hátközép-magasság átlaga 146,3±2,81 cm, a farbúbmagasság átlaga pedig 154,6±2,15 cm volt. Valamennyi magassági méret kisebbnek bizonyult annál, mint amit magyar hidegvérű kancák (*Bene és mtsai*, 2011a) esetén tapasztaltunk.

A mellkasmélység főátlaga 75,2 cm, szórása pedig 2,83 cm volt. Eredményeink kisebbek annál, mint amit *Druml és mtsai* (2008) nóri kancák esetén mértek.

A muraközi típusú kancák törzshosszúsága 166,1 cm, a ferde törzshosszúsága 171,1 cm értéket mutatott. A tenyészetek között e tulajdonságokban statisztikailag igazolható ($p<0,05$) volt a különbség. A kapott eredmények nagyobbak a *Becze és mtsai* (1957) által közölt adatoknál. A nyakhosszúság (82,2 cm) kisebb volt annál, mint amit *Druml és mtsai* (2008) nóri kancák esetén mértek. E testméretben a két szélsőérték (73–96 cm) közti különbség 23 cm volt, az övméret mellett itt találtuk a legnagyobb eltérést (*range*) a legkisebb és legnagyobb értékek között.

A váll- és mellkasszélesség főátlaga 51,2 cm, ill. 56,2 cm volt. Eredményeink nagyobbak annál, mint amit (*Druml és mtsai*, 2008) a nóri fajtában tapasztaltak.

A kifejlett muraközi típusú tenyészkancák far I. szélességének átlaga 63,4±2,34 cm volt. Magyar hidegvérű kancák esetében 66,2 cm-t mértünk (*Bene és mtsai*, 2011a). A far II. szélességben szignifikáns ($p<0,05$) különbség volt a tenyészetek között. A far II. szélesség főátlaga 63,7±3,77 cm volt, 55–72 cm-es szélsőértékekkel. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a far II. szélesség az erőnléti állapot és a kondíció egyik legjobb kifejezője (*Nagy és mtsai*, 2009; *Nagy és mtsai*, 2011). Vizsgálatunkban ez abban nyilvánult meg, hogy a kisebb far II. szélességgel rendelkező őriszentpéteri (59,1 cm) tenyészetben mértük a kisebb élősúlyt (633,7 kg), a nagyobbat pedig Nyőgéren (62,7 cm, ill. 685,7 kg).

Az övméret esetén a nyőgéri (212,0 cm) kancák mutatták a nagyobb értéket, több mint 10 centiméterrel felülmúlva az őriszentpéteri tenyészetben lévő egyedeket (201,8 cm). *Druml és mtsai* (2008) a nóri fajtában 205,8 cm-t mértek. Az övméret főátlaga és szórása 204,9±9,65 cm volt. A hazai szakirodalomban (*Kovácsy és Monostori*, 1892; *Becze és mtsai*, 1957; *Ócsag*, 1966; *Bodó és Hecker*, 1992;

Kovács-Mesterházy, 2010) fellelhető értékek 173–200 cm közöttiek, vagyis az általunk mért értékek meghaladják azokat. Az övméretre kapott eredményünk hasonló ahhoz, mint amit *Druml és mtsai* (2008) a nóri fajtában tapasztaltak.

A bal mellső és hátsó lábon mért szárkörméret főátlaga 22,2±0,77 cm, ill. 24,8±0,73 cm volt. E méretek tekintetében kisebb különbségeket találtunk a tenyészetek között. *Druml és mtsai* (2008) a nóri fajtában mellső lábon 23,1 cm-t, hátsó lábon 26,7 cm-t mértek. A szárkörméretre kapott eredményeink hasonlók a legtöbb szakirodalomban (*Ócsag,* 1966; *Bodó és Hecker,* 1992) fellelhető érékhez.

A fejhosszúság és a homlokszélesség esetén kisebb, de szignifikáns ($p<0,01$) különbségeket találtunk a tenyészetek között. Az őriszentpéteri kancák esetén mértük a kisebb fejhosszúságot (62,6 cm), a nyőgéri kancák esetén pedig a kisebb homlokszélességet (24,3 cm). A kapott eredmények kisebbek annál, amit *Druml és mtsai* (2008) a nóri fajtában mértek.

A bottal mért marmagasság százalékában kifejezett relatív testméreteket a

3. táblázat

A kifejlett muraközi típusú tenyészkancák relatív testméretei*

Relatív testméret (kg/cm, ill. %) (1)	Tenyészet (2)		Összesen (3)
	Őriszentpéter	Nyőgér	
Elősúly (4)	412,04	446,98	422,45
Marmagasság szalaggal (5)	105,29	107,24	105,86
Hátközép-magasság (6)	95,39	94,63	95,15
Farbúb-magasság (7)	100,69	100,28	100,55
Mellkasmélység (8)	48,63	49,71	48,94
Bielerpont-magasság (9)	51,37	50,30	51,04
Törzshosszúság (10)	106,86	110,82	108,04
Ferde törzs-hosszúság (11)	110,07	114,30	111,32
Nyakhosszúság (12)	53,87	52,53	53,46
Háthosszúság (13)	56,33	52,80	55,27
Farhosszúság (14)	35,67	33,68	35,07
Vállszélesség (15)	33,23	33,41	33,28
Mellkasszélesség (16)	35,71	38,62	36,58
Far I. szélesség (17)	41,36	41,07	41,27
Far II. szélesség (18)	38,41	40,85	39,13
Far III. szélesség (19)	15,09	18,80	16,20
Övméret (20)	131,20	138,20	133,28
Szárkörméret (bal első) (21)	14,33	14,65	14,42
Szárkörméret (bal hátsó) (22)	16,07	16,28	16,13
Fejhosszúság (23)	40,68	43,51	41,53
Homlokszélesség (24)	16,56	15,81	16,33

* a bottal mért marmagasság százalékában (25)

Table 3. Relative body measurements of brood mares from Murinsulaner type
body measurement (1); stud (2); total (3); live weight (4); height at withers with measuring tape (5); height of back (6); height at rump (7); depth of chest (8); height of bieler-point (9); length of body (10); diagonal length of body (11); length of neck (12); length of back (13); length of rump (14); width of breast (15); width of chest (16); 1st width of rump (17); 2nd width of rump (18); 3rd width of rump (19); circumference of chest (20); circumference of cannon bone – front left (21); circumference of cannon bone – rear left (22); length of head (23); width of head (24); in percentage of height at withers measured with stick (25)

*3. táblázat*ban mutatjuk be. A relatív méretek esetén hasonló különbséget tapasztaltunk, mint az abszolút (mért) testméretek között.

A *4. táblázat*ban az egymással anatómiailag összefüggő testrészek arányát kifejező testalkati, testalakulási indexek találhatók. A kvadratikussági index (92,5) és a tömegességi index (49,0) mind a két tenyészetben hasonlóan alakult. A kvadratikussági index mintegy 2,6%-kal nagyobb volt annál, mint amit *Druml és mtsai* (2008) nóri fajtájú lovak esetén tapasztaltak (89,9). A nóri lovaktól a súlyindexben sem mutatkozott számottevő eltérés, nevezetesen az általunk a muraközi típusban kapott 192,3% és a nóriban *Druml és mtsai* (2008) által mért 192,0% között csupán 0,3% a különbség. A túlnőttségi index 100,6% volt, ez szintén hasonló a *Druml és mtsai* (2008) által közölt 100,0%-os értékhez.

A zömökségi index (119,7) és a mellkas index (25,0) nagyobb volt annál, mint

4. táblázat

A kifejlett muraközi típusú tenyészkancák testarány indexei

Testarány index (1)	Tenyészet (2)		Összesen (3)
	Őriszentpéter	Nyőgér	
Kvadratikussági index (4)	93,6	90,2	92,5
Tömegességi index (5)	48,6	49,7	49,0
Röhrer-f. testtömegindex (6)	412,1	446,9	422,5
Súlyindex (7)	188,1	202,4	192,3
Túlnőttségi index (8)	100,7	100,3	100,6
Fejforma index (9)	245,7	275,3	254,3
Zömökségi index (10)	119,2	120,9	119,7
Test index (11)	81,5	80,2	81,1
Meilkas index (12)	25,3	24,2	25,0
Szerkezeti index (13)	2,6	2,9	2,7
„Spannung"	48,0	58,6	51,2

Table 4. The body measure indices of brood mares from Murinsulaner type
name of body measurement index (1); herd (2); total (3); quadratic index (4); weight index (5); weight index by *Röhrer* (6); caliber index (7); overbuilt index (8); the index of head (9); stubby index (10); body index (11); chest index (12); conformation index (13)

amit *McManus és mtsai* (2005) campeiro fajtájú kancákban mértek (117,7, ill. 19,6). E két mutató nem különbözött a magyar hidegvérű fajtában tapasztalt értékektől (119,6, ill. 25,6; *Bene és mtsai*, 2011a).

A *Röhrer*-féle testtömegindex (422,5) jóval nagyobb volt annál, mint amit korábbi munkáinkban gidrán (346,7, *Nagy és mtsai*, 2009), valamint angol telivér (336,9, *Nagy és mtsai*, 2011) fajtájú kancáknál tapasztaltunk. Ugyanakkor ez az érték a magyar hidegvérű kancák eredményénél kisebb volt (463,8, *Bene és mtsai*, 2011a).

Az *5. táblázat*ban az élősúly és a különböző testméretek között számolt fenotípusos korrelációs értékeket mutatjuk be. Az élősúly a legtöbb testmérettel szignifikáns kapcsolatot mutatott. A legszorosabb korrelációt várakozásainknak megfelelően az övméret ($r = 0,91$; $p<0,01$), a far II. szélesség ($r = 0,78$; $p<0,01$), valamint a mellkasszélesség ($r = 0,89$; $p<0,01$), esetén találtuk. E testméretek – különösképpen az övméret és a far II. szélesség – kiváló mutatói az állat kondi-

cionális állapotának, így az élősúlyt nagyobb mértékben befolyásolhatják, mint azok a testméretek, amelyeket a csontváz különböző csontos pontjai között veszünk fel (pl. far I. szélesség, marmagasság, nyakhosszúság stb.).

A *6. táblázat*ban az általunk kapott eredményeket a *Magyar hidegvérű lófajta*

5. táblázat

Az élősúly és a testméretek közti korrelációk

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	0,45#	0,58*	0,74*	0,44#	0,42	0,65*	0,89*	0,69*	0,78*	0,91*	0,49#
1		0,37	0,71*	0,06	–0,02	0,16	0,27	0,36	0,25	0,36	0,30
2			0,64*	0,52#	0,54#	0,14	0,50#	0,38	0,58*	0,48#	0,11
3				0,41	0,35	0,38	0,60*	0,47#	0,49#	0,72*	0,26
4					0,98*	0,04	0,32	0,18	0,43	0,35	0,14
5						0,03	0,27	0,14	0,37	0,28	0,08
6							0,68*	0,63*	0,40	0,68*	0,27
7								0,63*	0,81*	0,90*	0,52#
8									0,62*	0,61*	0,49#
9										0,78*	0,62*
10											0,53#

#p<0,05; *p<0,01

+marmagasság bottal (1); marmagasság szalaggal (2); mellkasmélység (3); törzshosszúság (4); ferde törzshosszúság (5); vállszélesség (6); mellkasszélesség (7); far I. szélesség (8); far II. szélesség (9); övméret (10); bal mellső szárkörméret (11); élősúly (12)

Table 5. Correlations between live weight and body measurements
height at withers (stick) (1); height at withers (tape) (2); height of back (3); depth of chest (3); length of body (4); diagonal length of body (5); width of breast (6); width of chest (7); 1st width of rump (8); 2nd width of rump (9); hearth girth (10); cannon girth – front left (11); live weight (12)

tenyésztésének szabályzata (2006) 4.§.2.2. pontjában lévő adatokkal hasonlítjuk össze.

Vizsgálatunk eredményei szerint a bottal mért marmagasság 153,7 cm, szárkörméret a bal mellső lábon 22,2 cm (marmagasság 14,42%-a), az övméret pedig 204,9 cm (a bottal mért marmagasság 133,28%-a) volt. Az általunk mért és számított értékek – a relatív szárkörméret kivételével – mindkét tenyészet esetén megfelelnek a szabályzat (standard) előírásainak.

A *7. táblázat*ban az élősúly ($\hat{y}$) becslésére meghatározott regressziós egyenleteket mutatjuk be. A legpontosabb becslést adó modell meghatározása során a farbúbmagasság (FM), a marmagasság szalaggal (MMSZ), az övméret (ÖM), a mellkasszélesség (MSZ) és a háthosszúság (HH) bizonyult szignifikáns hatásúnak, így ezek kerültek be a regressziós egyenletbe. E testméretek méréshez bot, szalag és tolómérő egyaránt szükséges, a méret-felvételezés a sok mérendő érték miatt időigényes. Ezért úgy gondoljuk, hogy ez a modell bonyolult, a gyakorlatban csak nehezen, hosszas méret-felvételezést követően alkalmazható. Az il-

6. táblázat

Az eredmények összehasonlítása a tenyésztési szabályzat adataival

Tenyészet (1)	Bottal mért marmagasság (cm) (2)	Szárkörméret (bal mellső) (cm) (3)	Relatív szárkörméret (%) (4)	Relatív övméret (%) (5)
Szabályzat (6)	150–160	min. 21	min. 15	min. 125
Őriszentpéter	153,8	22,0	14,33	131,20
Nyőgér	153,4	22,5	14,65	138,20
Összesen (7)	153,7	22,2	14,42	133,28

Table 6. Comparison the results with the data of breeding regulation
stud (1); height at withers (stick) (2); cannon girth (front left) (3); relative cannon girth (4); relative hearth girth (5); regulation (6); total (7)

leszkedési (R^2) érték 0,92 (P<0,01) volt, ami nagyobb a gidrán (0,73; *Bene és mtsai*, 2009), az angol telivér (0,85; *Bene és mtsai*, 2011c) és a magyar hidegvérű (0,84; *Bene és mtsai*, 2011b) fajtákban tapasztalt értékeknél.

A fentiek következtében ezt a modellt „elméletinek" tekintettük ($\hat{y}_{elm}$), melyet képletes formában az alábbiak szerint írhatunk fel:

$$\hat{y}_{elm.} = (2{,}359 \times FM) + (1{,}906 \times MMSZ) + (2{,}936 \times ÖM) + (4{,}834 \times MESZ) + (1{,}946 \times HH) - 1063{,}949$$

Az előzőek tükrében egy egyszerűbb, a gyakorlatban könnyedebben használ-

7. táblázat

Az élősúly becslésére szolgáló regressziós egyenletek

Regressziós modell (1)	B	SE	Standard B	Szig. (2)	R^2
Elméleti modell+ (3)					0,92 (p<0,01)
Konstans (4)	–1063,949	267,603	–	P<0,01	
Farbúbmagasság (FM) (cm) (5)	2,359	1,542	0,147	NS	
Marmagasság& (MMSZ) (cm) (6)	1,906	1,669	0,114	NS	
Övméret (ÖM) (cm) (7)	2,936	1,074	0,532	P<0,05	
Mellkasszélesség (MSZ) (cm) (8)	4,834	2,545	0,367	P<0,10	
Háthosszúság (HH) (cm) (9)	1,946	1,164	0,147	NS	
Gyakorlati modell# (10)					0,90 (p<0,01)
Konstans (4)	–1158,266	261,260		P<0,01	
Övméret (ÖM) (cm) (7)	4,812	0,518	0,872	P<0,01	
Háthosszúság (HH) (cm) (9)	2,885	1,120	0,218	P<0,05	
Marmagasság& (MMSZ) (cm) (6)	3,544	1,537	0,212	P<0,05	

= "stepwise" módszerrel becsülve (11), + = „backward" módszerrel becsülve (12), & = szalaggal (13)

Table 7. Regression models to estimate the live weight
regression model (1); significance (2); theoretical model (3); constant (4); height of rump (5); height at withers (6); hearth girth (7); width of chest (8); length of back (9); practical model (10); estimated with method "stepwise" (11); estimated with method "backward" (12); measured with tape (13)

ható modellt is meghatároztunk. E modellbe („gyakorlati" modell; $\hat{y}_{gyak}$) az övméretet (ÖM), háthosszúságot (HH) és a szalaggal mért marmagasságot (MMSZ) építette be az alkalmazott regressziós eljárás. E testméretek mérése viszonylag egyszerű, gyakorlatban akár egy, mérőszalaggal gyorsan elvégezhető. Az illeszkedés $R^2 = 0,90$ ($p<0,01$) volt, ami csak 2%-kal kisebb az elméleti, legpontosabb modell esetén kapott értéknél.

Ezek alapján tehát a gyakorlatban a kifejlett muraközi típusú tenyészkancák élősúlyának becslésére az alábbi lineáris regressziós egyenletet írhatjuk fel:

$$\hat{y}_{gyak.} = (4,812 \times ÖM) + (2,885 \times HH) + (3,544 \times MMSZ) - 1158,266$$

Várakozásainknak megfelelően az élősúly becslésére felírt regressziós egyenletekben többnyire a kondícióval jobban összefüggő testméretek – övméret, far II. szélesség, mellkasszélesség, szalaggal mért marmagasság stb. – szerepeltek.

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Két tenyészetben – Őriszentpéter és Nyőgér –, 20 kifejlett muraközi típusú tenyészkanca élősúlyának és 21 testméretének felvétele, valamint kiértékelése során kapott eredményeink részben az eddigi információkhoz hasonlóan, részben azoktól eltérően alakultak. Eredményeink alapján a következő megállapításokat tehetjük:

Vizsgálatunk újabb adatokat szolgáltatott a muraközi típusú tenyészkancák testméreteit illetően. Ezek a következők: élősúly 649,3 kg, bottal mért marmagasság 153,7 cm, szalaggal mért marmagasság 162,7 cm, hátközép-magasság 146,3 cm, farbúb-magasság 154,6 cm, mellkasmélység 75,2 cm, bielerpont-magasság 78,5 cm, törzshosszúság 166,1 cm, ferde törzshosszúság 171,1 cm, nyakhosszúság 82,2 cm, háthosszúság 85,0 cm, farhosszúság 53,9 cm, vállszélesség 51,2 cm, mellkasszélesség 56,2 cm, far I.–II.–III. szélesség 63,4–60,2–24,9 cm, övméret 204,9 cm, szárkörméret bal mellső- hátsó 22,2- 24,8 cm, fejhosszúság 63,8 cm, homlokszélesség 25,1 cm.

A két muraközi típusú tenyészet között elsősorban a kondícióval, a tápláltsági állapottal szorosabb kapcsolatban lévő testméretek (élősúly, far II. szélesség, övméret stb.) esetén találtunk szignifikáns különbségeket. Itt meg kell jegyeznünk, hogy az őriszentpéteri tenyészkancák szinte minden évben csikóznak, míg a nyőgérieket általában nem fedeztetik. Ez hatással lehet az általunk tapasztalt eredményekre.

A testméretek szórás értékei 0,73–9,65 cm között, cv% értékei pedig 1,92–7,63% között változtak. A legfontosabb testarány indexekben valamint a - bottal mért marmagasság százalékában számított - relatív testméretekben nem találtunk számottevő különbséget a tenyészetek között.

Az élősúllyal a legszorosabb korrelációt az övméret ($r = 0,91$; $p<0,01$), a far II. szélesség ($r = 0,78$; $p<0,01$) és a mellkasszélesség ($r = 0,89$; $p<0,01$) mutatta.

Az élősúly testméretekből történő becslésére meghatározott, a gyakorlatban is könnyedén használható lineáris regressziós egyenlethez az övméret, a háthosszúság és a szalaggal mért marmagasság ismerete szükséges. E testméretek vi-

szonylag gyorsan és pontosan felvehetők, segítségükkel – mérleg hiányában – az élősúly kellő pontossággal becsülhető.

A gyakorlatban leggyakrabban használt három testméreten – bottal mért marmagasság, szárkörméret, övméret – kívül nagyon kevés a fellelhető információ a hazai szakirodalomban a muraközi típusú tenyészkancák abszolút és relatív testméreteit, valamint testarány indexeit illetően. E tekintetben jelen vizsgálatunk eredményei adatokat szolgáltathatnak a kifejlett muraközi típusú tenyészkancák küllemének, testméreteinek pontosabb megítéléséhez, ezáltal megteremtve a lehetőséget a más fajtákkal történő, objektív küllemi összehasonlításra. Emellett az általunk mért adatok figyelembe vétele ajánlható a tenyésztési szabályzat, ill. a fajtastandard kialakításánál, kiegészítésénél is.

FELHASZNÁLT IRODALOM

Batista Pinto, L. F. – de Almeida, F. Q. — Quirino, C. R. – de Azevedo, P. C. N. – Cabral, G. C. – Santos, E. M. – Corassa, A. (2008): Evaluation of the sexual dimorphism in Mangalarga Marchador horses using discriminant analysis. Liv. Sci., 119. 161–166.

Becze J. – Lukáts K.– Zilahy A. (1957): A hidegvérű ló tenyésztése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 87–89.

Bene Sz. – Nagy B. – Szabó F. (2009): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 1. közlemény: Irodalmi áttekintés. Állattenyésztés és Takarmányozás, 58. 213–230.

Bene Sz. – Nagy B. – Bem J. – Polgár J. P. – Szabó F. (2009): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 3. közlemény: Regressziós modellek és populációgenetikai paraméterek a gidrán fajtában. Állattenyésztés és Takarmányozás, 58. 341–351.

Bene Sz. – Bem J. – Kovács-Mesterházy Z. – Polgár J. P. – Szabó F. (2010): Muraközi típusú mén- és kancacsikók testméretei születéstől választásig. Állattenyésztés és Takarmányozás, 59. 347–359.

Bene Sz. – Nagy B. – Nagy Zs. – Kiss B. – Zsuppán Zs. – Szabó F. (2011a): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 6. közlemény: A magyar hidegvérű. Állattenyésztés és Takarmányozás, 60. 165–183.

Bene Sz. – Nagy Zs. – Polgár J. P. – Szabó F. (2011b): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 7. közlemény: Regressziós modellek és populációgenetikai paraméterek a magyar hidegvérű fajtában. Állattenyésztés és Takarmányozás, 60. 197–208.

Bene Sz. – Nagy Zs. – Polgár J. P. – Szabó F. (2011c): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 5. közlemény: 5. közlemény: Regressziós modellek és populációgenetikai paraméterek az angol telivér fajtában. Állattenyésztés és Takarmányozás, 60. 151–163.

Bodó I. (2001): Régi magyar háziállatfajták. Magyar Tudomány, 2001. 5.

Bodó I. – Hecker W. (1992): Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 123–167.

Cabral, G. C. – de Almeida, F. Q. – Quirino, C. R. – de Azevedo, P. C. N. – Batista Pinto, L. F. – Santos, E. M. (2004): Avaliação morfométrica de eqüinos da raça Mangalarga Marchador: índices de conformação e proporções corporais. R. Bras. Zootec., 33. 1798–1805.

Costa, M. D. – Bergmann, J. A. G. – Pereira, C. S. – Pereira, J. C. C. – Rezende, A. S. C. (2001): Tend ncia genética de medidas lineares de pőneis da raça Brasileira. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., 53. 1–11.

Dawson, W. M. – Phillips, R. W. – Speelman, S. R. (1945): Growth of horses under Western Range conditions. J. Anim. Sci., 4. 47–54.

Dér F. (1995): A legeltetéses állattartás lehetőségei. Gyepgazdálkodási Szakülés, Debreceni Agrártudományi Egyetem kiadványa, 119–121.

Döhrmann H. (1926): Magyarország állattenyésztése. II. kötet: Lótenyésztés. „Pátria" Irodalmi Vállalat és Nyomdai Rt., Budapest, 23–33.

Druml, T. – Baumung, R. – Sölkner, J. (2008): Morphological analysis and effect of selection for conformation in the Noriker draught horse population. Liv. Sci., 115. 2–3. 118–128.

Gulyás L. –Varga P. – Kiss Cs. (2007): A magyar hidegvérű csikók növekedésének vizsgálata. AWETH, 3. 16-26.

Hámori D. (1946): Lótenyésztés. Atheneum Kiadó, Budapest, 143–172.

Kashiwamura, F. – Avgaandorj, A. – Furumura, K. (2001): Relationships among body size, conformation and racing performance in Banei Draft racehorses. J. Equine Sci., 12. 1–7.

Kovács-Mesterházy Z. (2010): A muraközi ló regenerálása az Őrségi Nemzeti Parkban. Magyar Hidegvérű Barátok Társasága, http://www.hidegverulo.hu

Kovácsy K. – Monostori L. (1892): A ló és tenyésztése. Koczányi és Vitéz, Kassa, 418–420.

Magyar hidegvérű lófajta tenyésztésének szabályzata (2006): http://www.mlosz.hu/hidegveru/tenyesztes.html

Matsuura, A. – Ohta, E. – Ueda, K. – Nakatsuji, H. - Kondo, S. (2008): Influence of equine conformation on rider oscillation and evaluation of horse for therapeutic riding. J. Equine Sci., 19. 9–18.

McManus, C. – Falcão, R. A. — Spritze, A. – Costa, D. – Louvandini, H. – Dias, L. T. – Teixeira, R. A. – de Mello Rezende, M. J. – Garcia, J. A. S. (2005): Caracterização morfológica de eqüinos da raça Campeiro. R. Bras. Zootec., 34. 1553–1562.

Mihók S. – Pataki B. – Kalm, E. – Ernst J. (2001): Gazdasági állataink - Fajtatan. Ló és szamár. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 23–25., 54., 85–103., 206.

Molina, A. – Valera, M. – Dos Santos, R. – Rodero, A. (1999): Genetic parameters of morphofunctional traits in Andalusian horse. Liv. Sci., 60. 295–303.

Nagy B. – Bene Sz. – Bem J. – Fördős A. – Szabó F (2009): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 2. közlemény: A gidrán. Állattenyésztés és Takarmányozás, 58. 327–340.

Nagy Zs. – Nagy B. – Kiss B. – Zsuppán Zs. – Szabó F. – Bene Sz. (2011): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 4. közlemény: Az angol telivér. Állattenyésztés és Takarmányozás, 60. 135–150.

Neuschulz, H. (1956): Pferdezucht (Haltung und Sport). Deutscher Bauernverlag, Berlin, 25–172.

Ócsag I. (1966): A muraközi. In.: *Horn A.* (szerk.): Állattenyésztési Enciklopédia. 3. kötet. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 233.

Ócsag I. – Patay S. (1974): A muraközi fajta kitenyésztése. Agrártudományi Egyetem közleménye, 77–94.

Ócsag I. – Fehér D. (1976): Lótenyésztés. In: *Horn A.* (szerk.): Állattenyésztés II. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Ócsag I. (1995): A gazdasági ló. Gazda Könyvkiadó, Budapest

Phillips, R. W. – Krantz, E. B. – Lambert, W. V. (1938): The accuracy of measurements and scores of draft horses. J. Anim. Sci., 1938. 77–83.

Rhoad, A. O. (1929): Relation between conformation and pulling ability of draft horses. J. Anim. Sci., 1929.182–188.

Schandl J. (1955): Lótenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 13–18., 97–138.

Tátray J. (1918): A lótenyésztés és a ló külső formáinak (alakulásainak) ismertetése. „Pátria" Irodalmi Vállalat és Nyomdai Rt., Budapest, 110.

Zechner, P. – Zohman, F. – Sölkner, J. – Bodó, I. – Habe, F. – Martie, E. – Bremf, G. (2001): Morphological description of the Lipizzan horse population. Livest. Prod. Sci., 69. 163–177.

Érkezett: *2011. március*

Szerzők címe: *Bene Sz. – Szabó F.*
Pannon Egyetem Georgikon Kar
Authors' address: University of Pannonia, Georgikon Faculty
H-8360 Keszthely, Deák F. u. 16.
bene-sz@georgikon.hu

Kovács-Mesterházy, Z.
Őrségi Nemzeti Park Igazgatóság, Természetgazdálkodási Osztály
Őrség National Park Directoate, Department of Nature Managment
H-9941 Őriszentpéter, Siskaszer 26/A

HOLSTEIN-FRÍZ TEHENEK CSÜLÖKSZARUJÁNAK OLDALFALÁN ÉS TALPÁN *IN VIVO* MÉRT KEMÉNYSÉGI ÉRTÉKEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

DEMÉNY MÁRTON – TÓTH GÁBOR – SZENTLÉLEKI ANDREA – DOBRA LAJOS – PÓTI PÉTER – TŐZSÉR JÁNOS

ÖSSZEFOGLALÁS

A hosszú hasznos élettartam egyik legfontosabb meghatározó tényezője, a láb és lábvégek alakulása, egészségi állapota. Méréseink során a csülökszaru keménységét, és az azt befolyásoló tényezőket vizsgáltuk a Jászapáti 2000 Mg. Zrt. szarvasmarha telepén. A vizsgálatban 70 különböző korú holstein-fríz tehén vett részt, melyeken a körmözés során 10–10 ismételt mérést végeztünk a hegyfal és a talpszaru meghatározott területein. Az összes vizsgált tehén (n=70) hegyfalon mért átlagos csülökszaru-keménysége 56,09 Shore D volt, 6,83-as szórás értékkel, míg a talpszaru esetében 37,23 Shore D érték volt, 4,45-ös szórással. A hegyfal keménységére szignifikáns hatással volt az életkor, míg a teljesített laktációk száma esetében az látszott egyértelműen (Tukey HSD próba, α=0,05), hogy a háromnál több laktációt teljesítő tehenek talpszaru keménység értékei érdemben nagyobbak, az egy, ill. a kettő laktációt teljesített egyedek eredményéhez képest. Az eltérő járásmód szerinti csülökszaru-keménységi értékek nem mutatnak határozott tendenciát, és biometriailag sem bizonyítható az átlagértékek közötti különbség. A hegyfal és a talp keménységi értékei között nem találtunk érdemi összefüggést (r=0,10), ezért a továbbiakban is szükséges mindkét mérési hely vizsgálata.

SUMMARY

Demény, M. – Tóth, G. – Szentléleki, A. – Dobra, L. – Póti, P. – Tőzsér, J.: COMPARISON OF TOUGHNESS IN VIVO MEASURED ON LATERAL WALL AND SOLE OF CLAW HORN IN HOLSTEIN-FRIESIAN COWS

Foot structure is one of the most important factors of longevity. In this study the claw horn toughness was determined in a herd in Jászapáti 2000 Ltd. Ten repeated measurements were done separately on the lateral wall and sole of claw in 70 Holstein-Friesian cows during foot care procedure. The average value of claw horn toughness was 56.09 Shore D with 6.83 standard deviation values on lateral wall, and 37.23 Shore D with 4.45 standard deviation values on sole. Age had significant effect on toughness of lateral wall, however, regarding completed lactation number that one obviously appeared (Tukey HSD test, α=0.05) that cows with 3 or more lactations have harder sole horn than those having 1 or 2 completed lactations. No difference between claw horn toughness of cows with different locomotion scores. No correlation (r=0.10) was found proven correlation between horn toughness measured on the lateral wall and sole of claw, consequently, measurements on both claw areas are needed.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A szarvasmarha ágazat gazdaságos termelésének alapja az egészséges állomány, aminek meghatározó és befolyásoló tényezője a lábvégek állapota. A lábvég betegségek következményei közé tartozik, hogy korlátozzák az állat mozgását, ezáltal a takarmányfelvételt. A kialakuló lábvég betegségek komoly gazdasági veszteségeket okoznak, valamint állatjóléti problémákat idéznek elő (*Vermunt és Greenough*, 1996).

A mozgásszervi rendellenességek előfordulása – különösen az elmúlt évtizedben – hazai és nemzetközi viszonylatban is növekedett. Nőtt az állományok létszáma és koncentrációja, intenzív termelési és tenyésztési módszerek terjedtek el és váltak mindennapos gyakorlattá. Ezért a láb és lábvég tulajdonságainak javítása – a gyenge öröklődhetősége ellenére – fontos feladat, mely a célpárosítások szakszerű elvégzésével, valamint tudatos szelekcióval érhetők el (*Tőzsér és mtsai*, 2010).

A magyarországi kutatások közül *B. Kovács és Felkai* (1978) foglalkozott a csülökbetegségek, az életkor és a tartástechnológia összefüggéseivel. Vizsgálataikban arra a következtetésre jutottak, hogy az életkor előrehaladtával nő a sánta egyedek száma. Mindezek ellenére azt hangsúlyozzák, hogy a lábvég betegségek kialakulásában nem az életkor, hanem a csülökszaru túlnövése játssza a döntő szerepet. A vizsgálatba 5847 állatot vontak be, mely állatok 12%-án sántaságot, 34,14%-án szarutúlnövést találtak. A vizsgálatban a kötött tartásban tartott egyedek 14,18%-a, míg a kötetlen tartásban lévő állatok 7,66%-a szenvedett valamilyen lábvég betegségben. Eredményeik alapján a kötetlen tartás előnyeit, megfelelő élettér biztosítását, a tehenek mozgatásának, valamint a csülökápolás jelentőségét hangsúlyozzák.

Pék (1977) a csülökszaru minőségére vonatkozóan végzett vizsgálatokat. Az alábbi következtetéseket fogalmazták meg:

- A pigmentált (sötét) szaru ellenállóbb, mint a világos színű szaru.
- A száraz szaru esetében az életkornak és a fajtának nincs érdemi hatása a kopásszilárdságra.
- Nedves állapotban a fiatalabb állatok szaruja ellenállóbb az idősebb társaikéhoz képest, de az eltérés nem szignifikáns.

Továbbá megállapították, hogy a szaru nyírószilárdsága, valamint kopása száraz állapotban közel háromszor nagyobb, mint nedves állapotban. Ugyanakkor azt is megállapították, hogy a nedves állapotban lévő szaru ütéssel szembeni ellenállása jóval nagyobb. Az intenzíven tejelő szarvasmarha állomány szarujának ellenálló képessége jóval kisebb. A kutatások során arra a következtetésre jutottak, hogy optimális szaruval rendelkező fajta nem létezik, ezért elengedhetetlen a lábvégek folyamatos és szakszerű kezelése.

A hazai mellett számos külföldi kutatás is foglalkozik a csülökszaru minőségének meghatározásával. A szarvasmarha talpszarujának vastagsága, víztartalma és betegségei közötti összefüggéseket vizsgálta *Amstel* (2004). A vizsgálatba vont egyedek között 26 vékonytalpú és 16 normál talpvastagságú, azonos körülmények között tartott, idősebb holstein-fríz tehén szerepelt. A vékonytalpúságot azoknál a teheneknél diagnosztizálták, amelyek esetében a hegyfal hossza 7,5 cm vagy rövidebb volt, valamint olyan klinikai jeleket mutattak, mint a fájdalmas járás, ívelt hát

és jellegzetes sántaság. Véletlenszerűen választották ki a normál talpvastagságú tehenek csoportját azon egyedek közül, amelyek esetében a hegyfal hossza meghaladta a 7,5 cm-t. A talpszaru nedvességtartalmának meghatározásához a talpszaru sarokvánkos felé eső részéből, a sarok és a talpszaru határpontja előtti részből is mintákat vettek.

A mintavételezés szaruvágó késsel történt, amellyel minden esetben megközelítőleg azonos szögben és mélységben végezték a vágásokat. Ezután a begyűjtött mintákat szárazra törölték, és elektromos mérleggel (Fisher Scientific model S-300 D) megmérték. A mérést követően a mintákat jégbe, majd 48 órán belül szárítószekrénybe helyezték, ahol 43,5 °C-on, 50 órán keresztül szárították. A szárítás után ismét lemérték a mintákat, és a vízveszteség alapján számították ki a nedvességtartalmat. A vizsgálataik alapján azt tapasztalták, hogy a vékonytalpú egyedek talpszarujának nedvességtartalma az elülső lábak esetében 37,1±0,7%, míg a hátulsó végtagoknál 40,5±0,7% volt, amely értékek szignifikánsan különböztek egymástól. A normál talpvastagságú csoportban az elülső végtagoknál a nedvességtartalom 31,08±0,9%, a hátulsó lábak esetében pedig 33,1±0,9% volt, ami szintén igazolható különbséget eredményezett. Az ultrahang vizsgálatokat Toshiba „Just vision 200" SSA-320A típusú készülékkel és 7,0 MHz-es fej segítségével, élő állatokon végezték. A talpszaru vastagságát a hátulsó lábon, a körömhegytől 3,5 cm távolságra mérték. A hátulsó lábak csülökszarujának talpvastagsága a külső oldalon 4,23±0,18 mm, a belső oldalon 5,15±0,18 mm volt azoknál az állatoknál, amelyek csülökszarujának hegyfalhossza meghaladta a 7,5 cm-t. A vékonytalpú egyedek hátulsó csülökszarujának átlagos hegyfalhossza a külső oldalon 66,8±3,94 mm, még a belső 69,1±7,25 mm volt. Ebben a csoportban az egyedek 30%-ának a hátulsó végtagjain diagnosztizálható volt valamilyen csülökbetegség, amely 72%-ban fehérvonal-elválás, 28%-ban pedig talpfekély volt. A betegségek 77%-ban a külső szarutokon voltak észlelhetők. Az eredmények alapján arra a következtetésre jutottak, hogy nincs összefüggés a talpszaru vastagsága, az állat kora, a laktációk száma és a talpszarun történt vastagságmérések helye között. A talpszaru víztartalmával kapcsolatban megállapították, hogy a vékonytalpú egyedek talpszarujának (a mintavétel helyétől függetlenül) magasabb a nedvességtartalma, amely valószínűleg a minőségi, strukturális és keratintartalombeli különbségekből származott. Az elülső és hátulsó végtagok esetében megállapították, hogy a víztartalom (a mintavétel helyétől függetlenül) a hátulsó lábak talpszarujában mindig több, amelynek oka lehet a tartástechnológia vagy a mellső és hátulsó csülkök méretbeli eltérése. A hátulsó lábakkal kapcsolatban igazolták, hogy a belső szarutok talpvastagsága szignifikánsan nagyobb a külsőnél, melynek magyarázata lehet, hogy a nagyobb terhelés miatt azok gyorsabban kopnak.

A csülökszaru szakítószilárdságának meghatározása céljából (*Clark és Petrie*, 2006), 20 repedt körmű és 20 egészséges tehén csülkét hasonlították össze, amelyhez 3x3 cm-es mintákat gyűjtöttek be a mellső láb csülkének oldalfalából, egy gyémántvágó segítségével. A szakítószilárdságot mérő eszköz (Lloyd MK5 5KN) 5 mm/perc sebességgel húzta szét a mintákat. Egészséges csülkű állatok esetében 8483 J/m^2, sérült társaikénál 8182 J/m^2 volt az átlagos töréssszilárdság. A szilárdsági eltérés (Mann-Whitney próbával értékelve) statisztikailag nem volt igazolható, amelyből arra a következtetésre jutottak, hogy a csülökszaru, repe-

déssel szembeni ellenállósága nem közvetlen a szaru biomechanikai tulajdonságain múlik.

Vizsgálatunk alapvető célja volt az élő állapotban történő csülökkeménység mérése a köröm két meghatározott helyén (oldalfal, talp), a körmözés munkafolyamatába illesztve. Választ kerestünk továbbá arra, hogy milyen hatással van az életkor, a teljesített laktációk száma, a járásmód, valamint a termelés szerinti tehéncsoportosítás a csülökszaru keménységére.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A méréseket a Jászapáti 2000. Mezőgazdasági Zártkörű Részvénytársaság központi tehenészeti telepén (Jászszentandrási út – külterület) végeztük.

1. kép *A Jászapáti 2000 Mg. Zrt. új építésű istállója*

Photograph 1. The new cow barn at Jászapáti 2000 Ltd. (Tóth, 2010)

A vizsgálatban 70 holstein-fríz tehén vett részt, melyeket véletlenszerűen választottunk ki. A mérésbe vont egyedek különböző életkorúak voltak, így találhatunk közöttük első, illetve többlaktációs egyedeket is (*1. kép*). A méréseket a körmöző mesterrel előre egyeztetett időpontban, 2010. május 24–27. között végeztük, a tavaszi körmözés alkalmával.

Állatonként két mérési ponton, összesen húsz mérést végeztünk. A mérések pontos helyeit igyekeztünk úgy meghatározni, hogy a mért adatok a valóságnak

megfelelő képet adjanak a csülök keménységéről. A keménységmérésnek a körmözés menetébe való beilleszthetősége érdekében, a méréseket a jobb hátulsó láb külső körmén, a pártaszél hegyfali részén egy 5 forintos nagyságú kör területén (A) (*1a. ábra*), és *Amstel és mtsai* (2004) által meghatározott talpi felület középső részén (B: 5. pont) végeztük el (*1b. ábra*).

1a., b. ábrák *Mérés helye a hegyfalon és a talpon*

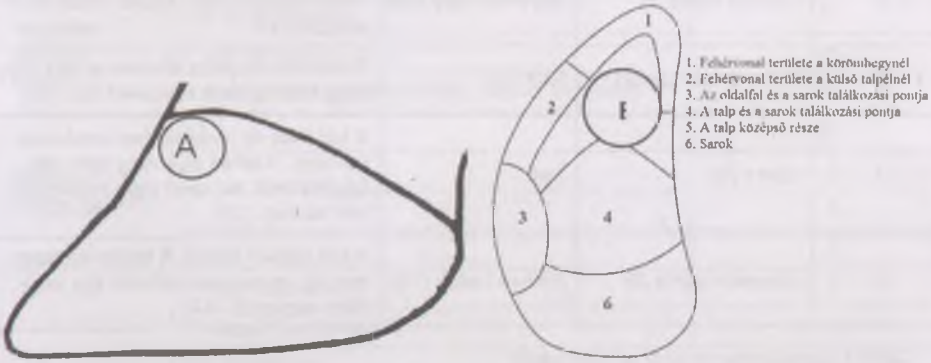


Fig. 1a., b. Tested area on the lateral wall and the sole of claw
A: Tested area on the wall, B: Tested area on the sole,
white zone at the toe (1); abaxial white zone (2); abaxial wall-heel junction (3); sole-heel junction (4); apex of the sole (5); heel (6)

Az állatok körmözése holland típusú kalodában történt. A csülök keménységére irányuló méréseket az SA-HDD Shore D típusú digitális műanyag keménységmérővel végeztük. A keménységi értékek mértékegysége Shore D, mely a keménységet egy 0–100-ig terjedő skálán határozza meg egy állandó (50 N) erővel terhelt 1,1 mm átmérőjű, 30°-os nyílásszögű és 0,1 mm csúcsátmérőjű csonka kúp végződésű behatolótest benyomódásának mértékétől függően. Ha a behatolótest nem nyomódik be az anyagba, az 100-as értéket jelent az adott skálán, míg ha eléri a 2,5 mm mélységet (vagyis a kúp tejes hosszában benyomódik), az 0 értéknek felel meg.

A tehenek járásképének bírálatát egy ezzel foglalkozó cég végezte, a termékük megvásárlásával járó szolgáltatás keretében. Az értékelést kéthavonta ugyanaz a személy végzi a fogadó csoportban, így folyamatosan friss adatok állnak rendelkezésre. A pontozási rendszert az *1. táblázat* szemlélteti, amelyben normál (1), enyhén sánta (2), mérsékelten sánta (3), sánta (4) és súlyosan sánta (5) kategóriák szerepelnek (*Sprecher és mtsai*, 1997).

Az adatok statisztikai elemzésére az SPSS 14.0 programcsomagot alkalmaztuk.

Elsőként a csülökszaru keménységi értékek normál eloszlását vizsgáltuk meg. A normál eloszlást a Shapiro-Wilk próba igazolta, mind a hegyfal (0,964, df 70, $p = 0,052$, $\alpha = 0,05$), mind a talpszaru (0,975, df: 70, $p = 0,179$, $\alpha = 0,05$) esetében, vagyis a teszt nullhipotézise igazolható volt.

Az elemzések további részében variancia-analízist használtunk az egyes faktorok csülökszaru keménységére kifejtett hatásainak kimutatására (*2. táblázat*).

1. táblázat

A járáskép pontozási rendszere tejelő tehenek esetében *(Sprecher és mtsai, 1997)*

Pontszám (1)	Klinikai állapot (2)	Hát formája (3)	Állapot leírása (4)
1	Normál (5)	Egyenes (10)	A tehén egyenes háttal áll és járkál. A járása normális. (13)
2	Enyhén sánta (6)	Egyenes vagy ívelt	A tehén háta állás közben egyenes, járáskor viszont ívelt. A járás kissé rendellenes. (14)
3	Mérsékelten sánta (7)	Ívelt (11)	A hát állás és járás közben is ívelt. Egy vagy több lábával rövideket lép. (15)
4	Sánta (8)	Ívelt	A hát állás és járás közben határozottan ívelt. A tehén egy vagy több végtagját kíméli, de azért még mindig terheli azokat. (16)
5	Súlyosan sánta (9)	Erősen hajlott (12)	A hát erősen hajlott. A tehén nehezen mozog, vonakodva terhelni egy vagy több végtagját. (17)

Table 1. Locomotion scoring of dairy cattle

score (1); clinical status (2); form of back (3); description of assessment (4); normal (5); mildly lame (6); moderately lame (7); lame (8); severely lame (9); flat (10); arched (11); severely arched (12); Cow stands and walks with a level back. Gait is normal (13); Cow stands level backed, but develops an arched back to walk. Gait is slightly abnormal (14); Arched back is evident while standing and walking. Gait is short strided (15); Arched back is always evident. Cow favours one or more limbs but can still bear some weight on them (16); Back is severely arched. Cow demonstrates extreme reluctance to move and to bear weight on one or more limbs (17)

A vizsgálatban alkalmazott variancia-analízis (UNIANOVA, GLM) modellje az alábbiakból épült fel:

$$Yijkl = \mu + Éi + Lj + Jk + Il + eijkl$$

Yijkl= vizsgált tulajdonság (keménységi érték); μ = átlag, Éi= életkor hatása (fix hatások: 3 osztály), Lj = teljesített laktációk hatása (fix hatás: 3 osztály), Jk= járásmód hatása (fix hatások: 4 osztály), Il= istálló hatása (fix hatás: 6 osztály), eijkl= hiba

A *2. táblázat* adataiból látszik, hogy a vizsgált tehenek többsége 2-4 éves kor között volt (44 egyed), továbbá, hogy a 6–8 éves kor közötti egyedek száma volt a legkisebb (7 egyed). A teljesített laktációk számának tekintetében kiegyenlítettnek minősíthetjük az egyedszámokat (38, 11, 21 egyed). A járásmódban az 1-es pontszámú egyedek domináltak. A véletlenszerűen kiválasztott tehenek nagy része pedig a 10. és 11. tehéncsoportokból került ki.

Az elemzés során elvégeztük a *Levene-féle próbát* is, amelynek eredménye igazolta a hegyfal (F: 1,298, df1: 24, df2: 45, p= 0,211, α = 0,05) és a talpszaru (F: 0,793, df1: 24, df2: 45, p= 0,726, α = 0,05) esetében, hogy a különböző faktorok (független változók) egyes csoportjai szerinti Shore D értékek hibavarianciái egyenlők, tehát homogén varianciákról beszélhetünk.

2. táblázat

A varlancia-analízisben faktorként értelmezett változók kategóriái

Kategóriák (1)		Egyedszám (2)
Életkor kategóriák, év (3)	1 (2–4 év)	44
	2 (4,6–6 év)	19
	3 (6,6–8 év)	7
Teljesített laktációk száma (4)	0 (első laktációs)	38
	1 (második laktációs)	11
	2 (harmadik, negyedik, ötödik, hatodik laktációs)	21
Járáskép módja, pont (5)	1	61
	3	2
	4	4
	5	3
Tehéncsoport száma (6)	7. nagy tejtermelés (7)	5
	8. nagy tejtermelés (7)	6
	10. fogadó (8)	20
	11. nagy tejtermelés (7)	28
	12. kis tejtermelés (9)	8
	13. szárazonálló (10)	3

Table 2. Categories of variables as factors in variance analysis
categories (1); number of individuals (2); age categories; year (3); number of ended lactations (4); locomotion scores (5); number of cow group (6); group with high milk yield (7); milked cow group after calving (8); group with low milk yield (9); dry cow group (10)

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

Az összes vizsgált tehén (n=70) hegyfalon mért értékeinek átlagos keménysége 56,091 Shore D volt, 6,83-as szórás értékkel, míg a talpszaru keménysége átlagosan 37,23 Shore D érték volt, 4,45-ös szórás érték mellett. Az egyes vizsgált faktorok különböző csoportjai szerint rendezett átlagértékeket és azok hibáit a *3–6. táblázatok* összegzik.

A *3. táblázatból* látható, hogy a tehenek életkorának növekedésével a talpi szaru keménységi értékek abszolút értékben látszólag csökkennek, de ez a változás biometriailag nem volt bizonyítható a Tukey HSD teszttel. Az életkor előrehaladtával viszont csökkenő abszolút átlagértékek tapasztalhatók a hegyfalon mért D értékben is. A 2–4 éves tehenek D értéke volt a legkedvezőbb mindkét mérési helyen. A 4,6–6 éves tehenek hegyfalának csülökszaru-keménység adatai statisztikailag kedvezőbbek (nagyobbak) voltak a 6,6 évnél idősebb egyedek hasonló értékétől. A talpont mért adatok esetében érdemi különbség volt a 2–4 éves és a 4,6–6 éves korú egyedek átlagértékei között, ahol a fiatalabb korcsoport átlagértéke volt kedvezőbb, azaz nagyobb.

3. táblázat

Az életkor szerinti kategóriáknak megfelelő átlagos Shore D érték

Életkor kategóriák (év) (1)	Átlagérték (2)		Átlagérték hibája (3)		95%-os konfidencia intervallum (4)			
					Alsó érték (5)		Felső érték (6)	
	Hegyfal (7)	Talp (8)	Hegyfal	Talp	Hegyfal	Talp	Hegyfal	Talp
2–4	60,424	37,408[a]	2,660	1,631	55,097	34,141	65,751	40,675
4,6–6	59,236[a]	36,820[a]	2,765	1,696	53,699	33,424	64,773	40,215
6,6–8	50,603[a]	34,234	3,927	2,408	42,740	29,412	58,466	39,056

Table 3. The average Shore D values by age categories
Age categories, year (1); mean (2); std. error (3); 95% of confidence interval, lower bound (5); upper bound (6); lateral wall (7); sole (8); a: significant difference (α=0.05) between 2 mean values is shown by the same indices

4. táblázat

A teljesített laktációk száma szerinti kategóriáknak megfelelő átlagos Shore D értékek

Teljesített laktációk száma (1)	Átlagérték (2)		Átlagérték hibája (3)		95%-os konfidencia intervallum (4)			
					Alsó érték (5)		Felső érték (6)	
	Hegyfal (7)	Talp (8)	Hegyfal	Talp	Hegyfal	Talp	Hegyfal	Talp
Első laktációs (9)	53,991	35,606[a]	3,187	1,955	47,609	31,692	60,374	39,519
Második laktációs (10)	57,149	33,590[b]	3,401	2,085	50,339	29,414	63,959	37,766
Harmadik, negyedik, ötödik, hatodik laktációs (11)	59,123	39,266[ab]	2,856	1,751	53,405	35,759	64,842	42,772

a, b: Az azonos kitevő szignifikáns eltérést jelez (Tukey HSD próba) a két átlagérték között (α=0,05).

Table 4. The average Shore D values by categories of ended lactation number
ended lactations (1); mean (2); std. error (3); 95 % of confidence interval, lower bound (5); upper bound (6); lateral wall (7); sole (8); 1st lactation (9); 2nd lactation (10); 3–6th lactation (11); a, b: significant difference (α=0.05) between 2 mean values is shown by the same indices

Ezzel szemben a teljesített laktációk számának esetében (*4. táblázat)* az látszik egyértelműen, hogy a háromnál több laktációt teljesítő tehenek talpi csülökszaru-keménység értékei érdemben nagyobbak voltak, az egy, ill. a kettő laktációt teljesített egyedek átlagos eredményéhez képest. A legalacsonyabb Shore D értéket a második laktációs tehenek vonatkozásában tapasztaltuk (33,59 Shore D). Fontos utalni arra, hogy elméletileg – ideális esetben – a csülökszaru keménységében tapasztalható változásoknak, a tehén életkora, ill. a teljesített laktációk szerint elemezve is hasonlónak kellene lenniük. Az eltéréseket egyrészt a tenyésztésbevétel eltérő időpontjával, másrészt a szaporodásbiológiai gondozás szakszerűségének különbözőségével és a különböző termelési szintekkel ma-

gyarázhatjuk. A hegyfalon mért D értékek tekintetében biometriailag nem bizonyítható a laktáció számának hatása a csülökszaru keménységére.

Az eltérő járásmód szerinti csülökszaru-keménység értékek egyik mérési hely eredményeinél sem mutattak határozott tendenciát, és biometriailag sem volt bizonyítható az átlagértékek közötti különbség *(5. táblázat)*. Magyarázat erre a 3, 4 és 5-ös kategóriákban megtalálható kevés számú egyed lehet. Valószínűleg további vizsgálatok szükségesek, nagyobb csoportonkénti egyedszámmal, a határozott tendenciák megállapítása érdekében.

5. táblázat

Járáskép pontjai szerinti kategóriáknak megfelelő átlagos Shore D értékek

Járáskép pontjai (1)	Átlagérték (2)		Átlagérték hibája (3)		95%-os konfidencia intervallum (4)			
					Alsó érték (5)		Felső érték (6)	
	Hegyfal (7)	Talp (8)	Hegyfal	Talp	Hegyfal	Talp	Hegyfal	Talp
1	54,398	36,790	1,654	1,014	51,086	34,759	57,709	38,820
3	61,034	35,898	4,900	3,005	51,222	29,881	70,845	41,914
4	53,208	34,583	3,954	2,424	45,292	29,728	61,125	39,437
5	58,378	37,346	4,239	2,599	49,890	32,141	66,865	42,551

Table 5. The average Shore D value by locomotion categories
locomotion scores (1); mean (2); std. error (3); 95% of confidence interval, lower bound (5); upper bound (6); lateral wall (7); sole (8)

A véletlenszerűen kiválasztott tehenek hat különböző csoportból származtak, tehát érdekes kérdés, hogy a csoportosítás szerepet játszhat-e az eredmények alakulásában *(6. táblázat)*. A 10-es és a 11-es csoportból került ki a vizsgált állomány túlnyomó hányada. A 11-es, azaz a nagy tejtermelésű csoportban lévő tehenek átlagos talpszaru keménységi értéke statisztikailag biztosított módon nagyobb (keményebb) volt, a 10-es, azaz a fogadócsoportban lévő társaiéhoz képest. Mindkét csoport egyedei az átalakított istállóban termeltek. Sajnos más kombinációban nem volt igazolható – a kicsi tehénlétszámok miatt – a keménységbeli különbség. A hegyfali Shore D értékek nem mutattak határozott tendenciát a csoportosítás szerinti értékelés során.

Mindezek alapján nem volt meglepő, hogy a *7. táblázatban* összefoglalt variancia-analízis eredményeinél, a talpszaru-keménység értékei érdemi variancia különbséget csak a teljesített laktációk száma szerinti elemzés során mutattak (F: 3,749, p= 0,030, α= 0,05), míg a hegyfal csülökkeménységének alakulására csak az életkornak volt szignifikáns hatása (F: 3,452, p= 0,038, α= 0,05) a vizsgált tényezők (faktorok) közül.

Elemzésünk során megvizsgáltuk a hegyfali, ill. a talpi csülökszaru-keménységi értékek közötti összefüggés nagyságát és irányát. A két mérés adatai között gyakorlatilag nem található összefüggés (r=0,10), tehát mindkét mérési helyen a továbbiakban is szükséges megmérni és megállapítani az aktuális D értékeket.

6. táblázat

A csoportosítás szerinti kategóriáknak megfelelő átlagos keménységi értékek

Tehén-csoport száma (1)	Átlagérték (2)		Átlagérték hibája (3)		95%-os konfidencia intervallum (4)			
					Alsó érték (5)		Felső érték (6)	
	Hegyfal (7)	Talp (8)	Hegyfal	Talp	Hegyfal	Talp	Hegyfal	Talp
7	54,133	35,650	4,093	2,510	45,937	30,623	62,329	40,676
8	59,061	33,670	3,715	2,278	51,622	29,108	66,501	38,232
10	59,748	33,550[a]	2,966	1,819	53,809	29,909	65,686	37,192
11	54,499	36,775[a]	2,136	1,310	50,223	34,152	58,776	39,397
12	54,204	37,449	3,492	2,141	47,212	33,161	61,195	41,736
13	58,881	39,830	4,488	2,752	49,895	34,320	67,868	45,341

[a]: Az azonos kitevő szignifikáns eltérést jelez (Tukey HSD próba) a két átlagérték között (α=0,05

Table 6. The average Shore D value by herd groups
number of group (1); mean (2); std. error (3); 95 % of confidence interval (4); lower bound (5); upper bound (6); lateral wall (7); sole (8); a: significant difference (α=0.05) between 2 mean values is shown by the same indices

7. táblázat

A variancia-analízis eredményei

Variancia-források (1)	Négyzet-összegek (Type III) (2)		df (3)	Átlagos négyzetes eltérés (4)		F-érték (5)		p-érték (6)	
	Hegyfal (7)	Talp (8)		Hegyfal	Talp	Hegyfal	Talp	Hegyfal	Talp
Korrigált modell (9)	751,431[a]	438,648[b]	12	62,619	36,554	1,447	2,246	0,172	0,021
Állandó (10)	25902,316	10511,127	1	25902,316	10511,127	598,514	645,901	0,000	0,000
Életkor kategóriák (11)	298,821	27,951	2	149,410	13,976	3,452	0,859	0,038	0,429
Teljesített laktációk száma (12)	65,028	122,011	2	32,514	61,005	0,751	3,749	0,476	0,030
Járáskép (13)	120,027	19,445	3	40,009	6,482	0,924	0,398	0,435	0,755
Istállók (14)	225,509	133,144	5	45,102	26,629	1,042	1,636	0,402	0,165
Hiba (15)	2466,831	927,595	57	43,278	16,274				
Teljes (16)	223451,159	98406,239	70						
Korrigált teljes (17)	3218,261	1366,243	69						

[a]: A modell teljes varianciából R2= 23%-ot magyaráz meg. The model R2=23% from total variance
[b]: A modell teljes varianciából R2= 32%-ot magyaráz meg. The model R2=32% from total variance

Table 7. Results of variance analysis
sources of variance (1); sum of squares (2); df (3); mean square error (4); F-value (5); P-value (6); lateral wall (7); sole (8); corrected model (9); intercept (10); age categories (11); number of ended lactations (12); locomotion (13); barns (14); error (15); total (16); corrected total (17)

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Vizsgálataink alapján az alábbi következtetéseket és javaslatokat fogalmazhatjuk meg:

- A csülökszaru keménységének vizsgálata beilleszthető a körmözés folyamatába, de annak gyorsasága miatt csak egy vagy két területen történő mérésre van idő, ezért lenne szükség a pontos mérési hely meghatározására.
- A tehén életkorának hatását csak a hegyfali minták esetében tudtuk igazolni, azonban mindkét mérési helyen az életkor előrehaladtával a csülökszaru-keménység abszolút értékben látszólag csökken.
- A laktációk száma hatással volt a talpi csülökszaru keménységére. A 2-nél több laktációt teljesített tehenek esetében volt a legkeményebb a csülökszaru.
- A járáskép nem volt hatással a csülökszaru keménységére.
- A tehéncsoportok tekintetében csak egy esetben (10-es és 11-es csoportok között) tapasztaltunk eltérést a talpi csülökszaru keménysége szempontjából. A hegyfal esetében nem volt érdemi hatás.
- A hegyfali és a talpi minták csülökszaru keménységi értékei között gyakorlatilag nincs összefüggés, ennélfogva szükséges lehet mind a két helyen történő mérés.
- A kapott eredmények előzetes adatoknak tekinthetőek, ezért további vizsgálatok elvégzése szükséges nagyobb állatlétszám bevonásával.

IRODALOMJEGYZÉK

Amstel, S.R. – Shearer, J.K. – Palin, F.L. (2004): Moisture content, thickness, and lesions of sole horn associated with thin soles in dairy cattle. J. Dairy Sci., 87: 757–763.

B. Kovács A. – Felkai F. (1978): A csülökbetegség előfordulása szarvasmarhán az életkor és a tartástechnológia tükrében. MÁL., 33: 259–261.

Clark, C. – Petrie, L. (2006): Fracture toughness of bovine claw horn from cattle with and without vertical fissures. Vet. J., 173: 541–547.

Pék L. (1977): Rácspadozatok és azok anyagainak vizsgálata. Doktori értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő

Sprecher, D.J. – Hostetler, D.E. – Kaneene, J.B. (1997): A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenology, 47: 1179–1187.

Tőzsér J. – Szentléleki A. – Demény M. (2010): A csülökszaru minőségének vizsgálati lehetőségei a szarvasmarha fajban. MÁL., 132: 451–456.

Vermunt, J. – Greenough, P. (1996): Claw conformation of dairy heifers in two management systems. Br. Vet. J., 152: 321–331.

Érkezett: *2011 április*

A szerzők címe: *Demény M. – Tóth G. – Szentléleki A. – Póti P. – Tőzsér J.*
Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar,
Állattenyésztés-tudományi Intézet

Authors' address: Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences
H-2103. Gödöllő, Páter K. u. 1.
demenymarton@freemail.hu

Dobra L.
Jászapáti 2000 Mg. Zrt.
H-5130 Jászapáti, Velemi Endre út 4-6.

MAGAS SZINTŰ TUDOMÁNYOS ELISMERÉSEK

Solti László akadémikust a Mongol Tudományos Akadémia, **Rátky József** főigazgatót a Mongol Mezőgazdasági Akadémia tiszteletbeli taggá választotta.

A kitüntetettek részére a megbízó oklevelet a Tudományos Világfórum (World Science Forum) megnyitó ülésére hazánkba érkezett *Badarchiin Byamba* professzor, a Mongol Tudományos Akadémia alelnöke, a Mongol Mezőgazdasági Akadémia elnöke, a Mongol Állami Agrártudományi Egyetem rektora adta át.

EFFECT OF TREATMENT WITH SODIUM HYDROXIDE ON THE *IN SITU* DEGRADABILITY OF MAIZE AND SOME PARAMETERS OF RUMEN FERMENTATION

TÓTH TAMÁS – BEKE KÁROLY – CENKVÁRI ÉVA

SUMMARY

The effects of sodium hydroxide (NaOH) treatment of whole-seed maize on the *in situ* degradability of dry matter and starch were evaluated in four rumen-cannulated Holstein-Friesian steers by measuring the most significant parameters of rumen fluid. In the *in situ* experiments, fine ground maize (FGM) and coarse ground maize (CGM) and whole seed maize treated with 1.5% and 3% NaOH (Sodacorn 1 and 2) were examined. Treatments of Sodacorn 1 and 2 decreased weight losses and the increased amount of bypass starch significantly ($p<0.05$) compared to FGM and CGM. No significant differences were found between the efficiencies of treatments Sodacorn 1 and 2. In the trials on rumen fermentation, untreated maize grain (M) of 2 kg per animal daiiy and untreated maize grain and 1.5% NaOH-treated whole-seed maize (MSM) of 1 kg per animal each and whole-seed maize (SM) treated with 1.5% NaOH of 2 kg per animal were fed. Rumen fluid samples were taken immediately before feeding, and 2, 4, and 6 hours after that, respectively. Major parameters of rumen fluid, such as pH, ammonia, volatile fatty acid content and microbial activity, were evaluated. It was demonstrated that feeding of SM increased the pH of rumen fluid significantly ($p<0.05$) compared to M before the time of feeding, just like after feeding, while the ammonia content of rumen fluid slightly decreased. Treatment with NaOH did not have a significant influence on the acetate content of rumen fluid. Propionate levels decreased significantly ($p<0.05$) as a result of the feeding SM before the time of feeding and 4 hours after feeding. After the treatment of SM, slight improvement of the rumen fluid parameters (pH, acetate, propionate, total volatile fatty acid) was observed. As with the data gained *in situ*, total volatile fatty acid content of rumen fluid decreased in the treatment of SM, confirming the effect of NaOH-treatment (e.g. decreased degradability of maize starch), also *in vivo* as previously documented for other cereals (e.g. wheat, barley, oat, sorghum).

ÖSSZEFOGLALÁS

Tóth T. – Beke K. – Cenkvári É.: A NÁTRIUM-HIDROXIDDAL VÉGZETT KEZELÉS HATÁSA A KUKORICA *IN SITU* LEBOMLÁSÁRA ÉS A BENDŐFERMENTÁCIÓ NÉHÁNY PARAMÉTERÉRE

A kutatócsoport 4, bendőkanüllel ellátott holstein-fríz tinóval végzett kísérletben vizsgálta az egész szemű kukorica NaOH-dal történő kezelésének hatását a szárazanyag és a keményítő *in situ* lebomlására, továbbá a bendőfolyadék legfontosabb paramétereire. Az *in situ* vizsgálatokban finom (FGM) és durva (CGM) kukoricadarát, továbbá 1,5 és 3% NaOH-dal kezelt egész szemű kukoricát (Sodacorn 1 és 2, sorrendben) alkalmaztak. A Sodacorn 1 és 2 kezelés az FGM és a CGM-hez képest szignifikáns mértékben ($p<0,05$) csökkentette a tömegveszteséget és növelte a bypass keményítő mennyiségét. A Sodacorn 1 és 2 kezelések hatékonysága között nem tapasztaltak szignifikáns mértékű különbséget. A bendőfermentációs kísérletekben napi 2 kg/állat mennyiségben kezeletlen kukoricadarát (M), illetve 1–1 kg/állat részarányban kezeletlen kukoricadarát és 1,5% nátronlúggal kezelt egész szemű kukoricát (MSM), továbbá 2 kg/állat dózisban 1,5% nátronlúggal kezelt egész szemű kukoricát (SM) etettek. A bendőfolyadék mintákat közvetlenül az etetés előtt, majd azt követően 2, 4 és 6 óra múlva vettek, és értékelték annak legfontosabb paramétereit (pH, ammónia, illózsírsav-termelés, mikrobiális aktivitás). Megállapították, hogy az SM etetése az M-hez viszonyítva szignifikánsan ($p<0,05$) megnövelte a bendőfolyadék kémhatását, mind az etetést megelőzően, mind az azt követően vett mintákban, miközben az ammóniatartalom kismértékben ugyancsak csökkent. A nátronlúggal történő kezelés nem volt szignifikáns hatással a bendőfolyadék ecetsav tartalmára, ugyanakkor a propionsav tartalom az SM szakaszban az etetést megelőzően, illetve az etetés után 4 órával vett minták esetében szignifikáns mértékben ($p<0,05$) csökkent. Az etetést követően vett bendőfolyadék mintákban MSM kezelés hatására a legfontosabb bendőfermentációs paraméterekben (pH, ecetsav, propionsav, összes illózsírsav) kismértékű javulást tapasztaltak. Az *in situ* adatokkal szinkronban a bendőfolyadék összes illózsírsav tartalma mérséklődött az SM-csoportokban, amely *in vivo* is bizonyítja a nátronlúgos kezelés kukoricakeményítő bendőbeli lebomlásának csökkentésére gyakorolt, más gabonaféleségek esetében (pl. búza, árpa, zab, cirok) már jól dokumentált hatását.

INTRODUCTION

The degradability of maize starch in the rumen of cattle can be successfully influenced with physical methods (e.g. grinding, flaking, pelleting and extrusion) and with various chemicals (e.g. sodium hydroxide, ammonia, aldehydes). At the same time, these treatments can significantly modify the site where starch is digested (ruminal or postruminal degradation). It is known that the degradability of starch of easily fermentable cereals (e.g. wheat, barley, oat) in the rumen, can be reduced by NaOH-treatment and that, therefore, more starch gets into duodenum (*Lebzien et al,* 1996; *Phipps et al,* 2001; *Tóth and Schmidt,* 2003, 2004). The rumen-degradability of cereal starch has been reduced with ammonia (*Robinson and Kennelly,* 1988, 1989; *Okine and Kennelly,* 1994) and with formaldehyde (*Fluharty and Loerech,* 1989; *McAllister et al,* 1990; *Tóth and Schmidt,* 2004; *Schmidt et al,* 2006).

The effects of treatments with NaOH on rumen-degradability of starch in wheat, barley and oat is well-documented (*Ørskov* and *Greenhalgh,* 1977; *Pauly et al,* 1992; *McNiven et al,* 1995; *Lebzien et al,* 1996; *Demeterova and Vajda,* 1998; *Homolka et al,* 2001; *Phipps et al,* 2001; *Tománková and Homolka,* 2004; *Tóth and Schmidt,* 2004; *Campeneere et al,* 2006; *Schmidt et al,* 2006; *Dehghan-Banadaky et al,* 2008). However, few data are available concerning maize, since rumen-degradability of starch in maize is significantly lower than that of barley, wheat or oat. It also means that inclusion of maize in concentrates burdens prestomachs only moderately, compared to the easily fermentable cereals (e.g. wheat) and increases the quantity of bypass starch. In countries that traditionally cultivate maize (e.g. USA, Hungary), maize is often the only cereal in the daily rations of ruminants. Maize grain, especially if it is finely ground, can lead to metabolic diseases (e.g. acidosis), similarly to the effects of other easily fermentable cereals. Treatment of grains with NaOH has beneficial effects, because it promotes optimal pH of the rumen fluid. Treating whole-seed cereals with NaOH can be an alternative to drying after harvest, since crops can be stored for months due to this chemical treatment. Further advances of NaOH-treatment are the replacement of grinding and NaOH-treated cereals can be included directly in a total mixed ration (TMR).

In the present experiments, the impacts of NaOH-treatment were examined on the rumen-degradability of starch in whole seed maize *in sacco* and on the most significant parameters of rumen fermentation.

MATERIALS AND METHODS

Trials in sacco

Rumen-degradabilities of starch in maize grain and in NaOH-treated whole seed maize were examined in four rumen-cannulated Holstein-Friesian steers by *in sacco* (*Oldham,* 1987).

Four grain treatments were compared in the experiments:
- grinding of maize finely (particle sizes of 0 to 400 μm at 83.86%; 800 to 2500 μm at 16.14%),
- grinding of maize coarsely (particle sizes of 0 to 400 μm at 31.68%; 800 to 2500 μm at 68.32%),
- treatment of whole-seed maize with 1.5% NaOH
- treatment of whole-seed maize with 3.0% NaOH

Maize seeds were ground with a hammer mill. Fractions of ground maize were examined with AS200 equipment (Retsch, Germany). Treatment of maize with 1.5% and 3.0% solid NaOH were performed in a model mixer (*Keenan*, 2007). The steers were fed a daily ration meant as a control diet during the *in sacco* trials *(Table 1.)*. Feed bags were made of polyester (Scrynel) with a pore size of 40 μm and dimensions of 120×60 mm. Five bags of treated and untreated feed samples were used per treatment and were rumen-incubated for 24 hours. Two grams of feed was inserted into each bag. After incubation the bags were washed five times with tap cold water and were then dried at 60°C until air dryness. The trial was replicated three times.

Examination of influences on rumen fermentation

Feeding of NaOH-treated maize was examined in four rumen-cannulated Holstein-Friesian steers of approximately 500 kg each. The trial included control and experimental periods of four days each and were repeated two times. Before the examinations started, 14-day prefeeding periods were held during which the animals were introduced to a daily ration of either the control or the treated feedstuffs.

The daily ration included 8 kg maize silage, 4 kg wheat straw and 3 kg concentrate. In the control period, the concentrate contained untreated ground maize of 2 kg per animal daily. In the *in situ* trials, whole-seed maize was treated with 1.5% sodium-hydroxide and was spread in layers of 45 to 50 cm at least 7 days before the feeding. In the first experimental period after the control one (experimental period 1), 50% of the maize in the concentrate (which was comprised of 66.66% maize), fed at a rate of 2 kg per animal daily, was replaced by whole- seed maize treated with 1.5% NaOH. In this way, 1 kg maize grain and 1 kg NaOH-treated whole-seed maize were included per animal in the concentrate daily. In experimental period 2, the animals were also given 2 kg of whole seed maize, but all of it was treated with 1.5% NaOH. Compositions of concentrates fed during the trial and their nutrient contents are included in *Table 1*.

Following the pre-feeding period of 14 days, rumen fluid samples were taken via rumen cannula 4 times weekly, immediately after the morning feeding and 2, 4 and 6 hours later. In the laboratory analyses, pH and NH_3 and volatile fatty acid (acetate, propionate, i- and n-butyrate, i- and n-valeriate) content and microbial activity of rumen fluid were established.

Table 1.

Composition of concentrate and the calculated nutrient content of daily ration

Feedstuffs (1)	Control Period (2)	Experimental period 1 (3)	Experimental period 2 (4)
Maize silage, kg (5)	8	8	8
Wheat straw, kg (6)	4	4	4
Concentrate, kg (7)	3	3	3
Composition of concentrate (8)			
Maize grain, % (9)	66.66	33.33	–
1.5% NaOH-treated maize (whole seed), % (9)	–	33.33	66.66
Sunflower meal, % (10)	31.84	31.84	31.84
Premix, %	0.50	0.50	0.50
NaCl, %	0.50	0.50	0.50
$CaCO_3$, %	0.50	0.50	0.50
Total, % (11)	100.00	100.00	100.00
Calculated nutrient content of daily ration (12)			
Dry matter, kg (13)	9.1	9.1	9.1
NE_m, MJ	45.9	45.9	45.9
NEg MJ	5.2	5.2	5.2
MFE*, g	692	692	692
MFN**, g	585	585	585
Crude protein, g (14)	949.8	949.8	949.8
Crude fibre, g (15)	2365	2365	2365
Ca, g	29.4	29.4	29.4
P, g	21.5	21.5	21.5

*Energy-dependent metabolizable protein, **Nitrogen-dependent metabolizable protein
*Energiafüggő metabolizálható fehérje (MFE), **Nitrogénfüggő metabolizálható fehérje (MFN)

1. táblázat Az abrakkeverék összetétele és a napi adag számított táplálóanyag-tartalma
alapanyag (1); kontroll szakasz (2); kísérleti szakasz 1 (3); kísérleti szakasz (4); kukorica-szillázs (5); búzaszalma (6); abrak (7); az abrak %-os összetétele (8); kukoricadara (9); 1,5% NaOH-dal kezelt egész szemű kukorica (9); napraforgódara (10); összesen (11); a napi adag számított táplálóanyag-tartalma (12); szárazanyag (13); nyersfehérje (14) ;nyersrost (15)

Applied chemical analyses

Chemical composition (dry matter, crude protein, ether extract, crude fibre, crude ash) of the feedstuffs were analysed according to the *Hungarian Feed Codex* (2004). Equipment used for the analyses were as follows: for crude protein Kjeltec system 1026 Distilling Unit (Tecator Ltd., Sweden), for crude fibre Fibretec System M (Tecator Ltd., Sweden), for ether extract Soxtec system (Tecator Ltd., Sweden). The starch content of feedstuff samples was analysed with a circle-degree polar meter (Carl Zeiss, Jena, Germany) by the method of the *Hungarian Feed Codex* (2004).

pH of the rumen fluid was measured with an electrical pH-meter (OP-211/1, Radelkis) and NH_3-content of the rumen fluid was determined with an ammonia-sensitive electrode. Microbial activity of rumen fluid was examined with a nitrite reduction probe at 3 nitrite concentrations (prepared by a 0.025% KON_2-solution of 0.2, 0.5 and 0.7 ml per 10 ml rumen fluid). Alfa-naphtyl-amine was used as a reagent (*Horváth,* 1979). Microbial activity was determined based on the period needed for rumen bacteria to reduce nitrite.

Volatile fatty acid content of the rumen fluid was established by gas chromatography (Chrom-5, Laboratorni P istroje, Praha). Rumen fluid was cleaned by centrifuge at 15,000 rpm and with filtration, and was treated with 25% metaphosphoric acid before injection. Carbopack™ B-DA (Supelco, USA) was applied as resin filling.

Statistics

Evaluation of data was performed by one-factor variant analysis (Kolmogorov-Smirnov test, Levene's test, oneway ANOVA), with SPSS 12.0 Windows Program (SPSS Inc., Chicago, USA). In the case of post hoc test, the homogenous deviations were examined with LSD. Games-Howell probes were applied for the heterogenic deviations. Statistical significance was considered at $p \leq 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Effects of grinding and of treatment with NaOH on the degradation of maize in situ

Effects of grinding (fine and coarse) and of the treatments with 1.5% and 3% NaOH on the weight loss and on the bypass starch content of maize are summarized in *Table 2.* The degree of grinding (fine and coarse) influenced significantly ($p<0.05$) the weight loss of maize and the quantity of rumen-undegradable starch. It is known from the literature that the physical treatments of cereals (e.g. grinding, flaking, granulation, toasting) significantly influence rumen-degradability. Grinding increases rumen-degradability of starch by increasing the surface area available for enzyme activity (*Yu et al,* 1998, *Calliston et al,* 2001; *Reis et al* , 2001; *Lebzien et al,* 2002; *Offner et al,* 2003).

Large particles are not digested even in the small intestine, but they are fermented in the large intestine or leave the intestinal tract in the faeces, resulting in a much lower efficiency of digestion (*Dixon and Nolan,* 1982). That finding is supported by the opinion of *Nocek and Tamminga* (1991), according to which maize starch rumen-degradability of whole seed and crushed seed is lower than that of finely ground maize, but the enzymatic digestion of too large grain particles is inappropriate in the small intestine. *In situ* examinations have shown that 44% of the starch in crushed maize was degraded in rumen compared to 60–65% of the starch in finely ground maize (*Lykos et al,* 1997). It was found, that feeding maize of decreased particle sizes (when comparing whole seeds with coarsely or finely ground maize) improved milk production, but suppressed milk fat yield of dairy cows (*Moe and Tyrell,* 1977). Treating whole seed maize with 1.5% and 3%

NaOH decreased weight loss and increased the quantity of bypass starch significantly (*Table* 2., p<0.05). No significant differences were found between efficiencies of the two different doses. As mentioned above, most physical treatments of cereals, e.g. grinding and flaking, increase the rumen-degradability and small intestinal digestibility of starch. In addition, in several trials performed with cereals of high rumen-degradability, such as wheat and barley, rumen-degradation of starch was increased as a result of treatment with NaOH (*McNiven et al,* 1995; *Lebzien et al,* 1996; *Tóth and Schmidt,* 2003, 2004; *Tománkova és Homolka,* 2004; *Campeneere et al,* 2006), ammonia (*Robinson and Kennelly,* 1988, 1989; *Okine and Kennelly,* 1994) and formaldehyde (*Fluharty and Loerch,* 1989; *McAllister et al,* 1990; *Schmidt et al,* 2006; *Deghan-Banadaky et al,* 2008) and, therefore, the quantity of starch in the duodenum was decreased (*Phipps et al,* 2001). *Tománková and Homolka* (2004) found that degradability of starch in wheat and barley was lower after treatment with NaOH compared to untreated maize. However, in some trials, treatments with NaOH decreased the apparent digestibility of starch in barley along the whole digestive tract (*McNiven et al,* 1995). *Campeneere et al* (2006) also proved that treatment of wheat with NaOH decreased the rumen-degradability of protein. In our earlier examinations it was established that treatment of wheat with 2% liquid NaOH increased the rumen-degradability of crude fibre significantly, meanwhile degradability of crude protein and of starch were lowered (*Tóth and Schmidt,* 2006; *Schmidt et al,* 2006). It is known that feeding of wheat treated with NaOH influence milk production of dairy cows. Controversially, feeding of wheat treated with sodium-hydroxide did not influence the protein and fat contents of milk in the trials of *Demeterova abd Vajda* (2000).

Table 2.

Effects of grinding and of the treatment with sodium-hydroxide on the weight loss of maize and on bypass starch content (Incubation time: 24 hours, data are on DM basis)

Treatment (1)	Weight loss ,% (2)	Bypass starch, % (3)
Fine maize grain (4)	71.28±8.63^{c}	15.94±4.88^{a}
Coarse maize grain (5)	57.32±6.75^{b}	36.40±5.73^{b}
1.5% NaOH-treated whole-seed maize (6)	40.74±4.32^{a}	63.95±4.56^{c}
3% NaOH-treated whole-seed maize (7)	44.01±4.36^{a}	61.98±4.84^{c}

a, b, c: Means with different superscript letters indicate significant differences (p<0.05) (8)

2. táblázat A darálás, illetve a nátronlúggal történő kezelés hatása a kukorica súlyveszteségére és bendőben le nem bomló (bypass) keményítőtartalmára (inkubációs idő: 24 óra, adatok a szárazanyag %-ában)

kezelés (1); szárazanyag veszteség (2); bendőben le nem bomló keményítő (3); finom kukoricadara (4); durva kukoricadara (5); 1,5% NaOH-dal kezelt egész szemű kukorica (6); 3% NaOH-dal kezelt egész szemű kukorica (7); a függőleges sorokon belül a különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól (p<0,05) (8)

Literature citations regarding the treatments of whole seed maize with NaOH are limited. *Ørskov et al* (1971) observed the decrease of rumen-degradability of wheat starch compared to that of untreated grain. *Jahn et al* (1999) proved the decrease of degradability of dry matter and of crude protein as the result of treatment with 2% NaOH. In contrast with our present data, we found in an earlier *in situ* experiment that treatment with liquid NaOH (2–8%) increased the weight loss of maize and the degradability of maize starch (*Tóth and Schmidt*, 2003). However, the two results are not reasonable to compare, since whole seed maize, and solid NaOH were applied in the present work, while in the former one, maize grain and liquid sodium-hydroxide were used.

In the cases of grinding and treatment of maize with NaOH, the quantity of bypass starch was the highest when the weight loss of particles was the lowest. Correlation was found between these two series of data in the present trial ($r=-0.967$, $p<0.01$) and also in our previous trials (*Tóth and Schmidt,* 2003).

Results of examinations on rumen fermentation

Results of the rumen fermentation examinations are summarized in *Tables 3.-6.* The data based on the rumen fluid samples taken before feeding showed that feeding of whole seed maize treated with sodium-hydroxide of 1 to 2 kg per day significantly increased pH of rumen fluid ($p<0.05\%$). A higher pH of rumen fluid was observed 2, 4 and 6 hours after feeding, when concentrate included exclusively NaOH-treated maize (experimental period 2). Higher values were also measured in experimental period 1, although significant ($p<0.05\%$) differences were experienced only 4 hours after feeding. NaOH-treatment of high-moisture maize also increased the pH of rumen fluid in the experiment of *Anderson et al,* (1981). In our earlier trial (*Schmidt et al,* 2006), feeding of wheat treated with 2% liquid NaOH also increased the pH of rumen fluid, but differences between the treatments were not significant. *Lebzien at al* (1996) and *Miron et al* (1997) obtained similar data after treating wheat and sorghum with sodium-hydroxide. A slight increase of rumen fluid pH is especially favourable when high amounts of concentrate are fed for high-yielding dairy cows and fattening bulls.

Whole-seed maize treated with 1.5% NaOH at 1 kg per animal per day (experimental period 1) did not influence the ammonia concentration of rumen fluid significantly. At the same time, a dose of 2 kg per day (experimental period 2) decreased ammonia concentration in the rumen after feeding and statistically significant differences were found between rumen fluid samples 4 and 6 hours after feeding. Decreased ammonia in the rumen can be considered as a beneficial effect on high-yielding dairy cows, since it moderates NH_3-burdening of the liver and diminishes the urea content of blood, the latter having a positive effect on some reproduction parameters (*Bruckental et al,* 1996; *Kridli et al,* 2001; *Yang et al,* 2001). In our former trial, treatment of wheat grain with liquid 2% NaOH also resulted in a decrease of the ammonia content of rumen fluid (*Schmidt et al,* 2006). In contrast, *Lebzien et al* (1996) measured a higher ammonia concentration as the result of treatment of whole wheat seed with 3% NaOH. This could be caused by the moderation of microbial protein synthesis, although increase of crude protein in the duodenal tract was not demonstrated. Data in *Table 4.* show

that treatment with NaOH did not significantly influence the activity of rumen microbes after feeding.

The applied chemical treatments did not have any significant effect on the acetate content of rumen fluid. Similar results were generated when wheat grain was treated with 2% NaOH (*Schmidt et al,* 2006). In contrast to that, the propionate level of rumen fluid decreased before feeding in experimental period 2 (*Table 3.*), increased 2 hours after feeding and it decreased continuously after that (*Tables 4.* to *6.*). Right before and 4 hours after feeding, rumen fluid samples reflected significant differences (p<0.05%). *Demeterova and Vajda* (1998) reported similar effects following the treatment of wheat with NaOH. Ratio of C2:C3 increased when maize was treated both before and after feeding, what can be considered as a positive effect from the point of view of milk fat content of dairy cows. *Lebzien et al* (1996) also showed an increase of C2:C3 through the application of wheat treated with NaOH.

Table 3.

Effects of feeding of NaOH-treated whole-seed maize on some parameters of rumen fluid (Samples were taken before feeding)

Parameters (1)	Control period (2)	Experimentai period 1 (3)	Experimental period 2 (4)
Ph	6.89±0.11^{a}	6.99±0.07^{b}	7.02±0.10^{b}
NH_3, mmol/l	9.12±2.61^{a}	9.01±2.68^{a}	9.22±2.89^{a}
TVFA, mmol/l (5)	92.98±9.64^{a}	93.06±5.90^{a}	88.47±11.56^{a}
Acetate, mmol/l (6)	66.29±6.05^{a}	66.82±4.33^{a}	63.59±7.84^{a}
Propionate, mmol/l (7)	17.46±3.21^{a}	16.62±2.34^{a}	15.52±1.97^{b}
Acetate/Propionate (8)	3.79	4.02	4.09
i-butyrate, mmol/l (9)	0.36±0.08^{a}	0.40±0.08^{ab}	0.44±0.08^{b}
n-butyrate, mmol/l (10)	7.87±1.05^{a}	8.22±0.87^{a}	7.73±1.72^{a}
i-valeriate, mmol/l (11)	0.75±0.15^{a}	0.78±0.18^{ab}	0.90±0.24^{b}
n-valeriate, mmol/l (12)	0.23±0.07^{a}	0.20±0.02^{a}	0.27±0.14^{a}

a, b: Means with different superscript letters indicate significant differences (p<0.05) (13)

3. táblázat A NaOH-dal kezelt egész szemű kukorica etetésének hatása a bendőfolyadék néhány paraméterére (etetés előtt)
megnevezés (1); kontroll szakasz (2); kísérleti szakasz 1 (3); kísérleti szakasz 2 (4); összes illózsírsav (5); ecetsav (6); propionsav (7); ecetsav:propionsav arány (8); i-vajsav (9; n-vajsav (10); i-valeriánsav (11); n-valeriánsav (12); a, b: a vízszintes sorokon belül a különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól (p<0,05) (13)

In experimental period 2, i-butyrate content of rumen fluid samples taken before feeding increased significantly (p<0.05%) compared to the control period. In the samples obtained 4 and 6 hours after feeding, significantly higher i-butyrate levels were measured in the control and in the experimental period 2, compared to the experimental period 1. In contrast, the n-butyrate content of rumen fluid increased significantly (p<0.05%) 2 and 6 hours after feeding in the experimental period 1,

compared to the control and to the experimental period 2. Further increase of butyrate of rumen fluid is not favourable, since butyrate is metabolised into – hydroxi-butyrate, a ketotic substance, in the rumen wall and therefore it can lead to ketosis. Effects of treatment with NaOH on the increase of n-butyrate were recorded in our trials with wheat grain as well (*Schmidt et al,* 2006). Maize, treated with NaOH at 1 to 2 kg per animal per day did not significantly influence the i- and n-valeriate content of rumen fluid after feeding. However, i-butyrate and i-valeriate concentrations in rumen fluid increased significantly ($p<0.05\%$) before feeding in the experimental period 2 compared to control period.

Table 4.

Effects of feeding of NaOH-treated whole-seed maize on some parameters of rumen fluid (Samples were taken 2 hours after feeding)

Parameters (1)	Control period (2)	Experimental period 1 (3)	Experimental period 2 (4)
pH	6.29±0.22[a]	6.42±0.14[a]	6.54±0.11[b]
NH3, mmol/l	28.77±4.28[b]	24.79±3.43[a]	23.60±5.99[a]
KNO_2 reduction, 0.2 ml, min. (14)	3.00±0.00[a]	3.00±0.00[a]	3.00±0.00[a]
KNO_2 reduction, 0.5 ml, min. (15)	5.87±1.02[a]	5.50±0.89[a]	4.75±1.61[a]
KNO_2 reduction 0.7 ml, min. (16)	8.75±1.91[a]	7.87±1.82[a]	7.06±2.20[b]
TVFA[4], mmol/l (5)	106.32±16.47[a]	113.79±14.93[a]	105.14±16.68[a]
Acetate, mmol/l (6)	71.19±9.77[a]	76.49±9.94[a]	71.50±10.27[a]
Propionate, mmol/l (7)	22.35±5.35[a]	22.86±4.31[a]	20.58±3.73[a]
Acetate/Propionate (8)	3.18	3.34	3.47
i-butyrate, mmol/l (9)	0.48±0.09[a]	0.49±0.09[a]	0.50±0.14[a]
n-butyrate, mmol/l (10)	10.00±1.76[a]	11.49±1.48[b]	10.14±2.60[ab]
i-valeriate, mmol/l (11)	1.30±0.25[a]	1.36±0.20[a]	1.44±0.26[a]
n-valeriate, mmol/l (12)	0.98±0.32[a]	1.07±0.36[a]	0.96±0.56[a]

a, b: Means with different superscript letters indicate significant differences ($p<0.05$) (13)

4. táblázat A NaOH-dal kezelt egész szemű kukorica etetésének hatása a bendőfolyadék néhány paraméterére (etetés után 2 órával)
lásd 3. táblázat: 1–13, KNO_2 redukció 0,2 ml, perc (14); KNO_2 redukció 0,5 ml, perc (15); KNO_2 redukció 0,7 ml, perc (16)

Although, treatment with NaOH did not significantly influence total volatile fatty acid content of rumen fluid, lower values were measured in the experimental period 2. That can be in correlation with negative effects of the applied chemical treatment on propionate production in the rumen. *Miron et al* (1997) and *Demetrova and Vajda* (1998) also observed the decrease of total volatile fatty acid content of rumen fluid when NaOH-treated sorghum and wheat were fed.

Our data are in agreement with the results from experiments performed *in situ*, since treatments increase the quantity of bypass starch, and therefore less fermentable organic matters are available for rumen microbes. That mirrors the

Table 5.

Effects of feeding of NaOH-treated whole-seed maize on some parameters of rumen fluid (Samples were taken 4 hours after feeding)

Parameters (1)	Control period (2)	Experimental period 1 (3)	Experimental period 2 (4)
pH	6.22±0.20[a]	6.33±0.17[b]	6.53±0.15[b]
NH_3, mmol/l	13.97±3.65[a]	11.09±3.64[a]	10.17±5.54[b]
TVFA, mmol/l (5)	108.64±10.31[a]	113.95±14.31[a]	102.78±19.28[a]
Acetate, mmol/l (6)	73.79±5.66[a]	77.64±9.51[a]	71.19±12.51[a]
Propionate, mmol/l (7)	21.76±4.67[a]	22.44±4.26[a]	18.90±3.19[b]
Acetate/Proplonate (8)	3.39	3.45	3.76
i-butyrate, mmol/l (9)	0.53±0.08[b]	0.39±0.10[a]	0.52±0.13[b]
n-butyrate, mmol/l (10)	10.64±1.54[a]	11.49±1.54[a]	10.21±2.95[a]
i-valeriate, mmol/l (11)	1.09±0.19[a]	1.03±0.16[a]	1.16±0.36[a]
n-valeriate, mmol/l (12)	0.81±0.26[a]	0.94±0.25[a]	0.78±0.48[a]

a, b: Means with different superscript letters indicate significant differences ($p<0.05$) (13)

5. táblázat A NaOH-dal kezelt egész szemű kukorica etetésének hatása a bendőfolyadék néhány paraméterére (etetés után 4 órával)
lásd 3. táblázat: 1–13

Table 6.

Effects of feeding of NaOH-treated whole-seed maize on some parameters of rumen fluid (Samples were taken 6 hours after feeding)

Parameters (1)	Control period (2)	Experimental period 1 (3)	Experimental period 2 (4)
pH	6.39±0.17[a]	6.54±0.20[ab]	6.61±0.10[b]
NH_3, mmol/l	4.72±2.06[a]	4.50±1.39[a]	3.23±1.59[b]
TVFA, mmol/l (5)	106.37±8.97[a]	103.48±12.18[a]	99.40±9.94[a]
Acetate, mmol/l (6)	73.16±5.14[a]	71.60±8.27[a]	69.21±6.63[a]
Propionate, mmol/l (7)	20.50±3.56[a]	19.65±3.62[a]	18.22±1.47[a]
Acetate/Propionate (8)	3.56	3.64	3.79
i-butyrate, mmol/l (9)	0.51±0.16[b]	0.39±0.12[a]	0.51±0.13[b]
n-butyrate, mmol/l (10)	10.42±1.11[ab]	10.57±1.15[b]	9.93±2.28[a]
i-valeriate, mmol/l (11)	0.92±0.22[a]	0.82±0.23[a]	1.00±0.24[a]
n-valeriate, mmol/l (12)	0.57±0.24[a]	0.42±0.25[a]	0.51±0.31[a]

a, b: Means with different superscript letters Indicate significant differences ($p<0.05$) (13)

6. táblázat A NaOH-dal kezelt egész szemű kukorica etetésének hatása a bendőfolyadék néhány paraméterére (etetés után 6 órával)
lásd 3. táblázat: 1–13

well-documented effects of treatments with NaOH on rumen-degradability of starch in wheat (*Lebzien et al,* 1996; *Homolka et al,* 2001; *Phipps et al,* 2001), barley (*Ørskov and Greenhalgh,* 1977, *McNiven et al,* 1995) and oat (*Pauly et al,* 1992). In addition, we demonstrate that the feeding of untreated maize together with NaOH-treated maize (experimental period 1.) had a slightly positive impact on the rumen fermentation parameters recorded here.

CONCLUSIONS

Treatments of with 1.5% and 3% sodium-hydroxide significantly ($p<0.05\%$) decreased the weight loss and increased the quantity of bypass starch of whole seed maize *in situ* compared to the fine and coarse maize grains. No statistically significant differences were found between the efficiencies of these two doses, so we would recommend using a maximum concentration of 1.5% NaOH. Feeding of the ground maize and of the 1.5% NaOH-treated maize in a ratio of 50:50 had slightly positive effects on the rumen fermentation parameters recorded here.

In agreement with our *in situ* data, a decrease of the total volatile fatty acid content of rumen fluid and a significant ($p<0.05\%$) decrease of ratio of propionate were observed when NaOH-treated whole-seed maize was fed at 2 kg per animal per day. This study demonstrates the effect of sodium-hydroxide treatment *in vivo* on the decrease of rumen-degradability of starch, which has already been demonstrated for other cereals (wheat, barley, oat, sorghum). In further investigations it would be worthwhile evaluating the influence of the applied chemical treatment on the postruminal digestibility of starch and on the milk yield and other milk parameters of dairy cows.

REFERENCES

Anderson, G. D. – Berger, L. L. – Fahey, G. C. (1981): Alkali treatment of cereal grains. II. Digestion, ruminal measurements and feedlot performance. J. Anim. Sci., 52: 144–149.

Bruckental, I. – Tagari, H. – Arieli, A. – Zamwell, S. – Aharoni, Y. – Genizi, A. (1996): Effect of amount of undegradable crude protein in the diets of high-yielding dairy cows on energy balance and reproduction. J. Anim. Feed Sci., 5: 95–106.

Calliston, S. L. – Firkins, J. L. – Eastridge, M. L. – Hull, B. L. (2001): Site of nutrient digestion by dairy cows fed corn of different particle sizes or steam-rolled. J. Dairy Sci., 84: 1458–1467.

Campeneere, S. – Boever, J. L. – Brabander, D. L. (2006): Comparison of rolled, NaOH treated and ensiied wheat grain in dairy cattle diets. Livestock Sci., 99; 267–276.

Dehghan-Banadaky, M. – Amanlo, H. – Nikkhah, A. – Danesh-Mesgaran, M. – Emami, M.R. (2008): Rumen and post-abomasal disappearance in lactating cows of amino acids and other components of barley grain treated with sodium hydroxide, formaldehyde or urea. Anim. Feed Sci. Techn., 142: 306–316.

Demeterova, M. – Vajda V. (1998): The effect of chemically treated grains on ruminal fermentation. Czech. J. Anim. Sci., 43: 503–509.

Demeterova, M. – Vajda V. (2000): Effect of NaOH treated grain supplement on some variabies of intermediary metabolism, acid-base balance, and miik composition in dairy cows. Czech. J. Anim. Sci., 45: 25–31.

Dixon, R. M. – Nolan, J. V. (1982): Studies of the large intestine of sheep. 1. Fermentation and absorption in sections of the large intestine. Br. J. Nutr., 47: 289–300.

Fluharty, F. L. – Loerch, S. C. (1989): Chemical treatment of ground corn to limit ruminal starch digestion. Can. J. Anim. Sci., 69: 173–180.

Homolka, P. – Trinácty, J. – Vymetal, A. (2001): Nutrition value of alkali-treated wheat for ruminants. Paper presented at: Book of Abstracts of the 52nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Book of abstracts No.7, Budapest, Hungary, Paper 6: 129.

Horváth Z. (1979): Veterinary clinical laboratory examinations. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 125.

Jahn, B. E. – Cortes, B. K. – Borquez, L. F. – Venegas, F. P. – Gonzalez, S. C. (1999): *In situ* degradation of corn grain (*Zea mays*), barley (*Hordeum vulgare*) and sweet lupin (*Lupinus albus*) with different processing methods. Agr. Techn., 59: 96.

Keenan, P. (2007): [Internet] http://www.keenan.hu/2_keenan/keenan_lugkezelt/index.html/

Kridli, R. T. – Haddad, S. G. – Muwalla, M. M. (2001): The effect of feeding ruminally undegradable protein on postpartum reproduction of Awassi ewes. Asian-Austr. J. Anim. Sci., 14: 1125–1128.

Lebzien, P. – Daenicke, R. – Aulrich, K. (1996): Influence of NaOH-treated versus crushed wheat on the digestive processes in dairy cows. J. Anim. Phys. Anim. Nutr., 75: 96–104.

Lebzien, P. – Matthé, A. – Flachowsky, G. (2002): Importance of starch in the glucose supply of dairy cows. Takarmányozás., 5: 14–18.

Lykos, T. – Varga, G. A. – Casper, D. (1997): Varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: effects on ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production and composition in high producing Holstein cows. J. Dairy Sci., 80: 3341–3355.

Hungarian Feed Codex (2004) Budapest

McAllister, T. A. – Cheng, K. J. – Rode, L. M. – Buchanan-Smith, J. G. (1990): Use of formaldehyde to regulate digestion of barley starch. Can. J. Anim. Sci., 70: 581–589.

McNiven, M. A. – Weisbjerg, M. R. – Hvelplund, T. (1995): Influence of roasting or sodium hydroxide treatment of barley on digestion in lactating cows. J. Dairy Sci., 78: 1106–1115.

Miron, J. – Ben-Ghedalia, D. – Solomon, R. (1997): Digestibility by dairy cows of monosaccharide components in diets containing either ground sorghum or sorghum grain treated with sodium-hydroxide. J Dairy Sci., 80: 144–151.

Moe, P. W. – Tyrrell, H. F. (1977): Effects of feed intake and physical form on energy value of corn in timothy hay diets for lactating cows. J. Dairy Sci., 60: 752–758.

Nocek, J. – Tamminga, S. (1991): Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. J. Dairy Sci., 74: 3598–3629.

Offner, A. – Bach, A. – Sauvant, D. (2003): Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. Anim. Feed Sci. Techn., 106: 81–93.

Oldham, J. D. (1987): Towards a European Standard method for assessing protein degradability. Report of CEC-EAAP workshop. Brussels. 4.

Okine, E. K. – Kennelly, J. J. (1994): From fibre to starch: The evolution of the cow. Available from: http:// www.afns.ualberta.ca/courses/ansc472/dp472-5p.htm/

Ørskov, E. R. – Fraser, C. – McDonald, I. (1971): Digestion of concentrates in sheep. 3. Effects of rumen fermentation of barley and maize diets on protein digestion. Br. J. Nutr., 26: 477–486.

Ørskov, E.R. – Greenhalgh, J.F.D. (1977): Alkali treatment as a method of processing whole grain for cattle. J Agric Sci., 89: 253–255.

Pauly, T. – Sporndly, R. – Uden, P. (1992): Rumen degradability *in sacco* of physically and chemically treated oat and barley grain. J. Sci. Food Agric., 58: 465–473.

Phipps, R. H. – Sutton, J. D. – Humphries, D. J. – Jones, A. K. (2001): A comparison of the effects of cracked wheat and sodium hydroxide-treated wheat on food intake, milk production and rumen digestion in dairy cows given maize silage diets. Anim. Sci., 72: 585–594.

Reis, R. B. – San Emeterio, F. – Combs, D. K. – Satter, L. D. – Costa, H. N. (2001): Effects of corn particle size and source on performance of lactating cows fed direct-cut grass-legume forage. J. Dairy Sci., 84: 429–441.

Robinson, P. H. – Kennelly, J. .J. (1988): Influence of ammoniation of high moisture barley on *in situ* rumen degradation and influence on rumen fermentation in dairy cows. Can J. Anim. Sci., 68: 839–851.

Robinson, P. H. – Kennelly, J. J. (1989): Influence of high moisture barley on digestibility kinetics of rumen Ingesta turnover and milk production in dairy cows. Can. J. Anim. Sci., 69: 195–203.

Schmidt J. – Tóth T. – Fábián J. (2006): Rumen fermentation and starch degradation by Holstein steers fed sodium-hydroxide- or formaldehyde-treated wheat. Acta Vet. Acad. Sci. Hung., 54: 201–212.

Tománková, O. – Homolka, P. (2004): *In vitro* ruminal degradability of cereal grain starch. Czech. J. Anim. Sci., 49: 151–155.

Tóth T. – Schmidt J. (2003): Effect of variety and sodium-hydroxide treatment on ruminal starch degradability of corn and different cereal grains. Állattenyésztés és Takarmányozás., 52: 597–605.

Tóth T. – Schmidt J. (2004): Effect of different chemical treatments on ruminal starch degradability of corn and wheat. Acta. Agr. Óvár., 46: 177–185.

Tóth T. – Schmidt J. (2006): Effect of sodium-hydroxide treated ground wheat on the rumen fermentation and the ruminal and postruminal starch degradation. Állattenyésztés és Takarmányozás, 55: 553–566.

Yang, C. – Shen, Q. – Liu, Z. – Tian, S. (2001): Study on supplementary feeding for improving reproductive performance of Tan-yang sheep. J. Anim. Sci., 37: 39–40.

Yu, P. – Huber, J. T. – Santos, F. A. P. – Simas, J. M. – Theurer, C. B. (1998): Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. J. Dairy Sci., 81: 777–783.

Érkezett: *2011. április*

Szerzők címe: *Tóth T. – Beke K.*
Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Author's address: University of West Hungary, Facuity of Agricultural and Food Sciences
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
tamas.toth@adexgo.hu;

Cenkvári É.
Szent István Egyetem, Állatorvostudományi Kar
Szent István University, Faculty of Veterinary Science
H-1078 Budapest, István u. 2.
cenkvari.eva@aotk.szie.hu

HALOLAJ ALAPÚ VÉDETT ZSÍRKÉSZÍTMÉNY BENDŐBELI LEBOMLÁSÁNAK ÉS A TEHENEK TEJTERMELÉSÉRE ÉS A TEJ ÖSSZETÉTELÉRE GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

TÓTH TAMÁS – VISZKET ERNA – CSAVAJDA ÉVA – TANAI ATTILA – FÉBEL HEDVIG

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők 4, bendőkanüllel ellátott tinóval egy kereskedelmi forgalomban kapható hidrogénezett zsírkészítmény (Hidropalm, származás: Spanyolország, gyártó: Norel S.A.) és egy burkolásos technikával kifejlesztett omega-3 zsírkészítmény (7,7%, az abrakkeverék szárazanyagának %-ában, mindkét zsírkészítmény esetében) bendőbeli stabilitását és a bendőfermentáció néhány paraméterére gyakorolt hatását vizsgálták. Üzemi kísérlet keretében értékelték a naponta és állatonként 0,25 kg (a napi szárazanyag 1,3%-ában) mennyiségben etetett omega-3 zsírkészítmény tejtermelésre, a tej táplálóanyag tartalmára, illetve a tej zsírsav-összetételére gyakorolt hatását. Eredményeik alapján megállapították, hogy a hidrogénezett zsírkészítmény (Hidropalm) 80,1%, míg az omega-3 zsírkészítmény 62,5%-os bendőbeli stabilitással rendelkezik. A vizsgált zsírkészítmények közül az omega-3 zsírkészítmény az etetést követő 4. órában szignifikáns ($p<0,05$) mértékben növelte a bendőfolyadék propionsav koncentrációját. A bendőfolyadék i-vajsav koncentrációja az alkalmazott zsírkiegészítések hatására statisztikailag ($p<0,05$) igazolható mértékben csökkent. Az üzemi kísérletben kapott eredmények szerint az etetett omega-3 zsírkészítmény szignifikáns mértékben ($p<0,05$) csökkentette a termelt tej mennyiségét, illetve zsírtartalmát, míg a tejcukor tartalom szignifikáns ($p<0,05$) mértékben növekedett a kontroll csoporthoz képest. A kísérleti szakaszban a következő zsírsavak esetében mértek szignifikáns ($p<0,05$) mértékű növekedést: C20:0; c-C18:1; t-9 C18:1; C20:1, c9,t11 CLA, C20:5 (EPA); C22:2 és C22:5 (DPA).

SUMMARY

Tóth, T. – Viszket, E. – Csavajda, É. – Tanai, A. – Fébel, H.: EFFECT OF COATED FISH OIL ON RUMEN FERMENTATION, MILK PRODUCTION, MILK COMPOSITION AND FATTY ACID PROFILE OF MILK

A commercial hydrogenated fat supplement (Hidropalm, Norel S.A., Spain) and an omega-3 fat product developed by a special coating technology were tested in an experiment using 4 rumen canulated steers (7.7 of DM of the concentrate). Effective fat degradability (EFD) and the effect of the supplements on some parameters of ruminal fermentation were examined. In a farm trial the amount of 0.25 kg of omega-3 fat supplement (in 1.3% of DM) was fed to dairy cows. The hydrogenated fat supplement (Hidropalm) showed 80.1%, while the omega-3 product showed 62.5% EFD. Propionate concentration in the rumen fluid was increased significantly ($p<0.05$) by feeding the omega-3 supplement measured 4 hours after feeding. Concentration of i-butyrate in the rumen fluid reduced significantly ($p<0.05$) when the steers were fed omega-3 and hydrogenated fat supplements. Farm trial results showed that milk yield and fat content of milk were reduced significantly ($p<0.05$) due to the feeding of omega-3 fat supplement, while lactose content was significantly increased compared to the control period. Significant ($p<0.05$) increase of the following fatty acids were measured in the experimental period: C20:0; c-C18:1; t-9 C18:1; C20:1, c9,t11 CLA, C20:5 (EPA); C22:2 and C22:5 (DPA).

BEVEZETÉS

A tehéntej zsír kb. 70% telített (SFA), 25% egyszeresen telítetlen (MUFA) és 5% többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavat tartalmaz (*Grummer,* 1991). A legújabb humán táplálkozási ajánlásokhoz képest a szükségesnél kevesebb többszörösen telítetlen (PUFA) zsírsavat tartalmazó tejzsír miatt számos a tej zsírsav összetételének módosítására irányuló kísérletet végeztek tejelő tehenekkel. Ismert, hogy a tejzsír telítetlen zsírsav tartalma takarmányozás útján többféleképpen növelhető, pl.: olaj kiegészítéssel, full-fat magvakkal, védett (bypass) zsírokkal (*Brzoska és mtsai,* 1999; *Gulati és mtsai,* 2002; *Kitessa és mtsai,* 2004; *Komprda és mtsai,* 2005; *Monici és mtsai,* 2006; *Ribács és Schmidt,* 2006; *Roy és mtsai,* 2006; *Shingfield és mtsai,* 2006; *Egger és mtsai,* 2007; *Schmidt és mtsai,* 2007; *Várhegyi és mtsai,* 2007; *Kudrna és Maorunek,* 2008; *Osborne és mtsai,* 2008). Ugyanakkor a tej zsírsav-összetételének módosítására felhasznált zsírkészítmények befolyásolják a kérődző állatok bendőműködését és a bendőben keletkező illózsírsavak koncentrációját. Ezt igazolja az, hogy a legtöbb kísérletben az alkalmazott zsírkiegészítés csökkentette a bendőfolyadék ecetsavtartalmát, illetve növelte annak propionsav koncentrációját (*Sutton és mtsai,* 1975; *Doreau és Chilliard,* 1997; *Fievez és mtsai,* 2003; *Toral és mtsai,* 2009). A zsírkiegészítés során jelentkező tej zsírtartalom csökkenés *Christie* (1981) véleménye szerint ugyancsak az ecetsav koncentráció mérséklődésére vezethető vissza. Ugyanakkor *Hagemeister és Kaufmann* (1979) szerint a tej zsírtartalom csökkenés hátterében a telítetlen zsírsavak hidrogenálódásakor keletkező transz-izomerek vannak.

A rendelkezésre álló újabb irodalmi adatok szerint a tejelő tehenek takarmányadagjának halolaj kiegészítése, illetve más olaj- és zsírforrásokkal történő kombinált etetése negatívan befolyásolja a tejelő tehenek tejtermelését, továbbá a tej fontosabb táplálóanyag tartalmát (*Jones és mtsai,* 2000; *Keady és mtsai,* 2000; *Shingfield és mtsai,* 2006; *AbuGhazaleh és Holmes,* 2007; *Cruz-Hernandez és mtsai,* 2007; *Fatahnia és mtsai,* 2008; *Murphy és mtsai,* 2008; *Toral és mtsai,* 2010). Más szerzők ezzel ellentétes eredményeket kaptak (*Gonzalez és Bas,* 2002; *Kitessa és mtsai,* 2004).

A különböző halolaj- és egyéb zsír- vagy olajkiegészítések nemcsak a tej zsír- és fehérjetartalmát, de annak zsírsav-összetételét is jelentősen befolyásolhatják (*Jones és mtsai,* 2000; *Palmquist és Griinari,* 2006; *Shingfield és mtsai,* 2006; *AbuGhazaleh és Holmes,* 2007; *Cruz-Hernandez és mtsai,* 2007; *Fatahnia és mtsai,* 2008). *Osborne és mtsai* (2008) az ivóvízbe (2 g/l) és takarmányba (10 g/kg sz.a.) adagolt halolaj-kiegészítés hatását vizsgálták. Megállapították, hogy amikor a takarmányt halolajjal egészítették ki, a tejzsírban alacsonyabb volt a C7:0, C8:0, C9:0, C10:0, és a C12:0 zsírsavak mennyisége, szemben az ivóvíz halolajjal történő kiegészítésével. Ugyanakkor a t-12 18:1, t-13 18:1, t-14 18:1, t-16 18:1, t-9,t-11 18:1, illetve a t-10,t-12 CLA zsírsavak részaránya nőtt a takarmány halolajjal történő kiegészítésekor az ivóvíz kiegészítéshez képest.

Tekintettel arra, hogy védett halolaj alapú zsírkészítmény etetésére vonatkozóan nem áll rendelkezésre hazai adat, ezért kísérleti munkánk legfontosabb

célkitűzése egy ilyen típusú készítmény kifejlesztése volt. A modell- és üzemi vizsgálatok során az alábbi kérdéseket fogalmaztuk meg:

- Az előállított omega-3 zsírkészítménynek milyen a bendőbeli stabilitása?
- Hogyan befolyásolja a bendőben végbemenő fermentációt a kifejlesztett omega-3 zsírkészítmény alkalmazása?
- Milyen hatást gyakorol a zsírkészítmény etetése a tehenek termelésére, a tej zsír-, fehérje- és laktóztartalmára, továbbá a tejzsír zsírsavösszetételére?

ANYAG ÉS MÓDSZER

In situ vizsgálatok

A kifejlesztett omega-3 zsírkészítmény (gyártó: Adexgo Kft., Magyarország) és a kereskedelmi forgalmú hidrogénezett zsír (Hidropalm, Norel S.A., Spanyolország) nyerszsír-tartalmának bendőbeli lebonthatóságát 4 db, kb. 600 kg élősúlyú holstein-fríz tinóval, az *in situ* módszer segítségével vizsgáltuk. A vizsgálathoz felhasznált zsákocskák 40 mikron lyukbőségű Scrynel műanyag szövetből készültek, méretük 12×6 cm volt. A zsákocskák száma 5 volt. Minden egyes zsákocskában 2 g anyagot mértünk be, így az 1 cm^2 zsákocska felületére jutó vizsgálandó anyag 13,9 mg volt. A vizsgálat során 0, 2, 4, 8, 16, 24 és 48 órás inkubációs időket alkalmaztunk. A kísérletet 3 ismétlésben végeztük el. A kísérleti állatok az *1. táblázatban* közölt, kontroll szakaszra vonatkozó takarmányadagot fogyasztották a vizsgálat során. A zsírkészítmények (omega-3 zsírkészítmény, Hidropalm) aktuális bendőbeli stabilitását a mért szárazanyag és zsír veszteségek alapján, *Kristensen és mtsai* (1982) összefüggésével számítottuk ki. A számítás során azt feltételeztük, hogy a bendőtartalomnak 8%-a hagyja el a bendőt óránként (k_r = 8%).

Bendőfermentációra vonatkozó kísérletek

A kísérletet – az *in situ* vizsgálathoz hasonlóan – 4 db bendőkanüllel ellátott holstein-fríz tinóval végeztük el. A kísérletben etetett takarmányadagokat és azok számított táplálóanyag-tartalmát az *1. táblázatban*, míg az omega-3 zsírkészítmény és a hidrogénezett zsírkészítmény (Hidropalm) vizsgált zsírsavösszetételét a *2. táblázatban* foglaltuk össze.

A vizsgált zsírkészítményeket két ismétlésben teszteltük. A kontroll szakaszban az állatok nem részesültek külön zsírkiegészítésben, ugyanakkor az 1. kísérleti szakaszban naponta és állatonként 0,25 kg omega-3 zsírkészítményt, majd a 2. kísérleti szakaszban ugyanilyen mennyiségű hidrogénezett zsírkészítményt (Hidropalm) etettünk az állatokkal. Ez kb. 2,3% nyerszsír-bevitelt jelentett a szárazanyag %-ában mindkét kísérleti szakaszban. A 10 napos előetetési szakaszt követő 5 napos vizsgálati szakaszban az állatoktól naponta 1 alkalommal (4 órával a reggeli etetést követően) a bendőkanülön át bendőfolyadék mintát vettünk, amelynek a következő paramétereit határoztuk meg: pH, NH_3- és illózsírsav (ecetsav, propionsav, vajsav stb.) tartalom.

1. táblázat

A kontroll- és kísérleti szakaszokban etetett takarmányadagok összetétele és számított táplálóanyag-tartalma

Megnevezés (1)	Kontroll szakasz (2)	Kísérleti szakasz 1 (omega-3 zsírkészítmény) (3)	Kísérleti szakasz 2 (Hidropalm) (4)
	kg/állat/nap (5)		
Kukoricaszilázs (6)	10	10	10
Fűszalma (7)	3	3	3
Búzaszalma(8)	2	2	2
Abrak (9)	3	3,25	3,25
Az abrak összetétele % (10)			
Kukoricadara (11)	89,0	82,14	82,14
Extrahált napraforgódara (12)	8,0	7,40	7,40
Hidrogénezett zsír (13)	–	–	7,70
Omega-3 zsírkészítmény (14)	–	7,70	–
Egységes premix (%)*, (15)	0,50	0,46	0,46
Só (16)	1,00	0,92	0,92
Mész (17)	1,50	1,38	1,38
Összesen (18)	100,00	100,00	100,00
Számított táplálóérték (19)			
Szárazanyag (kg) (20)	10,70	10,9	11,0
Nyersfehérje (g) (21)	1041	1044	1041
Nyersrost (g) (22)	2580	2590	2580
Nyerszsír (g) (23)	331	466	576,3
MFE (g) (24)	867	869	867
MFN (g) (25)	658	659	659
NEm (MJ/kg szárazanyag) (26)	6,01	6,20	6,44
NEg (MJ/kg szárazanyag) (27)	3,53	3,69	3,88
Ca (g)	50,8	50,4	50,4
P (g)	25,3	25,3	25,3

*gyártja (producer): Agribrands Europe Hungary Zrt. (Magyarország, Budaörs)

Table 1. Composition and nutrient content of the control and experimental diets
parameter (1); control period (2); experimental period 1 (omega-3 product) (3); experimental period 2 (Hidropalm) (4); kg/animal/day (5); maize silage (6); grass straw (7); wheat straw (8); concentrate (9); composition of concentrate (10); maize grain (11); extracted sunflower meal (12); hydrogenated fat (13); omega-3 fat product (14); premix (15); salt (16); limestone (17); total (18); calculated nutrient content of daily ration (19); dry matter (20); crude protein (21); crude fiber (22); crude fat (23); MPE (24); MPN (25); NEm (MJ/kg dry matter) (26); NEg (MJ/kg dry matter) (27)

2. táblázat

Az omega-3 zsírkészítmény és a Hidropalm (hidrogénezett zsírkészítmény) vizsgált zsírsavösszetétele (g zsírsav/100 g zsír)

Zsírsav (1)	Omega-3 zsírkészítmény (2)	Hidropalm	Zsírsav (1)	Omega-3 zsírkészítmény (2)	Hidropalm
C8:0	–	0,02	C24:1	0,12	–
C10:0	0,02	0,02	MUFA	22,02	0,18
C12:0	0,15	0,22	C18:2 (n-6)	5,81	–
C13:0	0,01	–	C18:2 (n-6 t)	0,02	–
C14:0	3,42	1,16	C18:3 (n-3)	9,04	–
C15:0	0,21	0,05	C18:3 (n-6)	0,09	–
C16:0	23,55	45,69	C20:2 (c11, t14)	0,04	–
C17:0	0,26	0,13	C20:3 (n-3)	0,10	–
C18:0	17,40	47,95	C20:3 (n-6)	0,09	–
C20:0	–	0,42	C20:4 (n-6)	0,45	–
C22:0	0,10	0,05	C20:5 (n-3)	7,77	–
SFA	45,12	95,71	C22:2 (n-6)	0,02	0,01
C14:1	0,02	–	C22:4 (n-6)	0,04	–
C16:1	3,30	–	C22:5 (n-3)	0,90	–
C17:1	0,07	–	C22:6 (n-3)	3,02	–
9t-C18:1	0,23	–	PUFA	27,39	0,01
C18:1	9,84	0,16	UFA	49,41	0,19
c-C18:1	1,45	–	Egyéb zsírsav (3)	5,47	4,1
C20:1	6,99	–	∑n6	6,52	0,01
C22:1	–	0,02	∑n3	20,83	–

Table 2. Fatty acid profile of omega-3 fat supplement and Hidropalm (g fatty acid/100 g fat)
fatty acid (1); omega-3 fat product (2); not identified fatty acids (3)

Üzemi etetési kísérlet

A kifejlesztett omega-3 zsírkiegészítő (0,25 kg/állat/nap, a napi szárazanyag 1,3%-ában) etetésének a tehenek tejtermelésére, továbbá a tej összetételére és a tejjel naponta termelt táplálóanyagok mennyiségére gyakorolt hatását egy bevezető üzemi kísérletben is vizsgáltuk a Solum ZRt. komáromi tehenészeti telepén. A kísérletbe 25 db, többször ellett tehenet vontunk be, amelyek döntően a 2–3. laktációjukat teljesítették, és a laktáció harmadik szakaszában voltak (átlagos napi tejtermelésük a kísérletet megelőző 2 hétben: 18,69±*2,8* kg volt). A vizsgálat kontroll és kísérleti szakaszból állt. A 3 hónapig tartó etetési kísérletben végig ugyanazt a 25 db tehenet teszteltük. A kontroll szakasz egy 2 hetes előetetési és egy 4 hetes vizsgálati szakaszból állt. Ezt követően újabb 2 hét előetetés követ-

kezett, melynek során fokozatosan hozzászoktattuk a teheneket a napi 0,25 kg-ban alkalmazott omega-3 zsírkészítményhez. Az üzemi kísérlet során etetett takarmányadagokat és azok táplálóanyag-tartalmát a *3. táblázat* foglalja össze. Tekintettel arra, hogy a 0,25 kg dózisban alkalmazott omega-3 zsírkészítményt nem lehetett megfelelő biztonsággal közvetlenül használni a mérleggel ellátott takarmánykeverő-kiosztó kocsiban, ezért az adagban szereplő kukoricadara segítségével egy előkeveréket készítettünk. A kísérleti szakasz szintén 4 hétig tartott.

3. táblázat

Az üzemi kísérlet során a tejtermelő tehenekkel etetett takarmányadag összetétele és táplálóanyag-tartalma

Alapanyag, illetve táplálóanyag (1)	Kontroll szakasz (2)	Kísérleti szakasz (3)
	kg/tehén/nap (4)	
Kukoricaszilázs (5)	20,0	20,0
Lucernaszenázs (6)	8,5	8,5
Réti széna (7)	3,5	3,5
Kukoricadara (8)	1,5	1,5
Extrahált napraforgódara (II.o.) (9)	1,0	1,0
Cukor Pack* (10)	0,5	0,5
Premix (233-450)**	0,2	0,2
Omega-3 zsírkészítmény*** (11)	–	0,25
Összesen (kg) (12)	35,20	35,45
A napi adag táplálóanyag-tartalma (13)		
Szárazanyag (kg) (14)	17,9	18,1
Nyersfehérje (g) (15)	2327	2330
MFE (g)	1464	1465
MFN (g)	1402	1403
Nyersrost (g) (16)	3670	3680
NEI (MJ)	106,3	109,8
Ca (g)	213	213
P (g)	84	84
Nyerszsír (g) (17)	428	581
RDP (g)	1522	1524
UDP (g)	764	765
NDF (g)	7780	7780
ADF (g)	4027	4027

Table 3. Composition and nutrient content of the diet

feedstuffs and/or nutrient (1); control period (2); experimental period (3); kg/cow/day (4); maize silage (5); alfalfa haylage (6); grass hay (7); maize grain (8); extracted sunflower meal (9); "Cukor Pack" (liquid molasses) (10); omega-3 fat product (11); total (12); nutrient content of daily ration (13); dry matter (14); crude protein (15); crude fiber (16); crude fat (17)

A *Solum Zrt.* telepén a teheneket naponta kétszer fejik. A tehenészetben számítógéppel összekapcsolt fejési rendszer működik, így az állatok egyedi tejtermelését a kísérlet minden napján fejésenként rögzíteni tudtuk. A tej összetételét az este fejt tejből hetente egy alkalommal egyedileg állapítottuk meg. Az egyedi tejminták mellett, a kontroll és a kísérleti szakasz során mintavételi alkalmanként, 2 db elegytej mintát is gyűjtöttünk, melyek zsírsavösszetételét (n=16/zsírsav/szakasz) gázkromatográffal vizsgáltuk.

Kémiai vizsgálatok

A kísérletek során etetett takarmányok szárazanyag, nyersfehérje, nyerszsír, nyersrost és nyershamu tartalmát, továbbá zsírsavösszetételét a *Magyar Takarmánykódexben* (2004) javasolt módszerekkel állapítottuk meg. A bendőfolyadék minták pH értékét OP-211/1 típusú elektromos pH mérővel, NH_3-tartalmát pedig OP-264/2 típusú ammóniaérzékeny elektróddal vizsgáltuk. A bendőfolyadék illózsírsav tartalmát *Biotronik* (Wissenschaftliche Geräte GmbH, Németország) típusú folyadékkromatográffal határoztuk meg. A tejzsír-, fehérje-, laktóz-, szárazanyag- és zsírmentes szárazanyag-tartalom meghatározását a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. (Mosonmagyaróvár) végezte el, *Milkoscan FT 120* (Foss Electric, Dánia) típusú berendezéssel. A takarmányok és a tejminták zsírsavösszetételét *Agilent Technologies 6890N* (HP, USA) típusú gázkromatográffal határoztuk meg.

Statisztika

A kísérleti eredmények statisztikai értékelését *(Kolmogorov-Smirnov teszt; t-próba, egytényezős varianciaanalízis, Kruskal-Wallis teszt, Mann-Whitney teszt)* az *SPSS 15.0. for Windows* program (*SPSS Inc.*, Chicago, USA) segítségével végeztük el. A statisztikai vizsgálatban az Adware Research Kft. (Balatonfüred) munkatársai nyújtottak segítséget.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

In situ vizsgálatok

Az elvégzett vizsgálat alapján a hidrogénezett zsírkészítmény (Hidropalm) bendőbeli stabilitása 80,1%, míg az bypass omega-3 zsírkészítmény bendőbeli stabilitása 62,5% volt. *Kitessa és mtsai* (2003) *in vitro* vizsgálatában, a kazein-formaldehid alapú védett halolaj készítmény bendőbeli stabilitása 82% volt. *Schmidt* és *mtsai* (2000) vizsgálatában az általuk fejlesztett Ca-szappan alapú védett zsírkészítmény 71,5%-os stabilitással rendelkezett. Az ebben a témában végzett korábbi hazai vizsgálatok eredményei (*Ribács és Schmidt,* 2006) azt mutatták, hogy a nagy telítetlen zsírsavhányadú Ca-szappanok bendőbeli stabilitásának *in situ* eljárással történő vizsgálatakor a szappan disszociációjából származó zsírsavak egy része bizonyos esetekben nem kerül ki a zsákocskákból, hanem a telítetlen zsírsavak – melyek a bendő hőmérsékletén olajszerű folyadékok – a zsá-

kocskák belső felületére rátapadva eltömik annak pórusait. Ezek a zsírsavak, mivel vízben nem oldódnak, az inkubációt követő többszöri vizes átmosással sem távolíthatók el a zsákocskákból. Ebből következik, hogy az *in situ* vizsgálati módszer a több telítetlen zsírsavat tartalmazó Ca-szappanok bendőbeli stabilitásának megállapítására nem minden esetben alkalmas. Kísérletünkben egy burkolásos technikával előállított zsírkészítményt értékeltünk. A Hidropalmhoz viszonyítva kedvezőtlenebb bendőstabilitási eredményt kaptunk, aminek fő oka valószínűleg a készítmény nem tökéletes burkolása, illetve annak jelentős telítetlen zsírsavhányada lehetett.

Bendőfermentációra vonatkozó kísérletek

A bendőfermentációs vizsgálat során kapott adatokat a *4. táblázatban* foglaltuk össze. Az etetést követő 4. órában vett minták esetében a bendőfolyadék pH-értékét mindkét zsírkészítmény, míg annak ecetsav koncentrációját csak az omega-3 zsírkészítmény csökkentette szignifikáns mértékben a kontroll szakaszhoz viszonyítva. Ezen kívül az omega-3 zsírkészítmény szignifikánsan megnövelte a propionsav koncentrációt is (kontroll: 18,05 mmol/l *vs.* omega-3 zsírkészítmény: 21,43 mmol/l). A kontroll szakaszhoz képest a bendőfolyadék összes illózsírsav koncentrációja (TVFA) nem változott szignifikáns mértékben a kísérleti szakaszokban. Ugyanakkor az alkalmazott zsírkiegészítések közül a több telítetlen zsírsavat tartalmazó készítmény jelentősebben, a Hidropalm kisebb mértékben szűkítette az ecetsav:propionsav (C2:C3) arányt.

A bendőfolyadék illózsírsav koncentrációjának egyes zsírforrások etetését követő csökkenése alapvetően két okra vezethető vissza. Az egyik ezek közül a mikrobiális aktivitás mérséklődése, ami annak a káros hatásnak a következménye, amit a zsírok a mikrobák sejtmembránjára gyakorolnak (*Ikwuegbu és Sutton*, 1982). Az illózsírsav-tartalom csökkenésének másik oka, hogy a zsírok – főleg ha azok sok telítetlen zsírsavat tartalmaznak – vékony, filmszerű réteggel vonják be a takarmányrészecskéket a bendőben. Ez a mechanizmus akadályozza, hogy a mikrobiális enzimek lebonthassák a takarmány táplálóanyagait (*Devendra és Lewis*, 1974; *Rohr és mtsai*, 1978; *Oslage*, 1984). Elsősorban a nyersrost bendőbeli lebomlása mérséklődik e hatás következtében (*Magdus*, 1991; *Várhegyiné és Várhegyi*, 1992).

A különböző részarányú halolaj (300-400 g/nap) etetés hatására történő propionsav koncentráció növekedést számos vizsgálatban megerősítették (*Nicholson és Sutton*, 1971; *Brumby és mtsai*, 1972; *Sutton és mtsai*, 1975; *Doreau és Chilliard*, 1997; *Keady és Mayne*, 1999; *Fievez és mtsai*, 2003). Ennek feltehetően az lehet az oka, hogy a propionsavat termelő baktériumok kevésbé érzékenyek a telítetlen zsírsavak negatív hatásaira, mint az ecetsavtermelők (*White és mtsai*, 1958; *Henderson*, 1973).

A rendelkezésre álló irodalmi adatok – saját eredményeinkkel egyezően – azt mutatják, hogy a halolaj kiegészítés hatására a propionsav növekedésével párhuzamosan csökken a bendőfolyadék ecetsav koncentrációja (*Keady és Mayne*, 1999; *Fievez és mtsai*, 2003; *Toral és mtsai*, 2009), miközben az ecetsav: propionsav arány szűkül (*Keady és Mayne*, 1999).

4. táblázat

A vizsgált zsírkészítmények etetésének hatása a bendőfolyadék néhány paraméterére (mintavétel etetés után 4 órával)

Megnevezés (1)	Kontroll szakasz (2)	Kísérleti szakasz 1+ (3)	Kísérleti szakasz 2++ (4)
pH	6,45±0,16[a]	6,30±0,17[b]	6,24±0,54[b]
NH_3, mmol/l	4,64±2,34[a]	3,14±1,33[a]	5,11±2,24[a]
Összes illózsírsav, mmol/l (5)	110,94±13,83[a]	108,11±10,49[a]	111,69±19,44[a]
Ecetsav, mmol/l (6)	78,78±10,48[a]	72,37±9,22[b]	78,42±14,10[ab]
Propionsav, mmol/l (7)	18,05±2,31[b]	21,43±4,50[a]	19,02±3,58[ab]
Ecetsav/Propionsav (8)	4,36	3,37	4,12
izo-vajsav, mmol/l (9)	0,54±0,16[a]	0,40±0,11[b]	0,42±0,19[b]
n-vajsav, mmol/l (10)	11,77±2,05[a]	11,96±1,60[a]	11,95±2,11[a]
izo-valeriánsav, mmol/l (11)	1,04±0,23[a]	1,21±0,26[a]	1,18±0,31[a]
n-valeriánsav, mmol/l (12)	0,72±0,17[a]	0,73±0,22[a]	0,68±0,27[a]

[a, b]: A vízszintes sorokon belül a különböző betűvel jelölt értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ($p<0,05$)
[a, b]: different superscripts within a row indicate significant differences ($p<0.05$)
+omega-3 zsírkészítmény (omega-3 fat supplement); ++ hidrogénezett zsírkészítmény (hydrogenated fat supplement) (Hidropalm)

Table 4. Effects of examined fat sources on some parameters of rumen fluid (samples were taken 4 hours after feeding).
parameters (1); control period (2); experimental period 1 (3); experimental period 2 (4); total volatile fatty acids (TVFA) (5); acetate (6); propionate (7); acetate/propionate (8); i-butyrate (9); n-butyrate (10); i-valeriate (11); n-valeriate (12)

Üzemi etetési kísérlet

Annak eldöntésére, hogy a kifejlesztett zsírkészítmény hogyan befolyásolja a tehenek tejtermelését, a tej beltartalmát, továbbá a tejzsír zsírsav-összetételét, egy bevezető üzemi kísérletet végeztünk. A napi átlagos tejtermelést, illetve a termelt tej táplálóanyag-tartalmát az *5. táblázatban* foglaltuk össze.

Adatainkból látható, hogy a kísérleti szakaszban a kontroll szakaszhoz viszonyítva szignifikáns mértékben csökkent a termelt tej (kg/nap) mennyisége (17,00±2,06 *vs.* 18,04±2,19, az előző sorrendben). Adatainkkal egyezően *Rego és mtsai* (2005) szintén a tejtermelés szignifikáns mértékű csökkenését tapasztalták halolajkiegészítés hatására. Ezzel ellentétben *Fatahnia és mtsai* (2008), továbbá *Gonzalez és Bas* (2002) vizsgálatában a tejtermelés növekedett a 3%, illetve 6% halolajkiegészítést követően. Egyes irodalmi adatok viszont azt jelzik, hogy a halolaj alkalmazása nem befolyásolja szignifikáns mértékben a tehenek tejtermelését (*Spain és Polan* 1995; *Mattos és mtsai,* 2002). Az általunk kapott eredmény egyik oka az lehet, hogy mivel a kísérletet ugyanazokkal a tehenekkel végeztük el és az állatok a laktáció későbbi szakaszában voltak, így a termelés csökkenése természetesnek tekinthető. Ismert az is, hogy a laktációs stádium mellett a termelési szint ugyancsak befolyásolja a zsírkiegészítés tejtermelésre gyakorolt hatását. Pozitív eredményre elsősorban a nagy tejtermelésű, laktáció elején lévő tehenek esetében számíthatunk (*Neményi,* 2002).

5. táblázat

A tejtermelés és a tej összetételének változása az omega-3 zsírkiegészítés hatására

	Kontroll (1)	Kísérleti (2)
	szakasz (3)	
Tejtermelés (kg/nap) (4)	18,04±2,19	17,00±2,06*
A tej összetétele, % (5)		
Tejzsír (%) (6)	5,26±0,50	4,81±0,51***
Tejfehérje (%) (7)	3,65±0,24	3,62±0,23 NS
Tejcukor (%) (8)	4,34±0,36	4,53±0,24*
Szárazanyag (%) (9)	13,94±0,87	13,58±0,77 NS

Table 5. The effect of omega-3 fat supplement on daily milk production and milk composition
control (1); experimental (2); period (3); milk yield (4); composition of milk (5); fat (6); protein (7); lactose (8); dry matter (9); not significant (10)

Az adatokból látható, hogy az etetett zsírkészítmény szignifikáns (p<0,01) mértékben csökkentette a termelt tej zsírtartalmát, miközben a tejcukor tartalom statisztikailag igazolhatóan (p<0,05) nőtt. *Keady és mtsai* (2000) vizsgálatában a tejzsír 15 g/kg-mal csökkent a halolaj etetésének hatására (450 g/nap/állat). *Shingfield és mtsai* (2006) vizsgálatában a tejzsír ugyancsak csökkent a halolaj és napraforgóolaj kombinált etetésekor (32,6 g/kg) a kontroll csoport értékéhez viszonyítva (47,7 g/kg). Ehhez hasonlóan a takarmányadag halolajjal történő kiegészítésekor más szerzők is tejzsír csökkenésről számolnak be (*Cant és mtsai,* 1997; *Chilliard és Doreau,* 1997; *Fatahnia és mtsai,* 2008). Ezzel ellentétben *Gonzalez és Bas* (2002) nem tapasztalták a tejzsír statisztikailag igazolható mértékű változását halolaj etetésekor.

A rendelkezésre álló irodalomban több magyarázat is található arra vonatkozóan, hogy mi okozhatja a tej zsírtartalmának csökkenését a különböző zsírforrások etetését követően. *Hagemeister és Kauffmann* (1979) a telítetlen zsírsavak hidrogenálódásakor keletkező transz-izomerek hatásával magyarázzák ezt a jelenséget. *Christie* (1981) véleménye szerint a tej zsírtartalmának negatív irányú változása a korábban már említett bendőbeli ecetsav részarány csökkenésére vezethető vissza. *Kirchgessner és Kaufmann* (1986) a tőgyben végbemenő *de novo* szintézis mérséklődésére vezetik vissza a tej zsírtartalmának csökkenését. *Chilliard és mtsai* (2001) a halolajban található C20:5 zsírsavnak (EPA) speciális, tejzsírszekréciót csökkentő hatást tulajdonítanak. *Baumgard és mtsai* (2001), valamint *Peterson és mtsai* (2002) szerint a t10,c12-C18:2 típusú konjugált linolsav (CLA) ugyanilyen hatással bír.

A kísérleti szakaszban, az alkalmazott omega-3 zsírkészítmény etetésének hatására a tejcukor tartalom szignifikáns mértékű (p<0,05) növekedését tapasztaltuk a kontrolihoz képest (4,53% *vs.* 4,34%, az előző sorrendben). Adatainkkal egyezően *Murphy és mtsai* (2008) vizsgálatában mind a napi tejjel termelt tejcukor mennyisége (1001 g/nap *vs.* 1142 g/nap), mind pedig a tejcukor koncentráció (45,5 g/kg *vs.* 46,8 g/kg) szignifikánsan nőtt a naponta és állatonként etetett 105 g-os halolaj kiegészítést következtében. Ugyanakkor más szerzők adatai azt iga-

zolják, hogy a tejcukor %-os részaránya nem változik szignifikáns mértékben a halolaj alkalmazását követően (*Ramaswamy és mtsai*, 2001).

Eredményeink szerint a halolaj kiegészítés hatására a szárazanyag és fehérje tartalom nem változott szignifikáns mértékben. A tejfehérjére vonatkozóan hasonló eredményről számol be *Gonzalez és Bas* (2002) is. *Rego* és *mtsai* (2005) kísérletében azonban az alkalmazott halolaj csökkentette a tejfehérje koncentrációt. *Murphy* és *mtsai* (2008) kísérletében a tejfehérje % csökkenése ellenére a napi tejjel termelt fehérje mennyisége nőtt az etetett halolaj hatására. *Ramaswamy és mtsai* (2001) vizsgálatában a tejfehérje nem változott, viszont a tej szárazanyag tartalma a 2% halolaj etetésekor statisztikailag is igazolhatóan csökkent.

A tejben található táplálóanyagok mennyiségét a *6. táblázatban* foglaltuk össze. Az adatokból látható, hogy az omega-3 zsírkészítmény alkalmazása csökkentette a tejjel termelt táplálóanyagok mennyiségét, aminek a fő oka a csökkent tejtermelés és a tejzsír koncentráció visszaesése volt. A közölt adatoknál azonban figyelembe kell venni azt a tényt is, hogy a tehenek a laktációs stádiumban előrehaladtak, ami a kapott eredmény egyik oka lehet. A vizsgálat folytatásában célszerű lenne azonos laktációs stádiumban lévő állatokkal is megismételni a kísérletet.

6. táblázat

A tejjel termelt táplálóanyagok mennyisége

	Kontroll (1)	Kísérleti (2)
	szakasz (3)	
Tejzsír (g/nap) (4)	949	818
Tejfehérje (g/nap) (5)	658	615
Tejcukor (g/nap) (6)	783	770
Szárazanyag (g/nap) (7)	2515	2309
Zsírmentes szárazanyag (g/nap) (8)	1566	1491

Table 6. Quantity of the milk nutrients
control (1); experimental (2); period (3); fat (4); protein (5); lactose (6); dry matter (8); non-fat milk solids (8)

A kifejlesztett omega-3 zsírkészítménynek a tejzsír zsírsav-összetételére gyakorolt hatását a *7. táblázat* foglalja össze. Kísérletünkben a telített (SFA) zsírsavak tekintetében – az arachidsav (C20:0) kivételével – nem tapasztaltunk szignifikáns mértékű különbséget a kontroll és a kísérleti szakasz adatai között (64,46% *vs.* 62,75%, sorrendben). *Kitessa és mtsai* (2003) juhokkal végzett kísérletében az SFA zsírsavak részaránya a halolajkiegészítés hatására sem változott szignifikáns mértékben. Ezzel ellentétben *Ramaswamy és mtsai* (2001) vizsgálatában a telített zsírsavak részaránya szignifikánsan csökkent a 2% halolaj etetést követően (60,94 g/100 g zsírsav *vs.* 69,59 g/100 g zsírsav). Hasonló eredményt kaptak *Kitessa* és *mtsai* (2004) és *Rego* és *mtsai* (2005) is.

7. táblázat

Az omega-3 zsírkészítmény (kísérleti szakasz) etetésének hatása a tej zsírsavösszetételére (g zsírsav/100 g zsír)

Zsírsav (1)	Kontroll szakasz (2)	Kísérleti szakasz (3)
C8:0	1,05±0,07	1,02±0,04
C10:0	2,89±0,30	2,61±0,11
C11:0	0,35±0,03	0,34±0,04
C12:0	3,65±0,34	3,30±0,13
C13:0	0,22±0,03	0,20±0,01
C14:0	11,94±0,57	11,69±0,21
C15:0	1,23±0,73	1,22±0,04
C16:0	32,46±1,16	31,72±0,31
C17:0	0,76±0,03	0,74±0,03
C18:0	9,73±0,48	9,56±0,23
C20:0	0,15^{b}±0,01	0,31^{a}±0,01
C21:0	0,03±0,00	0,04±0,01
SFA	64,46±2,11	62,75±0,42
C14:1	1,16±0,07	1,16±0,06
C16:1	2,47±0,17	2,43±0,06
C17:1	0,25±0,03	0,26±0,01
C18:1	22,95±1,71	22,79±0,50
c-C18:1	0,55^{b}±0,11	0,72^{a}±0,03
9t-C18:1	1,14^{b}±0,25	1,84^{a}±0,21
C20:1	0,12^{b}±0,01	0,31^{a}±0,03
MUFA	28,64±1,92	29,51±0,42
C18:2 (n-6)	2,28±0,15	2,17±0,13
CLA (c9, t11)	0,43^{b}±0,05	0,61^{a}±0,04
C18:3 (n-3)	0,38^{b}±0,05	0,44^{a}±0,03
C18:3 (n-6)	0,03±0,00	0,02±0,00
C20:2 (n-6)	0,04±0,00	0,04±0,00
C20:3 (n-6)	0,13±0,01	0,12±0,01
C20:4 (n-6)	0,21±0,01	0,19±0,01
C20:5 (n-3)	0,03^{b}±0,00	0,04^{a}±0,00
C22:2 (n-6)	0,02^{b}±0,01	0,04^{a}±0,00
C22:4 (n-6)	0,05±0,00	0,04±0,00
C22:5 (n-3)	0,06^{b}±0,01	0,08^{a}±0,00
PUFA	3,66±0,23	3,79±0,13
UFA	32,30	33,30
Egyéb zsírsav (4)	3,24±0,25	3,95±0,22
n6	2,76	2,62
n3	0,47	0,56
n-6/n-3 arány	5,87	4,68

^{a,b}: $p<0,05$

Table 7. Effect of feeding omega-3 fat product (experimental period) on fatty acid profile of milk (g fatty acid/100 g fat)

fatty acid (1); control period (2); experimental period (3); not identified fatty acids (4)

Saját adatainkkal egyezően a C20:0 zsírsav részarányának növekedését állapították meg *Loor és mtsai* (2005a), abban az esetben, ha a halolajkészítményt (276 g/nap) közvetlenül az állatok bendőjébe juttatták. Az említett zsírsav szignifikáns mértékű növekedését tapasztalták 3, illetve 4,5% halolajkiegészítés esetén is (*Mozzon* és *mtsai*, 2002).

Kísérletünkben az egyszeresen telítetlen zsírsavak (MUFA) közül a vakcénsav (c-C18:1), az elaidinsav (9t-C18:1) és az eikozénsav (C20:1) mennyisége statisztikailag igazolható mértékben nőtt a kísérleti szakaszban a kontrollhoz képest. Adatainkkal egyezően *Ramaswamy és mtsai* (2001) vizsgálatában a kontroll szakaszhoz képest a 2% halolaj kiegészítést követően a c-C18:1 zsírsav mennyisége csaknem a duplájára nőtt (0,58 g/100 g zsírsav *vs.* 1,15 g/100 g zsírsav, sorrendben). *Loor* és *mtsainak* (2005a) adatai szintén megerősítik a vakcénsavra és az elaidinsavra vonatkozó eredményeinket. A napraforgóolaj és halolaj kombinált etetésekor viszont a vakcénsav részaránya nem nőtt *Cruz-Hernandez és mtsai* (2007) kísérletében. A transz-zsírsavak káros hatásait (pl. növelik a triglicerid és LDL koleszterin szintet, csökkentik a HDL koleszterin részarányát, fokozzák az elhízás mértékét és az inzulinrezisztenciát, szív- és érrendszeri betegségek rizikó faktorai, stb.) számos vizsgálat adata megerősíti (*Hunter*, 2005; *Martin és mtsai*, 2005; *Micha és Mozzaffarian*, 2008; *Wandall*, 2008).

Az alkalmazott omega-3 zsírkészítmény 3,66%-ról 3,79%-ra növelte a tej többszörösen telítetlen (PUFA) tartalmát. Ezen belül a tej c9,t11 konjugált linolsav (CLA), alfa-linolénsav (ALA, C18:3, n-3), eikozapentaénsav (EPA, C20:5, n-3), dokózadiénsav (C22:2, n-6) és dokózapentaénsav (DPA, C22:5, n-3) tartalma szignifikáns mértékben ($p<0,05$) nőtt. Az n-3 zsírsavak részarányának növekedése szűkítette az n-6/n-3 zsírsavak arányát. A halolaj önálló etetésekor az előbb említett zsírsavak növekedését számos vizsgálatban leírták (*Mozzon* és *mtsai*, 2002; *Kitessa és mtsai*, 2003; *Loor és mtsai*, 2005a; *Rego* és *mtsai*, 2005; *Fatahnia és mtsai*, 2008; *Toral és mtsai*, 2010). Hasonló hatást kaptak faggyú és halolaj kombinált kiegészítését követően is (*Jones* és *mtsai*, 2000). Ugyanakkor *Cruz-Hernandez és mtsai* (2007) vizsgálatában a napraforgóolaj és halolaj kombinált etetésekor csökkent az alfa-linolénsav és a DPA zsírsavak részaránya a tejben. 3 olajforrás (2,5% halolaj, 5% lenolaj és 5% napraforgóolaj) összehasonlításakor *Loor* és *mtsai* (2005b) megállapították, hogy a lenolaj etetésekor leginkább az alfa-linolénsav, míg a halolaj esetében az EPA (C20:5) és a DPA (C22:5) nő szignifikáns mértékben.

A humánegészség-ügyi szempontból kiemelkedő jelentőségű konjugált linolsav (c9, t11 CLA) szignifikáns mértékű növekedését ugyancsak megállapítottuk (0,43% *vs.* 0,61%). Adatainkkal egyezően a halolaj önálló (*Murphy* és *mtsai*, 2008) és egyéb olajforrásokkal (pl. napraforgóolaj) történő kombinálása esetén (*AbuGhazaleh és Hoimes*, 2007) ugyancsak nőtt a tejzsírban c9, t11 CLA részaránya. A tej CLA tartalmának növekedését leginkább natúr halolaj adagolásával érték el a kutatók (*Offer és mtsai*, 1999; *Donovan és mtsai*, 2000; *Baer és mtsai*, 2001; *Ramaswamy és mtsai*, 2001; *Mozzon és mtsai*, 2002).

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A bendőkanüllel ellátott holstein-fríz tinókkal végzett *in situ* és bendőfermentációs modellvizsgálatokból, továbbá a tejelő tehenekkel végzett bevezető jellegű üzemi kísérlet eredményeiből az alábbi következtetések vonhatók le:

- A kifejlesztett omega-3 zsírkészítmény nyerszsírjának bendőbeli lebomlása 62,5% volt, ami elmaradt a vizsgált kereskedelmi forgalomban kapható hidrogénezett zsírkészítményétől (80,1%). A zsírkészítmény kisebb bendőbeli stabilitása elsősorban a nem megfelelő hatékonyságú burkolással magyarázható.
- Az omega-3 zsírkészítmény nem befolyásolta kedvezőtlenül a vizsgált bendőfermentációs paramétereket, ugyanakkor rosszabb bendőbeli stabilitása miatt csökkentette a bendőfolyadék ecetsav koncentrációját és az i-vajsav arányát. A készítmény szignifikánsan növelte a bendőfolyadék propionsav koncentrációját.
- A nem tökéletes bendőbeli védettségből következően a zsírkészítmény szignifikáns mértékben csökkentette a termelt tej zsírtartalmát. A pontos hatásmechanizmusok tisztázására további vizsgálatokat célszerű végezni.
- A bevezető jellegű üzemi kísérletben az omega-3 zsírkészítmény naponta és állatonként 0,25 kg-ban etetve kismértékben, de szignifikánsan növelte a termelt tej c9, t11 CLA-, alfa-linolénsav-, EPA- és DPA-tartalmát, miközben az n-6/n-3 arány szűkült.

A kísérletek folytatásában egy nagyobb EPA- (C20:5) és DHA-tartalmú (C22:6) halolaj felhasználásával, stabilabb bendőbeli védettséggel rendelkező zsírkészítményt kívánunk előállítani, aminek nagyobb mennyiségű etetésével a tejzsír zsírsavösszetétele – valószínűleg – még inkább javítható. Ezzel párhuzamosan azonban számolni kell a telítetlen zsírsavhányad esetleges negatív hatásaival (pl. tejzsírtermelés csökkenése, a transz-zsírsavak növekedése a tejben).

A kutatási munkát az Adexgo Kft. GOP 1.1.1-08/1-2008-0024 azonosító számú pályázat keretéből támogatta.

IRODALOM

AbuGhazaleh, A.A. – Holmes, L.D. (2007): Diet supplementation with fish oil and sunflower oil to increase conjugated linoleic acid levels in milk fat of partially grazing dairy cows. J. Dairy Sci., 90: 2897–2904.

Baer, R.J. – Ryali, J. – Schingoethe, D.J. – Kasperson, K.M. – Donovan, D.C. – Hippen, A.R. – Franklin, S.T. (2001): Composition and properties of milk and butter from cows fed fish oil. J. Dairy Sci., 84: 345–353.

Baumgard, L.H. – Sangster, J.K. – Bauman, D.E. (2001): Milk fat synthesis In dairy cows is progressively reduced by increasing supplemental amounts of trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid (CLA). J. Nutr., 131. 1764–1769.

Brumby, P.E. – Storry, J.E. – Sutton, J.D. (1972): Metabolism of cod-liver oil in relation to milk fat secretion. J. Dairy Res., 39. 167–182.

Brzoska, F. – Gasior, R. – Sala, K. – Wiewióra, W. (1999): Effect of Ca-salts of fatty acid from anlmal fat, rape oil, linseed oil and fish oil on the yield and composition of cows milk. Roczn. Nauk. Zootech., 26. 105–117.

Cant, J.P. – Fredeen, A.H. – MacIntyre, T. – Gunn, J. – Crowe, N. (1997): Effect of fish oil and monensin on milk fat composition in dairy cows. Can. J. Anim. Sci., 77. 125–131.

Chilliard, Y. – Doreau, M. (1997): Influence of supplementary fish oil and rumen-protected methionine on milk yield and composition in dairy cows. J. Dairy Res., 64. 173–179.

Chilliard, Y. – Ferlay, A. – Doreau, M. (2001): Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. Livest. Sci., 70. 31–48.

Christie, W.W. (1981): Lipid metaboiism in ruminant animals. Pergamon Press Gmbh, Kronberg/Taunus

Cruz-Hernandez, C. – Kramer, J.K.G. – Kenelly, J.J. – Glimm, D.R. – Sorensen, B.M. – Okine, E.K. – Goonewardene, L.A. – Weselake, R.J. (2007): Evaluating the conjugated linoleic acid and trans 18:1 isomers in milk fat of dairy cows fed increasing amounts of sunflower oil and a constant level of fish oil. J. Dairy Sci., 90. 3786–3801.

Devendra, C. – Lewis, D. (1974): The interaction between dietary lipids and fibre in sheep. Anim. Prod., 19. 67–76.

Donovan, D.C, – Schingoethe, D.J. – Ryali, J. – Hippen, A.R. – Franklin, S.T. (2000): Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic acid and other fatty acids in miik fat from lactating cows. J. Dairy Sci., 83. 2620–2628.

Doreau, M. – Chilliard, Y. (1997): Effects of ruminal or postruminal fish oil supplementation on intake and digestion in dairy cows. Reprod. Nutr. Dev., 37. 113–124.

Egger, P. – Holzer, G. – Segato, S. – Werth, E. – Schwienbacher, F. – Peratoner, G. – Andrighetto, I. – Kasal, A. (2007): Effects of oilseed supplements on milk production and quality in dairy cows fed a hay-based diet. Ital. J. Anim. Sci., 6. 395–405.

Fatahnia, F. – Nikkhah, A. – Zamiri, M.J. – Kahrizi, D. (2008): Effect of dietary fish oil and soybean oil on milk production and composition of Holstein cows in early lactation. Asian Austral. J. Anim. Sci., 21. 386–391.

Fievez, V. – Dohme, F – Danneels, M. – Raes, K. – Demeyer, D. (2003): Fish oils as potent rumen methane inhibitors and associated effects on rumen fermentation in vitro and in vivo. Anim. Feed Sci. Tech., 104. 41–58.

Gonzalez, F. – Bas, F. (2002): Effects of a hydrogenated fish oil on milk production in Holstein Friesian dairy cows. Cienc. Investig. Agrar., 29. 73–82.

Grummer, R.R. (1991): Effect of feed on the composition of miik fat. J. Dairy Sci., 74. 3244–3257.

Gulati, S.K. – May, C. – Wynn, P.C. – Scott, TW. (2002): Milk fat enriched in n-3 fatty acid. Anim. Feed Sci. Tech., 98. 143–152.

Hagemeister, H. – Kaufmann, W. (1979): Verwenderungsmöglichkeiten von Fett in der Ernährung von Milchkühen. Übers. Tierernährung., 7. 1–30.

Henderson, C. (1973): The effects of fatty acids on pure cultures of rumen bacteria. J. Agr. Sci., 81. 107–112.

Hunter, J.E. (2005): Dietary levels of trans-fatty acids: basis for health concerns and industry efforts to limit use. Nutr. Res., 25. 499–513.

Ikwuegbu, O.A. – Sutton, J.D. (1982): The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. Brit. J. Nutr., 48. 365–375.

Jones, D.F. – Weiss, W.P. – Palmquist, D.L. (2000): Short Communication: Influence of dietary tallow and fish oil on milk fat composition. J. Dairy Sci., 83. 2024–2026.

Keady, T.W.J. – Mayne, C.S. – Fitzpatrik, D.A. (2000): Effects of supplementation of dairy cattle with fish oil on silage intake, milk yield and milk composition. J. Dairy Res., 67.137–153.

Keady, T.W.J. – Mayne, C.S. (1999): The effects of level of fish oil inclusion in the diet on rumen digestion and fermentation parameters in cattle offered grass silage based diets. Anim. Feed Sci. Tech., 81. 57–68.

Kirchgessner, M. – Kaufmann, W. (1986): In: Wegel, K.: Einfluss gestaffelter Gaben von Palmölfettsäuren und ihren Calziumseifen auf einige ausgewählte verdauungsphysiologische Parameter im Ileumchimus, Kot und Plasma der Schafes. Disszertáció, Tierärtztliche Hochschule, Hannover.

Kitessa, S.M. – Gulati, S.K. – Simos, G.C. – Ashes, J.R. – Scott, T.W. – Fleck, E. – Wynn, P.C. (2004): Supplementation of grazing dairy cows with rumen-protected tuna oil enriches miik fat with n-3 fatty acids without affecting milk production or sensory characteristics. Brit. J. Nutr., 91. 271–277.

Kitessa, S.M. – Peake, D. – Bencini, R. – Williams, A.J. (2003): Fish oil metabolism in ruminants III. Transfer of n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) from tuna oils into sheep's milk. Anim. Feed Sci. Tech., 108. 1–14.

Komprda, T. – Dvorak, R. – Fialova, M. – Sustova, K. – Pechova, A. (2005): Fatty acid content in milk of dairy cows in a diet with high fat content derived from rapeseed. Czech J. Anim. Sci., 50. 311–319.

Kristensen, E.S. – Möller, P.D. – Hvelplund, T. (1982): Estimation of the effective protein degradability in the rumen of cows using the nylon bag technique combined with the outflow rate. Acta Agr. Scand., 32. 123–127.

Kudrna, V. – Marounek, M. (2008): Influence of feeding whole sunflower seed and extruded linseed on production of dairy cows, rumen and plasma constituents, and fatty acid composition of milk. Arch. Anim. Nutr., 62. 60–69.

Loor, J.J. – Doreau, M. – Chardigny, J.M. – Olliver, A. – Sebedio, J.L. – Chilliard, Y. (2005a): Effects of ruminal or duodenal supply of fish oil on milk fat secretion and profiles of trans-fatty acids and conjugated linoleic acid isomers in dairy cows fed maize silage. Anim. Feed Sci. Tech., 119. 227–246.

Loor, J.J. – Ferlay, A. – Olliver, A. – Ueda, K. – Doreau, M. – Chilliard, Y. (2005b): High-concentrate diets and polyunsaturated oils alter trans and conjugated isomers in bovine rumen, blood, and milk. J. Dairy Sci., 88. 3986–3999.

Magdus M. (1991): A zsírforgalmat befolyásoló tényezők vizsgálata és az energiaellátás javításának lehetőségei zsíretetéssel kérődzőkben. Kandidátusi értekezés, Budapest.

Martin, C.A. – Carapelli, R. – Visantainer, J.V. – Matsushita, M. – Souza, de N.E. (2005): Trans fatty acid content of Brazilian biscuits. Food Chem., 93. 445–448.

Mattos, R. – Staples, C.R. – Williams, J. – Amorocho, A. – McGuire, M.A. – Thatcher, W.W. (2002): Uterine, ovarian, and production responses of lactating dairy cows to increasing dietary concentrations of menhaden fish meal. J. Dairy Sci., 85. 755–764.

Micha, R. – Mozaffarian, D. (2008): Trans fatty acids: Effects on cardiometabolic health and implications for policy. Prostag. Leukotr. Ess., 79. 147–152.

Monici, M. – Bandini, E. – Besia, G. – Gandolfi, I. – Pinelli, C. – Cagnasso, P. (2006): Methods to enrich cow milk with polyunsaturated omega-3 fatty acids. Sci. Tec. Lattiero-Casearia, 57. 271–284.

Mozzon, M. – Frega, N.G. – Fronte, B. – Tocchini, M. (2002): Effect of dietary fish oil supplements on levels of n-3 polyunsaturated fatty acids, trans acids and conjugated linoleic acid in ewe milk. Food Technol. Biotech., 40. 213–219.

Murphy, J.J. – Coakley, M. – Stanton, C. (2008): Supplementation of dairy cows with a fish oil containing supplement and sunflower oil to increase the CLA content of milk produced at pasture. Livest. Sci., 116. 332–337.

Neményi B. (2002): Védett zsírok. Magyar Állattenyésztők Lapja, 30. 9.

Nicholson, J.W. – Sutton, J.D. (1971): Some effects of unsaturated oils given to dairy cows with rations of different roughage content. J. Dairy Res., 38. 363–366.

Offer, N.W. – Marsen, M. – Dixon, J. – Speake, B.K. – Thacker, F.E. (1999): Effects of dietary fat supplements on levels of n-3-poly-unsaturated fatty acids, trans acids and conjugated linoleic acid in bovine milk. J. Anim. Sci., 69. 613–625.

Osborne, VR. – Radhakrishnan, S. – Odongo, NE – Hill, AR – McBride,BW. (2008): Effects of supplementing fish oil in the drinking water of dairy cows on production performance and milk fatty acid composition. J. Anim. Sci., 86. 720–729.

Oslage, J.H. (1984): Einsatzmöglichkeiten von Fetten in der Ernährung landwirtschaftliche Nutztiere. Fett. Wiss. Technol., 86. 25–33.

Palmquist, D.L. – Griinari, J.M. (2006): Milk fatty acid composition in response to reciprocal combinations of sunflower and fish oils in the diet. Anim. Feed Sci. Tech., 131. 358–369.

Peterson, D.G. – Baumgard, L.H. – Bauman, D.E. (2002): Short communication: Milk fat response to low doses of trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid (CLA). J. Dairy Sci., 85. 1764–1766.

Ramaswamy, N. – Baer, R.J. – Schingoethe, D.J. – Hippen, A.R. – Kasperson, K.M. – Whitlock, L.A. (2001): Composition and flavour of milk and butter from cows fed fish oil, extruded soybeans, or their combination. J. Dairy Sci., 84. 2144–2151.

Rego, O.A. – Rosa, H.J.D. – Portugal, P. – Corfeoro, R. – Borba, A.E.S. – Vouzela, C.M. – Bessa, R.J.B. (2005): Influence of dietary fish oil on conjugated linoleic acid, omega-3 and other fatty acids in milk fat from grazing dairy cows. Livest. Sci., 95. 27–33.

Ribács A. – Schmidt J. (2006): Lenolajalapú Ca-szappan felhasználása a tehéntej zsírsav-összetételének módosítására Acta Agron. Óváriensis, 48. 80–81.

Rohr, K. – Daneicke, R. – Oslage, H.J. (1978): Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Fettbeimischungen zum Futter auf Stoffwechsel und Leistung von Milchkühen. Landbauforsch. Volk., 28. 139–147.

Roy, A. – Ferlay, A. – Shingfield, K.J. – Chilliard, Y. (2006): Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to plant oils in cows given different basal diets, with particular emphasis on trans-$C_{18:1}$ fatty acids and isomers of conjugated linoleic acid. J. Anim. Sci., 82. 479–492.

Schmidt J. – Ribács A. – Tóth T. – Sipőcz J. (2007): Full-fat mustármag (*Sinapis alba*) felhasználása a szarvasmarha takarmányozásban. 2. Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 65–76.

Schmid, J. – Sipőcz P. – Sipőcz J. (2000): Védett zsír hatása a bendőfermentációra és felhasználása nagy tejtermelésű tehenek takarmányozásában. Állattenyésztés és Takarmányozás, 49. 139–152.

Shingfield, K.J. – Reynolds, C.K. – Hervas, G. – Griinari, J.M. – Grandison, A.S. – Beever, D.E. (2006): Examination of the persistency of milk fatty acid composition responses to fish oil and sunflower oil in the diet of dairy cows. J. Dairy Sci., 89. 714–732.

Spain, J.N. – Polan, C.E. (1995): Evaluating effects of fish meal on milk fat yield of dairy cows. J. Dairy Sci., 78. 1142–1153.

Sutton, J.D. – Smith, R.H. – McAllan, A.B. – Storry, J.E. – Corse, D.A. (1975): Effect of variations in dietary protein and supplements of cod liver oil on energy digestion and microbial synthesis in the rumen of sheep fed hay and concentrates. J. Agr. Sci., 84. 317–326.

Toral, P.G. – Belenguer, A. – Frutos, P – Hervás, G. (2009): Effect of the suppiementation of a high-concentrate diet with sunflower and fish oils on ruminal fermentation in sheep. Small Ruminant Res., 81. 119–125.

Toral, P.G. – Frutos, P. – Hervás, G. – Gómez-Cortés, P. – Juárez, M. – Fuente, de la M.A. (2010): Changes in milk fatty acid profile and animal performance in response to fish oil supplementation, alone or in combination with sunflower oil, in dairy ewes. J. Dairy Sci., 93. 1604–1615.

Várhegyi J. – Fébel H. – Schmidt J. – Lehel L. – Hajda Z. (2007): Összefüggés a nagy tejtermelésű tehenek tejének zsírtartalma és annak zsírsavösszetétele között, eltérő rostellátás és a takarmány zsírkiegészítése esetén. Állattenyésztés és Takarmányozás, 56. 343–354.

Várhegyi J-né. – Várhegyi J. (1992): Zsír és olajetetés hatása a növendékbikák hizlalási teljesítményére. Állattenyésztés és Takarmányozás, 42. 147–156.

Wandall, B. (2008): The controversy over trans fatty aids: Effects early in life. Food Chem. Toxicol., 46. 3571–3579.

White, T.W. – Grainger, F.H. – Baker, F.H. – Stroud, J.W. (1958): Effect of supplemental fat on digestion and the ruminal calcium requirement of sheep. J. Anim. Sci., 17. 797–803.

Érkezett: *2011. április*

Szerzők címe: *Tóth T. – Viszket E. – Csavajda É.*
Nyugat-magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Author's address: University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

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

Tanai A.
Adexgo Kft.
Adexgo Ltd.
H-8230 Balatonfüred, Völgy u. 41.

Poszter megrendelőlap

Megrendelem az alábbi posztereket 800 Ft/db + postaköltség:

- ☐ Ehető és mérgező gombák ... db
- ☐ Vadon termő gyógynövények ... db
- ☐ Gyomnövények Magyarországon ... db
- ☐ Bogarak Magyarországon ... db
- ☐ Őshonos magyar háziállatok ... db
- ☐ Magyarország fafajai ... db
- ☐ Magyarország védett növényei ... db
- ☐ Magyarország fontosabb pázsitfüvei ... db
- ☐ Takarmánynövényeink ... db
- ☐ Minősített hibrid, vörös-fehérbort adó szőlőfajták ... db
- ☐ Minősített hibrid csemegeszőlőfajták ... db
- ☐ A szőlő károsítói ... db
- ☐ Zöldségfélék kártevői ... db
- ☐ Környezetünk madarai ... db
- ☐ Lepkék ... db
- ☐ Magyarország fogható halai I–II. ... db
- ☐ Magyarország védett halai ... db
- ☐ Hazai ragadozó madaraink ... db
- ☐ Lófajták Magyarországon ... db
- ☐ Magyar galambfajták ... db

Név: .....

Cím: .....

Irányítószám: ☐ ☐ ☐ ☐ e-mail.: .....

Információ: **Bőjte Anikó,** telefon: 220-8331
AGROINFORM KIADÓ • 1149 Budapest, Angol u. 34. •Tel./fax: 220-8331
E-mail: kereskedelem@agroinform.com • www.agroinform.com

A PARADICSOM, MINT LIKOPIN FORRÁS ALKALMAZÁSA JAPÁN FÜRJBEN

PAPÓCSI-RÉTHY KATALIN – KISS ZSUZSANNA – KERTI ANNAMÁRIA – BÁRDOS LÁSZLÓ

ÖSSZEFOGLALÁS

A likopin a karotinoidokhoz tartozó vegyület, amelynek nincs A-provitamin hatása. A jellegzetesen piros zöldségek és gyümölcsök színezője. Legjelentősebb mennyiségben a paradicsom, illetve annak feldolgozott termékei tartalmazzák. A színező hatás mellett a likopin a leghatékonyabb antioxidáns a karotinoidok között. Kísérletünkben azt vizsgáltuk, hogy a takarmányhoz adagolt likopin hogyan hat a tojássárgája színére, a lipidanyagcsere egyes paramétereire (vérkoleszterin és triglicerid) és a tojás antioxidáns állapotára 8 hetes japán fürjekben (n=10–10). A madarak alaptakarmánya rizsalapú, csökkentett karotinoid tartalmú volt, amely a kereskedelmi forgalomban lévő tojótyúk takarmánnyal beltartalomban megegyezett. A kezelt csoport takarmányába 57 mg/takarmány kg mennyiségben likopint kevertünk paradicsompüré formájában négy héten át. A vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a likopin kedvezően befolyásolja a tojássárgája színét (YCF skála átlag értéke: 1,6 a kontroll és 6,4 a kísérleti csoportban), emellett csökkenti a vérplazma koleszterin (1,63 ± 0,62 a kontroll és 0,99 ± 0,46 a kísérleti $p<0,01$) szintjét. A tojás antioxidáns kapacitását kétféle módszerrel, a tiobarbitursav reaktív anyagok (TBARS) mérésével, ami az MDA értékét adja, és a vas-redukáló kapacitással (FRAP) mértük. A kontroll csoportban mért értékékhez képest csak az MDA szintben jeleztek szignifikánsan kedvezőbb értékek a likopinkiegészítést követően.

SUMMARY

Papócsi-Réthy, K. – Kiss, Zs. – Kerti, A. – Bárdos, L.: THE APPLICATION OF TOMATO AS A LYCOPENE SOURCE IN JAPANESE OUAIL

Lycopene is a member of the carotenoid family but has no pro-vitamin A activity. This dye is responsible for the coloration of tipical red fruits and vegetables. The most of lycopene is found in tomato and its processed products. Beside its coloring effects, lycopene has one of the highest antioxidant activity of all carotenoids. In this study the effects of lycopene supplemented feed were investigated on yolk coloration, on different parameters of lipid metabolism (plasma cholesterol and triglyceride) and on antioxidant status of the eggs in adult, 8 weeks old *Japanese quails*(n=10-10). The birds were fed with a rice based layer diet with reduced carotenoid content which had the same nutrient values as commercial layer feeds. For four weeks the treatment group was fed with lycopene supplement (57 mg/kg) in the form of tomato concentrate additionally. According to the results lycopene has a positive pigmentation effect on egg yolk (Yolk Color Fan values: 1.6 in control while 6.4 in the treatment group). Plasma cholesterol level was also decreased in lycopene supplemented animals (1.63 ± 0.62 in control while 0.99 ± 0.46 in the lycopene group, $p< 0.01$). The antioxidant status of the eggs was evaluated by determining MDA (mallondialdehide) and ferric-reducing ability (FRAP) methods. Significant reduction was found only in MDA value in the lycopene supplemented group.

BEVEZETÉS

A likopin a karotinoidokhoz tartozó vegyület, a β-karotin aciklikus izomere, de a gyűrű hiánya miatt nincs A-provitamin hatása (*Combs*, 2008; *Britton és mtsai*, 2009). Számos egzotikus növényben, de egyes hazai fajokban is (pl.: csipkebogyó, görögdinnye, paradicsom) megtalálható. Legjelentősebb mennyiségben a paradicsom, illetve annak feldolgozott termékei tartalmazzák, azok piros színét ez a vegyület adja (*Holden és mtsai*, 1999). A színező hatás mellett a likopin az egyik legerősebb antioxidáns a karotinoidok között (*Rao* és *Agarwal*, 1998). A likopin antikarcinogén hatású vegyület, amely hatását a sejt-sejt kommunikáció szabályozásán keresztül fejti ki (*Forbes* és mtsai, 2003). Feltételezhetően gátolja egyes szabályozó proteinek, mint pl. az RB1 fehérje karcinogének által indukált foszforilációját, és a G0-G1 fázisban megállítja a sejtciklust (*Park és mtsai*, 2005; *Ivanov és mtsai*, 2007). A likopin továbbá koleszterincsökkentő hatású is ami koleszterin endogén szintézisében szereplő 3-hidroxi-3-metil-glutaril-koenzim A (HMG-CoA) reduktáz gátlásán alapul (*Agarwal és Rao*, 1998; *Fuhrman és mtsai*, 1997).

Számos, főként humán, vizsgálat tárgyát képezte egyes tumoros megbetegések (pl. prosztata és tüdőrák) megelőzésében betöltött szerepe miatt (*Gann és mtsai*, 1999; *Michaud és mtsai*, 2000). Állatokban tumorképződést gátló hatása kevésbbé ismert, de például nyers paradicsomot (25 mg likopin/kg/nap) brojlercsirkék takarmányába keverve *Leal és mtsai* (2002) kimutatták annak kemoprotektív hatását T-2 mikotoxin citotoxicitás esetén.

Baromfi fajokban, a lipid metabolizmussal való kölcsönhatása miatt, a likopin a vér és tojás koleszterin szintjét egyaránt csökkenti (*Fuhrman és mtsai*, 1997; *Sevcikova és mtsai*, 2008; *Gregosits és mtsai*, 2009). Tojómadarakban a petefészekben deponálódik (*Bárdos és mtsai*, 2006), emiatt a tojássárgáját is eredményesen színezi (*Papócsi-Réthy és mtsai*, 2011; *Kang és mtsai*, 2003; *Karadas és mtsai*, 2006; *Olson és mtsai*, 2008). *Karadas és mtsai* (2006) szárított paradicsompürét (20g/tak.kg), mint likopinban dús kiegészítő takarmányt, sikeresen alkalmazták tojás- és bőrszínezésre. Jelen kísérletünk célja az volt, hogy megvizsgáljuk egy saját fejlesztésű (*Réthy és mtsai*, 2005) alacsony karotinoid tartalmú, rizs alapú takarmány etetése mellett, hogy paradicsompüréből származó likopin milyen mértékben deponálódik a fürjek szervezetében, illetve jut át a tojásba. Célunk volt továbbá megvizsgálni a likopin feltételezett koleszterincsökkentő, valamint a tojásban mérhető antioxidáns állapotra gyakorolt hatását is.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleti állatok

Etetési kísérletünket 8 hetes, átlagosan 220 g súlyú, aktív tojó (70% perzisztenciájú állomány) japán fürjekkel (*Coturnix coturnix japonica*) végeztük. A húsz darab madarat egy természetes megvilágítású (napi 12 óra) és szellőzésű kísérleti állatházban, az állatfaj számára készített tojóketrecben, két azonos létszámú csoportban helyeztük el. A madarak a vizsgálat időtartama alatt *ad libitum* fo-

gyasztottak takarmányt és ivóvizet. A kísérleti állatház a Szent István Egyetem Munkahelyi Állatkísérleteket Engedélyező Bizottságának hatósági engedélyével rendelkezett, az aktuális kísérletet ugyanez a bizottság regisztrálta.

Takarmányozás

Mindkét csoport alaptakarmánya csökkentett karotinoid tartalmú, rizsalapú takarmány volt, amely a kereskedelmi forgalomban lévő tojótyúk takarmánnyal beltartalomban megegyező volt. A takarmány összetételét és beltartalmi értékeit az *1. táblázat* mutatja.

1. táblázat

A kísérleti (csökkentett karotinoid tartalmú) tojóláp összetétele és számított táplálóanyag tartalma

Takarmány összetevő (1)	(%)
Rizs (2)	40
Búza (3)	15,31
Extrahált szójadara II.o. 46% (4)	15,76
Fullfat szója (5)	11,98
Extrahált napraforgódara II.o. (6)	5
Mész (7)	9,2
MCP	1,12
Só (8)	0,38
DL metionin	0,14
L-lizin HCl	0,16
NSP enzim előkeverék (9)	0,45
Egységes tojópremix* (10)	0,5

Táplálóanyag tartalom (11)	(%)
AMEn, MJ/kg	11,50
Nyersfehérje, g/kg (12)	180,00
Lizin, g/kg	9,99
Metionin, g/kg	4,23
Metionin+cisztin, g/kg	7,40
Nyerszsír, g/kg (13)	36,36
Nyersrost, g/kg (14)	31,48
Nátrium, g/kg (15)	1,60
Kalcium, g/kg	39,96
Foszfor, g/kg (16)	6,40
Emészthető foszfor, g/kg (17)	3,53
A vitamin, NE/kg	10000
D3 vitamin, NE/kg	3000
E vitamin, mg/kg	30,00

*Kereskedelmi tojópremix, a DSM Nutritional Products Hungary Kft. terméke – színező nélkül

Table 1. Composition and calculated nutrient content of the experimental (low carotenoid) layer diet
feed component (1); rice (2); wheat (3); soybean meal (4); fullfat soya (5); sunflower seed meal (6); limestone (7); salt (8); NSP enzyme premix produced by DSM (9); commercial layer premix without coloring agent (10); nutrient content (11); crude protein (12); ether extract (13); crude fiber (14); sodium (15); phosphorus (16); dig. phosphorus (17)

Egy hét előetetést követően a kísérleti (Likopin) csoport takarmányhoz emberi fogyasztásra alkalmas paradicsomsűrítményt kevertünk. A sűrítményből készített kivonat 505 nm-en lemért OD-értékéből és a likopin moláris abszorpciós koefficienséből határoztuk meg a likopin koncentrációját. A megfelelő mennyiségű sűrítményt laboratóriumi keverővel egyenletesen eloszlattuk a takarmányban, ami ezáltal 57mg/kg koncentrációban tartalmazta a likopint. A kísérlet időtartama összesen négy hét volt. Az Európai Unióban a likopinra vonatkozóan, a takarmá-

nyokban határérték nincs meghatározva. A baromfi takarmányokra összes karotinoid és xantofill tartalomra vonatkozóan a maximális érték 80 mg/kg (*EU*, 2004).

Mintavétel

A kísérleti szakasz végén a madarak szárnyvénájából vért vettünk, majd a levett vérből meghatároztuk a triglicerid és koleszterin szintet. A tojásokat a kísérlet teljes ideje alatt folyamatosan gyűjtöttük. A feltört tojások sárgájának színintenzitását hetente minősítettük a 'Yolk Color Fan' (DSM) színskálával. Az utolsó héten tojt tojásokból elvégeztük a FRAP (ferric reducing ability power) és MDA (malondialdehide) méréseket, azok antioxidáns állapotának meghatározására.

Analitikai módszerek

A paradicsompüré tényleges likopintartalmát hexánnal történt extraktum spektrumának felvételével és a likopin moláris abszorbciós koeficiens alapján állapítottuk meg. A karotinoidokra általában jellemező 3 abszorpciós maximum közül a koncentráció kiszámításánál az 505 nm-es, a legtöbb karotinoidra jellemző 450–470 nm-es sávtól távol eső maximummal számoltunk *(1. ábra)*.

1. ábra *A likopinra (sűrített paradicsom) jellemző VIS spektrum*

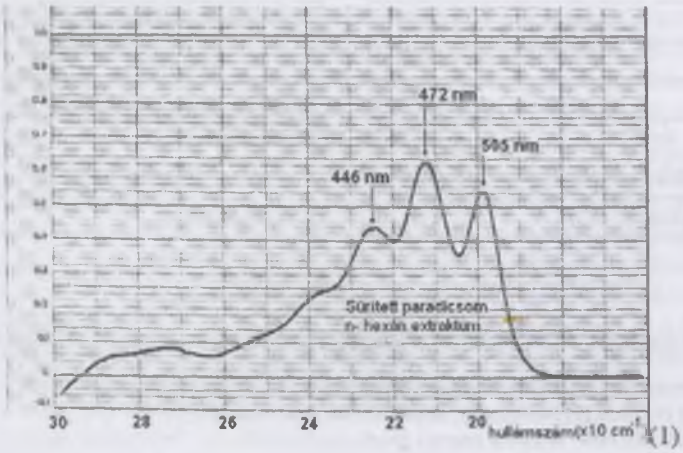


Figure1. Typical VIS spectrum of lycopene (from tomato paste)
number of waves (1)

A tojássárgája színét a nemzetközileg elfogadott színskálával (Yolk Colour Fan, DSM) összehasonlítva osztályba soroltuk. A vérszérum lipidjeit enzimatikus kolorimetriás teszttel (Reanal, Budapest) mértük. A tojás vas-redukáló kapacitásának méréséhez *Benzie és Strain* (1996) módszerét, míg a tiobarbitursav reaktív anyagok (TBARS) meghatározásához *Dorman és mtsai* (1995) által leírt MDA módszert használtuk.

Statisztikai értékelés

A tojássárgája YCF értékeket variancia analízissel és post-hoc Tukey teszttel (GraphPad Software) értékeltük, míg a koleszterin és triglicerid valamint a FRAP és MDA eredményeket Student-féle kétmintás *t-próbával* p<0,01 szinten értékeltük ki (MS-Excel 2003 verzió).

EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉS

A tojások sárgájának színe a paradicsompürét fogyasztó csoportban markánsan erősödött míg a kontroll csoportban rendkívül hamar elhalványult (*2 ábra*). Ez a tény azt jelzi, hogy a fürjek esetében a likopin a paradicsompüréből hasznosul és a sárgája lipidjeibe oldódott.

2. ábra *Japán fürj tojássárgájának színváltozása likopin-tartalmú takarmány etetésének hatására*

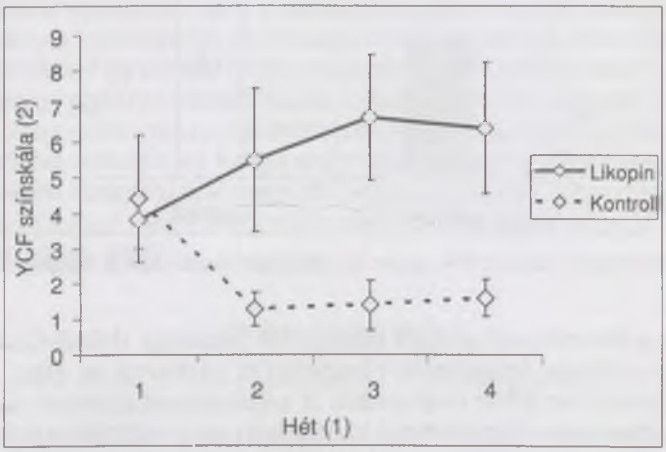


Figure 2. The change in the eggyolk color of Japanese quails due to feeding a diet containing lycopene
week (1); Yolk Color Fan (2)

A kialakuló szín a likopin vörös színe ellenére intenzív sárga színt eredményezett. Ezt feltehetően koncentrációs viszonyok, azaz a sárgája lipidjeibe történő beoldódás aránya eredményezte. A feldolgozott paradicsom alapú termékekben – a mi esetünkben a pürében – főként cisz-izomer formában van jelen a likopin. A feldolgozás során ugyanis olyan mechanikai és hőhatás éri a növényi sejteket, amelyek az eredeti transz-molekula térszerkezetének cisz formába történő átalakulásnak kedveznek. Mindez élettanilag is jelentős, hiszen korábbi adatok szerint a cisz-likopin hatékonyabban hasznosul a transz izomernél (*Boileau*, 1999). A kísérleti csoport madarainak tojássárgája színe már egy hét elteltével szignifikánsan eltért a kontrolltól (5,5 és 1,3 p<0,01) és ez a szignifikáns különbség a kísérlet további heteiben végig megmutatkozott. Az adagolt paradicsompüré hatására a harmadik hétre a tojássárgája szín YCF értéke 6 fölé emelkedett majd beállt a 6–7 kö-

zötti tartományba. *Hatzipanagiotou és Hartfiel* (1984) szerint a színanyag tojásban való megjelenéséhez akár egyetlen nap elegendő, de a homogén szín kialakulásához, már legalább 4–5 nap szükséges. Ez a mi esetünkben is megmutatkozott, azaz egy hét elteltével már homogén tojássárgája szín mutatkozott.

A vér triglicerid szintjében a két csoport között eltérés nem mutatkozott. Az összkoleszterin szint viszont a kísérleti csoportban szignifikánsan alacsonyabb volt ($p<0,01$) a kísérlet végén mért vérmintákban *(3. ábra)*.

3.ábra *Japán fürjek vérszérumának koleszterin tartalma likopin-tartalmú takarmány etetése esetén*

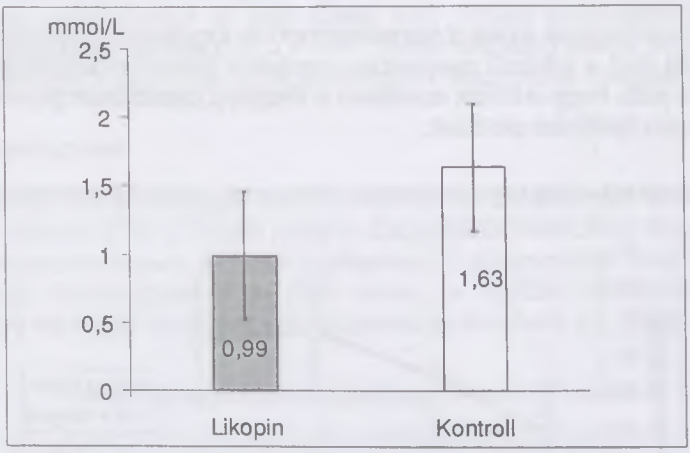


Figure 3. Cholesterol level in the serum of Japanese quails due to feeding a diet containing lycopene

A likopin a hidroximetil-glutaril koenzim-A reduktáz (HMG-CoA) gátlásával csökkenti az endogén koleszterin bioszintézist (*Agrawal* és *Rao*, 1998). Valószínűleg nagyrészt ez állhat esetünkben is a koleszterin szintben megmutatkozó különbség hátterében. Nem zárható ki azonban az a feltételezés, hogy a likopin esetleg fokozza a tojáson illetve a bélsáron át történő koleszterin kiválasztást (*Richardson és mtsai*, 2004) és ez is hozzájárult a vér koleszterinszintjének csökkenéséhez.

A likopin erősebb szinglet-oxigén megkötő mint a β-karotin. A peroxil-gyökök megkötésével gátolja a DNS oxidációját valamint a lipidek peroxidációját melyek veszélyesek a sejtek anyagcseréjére (*Rao és Agarwal*, 1998). Az antioxidáns kapacitás egyik jelzőjeként használható a zsírsavakból kialakuló malondialdehid (MDA) képződést kimutató tiobarbitursav-reakció (TBARS). A tojássárgájának analízise alkalmával a kontroll csoport MDA koncentrációjához viszonyítva a likopint fogyasztó állatok MDA értéke szignifikánsan ($p<0,05$) kisebb volt (*4. ábra*).

A FRAP módszerrel végzett analízisek szignifikáns különbséget a két csoport között nem sikerült kimutatni a tojássárgája mintákban. Mivel a FRAP alapvetően a vízben oldódó antioxidáns tulajdonságú anyagok koncentrációjára érzékeny így ez az eredmény nem meglepő.

Jelen kísérlet igazolta, hogy a paradicsom feldolgozásából származó termékek, jelen esetben a sűrített paradicsomkészítmény hatékonyan alkalmazható a

4. ábra *Japán fürjek MDA értékének alakulása likopin-tartalmú takarmány etetésének hatására*

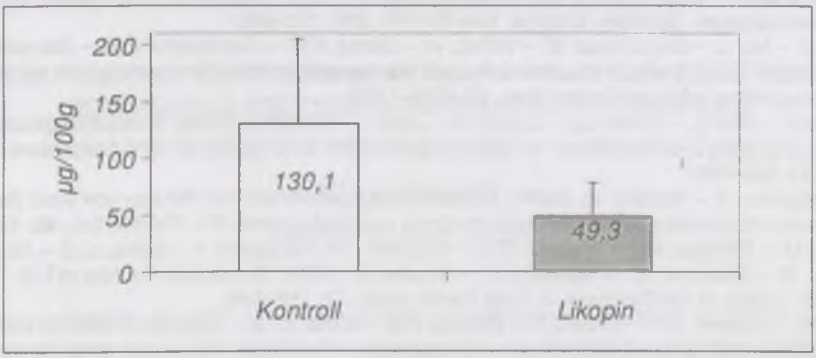


Figure 4. MDA value of Japanese quails due to feeding a diet containing lycopene

baromfi-takarmányozásban, mint a tojást színező természetes karotinoid forrás. Kiválóan alkalmas tojássárgája színezésre mivel azt már egy hét elteltével homogénen megszínezi. Figyelemre méltó koleszterincsökkentő és antioxidáns hatása is. A likopinnak az egészségmegóvásban betöltött speciális funkciói miatt vö.: sejtciklus és a koleszterinszintézis valamint a sejtek közötti kommunikáció szabályozásában betöltött szerepe és kiváló antioxidáns tulajdonságai miatt (Bárdos és mtsai, 2011) jelen vizsgálataink megerősítik azt az állítást, hogy a likopin tartalmú tojás perspekítvikusan akár funkcionális élelmiszerré válhat (Gregosits és mtsai, 2009; Kerti és mtsai, 2007).

IRODALOMJEGYZÉK

Agarwal, S. – Rao, A.V. (1998): Tomato lycopene and low density lipoprotein oxidation: a human dietary intervention study. Lipids 33. 981–984.

Bárdos L. – Kiss Zs. – Réthy K. – Lugasi A. – Kerti A. – Szabó Cs. (2006): Likopintartalom kialakítása a tojássárgájában. Metabolizmus, 4. 308.

Bárdos L. – Jung I. – Kerti A. – Szabó Cs. – Kiss Zs. – Lakner H. (2011): Carotenolds and body defense in accordance with experiences in poultry. Risk factors and Biological Systems. Slovak Univ. of Agiculture in Nitra. I. kötet, 114–124.

Benzie, I.F. – Strain, J.J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Anal. Biochem., 239. 70–76.

Boileau, A.C. – Merchen, N.R. – Wasson, K. – Atkinson, Ch.A. – Erdman, J.W. (1999): Cis-lycopene is more bioavailable than trans-lycopene in vitro and in vivo in lymph-cannulated ferrets. J. Nutr., 129. 1176–1181.

Britton, G. – Liaaen-Jensen, S. – Pfander, H. (2009): Carotenoids. Nutrition and Health. Birkhäuser Verlag, Basel, 5. kötet

Combs, G. F. (2008): The Vitamins. Elsevier Academic Press, California, USA, 427.

Dorman, H. J. – Deans, S.G. – Noble, R.C. – Surai, P. (1995) : Evaluation in vitro of plant essential oils as natural antioxidants. J. Essent. Oil. Res., 7. 645–651

EU (2004): List of the authorised additives in feedingstuffs (1) published in application of Article 9t (b) of Council Directive 70/524/EEC concerning additives in feedingstuffs. Off. J. EU, C 50/1; 25.2.

Forbes, K. – Karin Gillette, K. – Sehgal, I. (2003): Lycopene increases urokinase receptor and fails to inhibit growth or connexin expression in a metastatically passaged prostate cancer cell line: A brief communication. Exp. Biol. Med. 228. 967–971.

Fuhrman, B. – Elis, A. – Aviram, M. (1997): Hypocholesterolemic effect of lycopene and beta-carotene is related to suppression of cholesterol synthesis and augmentation of LDL receptor activity in macrophages. Biochem. Biophys. Res. Comm., 233. 658–662.

Gann, P.H. – Ma, J. – Giovannucci, E. – Willett, W. – Sacks, F.M. – Hennekens, C.H. – Stampfer M.J. (1999): Lower prostate cancer risk in men with elevated plasma lycopene levels: results of a prospective analysis. Cancer Res., 59.1225–1230.

Gregosits B. – Kerti A. – Szabó Cs. – Lakner H. – Jung I. – Bárdos L. (2009): A likopinkiegészítés hatása a tojótyúkok karotinoid- és lipidanyagcseréjére és a tojásba történő beépülésre. MÁL., 131. 594–600.

Hatzipanagiotou, A. – Hartfiel, W. (1984): Deposition of a carotenoid into the egg yolk from the body stores by providing ration with fresh or strong oxidated soya oil. Eur. Poultry. Sci., 48. 155–160

Holden, J.M. – Eldridge, A.L. – Beecher, G.R. – Buzzard, I.M. – Bhagwat, S. – Davis, C.S. – Douglass, L. W. – Gebhardt, S. – Haytowitz, D. – Schakel, S. (1999): Carotenoid Content of U.S. Foods: An Update of the Database. J. Food Comp. Anal., 12. 169–196.

Ivanov, N.I. – Cowell, S.P. – Brown, P. – Rennie, P.S. – Guns, E. S. – Cox, M. E. (2007): Lycopene differentially induces quiescence and apoptosis in androgen-responsive and -independent prostate cancer cell lines. Clin. Nutr., 26. 252–263.

Kang, D.K. – Kim, S.I. – Cho, C.H. – Yim, Y.H. – Kim, H.S. (2003): Use of lycopene, an antioxidant carotinoid, in laying hens for egg yolk pigmentation. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 16. 1799–1803.

Karadas, F. – Grammenidis, E. – Surai, P.F. – Acamovic, T. – Sparks, N. H. C. (2006): Effects of carotenoids from lucerne, marigold and tomato on egg yolk pigmentation and carotenoid composition. Br. Poultry Sci.,47. 561–566.

Kerti A. – Szabó Cs. – Bárdos L. (2007): A novei functional food candidate, the lycopene containing egg. Risk Factors of Food Chain VII. Proc.Book., 102–105

Leal, M. – González, E.M. – Tsutsumib,V. – Shimadac, A. – Ruizc, F. (2002): Chemopreventive effect of lycopene on cytotoxicity of T-2 toxin in vivo. Cancer Detection and Prevention Online. Abstract: No.262

Michaud, D.S. – Feskanich, D. – Rimm, E.B. – Colditz, G. A. – Speizer, F. E.– Willett, W. C. – Giovannucci, E. (2000): Intake of specific carotenoids and risk of lung cancer in 2 prospective U.S. cohorts. Am. J. Clin. Nutr., 72. 990–997.

Olson, J. B. – Ward, N. E. – Koutsos, E. A. (2008): Lycopene incorporation into egg yolk and effects on laying hen immune function. Poultry Sci., 87. 2573–2580

Papócsi-Réthy K. – Kerti A. – Kiss Zs. – Bárdos L. (2011): A likopin felszívódási helye és tojásba épülésének jellege Japán fürjben (modell kísérlet). MÁL., 2011. 133. 526–532.

Park, Y.O. – Hwang, E.S. – Moon T.W. (2005): The effect of lycopene on cell growth and oxidative DNA damage of Hep3B human hepatomacells. Biofactors., 23. 129–139.

Rao, A.V. – Agarwal, S. (1998): Bioavailability and in vivo antioxidant properties of lycopene from tomato products and their possible role in the prevention of cancer. Nutr. Cancer., 31. 199–203.

Réthy K. – Papócsi P. – Bárdos L. – Kiss Zs. (2005): Karotinoidmentes takarmány alkalmazása a tyúkfélék karotinoid-anyagcseréjének vizsgálatához. Állattenyésztés és Takarmányozás, 54. 379–386.

Richardson, J.E.W. – Verghese, M. – Walker, L.T. – Howard, C. – Chawan, B.C. (2004): Lycopene reduces decreases atherosclerotic plaque formation in New Zealoand white rabbits fed a high colesterol diet. The FASEB Journal, 18. 524–525.

Ševlikova, S. – Skrivan, M. – Dlouha, G. (2008): The effect of lycopene supplementation on lipid profile and meat quality of broiler chickens. Czech J. Anim. Sci., 10. 431–440

Érkezett: *2011. augusztus*

Szerzők címe: *Papócsi-Réthy K. – Kiss Zs. – Kerti A. – Bárdos L.*
SzIE-MKK, Állattudományi Alapok Intézet, Állatélettani
és Állat-egészségtani Tanszék

Authors' address: Department of Animal Physiology and Health, Szent István University
H-2010 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
papocsi.rethy@t-online.hu

2010-BEN SIKERESEN MEGVÉDETT PHD ÉRTEKEZÉSEK (3. RÉSZ)

HÚSTERMELŐ-KÉPESSÉG JAVÍTÁSÁRA IRÁNYULÓ SZELEKCIÓ TOVÁBBFEJLESZTÉSE A MAGYARTARKA FAJTÁBAN

FÜLLER IMRE

Kaposvári Egyetem, Kaposvár

A kettőshasznosítású szarvasmarhák tenyészértékbecslése számos elméleti és gyakorlati problémát vet fel. A nagyszámú, ugyanakkor gyakran egymással antagonista résztulajdonságok folytán a szelekció kompromisszumokkal terhelt. Az elmúlt évtizedekben a tejtermelő-képesség fokozása kapott hangsúlyt, ennek eredményeképpen a fajta átlagos tejtermelése 5000–6000 kg-ra nőtt. A fajta versenyképességének megőrzése érdekében napirendre került a hústermelő tulajdonságok javításának igénye, és az ezt megalapozó szelekciós és tenyészértékbecslő módszerek kidolgozása. Mindezt úgy, hogy az a megváltozott üzemi-gazdasági, szervezeti viszonyok között hatékonyan működtethető legyen, és az előírt tejtermelési színvonalat ne veszélyeztesse.

A cél érdekében a jelölt arra vállalkozott, hogy kidolgozza a központi STV-ra alapozott, ivadékvizsgálattal kiegészített teljesítményvizsgálati rendszert, majd ennek eredményeit értékelve tenyészértékbecslési ill. szelekciós modellt készít a fajta hústermelő-képességének javítására.

Feldolgozta 2000–2003 között központi STV állomáson értékelt 29 tenyészbika küllemi, súlygyarapodási adatait, majd ezekkel 12 gazdaságban bikánként átlagosan 12–15 utóddal, összesen 352 ivadékra kiterjedő hízékonyság-vizsgálatot végzett. Értékelte az ivadékok növekedési erélyét, vágóértékét, SEUROP minőségét. Meghatározta a tulajdonságok genetikai paramétereit, majd erre alapozva tenyészértéket számolt.

Új tudományos eredmények:

Kidolgozta a hazai viszonyokra adaptált hús-ITV módszert

Új tenyészérték-számítási modellt dolgozott ki.

Kiszámolta az európai hegyitarka fajtacsoportban használt, és a magyartarka hús-tenyészérték számítás közötti korrelációt, és ezt gyenge-közepes erősségűnek találta.

A SZÉKELYFÖLDÖN ELŐÁLLÍTOTT TEJ ÉS TEJTERMÉKEK ELŐÁLLÍTÁSI KÖRÜLMÉNYEINEK HATÁSA A ZSÍRSAV-ÖSSZETÉTELRE, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A KONJUGÁLT LINOLSAVRA

SALAMON ROZÁLIA VERONIKA

Kaposvári Egyetem, Kaposvár

A jelölt a Hargita megyében termelt és a helyi viszonyok között kiterjedten használt baktériumkultúrák hatására bekövetkezett tejösszetétel változásokat vizsgálta. Elemezte, hogy ezek a kultúrák, illetve a technológiai folyamatban szereplő egyéb tényezők befolyásolják-e, ha igen, milyen mértékben a tejtermékek zsírsav-összetételét és konjugált linolsav-tartalmát, ill. eltarthatóságát.

Új tudományos eredmények:

Székelyföldön a mindennapi gyakorlatban a savanyú tejkészítmények előállítására alkalmazott kultúrák nem változtatták meg a tejzsír eredeti összetételét, és nem növelték annak konjugált linolsav-tartalmát.

Napraforgóolaj adagolásával növelni lehet a laktobacilluszok konjugált linolsav-termelését. A kultúrák egy részénél megállapítható a napraforgóolaj optimális mennyisége, ami 100 µl/100 cm^3. Nagyobb adag szignifikáns mértékben csökkenti a színtenyészetekkel beoltott nyerstej és pasztőrözött tej eredeti konjugált linolsav-tartalmát.

Különböző idejű hagyományos és mikrohullámú hőkezelés a tej és tejtermékek vizsgált zsírsavainak százalékos arányát nem befolyásolta.

A tárolási idő az általuk vizsgált sajtok konjugált linolsav-tartalmát a Rucâr sajt kivételével nem befolyásolta szignifikánsan. A sajtok tárolása során a konjugált linolsav-taratlmot a 15–18. héten éri el a maximumát, majd csökken.

A BELTENYÉSZTETTSÉG ÉRTÉKELÉSE A MAGYAR FAJTATISZTA SERTÉSTENYÉSZTÉSI PROGRAMOKBAN

VIGH ZSÓFIA

Kaposvári Egyetem, Kaposvár

A sertéstenyésztési programok eredményessége sok más tényező mellett a programban szereplő fajták, illetve vonalak beltenyésztettségétől is függ. Erre vonatkozóan azonban nem rendelkezünk elegendő információval.

A vizsgálat célkitűzései a következők voltak:

Beltenyésztettség kiszámolása a magyar nagyfehér és magyar lapály populációk petrianalízisével.

Beltenyésztettségi leromlás vizsgálata a növekedési erély, vágóérték és szaporasági tulajdonságokban.

A tenyészértékbecslési modellek pontosságának becslése a tenyésztésbe vett kocák számának függvényében.

A feldolgozásban a magyar nagyfehér 1999–2005. évi ÜSTV, a magyar lapály 1994–2004. évi ÜSTV adatai, továbbá az 1984–1985. évre visszamenőleg a származási adatok szerepeltek. Az ÜSTV statisztikai kiértékelésben a PEDUTIL, VANARD, NGEN programokat használta.

Új tudományos eredmények:

A magyar nagyfehér sertések 0,9%-a beltenyésztett, az átlagos beltenyésztési együttható: 13,37%

A magyar lapály sertések 7,17%-a beltenyésztett, az átlagos beltenyésztési együttható: 5%

Meghatározta a beltenyésztési együttható 10%-os növekedésével együtt járó leromlás értékét fajtánként és tulajdonságonként.

AZ IDEG- ÉS IZOMRENDSZERBEN ELŐFORDULÓ *ELAPHOSTRONGYLUS CERVI* FONÁLFÉREG ÖKOLÓGIAI VISZONYAINAK VIZSGÁLATA DUNÁNTÚLI GÍMSZARVAS-POPULÁCIÓKBAN

KOVÁCS SZILVIA

Kaposvári Egyetem, Kaposvár

A jelölt kutatási során az *E. cervi* fonálféreg előfordulási viszonyait vizsgálta különböző élőhelyi viszonyok között található gímszarvas-populációkban. Az alábbi kérdésekre kereste a választ:

Milyen gyakorisággal fordul elő a féreg a gímszarvas központi idegrendszerében az egyes dunántúli szarvaspopulációkban?

Vajon a gerinccsatornában előfordulhat-e *E. cervi* példány?

Az állatok fertőzöttségének gyakorisága/intenzitása és az életkoruk, valamint a vizsgálati időpontok között van-e összefüggés?

Az állat tápláltsági állapotát befolyásolja-e a fertőzöttség?

A vizsgálatok során 2005–2009. években (4 vadászati idényben) gyűjtött mintákat Baranya, Somogy, Zala megyékben. Összesen 370 koponya, 25 gerinc, 32 vázizom és 434 hullaték mintát elemzett.

Új tudományos eredmények: Az *E. cervi* fiatal egyedeire jellemző a koponya és a gerinccsatorna szubdurális réseiben való vándorlás, amit a borjakban tapasztalt magas prevalencia és a féregmentes egyedekben is gyakori *dura*felszíni makro- és mikroszkópos elváltozások bizonyítanak.

Az *E. cervi* példányok központi idegrendszerben való előfordulásának a szezonális és a gazda életkorfüggő alakulása jelzi a fiatal borjak rendszeres fertőződésének az időszakát (nyári hónapok). Az izomzatban megtelepedő férgek általában a borjak féléves kora után válnak ivaréretté a lárvaizolálási vizsgálatok alapján.

Az egyévesnél idősebb szarvasokban tapasztalt alacsony prevalencia egyfelől utal arra, hogy a férgek nem telepszenek meg a központi idegrendszerben, másfelől indirekt bizonyítéka a vándorló fiatal *E, cervi* példányok elleni hatékony aktív immunitás kialakulásának.

TARTALOM, 2011. VOL. 60.

	No.	Old.
60 éves az Állattenyésztés és Takarmányozás	1.	1
Bene Szabolcs – Kovács-Mesterházy Zoltán – Szabó Ferenc: Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 8. közlemény: A muraközi típus	4.	371
Bene Szabolcs – Nagy Barnabás – Nagy Zsuzsanna – Kiss Balázs – Zsuppán Zsuzsa – Gulyás László – Szabó Ferenc: Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 6. közlemény: A magyar hidegvérű	2.	165
Bene Szabolcs – Nagy Zsuzsanna – Polgár J. Péter – Szabó Ferenc: Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei 5. közlemény: regressziós modellek és populációgenetikai paraméterek az angol telivér fajtában	2.	151
Bene Szabolcs – Nagy Zsuzsanna – Polgár J. Péter – Szabó Ferenc: Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei 7. közlemény: Regressziós modellek és populációgenetikai paraméterek a magyar hidegvérű fajtában?	2.	197
Bercsényi Miklós – Szűcs Réka – Orbán László – Lehoczky István – Jeney Zsigmond: Halgenetikai kutatások fajtajavítási és állomány-megőrzési céllal	3.	267
Berta Attila – Béri Béla: A hasznos élettartam és a küllem kapcsolatának elemzése holstein-fríz	1.	47
Bodó Imre: Erdély veszélyeztetett házi állatfajtái. Hozzászólás Marcel Matiuti cikkéhez	3.	219
Csengeri István – Gál Dénes – Kosáros Tünde – Pekár Ferenc – Bakos János – Potra Ferenc – Kovács Gyula – Feledi Tibor – Fazekas József – Biró Janka – J. Sándor Zsuzsanna – Gy. Papp Zsuzsanna – Jeney Zsigmond – Rónyai András: A haltakarmányozás halliszt és halolaj nélkül?	3.	281
Csikai Andrea: 11 alapanyag vizsgálata száraz kutya- és macskaeledelek optimális szeléntartalomának eléréséhez)	1.	97
Demény Ferenc – Sudár Gergő – Trenovszki Magdolna – Kucska Balázs – Hóvári Judit – Szabó Gergely – Molnár Tamás – Hegyi Árpád – Urbányi Béla – Müller Tamás: Különböző takarmányok hatása a széles kárász (*Carassius carassius* L.) termelési mutatóira laboratóriumi körülmények között	1.	29
Demény Márton – Tóth Gábor – Szentléleki Andrea – Dobra Lajos – Póti Péter – Tőzsér János: Holstein-fríz tehenek csülökszarujának oldalfalán és talpán in vivo mért keménységi értékek összehasonlítása	4.	385
Gál Dénes: Fenntartható tógazdasági technológiák fejlesztése	3.	295
Jámbor Péter – Bokor Árpád – Stefler József: Hippoterápiás lovak lépés jármódjának kinematikai vizsgálata kültéri körülmények között	4.	337
Jeney Zsigmond – Váradi László – Lehoczky István – Bakos János – Nagy Zoltán Tamás – Bercsényi Miklós: A haltenyésztés genetikai alapjainak megőrzése	3.	237
Kiss Zsuzsanna – Burai Ibolya – Bordán Judit: Az IgY szezonális változása kendermagos tyúktojásban	1.	81
Kocsisné Gráff Myrtill – Jávor András – Kukovics Sándor: A kondíció pontszám, a tejtermelés és a szaporaság kapcsolata szánentáli kecskeállományokban	2.	107
Magyar Akvakultúra Szövetség (MASZ)	3.	250
Magyar Haltermelők és Halászati Vízterület-hasznosítók Szövetsége (MAHAL)	3.	280
Mezei Anita: Lovak tenyészértékbecslése a díjugrató sportban elért teljesítmény alapján (Irodalmi áttekintés)	2.	185
Nagy Zsuzsanna – Nagy Barnabás – Kiss Balázs – Zsuppán Zsuzsa – Szabó Ferenc – Bene Szabolcs: Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei 4. közlemény: Az angol telivér	2.	135
Pajor Ferenc – Borbély Mihály – Póti Péter: Genotípus hatása az anyajuhok bárányneve-lő képességére	1.	21
Papócsi-Réthy Katalin – Kiss Zsuzsanna – Kerti Annamária – Bárdos László: A paradicsom, mint likopin forrás alkalmazása Japán fürjben	4.	429
Póti Péter – Pajor Ferenc – Homolka Fruzsina – Gyuricza Csaba: A másodvetésű fehér mustár és olajretek táplálóértékének és legeltethetőségének megállapítása juhokkal	4.	335

	No.	Old.
Stündl László: Intenzív haltermelési rendszerek fejlesztése	4.	313
Szalainé Mátray Enikő – Harka Lívia – Hegedűs Dénes – Albert Attila – Békési László: A Fumagillin és a Nonosz® összehasonlítása a mézelő méh (*Apis mellifera* L.) Nosema Ceranae okozta Nosemosisában?	4.	363
Tóth Tamás – Beke Károly – Cenkvári Éva: A nátrium-hidroxiddal végzett kezelés hatása a kukorica *in situ* lebomlására és a bendőfermentáció néhány paraméterére	4.	397
Tóth Tamás – Viszket Erna – Csavajda Éva – Tanai Attila – Fébel Hedvig: Halolaj alapú védett zsírkészítmény bendőbeli lebomlásának és a tehenek tejtermelésére és a tej összetételére gyakorolt hatásának vizsgálata	4.	411
Török Márton — Kocsi Gyula — Szabó Ferenc: Hízóbikák bőr alatti faggyúvastagságának mérése két különböző ultrahangos módszerrel	1.	11
Urbányi Béla – Müller Tamás – Bokor Zoltán – Szabó Tamás – Béres Beatrix – Horváth László: Gazdasági haszonhalak és őshonos halfajok szaporítási és ivadéknevelési kutatásainak eredményei	3.	251
Váradi László: A kutatás az akvakultúra fenntartható fejlődésének	3.	225
Varga Dániel – Szabó András – Romvári Róbert – Hancz Csaba: A ponty (*Cyprinus carpio* L.) húsminősége (Szakirodalmi áttekintés)	2.	123
Virág Györgyi – Tóth Tamás – Zsédely Eszter – Boros Csilla – Schmidt János: A magyar nagyfehér?magyar lapály és a szőke mangalica húsának kémhatása, színe és márványozottsága biotartási és takarmányozási körülmények között	1.	67
Zakar Erika – Oláh János – Jávor András – Kusza Szilvia: Az Alh, Hr78 és ND gének expressziójának változása atkafertőzöttség (*Varroa destructor* Oud.) hatására mézelő méhben (*Apis mellifera* L.)	1.	57

CONTENTS, 2011. VOL. 60.

	No.	Old.
Bene, Szabolcs – Kovács-Mesterházy, Zoltán – Szabó, Ferenc: Data on the body measurements and live weight of brood mares of different breeds. 8th paper: The Murinsulaner type	4.	371
Bene, Szabolcs – Nagy, Barnabás – Nagy, Zsuzsanna – Kiss, Balázs – Zsuppán, Zsuzsa – Gulyás, László – Szabó, Ferenc: Body measurements and live weight data of brood mares of different breeds. 6th Paper: The Hungarian Cold Blooded Horse	2.	165
Bene, Szabolcs – Nagy, Zsuzsanna – Polgár, J. Péter – Szabó, Ferenc: Body measurements and live weight data of brood mares of different breeds. 5th Paper: Regression models and population genetic parameters in Thoroughbreds	2.	151
Bene, Szabolcs – Nagy, Zsuzsanna – Polgár, J. Péter – Szabó, Ferenc (Body measurements and live weight data of brood mares of different breeds. 7th Paper: Regression models and population genetic parameters in Hungarian Cold Blooded Horse	2.	197
Bercsényi, Miklós – Szűcs, Réka – Orbán, László – Lehoczky, István – Jeney, Zsigmond: Fish genetic research for stock Improvement and preservation	3.	267
Berta, Attila – Béri, Béla: Analysis of correlation between conformation and longevity in Holstein Friesian cows	1.	47
Csengeri István – Gál Dénes – Kosáros Tünde – Pekár Ferenc – Bakos János – Potra Ferenc – Kovács, Gyula – Feledi, Tibor – Fazekas, József – Biró, Janka – J. Sándor, Zsuzsanna – Gy. Papp, Zsuzsanna – Jeney, Zsigmond – Rónyai, András: Fish feeding without fishmeal and fish oil?	3.	281
Csikai, Andrea: Analysis of 11 ingredients to achieve optimum selenium content in dry dog and cat foods	2.	97
Demény, Ferenc – Sudár, Gergő – Trenovszki, Magdolna – Kucska, Balázs – Hóvári, Judit – Szabó, Gergely – Molnár, Tamás – Hegyi, Árpád – Urbányi, Béla – Müller, Tamás: Effects of different kinds of food on the growth of Crucian carp (*Carassius carassius* L.) reared in controlled conditions	1.	29
Demény, Márton – Tóth, Gábor – Szentléleki, Andrea – Dobra, Lajos – Póti, Péter – Tőzsér, János: Comparison of toughness in vivo measured on lateral wall and sole of claw horn in Holstein-Friesian cows	4.	385
Gál, Dénes: Development of sustainable pond farming technologies	3.	295
Jámbor, Péter – Bokor, Árpád – Stefler, József: Kinematic studies of the free walk in different hippotherapeutic horses under outdoor conditions	4.	337
Jeney, Zsigmond – Váradi, László – Lehoczky, István – Bakos, János – Nagy, Zoltán Tamás – Bercsényi, Miklós: Conservation of genetic resources of fish culture	3.	237
Kiss, Zsuzsanna – Burai, Ibolya – Bordán, Judit: Seasonal variations IgY concentration in Speckled Hungarian hens' yolk)	1.	81
Kocsisné Gráff, Myrtill – Jávor, András – Kukovics, Sándor: Association among condition score, milk production and prolificacy in Sanental goat populations	2.	107
Mezei, Anita: Breeding value estimation of horses based on performance in show jumping (Review))	2.	185
Nagy, Zsuzsanna – Nagy, Barnabás – Kiss, Balázs – Zsuppán, Zsuzsa – Szabó, Ferenc – Bene, Szabolcs: Body measurement and live weight data of brood mares of different breeds. 4th Paper: The Thoroughbred	2.	135
Pajor, Ferenc – Borbély, Mihály – Póti, Péter: Effect of genotype on lamb rearing ability of ewes	1.	21
Papócsi-Réthy, Katalin – Kiss, Zsuzsanna – Kerti, Annamária – Bárdos, László: The application of tomato as a lycopene source in Japanese quail	4.	429
Póti, Péter – Pajor, Ferenc – Homolka, Fruzsina – Gyuricza, Csaba: Evaluation of grazing ability and nutritive value of after-seed white mustard and oilseed radish in sheep	4.	335
Professor Dr. John Hodges: Is there an alternative to intensive livestock production?	1.	5
Stündl, László: Development of intensive fish production technologies	3.	313

	No.	Old.
Szalainé, Mátray Enikő – Harka, Lívia – Hegedűs, Dénes – Albert, Attila – Békési, László: Comparison of Fumagillin and Nonosz® against *N. ceranae* Nosemosis of the honeybee (*Apis mellifera* L.)	4.	363
The 60th anniversary of the establishment of the Hungarian Journal of Animal Production	1.	1
Tóth, Tamás – Beke, Károly – Cenkvári, Éva: Effect of treatment with sodium hydroxide on the *in situ* degradability of maize and some parameters of rumen fermentation	4.	397
Tóth, Tamás – Viszket, Erna – Csavajda, Éva – Tanai, Attila – Fébel, Hedvig: Effect of coated fish oil on rumen fermentation, milk production, milk composition and fatty acid profile of milk	4.	411
Török, Márton — Kocsi, Gyula — Szabó, Ferenc: Ultrasonic measurement of subcutan fat thickness of fattening bulls by two different methods	1.	11
Urbányi, Béla – Müller, Tamás – Bokor, Zoltán – Szabó, Tamás – Béres, Beatrix – Horváth, László: Results of the propagation and fry rearing research of economically important and endemic fish species	3.	251
Váradi, László: Research is the basis for sustainable development of aquaculture	3.	225
Varga, Dániel – Szabó, András – Romvári, Róbert – Hancz, Csaba: Meat quality of the common carp /*Cyprinus carpio* L./) – A review	2.	123
Virág, Györgyi – Tóth, Tamás – Zsédely, Eszter – Boros, Csilla – Schmidt, János: pH, color and marbling of the meat of Hungarian Large White ? Hungarian Landrace and Blond Mangalica pigs raised on organic feed and technology)	1.	67
Zakar, Erika – Oláh, János – Jávor, András – Kusza, Szilvia: The change of expression of the Aih, Hr78 and ND genes in mite (*Varroa destructor* oud.) infected honey bees (*Apis mellifera* L.)	1.	57

ÚTMUTATÓ A KÉZIRATOK ELKÉSZÍTÉSÉHEZ

Az Állattenyésztés és Takarmányozás kéthavonta megjelenő tudományos folyóirat, foglalkozik az állatitermék-előállítás valamennyi ágával, beleértve az összes állatfajt, azok tenyésztését, tartását, takarmányozását és az életfolyamatokkal kapcsolatos minden kérdéskört. Közöl elsősorban eredeti tudományos közleményeket, de egyes esetekben a tárgykörhöz tartozó szakirodalmi áttekintéseket és szükség szerint időszerű termeléspolitikai koncepciókat, szemle cikkeket. Tájékoztató céllal ismertet disszertációkat, beszámolókat tudományos rendezvényekről, összefoglalókat az egyetemek és a kutatóintézetek kiadványaiból. A cikkeket magyar vagy angol nyelven, az összefoglalókat, a táblázatokat és az ábraszövegeket mindkét nyelven közli.

A kéziratokat kettő példányban, nem szerkesztett változatban, írógéppel, vagy nyomtatóval jól olvashatóan leírva kell a szerkesztőség címére megküldeni. Csatolandó valamennyi szerző nyilatkozata arról, hogy hozzájárul a közlemény megjelenéséhez, és egyet ért annak tartalmával. A beérkezett kéziratokat a szerkesztőség (anonim) lektoráltatja, és amennyiben szükséges (ugyancsak anonim) visszaküldi a szerző(k)nek a végleges változat elkészítése érdekében.

Az elfogadott közlemények végső változatát elektronikus verzióban és egy kinyomtatott példányban kell a szerkesztőség címére beküldeni. A közlés költségmentes, az első szerző öt példányt kap a lap aktuális számából, és megkapja cikkét pdf kiterjesztésben.

Felvilágosítás a közléssel kapcsolatban, a szerkesztőségben:

Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, 2053 Herceghalom, Gesztenyés u. 1., Tel.: 23-319-133/256; Fax: 23-319-133; E-mail: szerk@atk.hu.

Az útmutató teljes szövege, az Állattenyésztés és Takarmányozás. 2004. 53. 2. számában a 193–195. oldalon olvasható, illetve az Internetről letölthető:

http:/www.atk.hu/magyar/MagyHaszUt.htm

GUIDE FOR AUTHORS

The Hungarian Journal of Animal Production is a bimonthly scientific journal dealing with all of the branches of animal production, including all of the species, their breeding, keeping and feeding, and the whole sphere of question's connected to their vital processes. Mainly original scientific papers, but in some cases also review articles and up-to-date production political conceptions are published. Information is given on dissertations, scientific meetings and on reports of universities and research institutes. Articles are published in Hungarian or English, summaries, texts of tables and figures in both languages.

Manuscripts should be sent in two copies, written in well readable in non-reducted form by typewriter or printer to the address of the editorial office. All authors have approved the paper for release and are in agreement with its content. Manuscripts are anonymously reviewed, and if necessary (also anymously) returned to the author(s) for the formation of the final version.

The final versions of the accepted publications should be submitted in electronic version plus in one printed copies to the address of the editorial office. Publishing is free of charge, five exampler of current journal and per e-mail the pdf version of paper are sent to the first author.

Publication related information may be obtained from the editorial office: Research Institute for Animal Breeding and Nutrition, H-2053 Herceghalom, Gesztenyés u. 1., Phone: +36-23-319-133/256; Fax: +36-23-319-133; E-mail: szerk@atk.hu.

Full text (in English) of guide for authors see on the Internet:

http:/www.atk.hu/english/AngHaszUt.htm

ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS

Főszerkesztő (Editor-in-chief): FÉSÜS László (Herceghalom)

A szerkesztőbizottság (Editorial board):

Elnök (President): SCHMIDT János (Mosonmagyaróvár)

BREM, G. (Ausztria)
HODGES, J. (Ausztria)
NOBORU, M. (Japán)
ROSATI, A. (EAAP, Olaszország)
VERSTEGEN, M.W.A. (Hollandia)
BODÓ Imre (Szentendre)
BÖGRÉNÉ BODROGI Gabriella (Budapest)
FÉBEL Hedvig (Herceghalom)
GUNDEL János (Herceghalom)
HIDAS András (Gödöllő)
HOLLÓ István (Kaposvár)
HORN Péter (Kaposvár)
HULLÁR István (Budapest)
KOVÁCS József (Keszthely)
KOVÁCSNÉ GAÁL Katalin (Mosonmagyaróvár)
MÉZES Miklós (Gödöllő)
MIHÓK Sándor (Debrecen)
NÉMETH Csaba (Budapest)
PÉCSI Mária (Budapest)
RÁTKY József (Herceghalom)
SZABÓ Ferenc (Keszthely)
TŐZSÉR János (Gödöllő)
VÁRADI László (Szarvas)
WAGENHOFFER Zsombor (Budapest)
ZSARNÓCZAY Gabriella (Budapest)

Szerkesztőség: (Editorial office): Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet
Research Institute for Animal Breeding and Nutrition
2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.
T/F: (+36) 23-319-133 – E-mail: szerk@atk.hu – http:/www.atk.hu
Technikai szerkesztő: SIPICZKI Bojana

A cikkeket kivonatolja a *CAB International (UK) az Animal Breeding Abstracts* c. kiadványban
This journal is abstracted by *CAB International (UK) in Animal Breeding Abstracts*

Felelős kiadó (Publisher): BOLYKI István, ügyvezető igazgató

HU ISSN: 0230 1814

A lap a Vidékfejlesztési Minisztérium tudományos folyóirata
This is a scientific quarterly journal of the Ministry of Rural Development, founded in 1952 („Állattenyésztés") by Prof. József Czakó

A kiadást támogatja (sponsored by): Vidékfejlesztési Minisztérium
MTA Könyv- és Folyóiratkiadó Bizottsága

Megjelenik évente négyszer

Előfizetési díj: 1 évre 7000 Ft (ÁFA-val)
Kiadja és terjeszti az AGROINFORM Kiadó
Előfizethető a kiadónál, vagy átutalással a K&H 10200885-32614451 pénzforgalmi jelzőszámra
Külföldön terjeszti a Batthyány Kultur-Press Kft., 1011 Budapest, Szilágyi Dezső tér 6.
T/F: (+36) 1-201-8891; (+36) 1-212-5303, E-mail: batthyany@kultur-press.hu
Orders may be placed with Batthyány Kultur-Press Ltd., Szilágyi Dezső Square 6.
H-1011 Budapest, or with any of its representatives abroad

Nyomta: AGROINFORM Kiadó és Nyomda Kft., 1149 Budapest, Angol u. 34.
A nyomda felelős vezetője: STEKLER Mária
Budapest, 2011/132