

---

(Hungarian Journal of) ANIMAL PRODUCTION

---

**Á**LLATTENYÉSZTÉS  
**és** **T**LAKARMÁNYOZÁS

---

ENGLISH SUMMARIES

Vol. 55.

5

2006.

---

## TARTALOM — CONTENT

<p><i>Szőke, Sz.Ms. – Béri, B. – Komlósi, I.</i>: Az új biotechnológiai módszerek és a beltenyésztettség. (A hatás becslése szimulációs modellel). (New biotechnological methods and inbreeding (Prediction of the effect using simulation model) .....</p> <p><i>Dákay, I.Ms. – Nagy, B. – Bene, Sz. – Fördös, A. – Szabó, F.</i>: Az ellések közt eltelt idő vizsgálata néhány hústehen állományban. (Study on the calving interval in some beef cattle herds in Hungary).....</p> <p><i>Petrovics, E.Ms. – Jámbor, P. – Bokor, Á. – Hecker, W. – Stefler, J.</i>: A ló mozgásának objektív elemzési lehetősége, és főbb kinematikai jellemzői. (Szakirodalmi áttekintés). (The possibility of the objectiv analysis of the equine's motion and their main kinematic parameters. A review).....</p> <p><i>Tózsér, J. – Szentléleki, A.Ms. – Zándoki, R.Ms. – Sipos, M. – Holló, G.Ms. – Holló, I. – Gábeliné Tózsér, Gy.Ms. – Zsigmond, K.Ms.</i>: A fartájék bőr alatti faggyúvastagság (P8) mérésének megbízhatósága real-time ultrahang-készülékkel. (Reliability of measuring rump fat depth (P8) by real-time ultrasound equipment) .....</p> <p><i>Varga, P.Ms. – Gulyás, L. – Bali Papp, Á.Ms. – Nagy, G.</i>: Ménhasználat Magyarországon. (Utilization of stallions in Hungary).....</p> <p><i>Sarlós, P. – Egerszegi, I. – Rátky J. – Nagy Sz. – Huszár, Sz.Ms.</i>: A here endokrin működésének vizsgálata mangalica kanokon. (Investigation of testicular endocrine function in mangalica boars) .....</p> <p><i>Varga, E.Ms. – Matas, C.Ms. – Ruiz, S. – Gajdócsi, E.E. Ms. – Bali Papp, Á.Ms.</i>: Sertés petesejtek vitrifikálása nyitott végű műszalma (OPS) eljárással. (Vitrification of porcine oocytes by Open Pulled Straw (OPS) method).....</p> <p><i>Szőke, Zs.Ms. – Végi, B.Ms. – Varga, Á. – Lennert, L.-né Ms. – Péczely, P. – Bama, J.Ms.</i>: A tyúk mesterséges termékenyítéséről, másképp. (About the artificial insemination of hens, in auther way).....</p> <p><i>Polgár, Zs.Ms. – Bodó Sz. – Kobolák, J.Ms. – Solomon, M. – Tancos, Zs.Ms. – Tóth, Sz. – Görhöny, B. – Dinnyés, A.</i>: Egér kiméra utódok létrehozása injektált és mélyhűtött blastocisztákból. (Production of chimeric mice from injected and vitrified blastocysts) .....</p> <p><i>Carstea, V.B. – Lemos, A.P.C.Ms. – Ilie, D.Ms. – Bodó, Sz. – Kovács, A. – Bősze, Zs.Ms. – Góczy, E.Ms.</i>: Az ivar átfordítás lehetőségének vizsgálata egér kimérák alkalmazásával. (Examination of the opportunity of sex reversal using mouse chimeras).....</p>	<p>409</p> <p>419</p> <p>431</p> <p>451</p> <p>459</p> <p>467</p> <p>475</p> <p>483</p> <p>493</p> <p>501</p>
---	---

### SZEMLE (Miscellaneous)

<p>Dr. Mészáros István (1910–2006).....</p> <p>Különszám, 2006. "Takarmányozás — élelmiszerminőség és -biztonság" (Supplement, 2006. Animal nutrition — food quality and food safety) .....</p> <p>Könyvismertetés (Book review)</p> <p><i>Bodó I. – Ernst J.</i>: Régi magyar méneskönyvek". (Old Hungarian Stud Book) .....</p> <p><i>Geers, R. – Madec, F.</i>: Livestock Production and Society. (Állattenyésztés és a Társadalom) .....</p>	<p>450</p> <p>482</p> <p>492</p> <p>500</p>
--	---

## AZ ÚJ BIOTECHNOLÓGIAI MÓDSZEREK ÉS A BELTENYÉSZTETTSÉG (A HATÁS BECSLÉSE SZIMULÁCIÓS MODELLEL)

SZÓKE SZILVIA — BÉRI BÉLA — KOMLÓSI ISTVÁN

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az új biotechnikai, biotechnológiai eljárások közül a szuperovuláltnak és klónozásnak nagy jövője van, illetve lehet az állattenyésztésben. Általános alkalmazásukkal, a legkiválóbb teljesítményt nyújtó állatokat, tetszőleges számban lehet előállítani. Ez azonban a genetikai variancia csökkenésével, és a beltenyésztettség növekedésével jár együtt.

A szerzők célja volt a különböző klónozási technológiák szimulációja segítségével felmérni azok tömeges alkalmazásának hatását a genetikai változatosságra és a beltenyésztettségre nézve, egy tejelő szarvasmarha populációban. Megállapították, hogy 200 000 tejelő szarvasmarha esetén, borjazásonként 5% klónutóddal számolva, az eltérő klónozási technológiák hatására, jelentős különbségek adódtak. Mintegy 21,5 évnyi időszak alatt, a beltenyésztettség klónozatlan populációkban 0-ról 0,28% és 6,31% közé emelkedett, eltérő bikahasználat mellett. Különböző klónozási technológiák használatakor, a beltenyésztettség szintén jelentősen eltért, a vizsgált időszak alatt, 0-ról 0,41% és 12,77% közé emelkedett szintén eltérő bikahasználat mellett.

### SUMMARY

*Szöke, Sz. Ms. – Béri, B. – Komlósi, I.:* NEW BIOTECHNOLOGICAL METHODS AND INBREEDING (PREDICTION OF THE EFFECT USING SIMULATION MODEL)

Among the many recent advances in biotechnology and its application, superovulation and cloning offer the greatest potential for improvements in animal breeding. General use of these techniques may allow production of animals with the most desirable characteristics all but at will, with associated declines in genetic variance and increases in inbreeding. They examined the potential effects of cloning on genetic value and inbreeding in a dairy cattle herd with computer simulation. Assuming a herd size of 200,000 and different numbers of bulls the inbreeding coefficient was 0.28%-6.31% in the control population after 21.5 years. Using clones with different technology the inbreeding coefficient was 0.41%–12.77%, depending from number of bulls too.

## BEVEZETÉS

A keresztezések és szelekció segítségével létrehozott nagy tejhozamú szarvasmarha fajták hagyományos módon, csak hosszú idő alatt szaporíthatók el, mert az ikervemhesség ritka, és a vemhesség ideje hosszú. Egy újabb eljárás szerint a kiváló teljesítményű egyedek embrióiból, vagy testi sejtjeinek felhasználásával, genetikailag identikus egyedeket állítanak elő — vagyis klónoznak. Jelenleg ennek is több módja ismert. Az új technológia alkalmazásával viszont, az azonos genetikai felépítésű egyedek tömeges előállítására csökkenti a genetikai variációt, és megnöveli a beltenyésztettség az állományban. Ez utóbbi a genetikai terhesség halmozódásához, a fitness tulajdonságok romlásához vezethet. Célunk volt a különböző klónozási technológiák számítógépes szimulációja segítségével felmérni azok tömeges alkalmazásának lehetséges hatását a beltenyésztettségre, egy tejelő szarvasmarha populációban. Ezzel a modellezéssel a várható folyamat és annak nagyságrendje elemezhető, s javaslat tehető a megelőzésre.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### *Klónozási eljárások*

Az embrió-darabolási eljárásban egy petesejtet mesterségesen termékenyítenek meg, majd az így létrejött zigótát, a nyolc sejtből álló embrionális állapotig hagyják osztódni. Ekkor az embriót több részre hasítják. Nyolcsejttes állapotig nem indul meg a sejtek differenciálódása, az így kapott embriók genetikailag teljesen azonosak lesznek. Az eddigi kutatások alapján úgy tűnik, hogy az embriókat legfeljebb négy részre lehet osztani, hogy elegendő számú sejtből álló életképes embriókat lehessen később beültetni (Gócza, 1997; Baranyai és mtsai, 2000). Az embrió-átültetés során fellépő veszteségek miatt a hatékonyság 40–60%-os.

A sejtmag-átültetési technológiával (nukleáris transzfer) az embrionális stádiumban lévő sejtmagot olyan zigótába vagy petesejtbe injektálják, amelynek saját sejtmagját előzőleg eltávolították. Gyenge elektromos áram segítségével egyesítik, és így életképes zigóta nyerhető. „A korai fejlődés során, az embrionális sejtek toti- vagy pluripotensek, azaz sejtmagjuk tartalmazza a teljes élőlény kifejlődéséhez szükséges összes genetikai információt” (Solti, 2004). A sejtmagokban található DNS minden embrióban megegyezik, azonban a befogadó (recipiens) petesejt citoplazmája is tartalmaz öröklődő anyagot. Ez kis eltérést jelent a klónembriók között.

A testi sejt klónozás, az előzőekben leírt sejtmag-átültetési eljárástól abban különbözik, hogy egyszomatikus sejt sejtmagját ültetik be egy sejtmagjától megfosztott petesejtbe. Az ismertté vált *Wilmur* és *mtsai* (1997) számoltak be az első sikeres kísérletről, melynek eredményeképpen született meg Dolly. Ennek jelentősége és nehézsége abban áll, hogy a testi sejtek már differenciálódtak, specializálódtak valamilyen feladat ellátására. A testi sejt klónozás, a jelenlegi gyakorlatban, a legkevésbé sikeres eljárás, ugyanakkor állattenyészté-

si jelentősége nagy, hiszen ismert teljesítményű állatokat lehetne klónozni ily módon.

Egy embrióból kevés sejt nyerhető a sejtmag-átültetéshez, ezért csak kis számú genetikailag azonos egyed hozható létre. Ez a tény fordította a kutatók figyelmét az embrionális őssejtek felé. A cél az volt, hogy sejtenyészetből származó embriót tudjanak eredményesen beültetni, így tetszés szerinti létszámban lehessen genetikailag identikus egyedeket előállítani. „Erre a legalkalmasabb megoldást az ún. Embrionális eredetű őssejtek (ES-sejtek) használata jelent, mert pluripotensek és tenyészetben differenciálódás nélkül fenntarthatók szarvasmarhából (Gócza, 1997, 1998)”. Eddig már több faj esetében is sikerült élő utódokat nyerni testi sejtekből; egérből, kecskéből, sertésből, macskából, nyúlból, gaurból, bantengből, muflonból, őszvérből, lóból, afrikai vadmacskából (*Dinnyés és mtsai*, 2002). Így tehát megvan a gyakorlati lehetősége annak, hogy genetikailag azonos egyedeket tetszőleges számban állítsanak elő bizonyos állatfajok esetén. Azonban szarvasmarha őssejtekből még nem sikerült klónozott utódokat létrehozni.

### *Rokonsági viszonyok*

Az embrió-darabolással létrehozott állatok valódi szülei a petesejtet és a himivarsejtet adó donorok. Velük ugyanúgy 50%-os a rokonság, mint bármely természetes úton fogant egyed esetében. Az embriót kihordó nőstény csak béranya, genetikai értelemben nem rokon. Az embriódarabolással létrejött ikrek, csakúgy, mint a természetben az egypetéjű ikrek, egymással teljesen egyforma génkészletet tartalmaznak, így 100%-os rokonságuk mértéke.

Genetikai információ a sejtmagon kívül (ami az apai és anyai genom hordozója) a mitokondriumban is található. A himivarsejtből származó mitokondrium felszívódása miatt az utód csak az anyai eredetű mitokondriumokat, illetve mitokondriális géneket örökli (*Bodó és Gerencsér*, 2000). Sejtmag-átültetés esetén, így az embriónak van egy harmadik — genetikai értelemben vett — szülője is.

*Gibson és mtsai* (1997) szarvasmarhában vizsgálták a mitokondriális hatást a tejszír-százalékára. Megállapították, hogy az összes variancia 2,9–5,6%-a a mitokondriális eltéréseknek köszönhető. Más, korábbi közlemény szerint (*Bell és mtsai*, 1985), ez az érték nem több 1,2%-nál. A laktációk 4%-os zsirtartalomra korrigált tejmenyiségét vizsgálták *Faust és mtsai* (1990). Ők a mitokondriális hatást 0–5% közöttinek találták a teljes varianciához viszonyítva. *Onken és Swaive* (1993) tej-, zsír- és fehérjemennyiség, valamint tejszír százalék adatokat vizsgálva, frisland szarvasmarhában, a teljes variancia 6,8; 0; 2,4; illetve 1,2%-át tulajdonították a citoplazmában található eltérő géneknek.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Számítógépes szimuláció segítségével összehasonlítottuk a sejtmag-átültetéses klónozás, a testi sejtes klónozás, és az embrió-darabolási technológia tömeges alkalmazásának lehetséges hatását egy elképzelt tejelő szarvasmarha állományban. Az alappopuláció létszáma 200 000 tehén volt, a bikák

száma pedig, a kísérleti beállítástól függően, 100, 500, 667 vagy 1000 tenyész-bika volt, valamint modelleztük a 2004-es valós bikahasználatot is (az adatok *Dr. Monostory Istvántól* származtak).

A klónozási kísérlet során az infinitezimális modellt alkalmaztuk, ami azt jelenti, hogy végtelen számú gén egyenként igen kis (végtelenül kis) hatást gyakorol az adott tulajdonság kifejeződésére. Nem számoltunk dominancia és episztázis hatással, így az összes genetikai érték az additív genetikai értékkel egyezett meg. Az egyedeket genetikai értékeikkel és tenyészértékükkel jellemeztük. A kiindulási populáció genetikai értékei a standard normális eloszlásból származó véletlenszámok voltak. A tenyészérték szintén normális eloszlást mutató valószínűségi változó volt; a genetikai értékhez egy nulla várható értékű véletlenszámot adtunk. Ez is normális eloszlásból származott, várása függött az ivartól, a bikáké 0,05, a teheneké 0,2 volt. A két ivarban eltérő a tenyészérték-becsléshez használt adatok mennyisége, és a továbbtenyésztési hányad, ezért tettünk különbséget közöttük. A genetikai értékeknek az utódok létrehozásában volt szerepe: ezek a szülők genetikai értékének átlagát és egy nulla várható értékű véletlenszám összegét kapták, ami a mendeli varianciát modellezte. A tenyészértékek alapján rangsoroltuk az egyedeket.

A szimulációban átfedő populációkat vizsgáltunk. Az időt 436 napos egységekben mértük, ami két ellés közötti időszaknak felelt meg. Minden kísérleti elrendezésben célpárosítást alkalmaztunk. A legnagyobb tenyészértékű bikákat, a 200, 300, 400, 2000 legnagyobb tenyészértékű tehénrel „párosítottuk”. A második legjobb bikát, pedig a rangsorban következő nőivarú egyedekkel. A valós bikahasználatban nem volt azonos az egy bikára jutó tehének száma.

A tejelő állomány korszerkezete állandó volt, az arányokat élettartamindex táblázat (*Báder és mtsai*, 2002) alapján állítottuk be. A tenyészbikák változó korúak voltak, hiszen legalább 5 éves kor, és legalább 75%-os megbízhatóság esetén mindaddig tenyésztésben maradnak, amíg a legjobbak között vannak (*Princz*, 2005).

A kontrollpopulációban nem alkalmaztunk klónozást.

Az embrionális sejtenyészetek felhasználásával történő sejtmag-átültetéses klónozás modelljében, a párosítások során, a legjobb tenyészértékű tehének embriói felhasználásával, 9-9 klónt képeztünk, az utódok genetikai értékei megegyeztek.

A testi sejtes klónozás modelljében, a legjobb tenyészértékű tehéneknek szintén 9-9 kiónját képeztük. Genetikai értékeik a donoréval egyeztek meg.

Az embrionális sejtenyészetek használatával történő sejtmag-átültetéses klónozás és a testi sejtes klónozás esetében felmerül az anyai hatás kérdése. A kiónok genetikai értelemben vett szülei a donor szüleivel egyeznek meg. A donortól azonban csak a sejtmagot kapja, a citoplazma egy másik egyedtől származik. A citoplazmában lévő mitokondriális DNS még vitatott, többnyire 0–5%-os teljesítményre gyakorolt hatását ebben a kísérletben elhanyagoltuk, pontosabban, ha a citoplazma donor hasonlóan kiváló teljesítményű a sejtmagdonorhoz, akkor várhatóan nem ront annak teljesítményén. A dajkaanyákat a legkisebb tenyészértékű egyedek közül választottuk ki, így egy-egy időegységben belül, a legjobb teljesítményű tehének még ivaros szaporodásban is részt vehettek. A megszületett kiónok természetesen mind nőivarúak voltak.

Az embrió-darabolási eljárás modelljében, a négy embriódarabból egyet „feláldoztunk”, hogy az ivarát meg lehessen állapítani, mivel csak nőivarú egyedek kióját kívántuk modellezni. Összességében tehát azonos genetikai értékű hármastestvér utódok „születtek”. Kísérletünkben egy anyától, egy párosításból több hármastestvért származtattunk. Az azonos szülőktől származó hármastestvérek genetikai különbsége csak a mendeli varianciának volt köszönhető.

A szimuláció során kétféle paramétert változtattunk. Egyrészt a tenyészbikák, másrészt a időegységenként létrehozott kiókok számát. A klónozott egyedek számához kilenccel osztható számot választottunk, hogy a hármastestvérek esetével összehasonlíthatók legyenek. Ennek megfelelően, egy-egy borjazás-kor, 10 080, vagy 5 040, vagy 1008 klón „született”. Az 1. táblázatban mutatjuk be a kísérleti elrendezéseket.

1. táblázat

A szimulációs paraméterek

A klónozás módszere(1)	Anyák/donorok száma(6)	Klónok száma összesen(7)	Klónok aránya a tejlő állományhoz viszonyítva, %(8)
Kontroll populáció, nincs klónozás(2)	0	0	0
Sejtmag-átültetési klónozás(3)	1120	10 080	5,0
	560	5 040	2,5
	112	1 008	0,5
Testi sejt klónozás(4)	1120	10 080	5,0
Embrió-darabolási eljárás(5)	1120	10 080	5,0
	560	5 040	2,5
	112	1 008	0,5

Table 1.: The parameters of the simulation cloning methods(1), control population, there is no cloning(2), nuclear transfer method(3), somatic cell cloning(4), embryo splitting method(5), number of mothers/donors(6), number of clones(7), clones as a percentage of cows(8)

A táblázatban található nyolc beállítás mindegyikét öt bikalétszámmal együtt alkalmaztuk, így összesen  $8 \times 5 = 40$  kísérleti elrendezést vizsgáltunk. A szimulációs programot 18 időegységre állítottuk, ez mintegy 21,5 évet ölel fel. Borjazásonként rögzítettük a tejlő állomány átlagos genetikai értékét, a genetikai értékek szórását és a beltenyésztettségi koefficiens minden egyedre. A vizsgált időszak alatt több, mint 1,34 millió egyed született egy kísérleti program futtatás során. Mind a 40 szimulációs elrendezésben 20 ismétlést végeztünk, így  $40 \times 20 = 800$  szimuláció adatait értékeltük. A populáció nagy létszáma miatt, nagy teljesítményre és háttértárra volt szükségünk, ezért a SCILAB (2006) nyelven írt programokat, a Nemzeti Információs Infrastruktúra Fejlesztési Program szuperszámítógépén futtattuk.

## EREDMÉNYEK

A kiindulási populáció átlagos genetikai értéke nulla volt. A 2. táblázatban látható, hogyan változott meg ez a jellemző 18 szaporodási időszak alatt.

## Genetikai értékek a tejelő állományra vonatkozóan

A klónozás módszere(1)	Klónok aránya a tejelő állományhoz viszonyítva, %(8)	Genetikai értékek átlaga(9)				
		Valós bikahasználat mellett(6)	100	500	667	1000
			tenyészbika mellett(7)			
Kontroll populáció, nincs klónozás(2)	0,0	9,46	9,18	7,44	7,23	6,91
Sejtmag-átültetéses klónozás(3)	5,0	12,56	12,44	9,97	9,82	9,58
	2,5	11,38	11,12	9,17	8,94	8,66
	0,5	9,81	9,71	8,03	7,82	7,52
Testi sejtes klónozás(4)	5,0	11,36	10,80	9,42	9,24	8,97
Embrió-darabolási eljárás(5)	5,0	12,63	12,27	9,97	9,81	9,53
	2,5	11,21	10,99	9,09	8,85	8,64
	0,5	9,80	9,72	8,03	7,86	7,54

Table 2.: The average genetic value of females the average genetic value(1), as in Table 1.(1–5, 8), actual usage of bulls(6), 100, 500, 667, 1000 bulls(7), the average genetic value(9)

A vizsgált tényezők, a klónozás típusa, a klónok száma és a bikák száma 94,8%-ban magyarázták meg genetikai értékekben mutatkozó eltéréseket. Ezek közül legnagyobb hatással a bikák száma volt, majd a klónozottak száma következett, végül pedig a klónozás típusa. Az intraclass korrelációs értékek (Sváb, 1981) a következők voltak:  $r_{\text{bikas\!z\!a\!m}}=0,96$ ;  $r_{\text{kl\!o\!n\!s\!z\!a\!m}}=0,95$  és  $r_{\text{kt\!i\!p\!u\!s}}=0,61$ .

A bikák számát tekintve minden eset szignifikánsan különbözött a többitől, és a bikák számának csökkenése egyértelműen a genetikai értékek növekedését vonta maga után. Ez alól csak a valós bikahasználat képez kivételt, hiszen ott több, mint 1000 bika esetén a legmagasabb genetikai értékek adódtak. A klónozottak arányát véve az összehasonlítás alapjául, szintén szignifikáns különbségeket kaptunk, és minél nagyobb volt a klónozottak aránya, annál magasabb volt a genetikai érték a szimuláció végére. A legkisebb genetikai értékeket a kontroll populációban találtuk. Az embrió-darabolásos és a sejtmag-átültetéses populációk azonos klónozási arány és bikahasználat esetén, nem különböztek szignifikánsan. A testi sejtes klónozásakor tapasztalt értékek elmaradnak a másik két eljáráshoz képest.

A beltenyésztettséget szignifikánsan befolyásoló tényező mindhárom vizsgált faktor, a bikák száma, a klónozás módja és a klónozottak aránya ( $P=0,000$ ). A bikák számától függően, eltérő súlyt kapott a beltenyésztettség alakításában a klónozás módja és a klónozottak aránya. 500, 667 és 1000 bika alkalmazásával, a bikák számán túl, elsősorban a klónozás típusa határozta meg a beltenyésztettséget. A klónozási eljárások közül, a legnagyobb beltenyésztettségi együtthatók az össejtes alapú nukleáris transzfer eljárásban adódtak, ezt követte, csökkenő hatással, a testi sejtes klónozás, majd az embrió-darabolási eljárás és végül a kontroll csoport, klónozás nélkül. 100 bika és valós bikahasználat mellett inkább a klónozottak arányától függött a beltenyésztettség mértéke, minél nagyobb volt a nemzedékenkénti klónozás aránya, annál



nagyobb volt a beltenyésztettség is. A tenyészbikák számával fordítottan volt arányos a beltenyésztettség, minél kevesebb volt a bikák száma, annál nagyobb mértékű volt a rokonpárosítás. Ez alól a valós bikahasználat esete képez kivételt, ott nagyobb volt a beltenyésztettség minden más esethez képest. A 3. táblázatban látható, hogy a beltenyésztettségi együtthatók 0-ról meddig emelkedtek a vizsgált időszak alatt.

3. táblázat

**A beltenyésztettségi koefficiensek a tejelő állományra vonatkozóan, %**

A klónozás módszere(1)	Klónok aránya a tejelő állományhoz viszonyítva(8)	Genetikai értékek átlaga(9)				
		Valós bikahasználat mellett(6)	100	500	667	1000
			tenyészbika mellett(7)			
Kontroll populáció, nincs klónozás(2)	0,0	6,31	2,78	0,50	0,35	0,28
Sejtmag-átültetési klónozás(3)	5,0	11,99	10,01	2,48	2,26	1,90
	2,5	11,54	7,81	2,33	2,12	1,84
	0,5	8,66	5,95	1,49	1,31	1,24
Testi sejtes klónozás(4)	5,0	7,70	3,23	1,39	1,26	1,12
Embrió-darabolási eljárás(5)	5,0	11,84	8,94	0,72	0,62	0,49
	2,5	11,21	7,19	0,61	0,56	0,44
	0,5	8,56	5,59	0,58	0,53	0,41

Table 3.: The inbreeding coefficients of females as in Table 2.(1–9)

**MEGBESZÉLÉS**

A genetikai értékek növekedése szempontjából elsősorban a tenyészbikák száma, majd a klónozott embriók aránya volt meghatározó. A szimulációs kísérletbe vont háromféle klónozási eljárás, a sejtenyészetből származó sejtmag átültetése, a testi sejtes klónozás és az embrió-darabolásos eljárások közül, a testi sejtes klónozás elmaradt a másik kettő mögött, a genetikai értékek növekedését tekintve. Ennek okát abban látjuk, hogy a genetikai állományt meghatározó ivaros szaporodás a testi sejtet adó donor esetében szaporodási időszakokkal (évekkel) előbb történt, mint a másik két klónozási eljárásban, hiszen ott a megtermékenyítés a klónozással egy időszakban történt. A két időpont között, az állomány genetikai értelemben fejlődött, a testi sejtes klónozással nyert klónegyedek várható genetikai értékei így elmaradtak a másik két eljárással keletkezett állatokéhoz képest. A testi sejtes klónozott populáció késéssel tudta ugyanazokat az átlagos genetikai értékeket mutatni, mint a másik két eset.

A beltenyésztettséget elsősorban a bikák száma befolyásolta. Azonos bikahasználat esetén, minél kevesebb tenyészbika volt a populációban, annál nagyobb volt a beltenyésztettség. Valós bikahasználat esetén azonban minden másnál nagyobb beltenyésztettségi együtthatót kaptunk. Néhány favorit bika esetén ugyanis, akár több ezer utódról beszélhetünk, de voltak bikák is ame-

lyeknek csak néhány borja született. A beltenyésztettségi értékek magasabbak voltak, mint 100 bika esetén, pedig létszámuk meghaladta az ezret.

A klónozási módszereket összevetve, a legkisebb beltenyésztettséget az embrió-daraboláskor tapasztaltunk 500, 667, illetve 1000 bika esetén. Ekkor ugyanis egy embrióból, technikai okok miatt, csak három genetikailag azonos egyed hozható létre, és ha egy párosításból kilenc klónutódra van szükségünk, akkor ez három hármas ikerrel oldható meg. A hármas ikrek között csak testvéri a rokonság foka, és ez jelentősen csökkenti a beltenyésztettséget. A következő a testi sejtes klónozás, itt a genetikai értékeknél említett késleltetés okolható a viszonylag nem túl magas beltenyésztettséggel. A kiónok genetikai állománya a donoréval egyezik meg, az igazi szülők két nemzedékkel fogantak hamarabb a klónutódhoz képest. Ez a távolság is csökkenti a rokonpárosodás valószínűségét. A legmagasabb beltenyésztettség a sejtenyésztetből származó sejtmag átültetési technológia alkalmazásakor volt.

A klónozás módszerének hatása már gyengének bizonyult 100 tenyészbika illetve valós bikahasználat esetén. A beltenyésztettségi együtthatókra a klónozott egyedek száma is hatással volt, minél nagyobb volt a klónozott egyedek aránya a tejelő állományhoz képest, annál nagyobb volt a számított F érték. Szimulációnkban a valós bikahasználati modell esetén még klónozás nélkül is figyelmeztetően magas értékeket kaptunk (6,31%). Közel ennyi bika mellett, de azok megegyező számú alkalmazásával, még rendszeres klónozás mellett sem tapasztaltunk ilyen magas beltenyésztettségi növekedést (1,9%).

500–1000 tenyészbika azonos arányú alkalmazása mellett, a genetikai értékek növekedése és a beltenyésztettség szempontjából összesítve, a legkedvezőbb eljárás az, ha az embrió-darabolásos technológiát alkalmazzuk. A generációnkénti kiónok száma lehet akár viszonylag magas is, a beltenyésztettség mértéke — köszönhetően annak, hogy az egy párosításból származó kiónok között sok esetben, genetikai értelemben testvéri a kapcsolat — mégis mérsékelt marad. Ezt az eredményt figyelembe véve igazán nem is az embrió-darabolási módszer alkalmazásán van a hangsúly, hanem, hogy egy kiválasztott nőivarú és hímivarú egyed petesejtjeinek és hímivarsejtjeinek felhasználásával célszerű több embriót létrehozni, és egy-egy embrióból csak kevés számú klónt megtaftani, tetszőleges technológiai megoldás mellett. A genetikai változatosság csökkenése azonban ekkor is várható.

A szimuláció alapján elmondhatjuk, hogy kiegyenlített bikahasználattal jelentősen mérsékelhetjük a beltenyésztettség növekedését. A genetikai értékek növelése céljából hasznos volna a klónozás alkalmazása, hiszen nem túl nagy arányú klónozás mellett is jelentős előrehaladásra számíthatunk. Beltenyésztettségi oldalról vizsgálva azonban, a jelenlegi bikahasználati gyakorlat mellett, rendkívüli módon megemelkedne ennek értéke.

A beltenyésztettség növekedése és főleg ennek következménye a beltenyésztettségi leromlás, mindig is foglalkoztatta az állattenyésztőket. Egyre kevesebb bika állítja elő a következő nemzedék apaállatait, drámaian növelve a beltenyésztettséget. Az átlagos beltenyésztettségi együttható 1982-ben 1,0% volt az Egyesült Államok holstein populációjában, ami 2002-re már elérte a 4,9%-os szintet. Ez az érték, a jersey fajtában, 1,5%-ról 6,6%-ra nőtt, célszerű ugyanezen időszak alatt (Rogers, 2004). Szarvasmarha állományban nem cél-

szerű az átlagos beltenyésztettségi koefficiens értékét, 6%–8%-os szintnél magasabbra engedni Rogers (2004) véleménye szerint.

## KÖVETKEZTETÉS

A különböző bikahasználati számítások megmutatták, hogy a jelenlegi arányok rendkívül előnytelenek a beltenyésztettségi értékek alakulására. Klónozás esetén különösen nagy odafigyelést igényel a rokonsági viszonyok követése. Javasoljuk az apaállatok körének bővítését, és mindenekelőtt kiegyenlítettebb (kevésbé „favorizált”) alkalmazásukat.

A számítások szerint érdemes átgondolni, esetleg újabb gazdasági számításokat végezni, a testi sejtés klónozás állattenyésztésben való alkalmazhatóságával kapcsolatosan. Kétségtelen előnye az eljárásnak, hogy ismert teljesítményű tenyészállatokat lehetne tetszés szerinti számban előállítani, de a genetikai értékek elmaradása a másik két eljáráshoz képest kétségeket ébreszthetnek a klónozás magas költségeinek megtérüléséről. Ugyanakkor génmódosított állatok esetében már lehetséges, hogy ez előnyös eljárásnak bizonyul.

Ezekben a szimulációkban nem törekedtünk a rokontenyésztés szándékos kerülésére, így, ha azokra a tenyésztők tudatosan odafigyelnek, akkor a beltenyésztettség tovább csökkenthető. Ha embriókori genetikai vizsgálatokkal a terheltségek idejében felismerhetők és szűrhetők lesznek, a beltenyésztettség leromlás hatása jórészt elkerülhető lesz, így a klónozás előnyös hatásai hátrányosak fölé kerekedhetnek.

## IRODALOM

- Báder, E. – Kertész, T. – Kertészné, Gy. E. – Kovács, A.(2002): Eltérő tartástechnológiák hatása a tejelő állományok élettartamára. *Agro Napló*, 10. 36–40.
- Baranyai, B. – Bodó, Sz. – Gócza, E.(2000): Dolly öröksége. *Természet Világa* 3. [http://www.sulinet.hu/cgi-bin/db2www/lm/ty\\_tart/frame?kat=DPac](http://www.sulinet.hu/cgi-bin/db2www/lm/ty_tart/frame?kat=DPac)
- Bell, B.R. – McDaniel, B.T. – Robison, O.W.(1985): Effects of cytoplasmic inheritance on production traits of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 68. 2038–2051.
- Bodó, Sz. – Gerencsér, Á.(2000): Embriódarabolás. *Élet és Tudomány*, 43. 1364–1366.
- Dinnyés, A. – De Sousa, P. – King, T. – Wilmut, J.(2002): Somatic Cell Nuclear Transfer: Recent Progress and Challenges. *Cloning Stem Cells*, 1. 81–90.
- Faust, M.A. – Robison, O.W. – McDaniel, B.T.(1990): Animal model estimates of cytoplasmic line constants for yield in Holsteins. *J. Breed. Genet.*, 107. 401–410.
- Gibson, J.P. – Freeman, A.E. – Boettcher, P.J.(1997): Cytoplasmic and mitochondrial inheritance of economic traits in cattle. *Livest. Prod. Sci.*, 47. 115–124.
- Gócza, E.(1997): Emlőállatok klónozása. *Természet Világa*, 8. 353–356.
- Gócza, E.(1998): Emlőállatok futószalagon. *Természet Világa*, 4. 166–168.
- Onken, F. – Swalve, H.H.(1993): Effect of maternal lineage on dairy production in herdbook data from East-Friesland. 44th Ann. Meat. EAAP, Denmark
- Princz, L.(2005): Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft., Gödöllő, személyes közlés
- Rogers, G.W.(2004): [http://animalscience.ag.utk.edu/dairy/pdf/pubs/ShouldWeBeConcernedAboutInBreedingInDairyCattle\\_DairyMail\\_1\\_03.pdf](http://animalscience.ag.utk.edu/dairy/pdf/pubs/ShouldWeBeConcernedAboutInBreedingInDairyCattle_DairyMail_1_03.pdf)
- SCILAB(2006): <http://scilabsoft.inria.fr/>

- Solti, L.(2004): Klónozás és génmódosítás: szép új világ? Magyar Tudomány, 2. 198.  
<http://www.matud.iif.hu/mthon.html>
- Sváb, J.(1981): Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Wilmot, I. – Schnieke, A.E. – McWhir, J. – Kind, A.J. – Campbell K.H.(1997): Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. Nature, 385. 810–813.

*Érkezett:* 2005. szeptember  
*Szerzők címe:* Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum  
*Authors' address:* Debrecen University, Centre for Agricultural Sciences  
H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.  
E-mail: szilvia@agr.unideb.hu

## AZ ELLÉSEK KÖZT ELTELT IDŐ VIZSGÁLATA NÉHÁNY HÚSTEHÉN ÁLLOMÁNYBAN\*

DÁKAY ILDIKÓ — NAGY BARNABÁS — BENE SZABOLCS —  
FÖRDŐS ATTILA — ZSUPPÁN ZSUZSANNA — SZABÓ FERENC

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az ellések között eltelt idő hossza jellemzi az adott szarvasmarha populáció termékenységét és szaporaságát. Ezt a mutatószámot elsősorban a tej-, de a húshasznosítású állományokban is használják. A jelen cikkben néhány hazai húsmarha állomány közti idejének változásáról számolnak be a szerzők. A vizsgálat alapját az alábbi fajták, illetve genotípusok: 15 167 ellés adata képezte magyar tarka, magyar szürke, charolais, hereford, aberdeen angus, limousin, limousin x magyar tarka F1, aberdeen angus x magyar tarka F1 és hereford x magyar tarka F1. Az adatok értékelését többtényezős varianciaanalízis alkalmazásával, az SPSS 12.5 program használatával végezték el. Elemezték az ellés és az újravemhesülés hónapjának, a fajtának, illetve genotípusnak, a tehén életkorának, a borjú ivarának és a tenyészetnek a befolyásoló hatását. A vizsgált ellések összességére 437 napos átlagos két ellés közti idő volt jellemző. Az ellés és az újravemhesülés hónapja, a fajta, a tehén életkora, valamint a tenyészet, statisztikailag igazolhatóan ( $P < 0,05$ ) befolyásolták az ellések közti idő hosszát. A téli és a nyári elléseket követően rövidebb volt a borjazások közötti idő (460–507, illetve 482–501 nap), mint a tavaszi (505–539 nap) és az őszi (475–522 nap) borjazások után. A borjazások között eltelt idő hossza, az első elléstől a nyolcadikig folyamatosan csökkent (462-ről 392 napra), ezt követően a 12. ellésig közel azonos volt (410–420 nap), majd ezután 500 nap fölé emelkedett. Űsző- és bikaborjak születésétől közel azonos idő (426, illetve 428 nap) telt el az anya következő elléséig. Leghosszabb volt a borjazások közti időszak az aberdeen angus x magyar tarka F1 populációban (721 nap), legrövidebb (420 nap) pedig a fajtatiszta hereford állományban. A tenyészetek közötti különbség a hereford fajta esetében tűnt ki leginkább, a két vizsgált tenyészet között több mint 70 nap eltérés mutatkozott.

### SUMMARY

*Dákay, I. Ms. – Nagy, B. – Bene, Sz. – Fördös, A. – Zsuppán, Zs. Ms. – Szabó, F.:* STUDY ON THE CALVING INTERVAL IN SOME BEEF CATTLE HERDS IN HUNGARY

The length of the calving interval, which is a commonly used parameter in both dairy and beef herds, is characteristic of the fertility and prolificacy of a given cattle population. The authors of this work studied the duration of the calving interval in some Hungarian beef cattle populations. The study was based on the data of 15,167 calvings of the following breeds and genotypes: Hungarian Fleckvieh, Grey, Charolais, Hereford, Aberdeen Angus, Limousin, Limousin x Hungarian Fleckvieh F1, Aberdeen Angus x Hungarian Fleckvieh F1 and Hereford x Hungarian Fleckvieh F1. Data were evaluated by multivariate analysis of variance, using the SPSS 12.5 program. The effects of the month of calving, the month of refertilization, the breed or genotype, the age of the cow, the gender of the calf and the breeding stock were analyzed. The average calving interval for all calvings studied was 437 days. The month of calving, the month of refertilization, the breed, the age of the cow and the breeding stock were all shown to play a statistically significant role ( $P < 0.05$ ) in determining the length of the calving interval. Shorter calving interval was found following the winter and summer calvings (460–507 days and 482–501 days) than after the spring (505–539 days) and autumn calvings (475–522 days). The length of the calving interval decreased continuously from the first to the eighth calving (from 462 to 392 days), remained nearly constant up to the twelfth calving (410–420 days) and then increased to over 500 days. No difference was found following the birth of male (426 days) and female (428 days) calves. The calving interval was the longest in the Aberdeen Angus crossed population (721 days) and the shortest in the purebred Hereford populations (420

\* A munkát az OTKA (T042630) és az NKFP (46057/2004, 4/025/2005) támogatta

days). Inter-stock differences were most conspicuous in the Hereford breed: a difference of more than 70 days was found between the two breeding stocks studied.

## BEVEZETÉS

Az ellések között eltelt idő hossza a szarvasmarha termékenységet, szaporaságát jellemzi. Elsősorban a tejhasznosítású állományok esetében használják ezt a mutatószámot, azonban a húshasznosítású tehének esetében is jól alkalmazható, hiszen tájékoztatást nyújt az adott állomány reprodukciós állapotáról. A húsmarhatartás eredményességének sarkalatos pontjai a biztos termékenyülés, az előre tervezhető időpontban lezajló ellés, illetve a felnevelési időszakot követően, a választott borjak értékesítése. Szakemberek egybehangzó véleménye szerint, a két ellés közt eltelt idő hossza ideális esetben 370–380 nap, kedvezőtlen esetben 400 nap feletti (Horn, 1995).

Az ellések között eltelt idő hosszára viszonylag sok tényező lehet hatással. A klímaváltozások miatt, pl. eltolódhat a termékenyülés, így az ellés időpontja is megváltozhat. Ugyancsak befolyással lehet a megszületett borjú ivara, vagy a tehén életkora is. A menedzsment döntései is jelentősen hozzájárulnak a borjazások közti idő alakulásához. A gyakorlatban legtöbbször tapasztalható tény, hogy túlságosan hosszú az átlagos két ellés közötti idő, melynek oka lehet többek között, hogy a selejtezendő tehének is az állományban maradnak. Problémát okozhat egy tenyészetben a nagyon alacsony utánpótlási hányad következtében előregedő állomány, számottevő lehet továbbá a tartási és takarmányozási körülmények alakulása, és ezeknek a tehen szaporodási periódusát befolyásoló hatása is (Tózsér, 2003).

Az egyes fajtákra vonatkozóan, a hazai fajtaegyesületek által szolgáltatott tenyésztési adatokat, az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet évente összesíti, melynek 1998 és 2003 közötti évekre vonatkozó eredményeit az 1. táblázatban foglaltuk össze. Az ott látható adatok szerint, az ellések közt eltelt idő átlagos értéke az 1998. évi ellések esetében volt a legrövidebb (404 nap), leghosszabb pedig 2000-ben, 435 nap. A bemutatott fajták közül a magyar szürke esetében volt leghosszabb a két ellés közötti idő (461 nap), ezt követte az aberdeen angus, majd a magyar tarka fajta 453, illetve 444 nappal. A legrövidebb borjazások közötti időszak (386 nap) a red lincoln tehének esetében volt, melyeket a blonde d'Aquitaine (395 nap) és a galloway (404 nap) tehének követtek. Szabó (1980) magyar tarka, hereford és magyar tarka x hereford F1 állományokat vizsgált három különböző tenyészetben, és sorrendben a következő ellési időközöket találta: 385–436; 429–461; illetve 379–434 nap. Tolle és Robinson (1985) hereford vérségű állományokat vizsgálva azt tapasztalta, hogy a két ellés közt eltelt idő hossza  $378 \pm 26,0$  nap. Ráki és Szajkó (1986) szerint hereford vérségű állományok esetében 432, limousinban 457, míg charolaisban 448 nap az elfogadható érték. Bozó és mtsai (1987) különböző genotípusú hereford keresztezett állományok vizsgálatakor azt tapasztalták, hogy a hereford vérhányad növekedésével csökkent a két ellés közt eltelt idő hossza: az F1 generáció esetében mért 381 napról, az R3 generációban 355-re. Varga (1990) törzskönyvezett húshasznosítású szarvasmarha állományok tenyésztési

eredményeit elemezte, ahol a két ellés közt eltelt idő a következőképpen alakult: magyar tarka 430, magyar szürke 455, hereford 437, lincoln red 439, limousin 441, és charolais 444 nap. Hereford x holstein-fríz és blue-grey fajtákat vizsgálva, *Osoro és Wrioth* (1992) megállapította, hogy a blue-grey teheneknek átlagosan 90%-a vemhesült, és átlagosan 364 nap telt el a két egymást követő ellés között. A hereford x holstein-fríz tenyészetben alacsonyabb, 63%-os vemhesülési arányról és hosszabb, átlagosan 374 napos két ellés közt eltelt időről számolnak be a szerzők. Japán fekete tehenekkel végzett vizsgálataikban, *Oyama és mtsai* (1996) az első két ellést figyelembe véve átlagosan 399 napos ellések közti időről számolnak be. *Szentléleki és mtsai* (2005) szerint az aubrac fajta tehenei 68%-ának két ellése közt eltelt idő kevesebb, mint 385 nap, míg ugyanezen érték a charolaisban: 62, a limousinban 65, a blonde d'Aquitaine esetében 49% volt.

1. táblázat

A két ellés közt eltelt idő átlagos alakulása 1998 és 2003 között (OMMI)

Fajta(1)	1998.	1999.	2000.	2001.	2002.	2003.	$\bar{x}$
Magyar szürke(2)	n.a.	430	435	525	509	404	460,6
Magyar tarka(3)	426	427	481	467	457	406	444,0
Hereford	395	358	463	430	420	416	413,7
Aberdeen angus	400	570	381	405	407	452	452,5
Galloway	395	400	374	412	421	419	403,5
Charolais	418	415	427	431	418	437	424,3
Limousin	410	448	441	432	429	434	432,3
Blonde d'Aquitaine	388	398	396	392	390	406	395,0
Fehér-kék belga(4)	411	381	470	416	432	430	423,3
Red lincoln	n.a.	386	394	403	363	384	386,0
Hereford keresztezett(5)	400	380	459	494	437	461	438,5
Aberdeen angus keresztezett(6)	405	495	432	430	399	439	433,3
Limousin keresztezett(7)	396	410	406	407	403	419	406,8
$\bar{x}$	404,0	422,9	435,3	434,2	421,9	423,6	423,7

Table 1: Average values of calving interval between 1998 and 2003 (National Institute for Agricultural Quality Control, Hungary)

breed(1), Hungarian Grey(2), Hungarian Felckvieh(3), Belgian Blue(4), Hereford crossbred(5), Aberdeen Angus crossbred(6), Limousine crossbred(7)

A tenyésztésbe vételi, illetve a borjazási életkor hatását vizsgálva, *Dunn és mtsai* (1980) megállapították, hogy a korán tenyésztésbe vett üszők életében, az ellések között eltelt időszak csaknem minden esetben hosszabb lesz a kívánatos 365 napnál, mivel közismert, hogy az elsőborjas tehenek újravemhesülése kedvezőtlenebb. *Szuromi és Enyedi* (1986) USA-ból importált hereford állományok szaporasági teljesítményét vizsgálták. Munkájukban három csoportot különítettek el az első borjazás időpontja alapján: A: két éves kor körül, B: kb. 30. hónapos, és C: kb. három éves. Az első csoportban átlagosan 405, a másodikban 371, míg a harmadikban 394 nap volt a két ellés közt eltelt idő hossza. Két és három éves tehenek két ellés közt eltelt idejét vizsgálva, *Werth és mtsai* (1996) arra a következtetésre jutottak, hogy 178 keresztezett tehén (shorthorn, angus, hereford) esetében, ezen időszak hossza, csaknem

minden esetben, kevesebb volt 365 napnál. Aberdeen angus tehének ellési adatait értékelve *Frazier és mtsai* (1999) megállapították, hogy az ellési életkor változásával együtt, a két ellés közt eltelt idő is változik. A vizsgált állományban átlagosan 370 nap telt el az ellések között, az első és második ellés között 379, a második és harmadik ellés között 366 nap volt a borjazások közötti idő hossza. A harmadik ellést követően átlagosan 366-ra csökkent az ellések közt eltelt napok száma.

Az évjárat hatását vizsgálva, *Morris* (1984) hereford és angus tehének esetében azt tapasztalta, hogy az 1974-ben ellő angusok esetében 369, a herefordok esetében pedig 366 nap telt el a borjazások között. Ugyanez 1975-ben, 370, illetve 369 nap volt, vagyis alig volt különbség.

Az ellés hónapjának befolyásoló hatását elemezték fehér-kék belga állományokon *Hanset és mtsai* (1989). Munkájukból kitűnik, hogy a két ellés közt eltelt idő hossza a legrövidebb a májusban ellett tehének esetében (375 nap) volt. Ennél hosszabb (409 nap) volt a januárban és februárban ellő tehének esetében, míg a leghosszabb időt (417 nap) a novemberben borjazó tehének esetében regisztrálták. Ugyanezen szerzők, az ellés lefolyásának hatását a borjazások közötti időre is vizsgálták. Több mint 400 nap telt el két ellés között abban az esetben, ha a tehén császármetszéssel ellett, míg ha csupán egy személy segédkezett a borjazásnál, akkor ugyanezen időszak hossza 397,1 nap.

Az irodalmi hivatkozások összefoglalása alapján megállapítható, hogy a borjazások közötti időben meglehetősen nagyok a különbségek, azt számos tényező befolyásolja. Ezekből kiindulva, jelen munkánkban arra kívántunk újabb adatokhoz jutni, hogy az átlagos hazai üzemi körülmények között hogyan alakul a különböző húsmarha állományok két ellés közötti ideje. Vizsgálni kívántuk továbbá, hogy az ellés, illetve az újravemhesülés hónapja, a fajta és genotípus, a tehén életkora, továbbá a megszületett borjú ivara és a tenyészet hogyan befolyásolják ugyanezt a mutatót.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatunk alapját egy, a tenyésztőszervezetek által rendelkezésünkre bocsátott adatbázis képezte, ami tartalmazta többek között a tehének ellési adatait is. Ezekből az 1980 és 2003 közötti elléseket vettük figyelembe.

Összesen 15 167 ellés adatait dolgoztuk fel a következő fajtamegoszlásban: 6191 magyar tarka; 3236 magyar szürke; 1230 charolais; 23 hereford; 1109 aberdeen angus; 1360 limousin; 1160 limousin keresztezett; 272 aberdeen angus keresztezett, és 586 hereford keresztezett. A keresztezett egyedek mindegyike az F1 nemzedékbe tartozott, a keresztezési partner minden esetben magyar tarka volt. Valamennyi fajta esetében két-két tenyészet (illetve a limousin esetében három) adatai álltak rendelkezésünkre, és mindegyikben a hazai gyakorlatnak megfelelő, legelőre alapozott tartást és takarmányozást folytattak.

Az adatok előkészítését MSOffice Excel programmal végeztük el, míg a statisztikai számításokhoz az SPSS for Windows 12.5 programot használtuk. Az adatok összességére vonatkoztatható statisztikai jellemzőkön (átlag, átlagérték standard hibája, szórás, maximum, minimum) kívül, vizsgáltuk a két ellés közt



eltelt idő alakulását az alábbi tényezők szerint: ellés hónapja, újravemhesülés hónapja, fajta, illetve genotípus, a tehén életkora (ellés sorszám), született borjú ivara, tenyészet. Az említett tényezők két ellés között eltelt időre — mint változóra — gyakorolt hatását többváltozós varianciaanalízis lineáris modelljének (General Linear Model) felhasználásával vizsgáltuk meg.

Az elemzés során mindegyik befolyásoló tényező fix hatásként szerepel. Az adatbázis nagysága, és a befolyásoló faktorok nagy száma miatt a tényezőkből két hármas csoportot képeztünk, majd ezekkel végeztük el a statisztikai számításokat.

Ezek alapján az ellés és újravemhesülés hónapjának, valamint a fajtának hatásait tartalmazó elemzés általános matematikai modellje a következő:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \gamma_j + \tau_k + \varepsilon$$

ahol:

- $\mu$  = a populáció középértéke
- $\beta$  = az ellés hónapjának fix additív hatása
- $\gamma$  = az újravemhesülés hónapjának fix additív hatása
- $\tau$  = a fajta, ill. genotípus fix additív hatása
- $\varepsilon$  = egyéb hatások (pl. modell hibája)

Hasonlóan írható le az ellés sorszámát, a borjú ivarát, és a tenyészet hatásait elemző modell általános képlete is:

$$Y_{mno} = \mu + v_m + \delta_n + \omega_o + \varepsilon$$

ahol:

- $\mu$  = a populáció középértéke
- $v$  = az ellés számának fix additív hatása
- $\delta$  = a borjú ivarának fix additív hatása
- $\omega$  = a tenyészet fix additív hatása
- $\varepsilon$  = egyéb hatások (pl. modell hibája)

## EREDMÉNYEK

A teljes adatbázis együttes elemzése azt mutatja, hogy a vizsgált 15 167 ellés esetében, a két ellés között átlagosan eltelt idő 437 nap volt (4–9. táblázat).

Az ellés és újravemhesülés hónapjának és a fajtának befolyásoló hatását a 2. táblázatban tüntettük fel. Az adatok alapján megállapítható, hogy ezen tulajdonságok szerint képzett csoportok átlagos értékei között kapott különbségek statisztikailag is igazolhatóak ( $P < 0,05$ ). Ugyancsak szignifikáns különbséget eredményezett a két ellés között eltelt idő hosszának változásában a fenti tulajdonságok együttes hatása is. Szintén a 2. táblázatban mutatjuk be, hogy a vizsgált tényezők milyen mértékben járulnak hozzá az összvarianciához. Az eredmények szerint legnagyobb szerepe a fajtának, illetve genotípusnak volt (44,86%). Szintén jelentős szerepet játszott az összvariancia alakításában az ellés és újravemhesülés hónapjainak együttes (20,52%), valamint az újravem-

hesülés hónapjának önálló hatása (13,10%). Az újravemhesülés hónapjának és a fajtának az interakciója 7,10%-kal alakította a teljes varianciát. Csaknem azonos módon járult hozzá a teljes varianciához az ellés hónapja (5,16%) és az ellés és újravemhesülés hónapjának, valamint a fajtának az együttese (5,06%). Legcsekélyebb mértékben a három vizsgált tényező együttes hatása befolyásolta az ellések közt eltelt időt (4,17%).

2. táblázat

**Az ellések közt eltelt idő hosszát befolyásoló hatások megbízhatósága, és hozzájárulásuk az összvarianciához**

Vizsgált tényező(1)	Megbízhatóság(2)	Hozzájárulás az összvarianciához, %(3)
Ellés hónapja(4)	*	5,16
Újravemhesülés hónapja(5)	*	13,10
Fajta, ill. genotípus(6)	*	44,86
Ellés hónapja x újravemhesülés hónapja(7)	*	20,52
Ellés hónapja x fajta(8)	*	5,06
Újravemhesülés hónapja x fajta(9)	*	7,10
Ellés hónapja x fajta x újravemhesülés hónapja(10)	*	4,17

\*  $P < 0,05$

*Table 2.: Confidence levels of the effects of factors influencing the length of the calving interval and their contribution to total variance*

influencing factors(1), confidence level(2), contribution to total variance(3), month of calving(4), month of referilization(5), breed or genotype(6), month of calving x month of referilization(7), month of calving x breed(8), month of referilization x breed(9), month of calving x breed x month of referilization(10)

A 3. táblázatban szemléltetjük a tehén életkorának, a borjú ivarának és a tenyészetnek az ellések közötti időre gyakorolt hatását. Látható, hogy a három befolyásoló tényező az életkorok, valamint a tenyészet alapján kialakított csoportok átlagértékei közötti különbségek szignifikánsak ( $P < 0,05$ ), míg a borjú ivara alapján képzett csoportok esetében ez nem igazolható.

A vizsgált tényezők interakcióit elemezve szintén megállapítható, hogy sem a tehén életkorának, sem pedig a tenyészetnek a borjú ivarával együttes hatása nem okozott statisztikailag is igazolható eltérést a csoportok között. Ugyancsak a 3. táblázatban mutatjuk be a vizsgált tényezőknek a teljes varianciához való hozzájárulását. Legjelentősebb mértékben (39,36%) a tehén életkora alakította a két ellés közt eltelt idő hosszát. A tenyészet hatása 28,85, míg a tehén életkorának és a tenyészetnek az együttese 20,15%-kal járult hozzá az összvarianciához. Arányaiban legkisebb szerepe a három tényező együttes hatásának volt, ami csupán 11,62%-át tette ki a teljes varianciának. A borjú ivara nem okozott statisztikailag igazolható változást, így nem járulhat hozzá az összvariancia alakításához sem, csakúgy, mint a tehén életkorával és a tenyészetrel közös hatásai sem.

A borjazás hónapjának a két ellés közt eltelt időre gyakorolt hatását a 4. táblázatban mutatjuk be. A tavasszal, májusban és márciusban ellett tehének esetében kaptuk a leghosszabb két ellés között eltelt időt, az első esetben 539, a második esetben pedig 529 napot. Viszonylag hosszú volt az ellések közti idő az ősszel borjazott tehének esetében is (pl. októberben 522 nap). A nyári, illetve a téli hónapokban, különösen a decemberben ellett tehének esetében ta-

pasztaltuk a legrövidebb ellések közti időszakot, átlagosan 460 napot. Eredményeink eltérnek *Hanset és mtsai* (1989) adataitól, akik a májusi ellések esetében tapasztalták a legrövidebb, és novemberben a leghosszabb két ellés közt eltelt időt.

3. táblázat

**Az ellések közt eltelt idő hosszát befolyásoló hatások megbízhatósága, és hozzájárulásuk az összvarianciához**

Vizsgált tényező(1)	Megbízhatóság(2)	Hozzájárulás az összvarianciához, %(3)
Tehén életkora(4)	*	39,36
Borjú ivara(5)	NS	—
Tenyészet(6)	*	28,85
Tehén életkora x borjú ivara(7)	NS	—
Tehén életkora x tenyészet(8)	*	20,15
Borjú ivara x tenyészet(9)	NS	—
Tehén életkora x borjú ivara x tenyészet(10)	*	11,62

\*P<0,05

Table 3.: Confidence levels of the effects of factors influencing the length of the calving interval and their contribution to total variance as in Table 2. (1–3), age of dam(4), sex of calf(5), stock(6), age of dam x sex of calf(7), age of dam x stock(8), sex of calf x stock(9), age of dam x sex of calf x stock(10)

4. táblázat

**Az ellések közti idő.(nap) az ellés hónapja szerint**

Ellés hónapja(1)	n	$\bar{x} \pm s$	Eltérés a főátlagtól(2)
Január(3)	488	495,9±9,87	58,9
Február(4)	1806	507,1±7,02	70,1
Március(5)	3526	528,6±6,13	91,6
Április(6)	2987	505,4±6,46	68,4
Május(7)	1502	539,4±7,36	102,4
Június(8)	975	482,6±8,12	45,6
Július(9)	680	481,9±10,31	44,9
Augusztus(10)	535	501,0±10,06	64,0
Szeptember(11)	439	507,4±9,74	70,4
Október(12)	748	522,5±9,09	85,5
November(13)	938	475,7±10,27	38,6
December(14)	533	460,4±10,63	23,3
Főátlag(15)	15 167	437,0±1,12	—

Table 4.: Effect of the month of calving on the length of the calving interval (days) month.of calving(1), difference to overall mean value(2), January(3), February(4), March(5), April(6), May(7), June(8), July(9), August(10), September(11), October(12), November(13), December(14), overall mean value(15)

Az újravemhesülés hónapjának a vizsgált tényezőre gyakorolt hatását az 5. táblázatban mutatjuk be. A legrövidebb két ellés közti időt a nyári és téli időszak közepén és végén újravemhesülteknél kaptuk: 458, illetve 477 napot. Ezen értékeknél csaknem 100 nappal hosszabb idő telt el a következő ellésig, az ősszel, illetve a tél elején újravemhesült tehenek esetében (november: 551, december: 583).

Az ellések közti idő (nap) az újravemhesülés hónapja szerint

Újravemhesülés hónapja(1)	n	$\bar{x} \pm s$	Eltérés a főátlagtól(2)
Január(3)	1035	476,7 $\pm$ 9,24	39,6
Február(7)	705	497,5 $\pm$ 10,17	60,5
Március(5)	323	525,2 $\pm$ 10,91	88,1
Április(6)	502	512,2 $\pm$ 9,48	75,2
Május(7)	2317	528,6 $\pm$ 6,37	91,6
Június(8)	3890	494,7 $\pm$ 5,98	57,7
Július(9)	2633	481,8 $\pm$ 6,37	44,8
Augusztus(10)	1405	458,3 $\pm$ 7,83	21,2
Szeptember(11)	806	484,2 $\pm$ 10,06	47,2
Október(12)	571	489,0 $\pm$ 9,97	52,0
November(13)	542	551,5 $\pm$ 9,49	114,4
December(14)	438	582,7 $\pm$ 9,12	145,7
Főátlag(15)	15 167	437,0 $\pm$ 1,12	—

Table 5.: Effect of the month of refertilization on the length of the calving interval (days) month of refertilization(1), as in Table 4.(2–15)

Az ellések közötti idő hosszának alakulását a tehén kora (az ellések sorzáma) szerint a 6. táblázatban mutatjuk be. Az adatokat szemlélve megállapítható az a tendencia, hogy az ellési időköz hossza az első borjazást követően folyamatosan csökken a 8. borjazásig (462-ről 392 napra). A 9. és 12. elléseket követően csaknem azonos idő telt el a következő ellésig, átlagosan 410–420 nap. Ezt követően ugrásszerűen meghosszabbodott ezen időszak hossza, a 13. ellés után 516, a 14. után pedig már 594 napot kaptunk. Hasonló tendenciáról számoltak be *Frazier és mtsai* (1999), akik azt tapasztalták, hogy a második és harmadik ellés közötti idő átlagosan 30 nappal volt rövidebb az első és második közöttinél, és ez a harmadik borjazást követően még tovább csökkent.

A 7. táblázatban szemléltetjük a született borjú ivarának az ellések között eltelt időre gyakorolt hatását. Amint látható, nem mutatkozott jelentős különbség a két ivar esetében: bikaborjú esetében 428, míg üszöborjú esetében 426 nap volt.

A fajta, illetve a genotípus hatásait a 8. táblázatban tüntettük fel. Az ellések közt eltelt idő esetében is jelentős különbségek tapasztalhatók: a leghosszabb időszak (721 nap) az aberdeen angus x magyar tarka F1 tehének esetében volt. A második leghosszabb periódus 518 nap volt, amelyet magyar szürkékre kaptuk. Az ellések közötti legrövidebb idő 402 nap volt, amelyet a fajtatiszta hereford állományok esetében állapítottuk meg. Ezt követte a limousin x magyar tarka F1 tehének átlagosan 466 napja. Eredményeinkhez hasonlóan *Tolle és Robinson* (1985) is rövid ellések közötti időt kapott hereford tehének esetében, viszont *Ráki és Szajkó* (1986), valamint *Varga és mtsai* (1990) kb. 30 nappal hosszabb periódusról tesznek említést. *Bozó és mtsai* (1987) szintén megállapították, hogy a hereford vérhányad növelésével csökken a két ellés közti idő hossza. Vizsgálatainktól eltérően *Varga és mtsai* (1990) a magyar szürke, charolais és limousin fajta esetében rövidebb ellési időközről számolnak be. Eredményeink az OMMI által közölt adatokkal magyar tarka és hereford tehének esetében, közel azonosak, a többi fajta esetében viszont hosszabbak voltak.

6. táblázat

**Az ellések közti idő (nap) a tehén életkora (ellés száma) szerint**

Ellés száma(1)	n	$\bar{x} \pm s$	Eltérés a főátlagtól(2)
1.	3765	461,7±6,43	24,7
2.	3000	431,5±9,10	-5,6
3.	2313	436,2±9,44	-0,8
4.	1792	418,1±7,85	-19,0
5.	1344	431,6±10,80	-5,5
6.	968	407,4±10,35	-29,7
7.	709	410,3±12,03	-26,8
8.	498	392,0±15,16	-45,0
9.	341	418,6±18,99	-18,5
10.	214	418,0±22,57	-19,0
11.	125	400,7±27,26	-36,3
12.	62	410,3±27,84	-26,8
13.	28	515,5±35,21	78,5
14.	7	594,1±52,32	157,1
15.	1	492,0	55,0
Főátlag(3)	15 167	437,0±1,12	—

Table 6.: Effect of age of dam on the length of the calving interval (days) number of calving(1), difference to overall mean value(2), overall mean value(3)

7. táblázat

**Az ellések közti idő (nap) a született borjú ivara szerint**

Borjú ivara(1)	n	$\bar{x} \pm s$	Eltérés a főátlagtól(2)
Ivar megjelölés nélkül(3)	165	445,5±15,10	8,4
Bika(4)	7439	427,9±5,03	-9,2
Üsző(5)	7563	425,7±4,81	-11,3
Főátlag(6)	15 167	437,0±1,12	—

Table 7.: Effect of the sex of calf on the length of the calving interval (days) sex of calf(1), difference to overall mean value(2), without designation of the sex of calf(3), male(4), female(5), overall mean value(6)

A különböző tenyészetek eredményeit a 9. táblázatban szemléltetjük. Az ellések közt eltelt idő a magyar szürke tenyészetek esetében csaknem azonos, az eltérés alig 2 nap volt. Ugyancsak egyöntetű eredményeket tapasztaltunk a limousin fajtára is, átlagosan 12 napos eltéréssel a tenyészetek között. Már nagyobb volt a különbség a magyar tarka (31), a charolais (36) és az aberdeen angus (41) tenyészetek összehasonlításakor. A hereford fajta vizsgálatokor tapasztaltuk a legnagyobb eltérést (több mint 70 nap). A tenyészetek közötti különbségeket Szabó (1980) már korábban megállapította. Munkájában azonban a magyar tarka tenyészetek esetében jóval nagyobb, a hereford teheneket tartó gazdaságok között jóval kisebb eltérésről számolt be.

8. táblázat

## Az ellések közti idő (nap) a fajta, illetve genotípus szerint

Fajta, ill. genotípus(1)	n	$\bar{x} \pm s$	Eltérés a főátlagtól(2)
Magyar tarka(3)	6191	478,4 $\pm$ 3,19	41,4
Magyar szürke(4)	3236	518,3 $\pm$ 60,4	81,3
Hereford	23	402,5 $\pm$ 31,90	-34,6
Aberdeen angus	1109	495,9 $\pm$ 7,12	58,9
Charolais	1230	506,5 $\pm$ 7,25	69,4
Limousin	1360	481,8 $\pm$ 5,92	44,8
Limousin keresztezett F1(5)	1160	466,3 $\pm$ 9,39	29,2
Aberdeen angus keresztezett F1(6)	272	720,9 $\pm$ 12,51	238,8
Hereford keresztezett F1(7)	586	502,6 $\pm$ 13,64	65,6
Főátlag(8)	15 167	437,0 $\pm$ 1,12	—

Table 8.: Effect of the breed and genotype on the length of the calving interval (days) breed or genotype(1), difference to overall mean value(2), Hungarian Fleckvieh(3), Hungarian Grey(4), Limousin crossbred F1(5), Aberdeen Angus crossbred F1(6), Hereford crossbred F1(7), overall mean value(8)

9. táblázat

## Az ellések közti idő a tenyészetek szerint

Telepkód(1)	n	$\bar{x} \pm s$	Eltérés a főátlagtól(2)	Tenyészetek közötti eltérés(3)*
Magyar tarka A(4)	5567	417,3 $\pm$ 8,40	-19,7	
Magyar tarka B(4)	974	448,7 $\pm$ 14,00	11,7	31,4
Magyar szürke A(5)	2224	464,0 $\pm$ 8,27	27,0	
Magyar szürke B(5)	683	465,6 $\pm$ 16,52	28,6	1,6
Hereford A	560	453,3 $\pm$ 13,89	16,3	
Hereford B	45	378,6 $\pm$ 24,38	-58,5	74,7
Aberdeen angus A	465	388,0 $\pm$ 14,38	-49,0	
Aberdeen angus B	906	429,2 $\pm$ 13,43	-7,9	41,2
Charolais A	1003	440,6 $\pm$ 12,03	3,6	
Charolais B	222	404,8 $\pm$ 18,72	-32,3	35,8
Limousin A	1219	407,7 $\pm$ 10,87	-29,4	
Limousin B	842	422,4 $\pm$ 13,25	-14,7	14,7
Limousin C	457	416,0 $\pm$ 12,45	-21,1	8,3
Főátlag(6)	15 167	437,3 $\pm$ 1,12	—	—

\* az A tenyészethez viszonyítva(7)

Table 9.: Effect of the stock on the length of the calving interval code of the stock(1), difference to overall mean value(2), difference between stocks(3), Hungarian Fleckvieh(4), Hungarian Grey(5), overall mean value(6), according to the stock A(7)

## KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálataink eredményei alapján megállapítható, hogy az általunk elemzett hazai állományok esetében, az ellések között eltelt idő hossza részben megegyezik a korábbi vizsgálatokban közölt adatokkal. Munkánk rávilágít arra, hogy a borjázások közötti idő hosszát az ellés és újravemhesülés hónapja, a fajta és a genotípus, a tehén életkora és a tenyészet hatása nagymértékben befolyásolja. Az eredmények egy része azonban eltér a korábbi gyakorlati tapasztalatoktól.

Az ellés hónapja szerinti elemzés során a legrövidebb két ellés közötti időt a téli borjazások után kaptuk, míg a leghosszabbat a tavasziak után. Ennek valószínű oka az, hogy a szezonális termékenyítés során a korábban borjazóknak több idő áll rendelkezésükre az újravemhesüléshez, amíg a későn ellők átcsúsznak a pót-, vagy a következő évi nyári fedezettési időszakra.

Eredményeink szerint a legtöbb tehén június és július hónapokban vemhesül újra, és az ekkor vemhesült tehenek esetében tapasztalható a legrövidebb két ellés közötti időszak. A leghosszabb (majdnem 600 napos) borjazások közti idő a novemberben, illetve decemberben vemhesült tehenekre jellemző.

Ugyancsak jelentős különbségek voltak tapasztalhatók a különböző fajták esetében, bár ezen eltérések meglehetősen ellentmondásosak. Eredményeink ugyanis számos esetben eltérnek az OMMI adatoktól, más esetekben az irodalmi forrasmunkák eredményeitől is. A legszembetűnőbb eltérés a keresztezett aberdeen angus fajta teheneire volt jellemző.

A meglehetősen hosszú ellési időszak magyarázata az lehet, hogy az értékes, importból származó állományokban nem selejtezték, hanem újabb vemhesülési esélyt adtak az üresen maradt teheneknek.

Kétségtelen, hogy a fajták között is lehet különbség, azonban az eredményeinkben megmutatkozó eltérésekben minden bizonnyal a tenyészet, a környezet hatása is szerepet játszott. Az előtartási, takarmányozási, menedzsment tényezők szerepe is jelentős, amire jó példaként szolgál a 2-2 hereford és aberdeen angus tenyészet között tapasztalható különbség.

Egyértelmű azonban a tehén életkorának hatása az ellések közti idő hosszára. Úgy tűnik, hogy a javakorabeli tehenek esetében a legkedvezőbb a termékenység, a fiatalabb, illetve idősebb állatok rosszabbul vemhesültek.

Összességében megállapítható, hogy vizsgálataink szerint az ellések közötti idő hossza az átlagosnak mondható üzemi viszonyok között, nagyszámú ellés átlagában meghaladja a 400 napot (átlagosan 437 nap). Eredményeink felhívják a figyelmet arra is, hogy a borjazások közötti idő hosszának alakításában a tartási, takarmányozási különbségek, és a menedzsment által befolyásolható hatások nagyon fontosak.

#### IRODALOM

- Bozó, S. – Dunay, A. – Rada, K. – Zéman, Z.(1987): A tejtermelő x hereford keresztezés egymást követő generációinak termelési eredményei. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 36. 3. 221–226.
- Dunn, T.G. – Kaltentbach, C.C.(1980): Nutrition and the postpartum interval of the ewe, sow and cow. *J. Anim. Sci.*, 29–35.
- Fraizer, E.L. – Sprött, L.R. – Sanders, J.O. – Dahm, P.F. – Crouch, J.R. – Turner, J.W.(1999): Sire marbling score expected progeny difference and weaning weight maternal expected progeny difference association with age at first calving and calving interval in angus beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 77. 1322–1328.
- Hanset, R. – Michaux, C. – Detal, G.(1989): Genetic analysis of some maternal reproductive traits in the Belgian Blue cattle breed. *Livest. Prod. Sci.*, 23. 79–96.
- Hom, P.(szerk)(1995): *Állattenyésztés I.* Mezőgazda Kiadó, Budapest, 25–115.
- Morris, C.A.(1984): Calving dates and subsequent intercalving intervals in New Zealand beef herds. *Anim. Prod.*, 39. 51–57.
- Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet(1998–2003): Szarvasmarhatenyésztés eredményei*

- Osoro, K. – Wright, I.A.(1992): The effect of body condition, live weight, breed, age, calf performance, and calving date on reproductive performance of spring-calving beef cows. *J. Anim. Sci.*, 70. 1661–1666.
- Oyama, K. – Katsuta, T. – Anada, K. – Mukai, F.(2002): Heritability and repetability estimates for reproductive traits of Japanese black cows. *A. Aust. J. Anim. Sci.*, 12. 1680–1685.
- Ráki, Z. – Szajkó, P.(1986): Egyhasznú húsmarha konstrukciók összehasonlító ökonómiai értékelése. *Vágóállat és Hústermelés*, 16. 4. 14–19.
- Szabó, F.(1980): Húshasznú szarvasmarha populációk ivari koraérésének összehasonlító értékelése. *Vágóállat és Hústermelés*, 10. 10. 39–44.
- Szentléleki, A. – Tózsér, J. – Domokos, Z. – Zándoki, R. – Bottura, C. – Massimiliano, A. – Ábrahám, Cs.(2005): Preliminary data on body measurments and temperament of Aubrac heifers in Hungary. *EAAP- 56th Ann. Meet.*, 265.
- Szuromi, A. – Enyedi, S.(1986): Importált hereford állomány szaporodási teljesítményének vizsgálata. *Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóközpont Közleményei*, 67–73.
- Tolle, V.D. – Robinson, O.W.(1985): Estimation of genetic correlation between testicular measurments and female reproductive traits in cattle. *J. Anim. Sci.*, 60. 89–100.
- Tózsér, J.(szerk.)(2003): A charolais fajta és magyarországi tenyésztése. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 63.
- Varga, G.(1990): A törzskönyvezett húshasznosítású szarvasmarhaállomány tenyésztési és termelési eredményeiről. *Vágóállat és hústermelés*, 20. 7. 39–47.
- Werth, L.A. – Azzam, S.M. – Kinder, J.E.(1996): Calving intervals in beef cows at 2, 3, and 4 years of age when breeding is not restricted after calving. *J. Anim. Sci.*, 74. 593–596.

Érkezett: 2005. október

Szerzők címe: Pannon Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar

Authors' address: University Pannonia, Georgikon Faculty of Agriculture  
H-8360 Keszthely, Pf. 71.



# A LÓ MOZGÁSÁNAK OBJEKTÍV ELEMZÉSI LEHETŐSÉGE, ÉS FŐBB KINEMATIKAI JELLEMZŐI

## (SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS)

PETROVICS ESZTER — JÁMBOR PÉTER — BOKOR ÁRPÁD — HECKER WALTER —  
STEFER JÓZSEF

### ÖSSZEFOGLALÁS

A ló sok tekintetben különbözik a legtöbb gazdasági haszonállattól. Amellett, hogy nagy egyedi értéket képvisel, nagyon nehéz az egyik legfontosabb „termelési paraméterének”, a mozgásminőségének objektív mérése. Ebből következik, hogy a klasszikus tenyésztési elvek precíz megvalósítása is nehézségekbe ütközik. A lovak szelekciója bíráló bizottságok döntéseire épül, mely mindig tartalmaz szubjektív elemeket. 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. A szerzők munkájukban összefoglalják a mozgáselemzés hátterét, és számos eddigi, lovak mozgásával foglalkozó kinematikai tanulmány eredményeit.

### SUMMARY

*Petrovics, E. Ms. – Jámbor, P. – Bokor, Á. – Hecker, W. – Stefer, J.:* THE POSSIBILITY OF THE OBJECTIV ANALYSIS OF THE EQUINE'S MOTION AND THEIR MAIN KINEMATIC PARAMETERS (A REVIEW)

Horses differ from most of the other domestic species because their individual value is higher and the objective measurement of their most important production — the quality of the basic movement — run into difficulties. Therefore, the accurate realization of the classical breeding principles is also complicated. Selection of horses is based on the judgement of the experts that carries all the risks that derives from the subjectivity. At the present, due to the development of computer technology methods have become wider to increase the objectivity of these measurements. Video analysis is the most frequently used type of motion analysis, which is able to discern many aspects of gait that are not perceived by the judge due to the poor temporal resolution of the human eye. The authors summarise the background of the motion analysis and overview the results of recent kinematic studies of horses.

## BEVEZETÉS

A gazdasági állatfajok többsége esetében adott a lehetőség arra, hogy az előállított állati terméket, és az állat ezzel kifejezett teljesítményét kellő pontossággal mérjék. A sportló teljesítménye a lovassportokban mutatkozik meg, ahol a teljesítmény nagyban a ló mozgására épül, annak függvénye. A sportra való alkalmasságot tehát elsősorban a mozgás dönti el. A mozgás minősége élettani szempontból az ideg-izom koordináció függvénye, és közepes mértékben örökös tulajdonság. Az egyes jármódok  $h^2$  értékeire vonatkozóan, a szakirodalom különböző adatokat szolgáltat: lépés 0,23–0,55; ügetés 0,30–0,58; vágta 0,27–0,56 (*Ricard és mtsai*, 2000).

A különböző lovasversenyeknek, ill. a lovasterápiának is, más-más követelményei vannak a használt jármódra és annak kivitelezésére vonatkozóan. Minden esetben fontos azonban a mozgás indítása, üteme, íve, rugalmassága, térnyerése, zártsága, talajfogása. A ló ugróstillusa is a mozgáskoordináció lényeges része. Mivel az emberi szem csak mintegy 10 különálló képet tud érzékelni másodpercenként, ezért még egy tapasztalt bíráló is saját korlátaiba ütközik a mozgásfolyamat szubjektív megítélésekor (*Emmerich*, 2002). Egyes mozgáselemek, éppen ezért, nem is jelentenek érzékelhető különbséget az emberi szem számára. Az utóbbi időben több olyan módszer is kidolgozásra került, amelyek modern technikai eszközök felhasználásával (pl. videómegfigyelés, videóanalízis) objektívebb elbírálására törekednek mind a testfelépítés, mind a mozgás, ill. mozgáshibák tekintetében (*Velsen-Zerweck*, 1998).

Valamennyi sportág legnagyobb hajtóerejét a csúcsteljesítmény elérésére való törekvés képezi. A statikai-dinamikai összefüggések keresése indokolta teszik az erő gazdaságosabb felhasználása érdekében az ízületek szögelseinek és a csont összefüggések közötti vizsgálatát. Azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy az eredményesség számos összetevő találkozásából tevődik össze és csak a formai szempontok figyelembevételével ítélni nem szabad (*Monspart*, 1980).

### *Kinematikai jármódelemzés*

Kinematikai elemzéssel, a mozgás időbeni, lineáris és szögeldési jellemzőit határozzák meg. Napjaink vizsgálati módszerei a videó grafikát elemező szoftverek alkalmazásán alapulnak, melyek segítségével lehetővé válik a digitális kamerával rögzített mozgássor aprólékos és objektív elemzése, az elmozdulások képkockánkénti analizisével (*Clayton és Schamhardt*, 2000).

A különböző kinematikai tanulmányok eredményeit mindig körültekintően érdemes összehasonlítani, 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-e az információgyűjtésre. A mintavételezés — a digitális felvétel készítésére használt kamera sebességének függvényében — különböző frekvencián történhet, valamint végezhető futószalagon, illetve anélkül. A markerek típusa és az általuk jelölt anatómiai pontok tekintetében is, eltérések tapasztalhatók a különböző kutatók között (*Emmerich*, 2002).

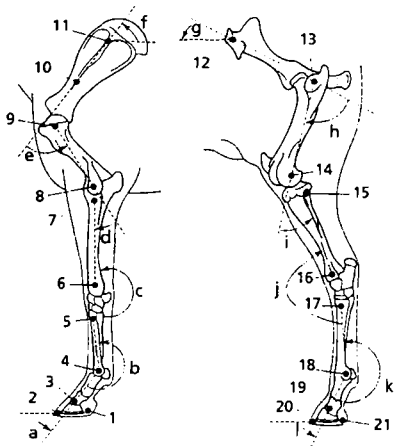
A vizsgálati módszerek közös vonása, hogy valamely mozgássor mintavételezéssel kapott adatait mozgáselemző programmal értékeli. A továbbiakban igyekszünk általánosan jellemző képet vázolni a mozgáselemzés mérési és elemzési módszereiről.

Lovak jármód-elemzéséhez célszerű a felvételeket zárt és fedett helyen készíteni, lehetővé téve ezzel a mérési körülmények viszonylagos állandóságát, a megvilágítás szabályozhatóságát, illetve a kamerák védelmét. Fontos a környezeti zajok lehetőség szerinti minimális szinten tartása, mert azok csökkentik a mintavételezés pontosságát (Bronner, 2003). Svéd kutatók, 1983-ban fejlesztettek ki, egy speciálisan lovak számára alkalmas futószalagot, ami ezután, a kinematikai kutatások meghatározó alapját képezte, mivel segítségével a sebesség illetve a talaj minősége állandósíthatóvá vált. Hátránya azonban, hogy az állatok futószalaghoz történő szoktatása időigényes, ezért nagyobb állomány vizsgálatára célszerűbb a fedett lovardákban, egyenletes, jó minőségű talajon történő mozgássorok rögzítése. Másik hibája, hogy a gumiszalag természetellenes rugalmassága miatt, a ló nem ugyanolyan módon viselkedik a futószalagon, mint a természetes talajon.

A legtöbb videógrafikát elemző szoftver automatikus digitalizálásra képes, amennyiben a mintavételezés során — alkalmas megvilágítás mellett — a lovon vizsgálni kívánt pontokat előzőleg markerekkel jelölik meg. A markerek lehetnek aktívak és passzívak, attól függően, hogy kibocsátanak-e bármilyen jelet, vagy csak a látható fényt verik vissza. Feladatuk, hogy a mozgás folyamán jelöljék, és ezáltal segítsék azon anatómiai pontok számítógépes felismerését, majd későbbi elemzését, melyek kinematikai szempontból fontosak. Legtöbbször, 2–3 cm átmérőjű, kör alakú, passzív markereket használnak, melyek színe jelentősen eltér a vizsgálni kívánt ló szőrének színétől. A kontraszthatásnak köszönhetően, azokat a szoftver, a digitalizáció alkalmával képes elkülöníteni és meghatározott, anatómiailag különálló pontokként kezelni (Schamhardt és mtsai, 1993). Ha a vizsgálat úgy kívánja, kisebb átmérőjű, ultrahangot kibocsátó markerek is használhatók. A markerpontok meghatározása során a ló szegmentumok szerinti felosztását, illetve anatómiai viszonyait veszik figyelembe, de különböző szerzők esetén, a pontok különböző helyeken lehetnek. Általánosan használt markerhelyeket mutat be az 1. ábra.

A markerhelyek megállapításakor tekintettel kell lenni a kutatási célra. Két szegmentum közti szögváltozás kétdimenziós meghatározásához három markerpont szükséges, egy-egy a szegmentumokon, egy pedig az ízületi központban. Más szerzők szerint az ízületi középpontok kiszámítása nem szükséges abban az esetben, ha szegmentumonként, annak a hosszanti tengelyével párhuzamosan, két markerpontot határoznak meg (van Weeren és mtsai, 1992). A hát középvonalában elhelyezett markerek segítik a törzs mozgásának bírálatát (Licka és Peham, 1998). Egy kísérlet alkalmával a markereket mindig szabályosan négy lábra állított lovakra, lehetőleg anatómiában jártas, ugyanazon személy helyezze fel, ugyanis a különböző lovakon az azonos ízületi pontok anatómiailag megegyező helyen történő megjelölése fontos a megbízható összehasonlítások érdekében. Két dimenziós elemzésekhez, öntapadós, kör alakú, három dimenziós elemzésekhez pedig félgömb, vagy gömb alakú markereket használnak, így a kamerák mindig kör felületet „láthatnak”, melynek középpontjait a szoftver képes meghatározni.

1. ábra: Kinematikai vizsgálatokhoz általánosan használt markerhelyek, és az ízületi szögek számítása az elülső ill. a hátulsó végtagokon (Barrey, 2001)



Szög(34)	Ízület(35)
a	elülső pata(22)
180-b	elülső csüd(23)
180-c	lábtő(24)
d	könyök(25)
e	váll(26)
f	lapocka elfordulás(27)
g	medence elfordulás(28)
h	csípő(29)
i	térd(30)
180-j	csánk(31)
180-k	hátulsó csüd(32)
l	hátulsó pata(33)

- |   |   |
|---|---|
| 1. sarokfal(1)  | 11. a lapocka tövisének proximális vége(11)       |
| 2. hegyfal(2)   | 12. külső csipőszöglet(12)                        |
| 3. a szegély felezőpontja oldalnézetben(35)                               | 13. a nagyforgató cranialis vége(13)              |
| 4. a metacarpus distalis vége(4)  | 14. a combcsont lateralis epicondylusa(14)        |
| 5. a metacarpus proximális vége(5)  | 15. a lig. collaterale lat. tapadása a tibián(15) |
| 6. az orsócsont lateralis vesszőnyúlványa(6)                              | 16. külboka (Malleolus lateralis)(16)             |
| 7. a lig. collaterale lat. tapadása az orsócsonton(7)                     | 17. a metatarsus proximális vége(17)              |
| 8. a karcsont lateralis epicondylusa(8)                                   | 18. a metatarsus distalis vége(18)                |
| 9. az oldalsó karcsonti gumó ( <i>tuberculum majus</i> ) caudalis vége(9) | 19. a szegély felezőpontja oldalnézetben(19)      |
| 10. a lapocka tövisének distalis vége(10)                                 | 20. hegyfal(20)                                   |
|   | 21. sarokfal(21)                                  |

Fig. 1.: 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), fore coffin(22), fore fetlock(23), carpus(24), elbow(25), shoulder(26), scapula rotation(27), pelvis rotation(28), hip(29), stifle(30), tarsus(31), hind fetlock(32), hind coffin(33), angle(34), joint(35)

Bármilyen praktikus megoldás szóba jöhet a markerpontok megjelölésére, ami a célnak megfelel, és nem bőrirritáló hatású, illetve a vizsgálat után különösebb szörvestés nélkül, maradéktalanul eltávolítható. A markerek használatakor felmerül egy további probléma is. A bőrön elhelyezett markerek, mozgás közben, az ízületet fedő kötőszövettel, izomzattal együtt elmozdulhatnak, így megváltoztathatják a szögelés-idő diagramok alakját egyes ízületeknél. Főleg a sok izommal, kötőszövettel fedett ízületekre vonatkozóan jelenthet ez számottevő különbséget (van den Bogert és mtsai, 1990). A bőrelmozdulásból eredő hibák kiküszöbölésére, holland melegvérű lovakra (van Weeren és mtsai,

1990ab), korrekciós algoritmusokat számoltak ki, ezek azonban csak hasonló küllemű lovak esetében érvényesek.

Amennyiben a felvételek készítésekor nincs lehetőség markereket használni (pl.: egy díjlovas verseny alkalmával), úgy a hosszadalmasabb képkockáról-képkockára történő kézi digitalizálásra van szükség.

Kétdimenziós vizsgálatokhoz egyetlen precízen beállított kamera használata is elegendő, bár ilyenkor jelentős torzulásokat eredményez, ha a ló a kamera tengelyéhez képesti merőleges vizsgálati síktól eltér. Háromdimenziós elemzésekhez a kamerák pontos beállításai kevésbé fontosak, hiszen legalább két kamera rögzíti az adott markerpontot ugyanabban az időpontban. A gyakorlatban két kameránál többre van szükség annak érdekében, hogy a markerek ne mosódjanak össze, ne kereszteződjenek egymással, illetve minden időpillanatban legalább két kamera rögzítse azokat. Annak érdekében, hogy minimum egy teljes mozgásciklus rögzítésre kerülhessen, és az optikai torzulások elkerülhetővé váljanak, a kamerák látómezejét úgy kell beállítani, hogy mindig szélesebb legyen a mozgástérnél. Minél több kamerát használunk, annál pontosabb adatokat kapunk az adott markerpont térbeli kilengéséről.

A kamera típusának a kiválasztásakor is szem előtt kell tartani a kutatási célt. Egy átlagos kamera (PAL-rendszerben) 25 frame-et rögzít másodpercenként, minden frame két képkockából áll, melynek felvételi sebessége így 50 Hz. Nagyobb sebességű kamerák is beszerezhetők (250–1000 frame/s) melyek gyorsabb, hirtelen megvalósuló mozgássorok részletes rögzítésére is alkalmasak, de figyelembe kell venni, hogy gyorsfilmezéskor szigorodnak a megvilágítási követelmények. A kamerák felvételi sebességének hatását a mintavételezés pontosságára több kutató is vizsgálta. *Lanovaz* futószalagon vágató ló mozgásának felvételezésekor minimális eltéréseket tapasztalt az 50, illetve a 200 Hz-en történő mintavételezése esetén a különböző szögelfordulási adatok között (*id. Clayton és Schamhardt, 2000*). *Linford* (1994) az időbeni változók eltéréseit vizsgálta futószalagon ügető lovak esetén úgy, hogy 1000, illetve 60 Hz-es kamerával egyaránt ugyanazon tíz lépést rögzítette. Egy lépésciklus időtartamának, valamint az alátámasztási és lebegési időtartamok átlagértékei 3,3 ms-nál nagyobb eltérést nem mutattak. Megállapítható, hogy a 60 Hz-es kamera alkalmas lovak mozgáselemzéséhez, de a pontos, rövid ideig tartó mozgások időbeni átlagértékeinek kiszámításához több lépés elemzése szükséges.

A lovak számára alkalmas mozgástér kialakítása után a kamerák felszerelése és olyan szinkronizálása szükséges, ami biztosítja a pontosan egy időpontban történő indítást valamilyen digitális vagy egyéb jel segítségével. Az összeköttetésben álló kamerák felvételeivel — az időben párba állítható képek segítségével — lehetségessé válik a későbbi háromdimenziós rekonstrukció.

A mintavételezés megkezdése előtt, a kamera rendszert előbb kalibrálni szükséges, hogy a kamerák egymáshoz viszonyított pozícióját meghatározzák. Ennek érdekében, kétdimenziós elemzésekhez derékszögű keretet, háromdimenzióshoz pedig kalibráló kockát és/vagy pálcát rögzítenek a szinkronizált kamerákkal (*Ladin, 1995; Gruen, 1997*). A kalibráló kocka nyolc, vagy több, ismert távolságra lévő kontroll pontot tartalmaz, melyeknek háromdimenziós koordinátáit meg lehet határozni, mivel a kalibrációkor ismert azoknak a kamerákhoz viszonyított távolsága. Az adatok pontossága jelentősen csökken, ha a

felvételezés, a kalibrációs kocka terjedelmén kívül esik, tehát lovas tanulmányokhoz viszonylag nagy kalibráló eszköz szükséges. A kalibráció pontossága arányos a végleges háromdimenziós adatok pontosságával (*DeLuzio és mtsai*, 1993).

A rendszer kalibrálása után, a lovon lévő markerek közvetlenül is megvilághathatók (ált. 3–500 W) a kamerák tengelye mentén. A videó rendszerek minden egyes markerpont vízszintes és függőleges koordinátáit rögzítik, valamennyi kameráról, analóg és dialóg jelként egyaránt. A rekonstrukció során, a szoftver ezen kamerák sík képeiből határozza meg a markerpontok háromdimenziós koordinátáit. A rekonstrukciós eljáráshoz a kamera külső (térbeli helyződése) és belső (lencsék és kamera jellemzői) paramétereinek precíz ismerete szükséges. Ezen transzformációs eljárás alkalmazásával korrigálják a digitális koordinátákat a kalibrációs paraméterekkel annak érdekében, hogy a változókat értékkel lássák el. A háromdimenziós tanulmányokban, „direkt lineáris transzformáció” az alkalmazott eljárás a két, vagy több kétdimenziós kép háromdimenziós képé váló alakításához (*Brewin és Kerwin*, 2003; *Cerveri és mtsai*, 2003). Az eljárás előnye, hogy nem szükséges a kamerák helyeződésének pontos ismerete, merta transzformáció, a kalibrációs kocka kontroll pontjainak ismert koordinátáin alapul, ami ismert minden kamera esetén.

#### *A különböző jármódok kinematikai jellemzői*

A lépés: a lovak lépése természetes négy ütemű jármód, ahol a lábsorrend: jobb hátulsó (JH), jobb elülső (JE), bal hátulsó (BH), bal elülső (BE). A díjlovaglásban viszonylag nagy szerepe van a programok értékelése során, valamennyi kategóriában, egy vagy több típusa is, 2-es szorzóval szerepel. Az öt nehézkategóriás számban, pl. a teljes időtartam 12–18%-át teszik ki azok a feladatok, amelyeket a lépés valamilyen formájában kell végrehajtani (*Clayton*, 1996).

A lépés jármódban rejlik a hippoterápia speciális hatásmechanizmusa is. Mivel a lépés fejlesztési lehetősége lovaglással minimális, ezért a ló kiválasztásakor különleges gondot kell fordítani annak bírálatára. A ló hátának háromdimenziós lengéshullámai lépésben segítik a rajta helyesen ülő páciens felegyenesedését, a medence, a csípőízület, a gerinc mobilizálását, és a járáshoz szükséges izomcsoportok edzését. A folyamatos, ritmusos lépés jármóddal egyensúlyreakciók sorozata provokálható, amelyek segítik a járás automatizmusaihoz szükséges idegi kapcsolatok kiépülését (*Györgypál*, 2002). A lépés jármód során kialakuló ülőfelület-mozgás pontos és megbízható elemzésére nagy szükség van a terápiás lovak körében, lehetővé téve a hippoterapeutáknak a tudatosabb és eredményesebb munkavégzést.

Az előzőek alapján indokolt a lovak lépés jármódjának biokinematikai vizsgálata. Mivel a lépés szimmetrikus jármód, a bal és a jobb oldali időbeni változók is szimmetrikusak (*Hildebrand*, 1965). Megkülönböztetünk összeszedett lépést, középlépést, nyújtott lépést és szabad lépést. A négy lépéstípus közül az első három jelentős, ezek paramétereit vizsgáló kutatás (*Clayton*, 1995) eredményei láthatók az 1. táblázatban.

**Az összeszedett, közép, ill. nyújtott lépés egyes kinematikai paramétereinek átlagai és szórásértékei (Clayton, 1995, 1998 nyomán)**

	Összeszedett lépés(1)	Közép lépés (2)	Nyújtott lépés (3)
Sebesség, m/s(4)	1,37±0,17 <sup>a</sup>	1,73±0,15 <sup>b</sup>	1,82±0,07 <sup>b</sup>
Lépéshossz, m(5)	1,57±0,12 <sup>a</sup>	1,87±0,11 <sup>b</sup>	1,93±0,09 <sup>b</sup>
Egy teljes lépés időtartama, ms(6)	1,16±82 <sup>a</sup>	1,081±69 <sup>ab</sup>	1,064±65 <sup>b</sup>
Ütem, ütem/perc(7)	52 <sup>a</sup>	55 <sup>ab</sup>	56 <sup>b</sup>
Unilaterális lépéshossz, cm(8)	158±13 <sup>a</sup>	167±11 <sup>a</sup>	166±9 <sup>a</sup>
Tüllépés mértéke, cm(9)	-7±8 <sup>a</sup>	19±12 <sup>b</sup>	27±7 <sup>b</sup>
Elülső végtagok lendítési fázisainak időtartama, ms(10)	568±53 <sup>a</sup>	550±35 <sup>a</sup>	530±32 <sup>b</sup>
Elülső végtagok alátámasztási fázisának időtartama, ms(11)	774±81 <sup>a</sup>	715±52 <sup>a</sup>	698±40 <sup>a</sup>
Elülső lábközép talajérintéskori – talajjal bezárt – szöge, °(12)	72,2±2,6 <sup>a</sup>	67,1±2,3 <sup>b</sup>	67,7±1,4 <sup>b</sup>
Elülső lábközép elemelési – talajjal bezárt – szöge, °(13)	131,1±3,2 <sup>a</sup>	132,7±2,4 <sup>ab</sup>	135,4±3,1 <sup>b</sup>
Hátulsó végtagok lendítési fázisainak időtartama, ms(14)	566±54 <sup>a</sup>	548±36 <sup>ab</sup>	529±36 <sup>b</sup>
Hátulsó végtagok alátámasztási fázisának időtartama, ms(15)	803±88 <sup>a</sup>	736±54 <sup>a</sup>	711±42 <sup>a</sup>
Hátulsó lábközép talajérintéskori – talajjal bezárt – szöge, °(16)	58,0±1,6 <sup>a</sup>	55,1±2,6 <sup>b</sup>	54,3±2,0 <sup>b</sup>
Hátulsó lábközép elemelési – talajjal bezárt – szöge, °(17)	104,0±4,3 <sup>a</sup>	106,3±2,3 <sup>ab</sup>	109,3±3,2 <sup>b</sup>

<sup>ab</sup>: szignifikáns különbségek P<0,01(18)

Table 1.: Descriptive statistics for the kinematic variables in the collected, medium and extended walk (after Clayton, 1995 and Clayton, 1998)

collected walk(1), medium walk(2), extended walk(3), speed, m/s(4), stride length, m(5), stride duration, ms(6), tempo, stride/min(7), lateral distance, cm(8), over-tracking distance, cm(9), fore step duration, ms(10), fore stance duration, ms(11), initial ground contact metacarpal, °(12), lift-off metacarpal, °(13), hind step duration, ms(14), hind stance duration, ms(15), initial ground contact metatarsal, °(16), lift-off tarsus, °(17), <sup>ab</sup>: significant difference P<0,01(18)

Az eredmények alapján, a sebességet tekintve, legnagyobb változásokat, a lépés hossza eredményezi. Lépés jármódban a lépéshossz kifejezhető a hátulsó láb és az azonos oldali elülső láb talajérintése közötti távolság értékével és a tüllépés mértékével. A lépéshossz növekedése ebben a jármódban szinte kizárólag a tüllépés mértékének növekedése miatt következik be. Tehát a lovak jelentős tüllépést produkálnak közép és nyújtott lépésben. Az elülső lábközép (*metacarpus*) és hátulsó lábközép (*metatarsus*) szegmentumok talajérintéskori szöge szignifikánsan nagyobb összeszedett lépésben, mint közép- és nyújtott lépésben az elemelési szög pedig szignifikánsan kisebb (P<0,01) összeszedett lépésben, mint a nyújtottban. Ezen szegmentumoknak tehát szélesebb mozgásterjedelme van az alátámasztási fázis alatt nyújtott lépésben, az összeszedett-hez képest. Az elülső és hátulsó lábtól talajérintési és elemelési szögei nem változtak a különböző lépéstípusokban.

A szabályos, 4 ütemű lépés kritériumnak csak kevés vizsgált ló felelt meg közép és nyújtott lépésben (Clayton, 1995). Sok lónál rövidebb az idő a hátulsó és a azonos oldali elülső paták talajérintése között, mint az elülső és a diagoná-

lis hátulsó paták között. Erre a fajta ritmusra utal mikor a ló passzban jár (Clayton, 1998; FEI, 2003). Ez a jármód súlyos hibájának számít, és a díjlovagló versenyeken a bírók szigorúan büntetik. Néhány lónál megfigyelhető, hogy a lépés ritmusa során az elülső pata és a diagonális hátulsó pata talajérintése között rövidebb idő telik el, mint a hátulsó és az unilaterális elülső pata talajérintése között. Vannak lovak amelyeknek az összeszedett lépése mutat inkább szabályos ritmust, más lovak nyújtott lépésben szabályosabbak.

Az előrehaladó mozgás lényegében nem más, mint ritmikus tömegközéppont-áthelyezési folyamat. Járás közben a test stabilitása az alátámasztás biztonságától, vagyis az állásbiztonságtól függ (Horváth, 2001). Három lábbal történő alátámasztás esetén, a stabilitás, a három lábna az állat tömegközéppontjához viszonyított pozíciójától függ (Gray, 1944). Két lábbal történő alátámasztáskor, a diagonális alátámasztás eredményezi a nagyobb stabilitást a unilaterálishoz képest, mert ilyenkor az alátámasztási vonal keresztezi a törzs tengelyét és így az közelebb van a tömegközépponthez (Hildebrand, 1978), továbbá keresztezi a tömegközéppontot is (Benke, 1934). Az alátámasztás általában fordított arányban áll a sebességgel: alacsony sebesség esetén a lónak jobban kell az egyensúlyára hagyatkoznia a kisebb dinamikai stabilitás kompenzálása érdekében (Clayton, 1989). Ennek egyik legjobb példája a lépésben végrehajtott félpiruett elemzése. Összeszedett lépésben végrehajtott félpiruettek vizsgálatakor, Clayton és mtsai (1999), az összeszedett lépéssel összehasonlítva azt állapította meg, hogy a háromlábás alátámasztás időtartama átlag 20%-kal növekedett a lépésciklusok alatt. Az unilaterális és a diagonális lépés időtartama közötti szignifikáns különbség ( $P < 0,05$ ) mutatja, hogy — az FEI elvárásaival ellentétben — a félpiruettnek nincs meg az a szabályos ütemessége, mint az összeszedett lépésnek. A félpiruettben, ahol nincs előre irányuló mozgás, a három lábbal történő alátámasztás meghosszabbodását figyelhetjük meg, időnkénti négy lábbal történő alátámasztással egyes lovak esetében. A lovak kisebb-nagyobb mértékben eltérően hajtják végre a félpiruettet, a piruettet, ami a különböző egyensúlyozási stratégiával függhet össze (Clayton és mtsai, 1999).

*Az ügetés:* az ügetés főleg a díjlovagló versenyeken jut kiemelt szerephez (pl. az 5 nehézkategóriás számban a teljes időtartam 30–52%-át teszik ki azok a feladatok, amelyeket ügetésben kell végrehajtani (Clayton, 1996)). Mindezen túl — legyen szó szinte bármelyik lovassportágról — az edzéseken ez a legfontosabb jármód mind a lónak, mind pedig a lovasnak (Némethy, 1968). Hasznos lenne épp ezért az ügetés időbeni, lineáris és szögelési jellemzőinek ismerete mind a bírónak, az edzőknek és a biomechanikusoknak (Clayton, 1994b).

Az FEI Nemzetközi Díjlovagló Szabályzatának leírása szerint, az ügetés kétütemű jármód, amelyben az átlós lábak lépnek egyszerre és az ütemeket lebegő fázis választja el egymástól. Megkülönböztetünk összeszedett ügetést, munkaügetést, középügetést és nyújtott ügetést (FEI, 2003).

A nyújtott ügetés időbeni paramétereit már a szülői olimpiai játékok alkalmával meghatározták (Duel és Park, 1989, 1990). Az összeszedett, munka-, közép- és nyújtott ügetés kinematikai jellemzőinek összehasonlítását tartalmazza a 2. táblázat.



**Az összeszedett, munka, közép, ill. nyújtott ügetés kinematikai paramétereit  
(Holström és mtsai, 1995; Clayton, 1998 nyomán)**

	Összeszedett ügetés(21)	Munkaüge- tés(22)	Ügetés ké- zen(23)	Középuge- tés (24)	Nyújtott ügetés(25)
Sebesség, m/s(4)	3,20±0,28 <sup>ab</sup> 2,64±0,15 <sup>c**</sup>	3,61±0,10 <sup>b</sup> 3,07±0,14 <sup>b**</sup>	3,88±0,56 <sup>**</sup>	4,47±0,23 <sup>ca</sup>	4,93±0,14 <sup>da</sup>
Lépéshossz, m(5)	2,50±0,04 <sup>ab</sup> 2,25±0,08 <sup>c**</sup>	2,73±0,04 <sup>b</sup> 2,44±0,06 <sup>b**</sup>	2,93±0,44 <sup>ab**</sup>	3,26±0,05 <sup>ca</sup>	3,55±0,07 <sup>da</sup>
Egy teljes lépés időtartama, ms(6)	783±11 <sup>ab</sup> 852±39,8 <sup>c**</sup>	755±10 <sup>ab</sup> 798±25,7 <sup>b**</sup>	756,5±38,3 <sup>ab**</sup>	733±17 <sup>ab</sup>	722±15 <sup>b</sup>
Ütem, ütem/perc(7)	77 <sup>a</sup>	79 <sup>ab</sup>	—	82 <sup>ab</sup>	83 <sup>ba</sup>
Unilaterális lépéshossz, cm(8)	-7±1 <sup>ab</sup>	4±1 <sup>ba</sup>	—	27±2 <sup>ca</sup>	39±3 <sup>da</sup>
Tüllépés mértéke, cm(9)	16±3 <sup>a</sup>	17a ± 2 <sup>a</sup>	—	32±3 <sup>ba</sup>	37±3 <sup>ba</sup>
Elülső végtagok lendítési fázisainak időtartama, ms(10)	394±5 <sup>ab</sup>	376±5 <sup>ab</sup>	—	365±8 <sup>ba</sup>	363±8 <sup>ba</sup>
Elülső végtagok alátámasztási fázisának időtartama, ms(11)	364±8 <sup>ab</sup> 297,5±17,4 <sup>b**</sup>	341±5 <sup>ab</sup> 263,5±33,4 <sup>ab**</sup>	227±24,2 <sup>ab**</sup>	290±6 <sup>ba</sup>	273±7 <sup>ba</sup>
Elülső lábközép talajérintésori – talajjal bezárt – szöge, °(12)	69,2±0,5 <sup>ab</sup>	68,1±0,5 <sup>ab</sup>	—	67,4±0,5 <sup>ab</sup>	66,4±0,5 <sup>ba</sup>
Elülső lábközép elemelési — talajjal bezárt – szöge, °(13)	128,5±0,5 <sup>ab</sup>	129,9±0,3 <sup>ab</sup>	—	132,3±0,5 <sup>ba</sup>	132,3±0,5 <sup>ba</sup>
Hátulsó végtagok lendítési fázisainak időtartama, ms(14)	391±5 <sup>ab</sup>	380±10 <sup>ba</sup>	—	365±8 <sup>ca</sup>	360±7 <sup>da</sup>
Hátulsó végtagok alátámasz- tási fázisának időtartama, ms(15)	361±9 <sup>ab</sup> 297,2±15,6 <sup>c**</sup>	339±6 <sup>ab</sup> 267±14,1 <sup>b**</sup>	224,8±16,2 <sup>ab**</sup>	293±7 <sup>ba</sup>	276±5 <sup>ba</sup>
Hátulsó lábközép talajérintésori – talajjal be- zárt – szöge, °(16)	59,6±0,7 <sup>ab</sup>	57,6±0,7 <sup>ab</sup>	—	55,9±0,5 <sup>ba</sup>	55,6±0,5 <sup>ba</sup>
Hátulsó lábközép elemelési – talajjal bezárt – szöge, °(17)	106,7±0,6 <sup>ab</sup>	108,4±0,5 <sup>ab</sup>	—	110,5±0,7 <sup>ba</sup>	112,0±0,5 <sup>ba</sup>
Diagonális talajérintés egyide- jűsége, ms (DAP)(19)	5±4 <sup>ab</sup> 17,5±11,1 <sup>ab**</sup>	13±3 <sup>ab</sup> 17,2±7,8 <sup>ab**</sup>	20,8± 6,7 <sup>ab**</sup>	15±5 <sup>ab</sup>	16±5 <sup>ab</sup>
Diagonális elemelés egyidejű- sége, ms (DAL)(20)	8±2 <sup>ab</sup> 22,2±7,6 <sup>ab</sup>	14±3 <sup>ab</sup> 22,5±4 <sup>ab**</sup>	24,3±8,1 <sup>ab**</sup>	14±3 <sup>ab</sup>	15±3 <sup>ab</sup>

<sup>abcd</sup>: szignifikáns különbségek Holström és mtsai, 1995, \*P<0,01; Clayton, 1998, \*\*P<0,05(18)

Table 2.: Descriptive statistics for the kinematic variables in the collected, work, medium and extended trot (after Holström et al., 1995; Clayton, 1998) as in Table 1.(1–18), diagonal advanced placement, ms (DAP)(19), diagonal advanced lift off, ms (DAL)(20), collected trot(21), worhtrot(22), trot on hand(23), medium trot(24), extended trot(25)

A sebesség és a lépéshossz szignifikánsan különböző mindegyik ügetésféléseben. Az eredmények alapján a nyújtott ügetés üteme valamivel gyorsabb, mint az összeszedett ügetésé (ennek ellenére az FEI szabályzata megköveteli ugyanazt az ütemet, még az átmenetekben is, a különböző ügetéstípusok között). A különbség, bár szignifikáns, elég kicsi ahhoz, hogy a bírók, azt már ne érzékeljék. A lovasokkal és az edzőkkel egyetértve, az ügetés üteme (a pata-dobbanások időbeni egymásutánisága) lassul az összeszedettséggel. (Holmström és mtsai, 1995).

Ügetésben a lépéshossz változása attól függ, hogy a diagonális lépéshossz és a túllépés mennyivel változik. A diagonális lépéshossz azonban alig nagyobb középugetésben, mint pl. munkaügetésben. A legnagyobb növekedést a lépés-

ciklus hosszában, az eredmények szerint tehát, a túllépés mértéke okozza, ami megmutatja a lendítési fázis során túllépett távolságot. A túllépés növelésére legjobb mód a lebegési fázis megnyújtása. Ez úgy érhető el, ha az elrugaszzkodás egy viszonylag nagymértékű függőleges irányú elmozdulással jár (Clayton, 1994b).

Több szerző vizsgálta ügetésben a lovak jobb és bal oldala között fellépő aszimmetriát (Grzimek, 1949; Bayer, 1973; Drevemo és mtsai, 1980; Duel és Park, 1990; Clayton, 1994b). Valamennyien arra a következtetésre jutottak, hogy egy csoport, mint egész, nem mutat jobb vagy bal oldali aszimmetriát, de lovanként külön-külön, ez jelentős mértékben megfigyelhető. A mozgásmód aszimmetriája kapcsolatosan állhat gyenge bemutatással (Dalin és mtsai, 1985) és a patológias elváltozásokkal (Rooney, 1969).

A bal elülső és hátulsó végtagok izületi szögeinek és a paták pályagörbéjének elemzésekor, az összeszedettség biokinematikai hatását vizsgálva a kézen történő ügetéshez képest, legnagyobb különbségeket az elülső és a hátulsó pata pályagörbéje, a csüdizületek, illetve könyök és elülső lábtőizületek között lehet felfedezni (Holmström és mtsai, 1995). A vizsgált nagydíjas lovak közel azonos szögelésekkel rendelkeztek ügetésben, mint egy korábbi vizsgálatban szereplő 4 magas jármód pontszámú svéd melegvérű mén. Az eredmények alapján megállapítható, hogy az elülső láb mozgásában a könyök és lábtőizület szögelődései fontosak, és csak kis mértékben változnak az összeszedettség hatására, ezért jelentős szempontok lehetnek díjlovak kiválasztásakor. A hátulsó lábak szögelési grafikonjai szerint, a lovak nem lépnek be jobban maguk alá összeszedett jármódban, mint kézen ügetés esetén. A magasabb jármód pontszámot kapó lovak eleve kifejezettebben lépnek a súlypont alá, mint alacsonyabb jármód pontszámú társaik, ezért ez egy újabb szelekciós kritérium lehet (Holmström és mtsai, 1994). A hátulsó láb hátrafelé irányuló mozgása csökken összeszedettség hatására. Jelentős különbség van a lovak combcsontjainak dölései között, melyek a törzs előrehajtásának mértékét nagyrészt meghatározzák. A nagymértékben előrefelé lejtő combcsont, a tanulmányok szerint, a legfontosabb küllemi jellemzője a magas pontszámú négy éves díjlovaknak (Holmström és Philipson, 1993). Az eredmények alapján nem állapítható meg egyértelműen az, hogy a kézen történő ügetés szögelődéseit milyen mértékben befolyásolja a tréning (Holmström és mtsai, 1995).

A piaffe és a passzázs ügetésben végzett különleges jármódoknak számítanak, ezért ebben a részben térünk ki részletes tárgyalásukra. Világviszonylatban elmondható, hogy viszonylag kevés nagydíjas díjlovat lehet találni, mert sok ígéretes díjló nem képes megtanulni a passzázst illetve a piaffe-ot (Holmström és mtsai, 1995). Ezért mindenképpen fontos ezen feladatok biokinematikai elemzése is (3. táblázat).

Az összeszedett ügetéstől a passzázsig, illetve a piaffe-ig, a sebesség és a lépéshossz szignifikánsan kimutatható csökkenése tapasztalható (Clayton, 1997). Az összeszedett jármódokban a hátulsó lábaknak több terhet kell viselniük, ami szükséges a piaffe és a passzázs megtanulásához. Tehát meghatározó jelentőségű az alátámasztási fázis alatti súlyviselés képessége. A combcsont dölése fontos tényezője a hátulsó láb működésének és a dőlés szöge határozza meg, hogy milyen mértékben lesz képes a ló belépni a törzs alá és nagyobb súlyt hordozni a hátulsó lábakon. A térdizület közelítő szögének csök-

kenését vizsgálva passzázsban és piaffe-ban, az eredményekből arra lehet következtetni, hogy amennyiben eleve kicsi ez a szög az ügetés közben, akkor a ló valószínűleg nem lesz képes jobban lecsökkenteni azt a passzázs és piaffe mozgásban. Az izomerő fokozásával nem lehet kompenzálni a kisebb szöget. Ugyanez mondható el a csánkizület szögéről is. A csánkizület piaffe-ban a támaszkodó fázis elején jobban hajlított és a támaszkodó fázis közepén kisebb szög értéke van, összehasonlítva azt a kézen történő, vagy a munka- és összeszedett ügetéssel. Elit díj- és ugró lovakon nagyobb csánkizületi szögeket találtak, mint más lovak esetében. (Holmström és mtsai, 1990).

3. táblázat

**Az ügetés különböző kinematikai paramétereinek változása az összeszedettség hatására (Holström és mtsai, 1995; Clayton, 1998 nyomán)**

	Piaffe(21)	Passzázs(22)	Összeszedett ügetés(23)
Sebesség, m/s(4)	0,09±0,03 <sup>e**</sup>	1,70±0,20 <sup>d**</sup>	3,20±0,28 <sup>a*</sup> 2,64±0,15 <sup>c*</sup>
Lépéshossz, m(5)	0,10±0,03 <sup>e**</sup>	1,75±0,16 <sup>d**</sup>	2,50±0,04 <sup>a*</sup> 2,25±0,08 <sup>c**</sup>
Egy teljes lépés időtartama, ms(6)	1087,7±35,4 <sup>d**</sup>	1036,2±55 <sup>d**</sup>	783±11 <sup>a*</sup> 852±39,8 <sup>c**</sup>
Ütem, ütem/perc(7)	55 <sup>b*</sup>	55 <sup>b*</sup>	77 <sup>a*</sup>
Unilaterális lépéshossz, cm(8)	—	—	-7±1 <sup>a*</sup>
Tüllépés mértéke, cm(9)	—	—	16±3 <sup>a*</sup>
Elülső végtagok lendítési fázisainak időtartama, ms(10)	—	—	394±5 <sup>a*</sup>
Elülső végtagok alátámasztási fázisának időtartama, ms(11)	509±24,2 <sup>d**</sup>	365±25,7 <sup>c**</sup>	364±8 <sup>a*</sup> 297,5±17,4 <sup>b**</sup>
Elülső lábközép talajérintéskori – talajjal bezárt – szöge, °(12)	—	—	69,2±0,5 <sup>a*</sup>
Elülső lábközép elemelési – talajjal bezárt – szöge, °(13)	—	—	128,5±0,5 <sup>a*</sup>
Hátulsó végtagok lendítési fázisainak időtartama, ms(14)	—	—	391±5 <sup>a*</sup>
Hátulsó végtagok alátámasztási fázisának időtartama, ms(15)	456,2±29,3 <sup>e**</sup>	367,2±23 <sup>d</sup>	361±9 <sup>a*</sup> 297,2±15,6 <sup>c**</sup>
Hátulsó lábközép talajérintéskori – talajjal bezárt – szöge, °(16)	—	—	59,6±0,7 <sup>a*</sup>
Hátulsó lábközép elemelési – talajjal bezárt – szöge, °(17)	—	—	106,7±0,6 <sup>a*</sup>
Diagonális talajérintés egyidejűsége, ms (DAP)(19)	-45,3±70,6 <sup>b**</sup>	30,5±32,1 <sup>a**</sup>	5±4 <sup>a*</sup> 17,5±11,1 <sup>ab**</sup>
Diagonális elemelés egyidejűsége, ms (DAL)(20)	41,5±54,1 <sup>a**</sup>	33,5±19,6 <sup>a**</sup>	8±2 <sup>a*</sup> 22,2±7,6 <sup>a**</sup>

<sup>abcde</sup>: szignifikáns különbségek \* P<0,01; \*\* P<0,05(18)

Table 3.: The effect of collection on the kinematic parameters of trot (after Holström et al., 1995; Clayton, 1998)

as in Table 1.(1–18), as in Table 2.(19–20), piaffe(21), passage(22), collected trot(23)

A passzázs nagyon sokban hasonlít az ügetéshez. Két, jól elkülöníthető fázisa van minden ütemben, és a végtagok diagonális talajérintésének egyidejűsége nagymértékben (DAL) „pozitív”, ami jó egyensúlyt eredményez, illetve képessé teszi a lovat arra, hogy súlyát inkább a hátulsó lábain hordozza. A

passzázs fenséges látványa, annak a ténynek köszönhető, hogy a lábak megállása, azok legjobban felemelt állapotában történik. A passzázs és a piaffe üteme azonos, de az utóbbi jelentősen eltér egyes mozdulatokban mind az összeszedett ügetéstől, mind a passzázstól. A legfontosabb ilyen különbség a lebegő fázis kimaradása. A gyakorlatban egyáltalán nem állapítható meg lebegés a piaffe-ban köszönhetően a hosszú elülső és hátulsó alátámasztási fázisnak és a nagy negatív DAL-nak (*Holmström és mtsai, 1995; Clayton, 1997*). Minden pillanatban legalább egy pata érinti a talajt, éppen ezért ez egy sokkal inkább „lépkedős” jármód, mint „lebegős-ugrás”. Akkor jó, ha minél rövidebb idő telik el a diagonális lábpárváltások között. Piaffe-ban nagy különbségek figyelhetők meg a lovak között, ami azt jelzi, hogy néhány ló nem jó egyensúlyban mutatja be. Csakúgy, mint a passzázsban, a lábak megállása akkor következik be, mikor az emelési fázis csúcspontján vannak (*Clayton, 1997*).

A *vágtá*: szintén a ló természetes jármódja. A szabadban ezt végzi a legkönnyebben, a legtöbbször, és minden alkalommal a legszívesebben, hiszen testalkatát és járógépezetét már a természet is erre teremtette. Amily könnyed, friss és tökéletes a ló vágtamozgása teher nélkül a szabadban, épp olyan nehézkes a lovaglóliskolában, lovas alatt. Csak kevés lovas akad, aki arra képes, hogy lovával vágtában a szabályos mozdulatokat olyan helyesen és pontosan hajtsa végre, ahogy a lovaglás „törvénye” ezt előírja (*Moys, 1940*).

A vágtá aszimmetrikus, háromütemű jármód, ezáltal különbözik a többitől. A patadobbanások, pl. jobb kézen a következő sorrendben követik egymást: bal hátulsó láb (BH), bal elülső és jobb hátulsó láb egyidejűleg (BE-JH), jobb elülső láb (JE), majd a lebegő fázis következik, amelyben mind a négy láb a levegőben van, ezután következik az újabb vágtaugrás (*FEI, 2003*). A vágtának a díj-ugrató, ill. military versenyeken is kiemelt szerep jut, nem említve a lovastornát, ahol a magasabb szinteken minden feladatot vágtában végeznek. A szelekció és a kiképzés alattegyaránt fontos a vágtá mozgáskarakterének ismerete, ezért indokolt, ennek a jármódnak a közelebbi biokinematikai vizsgálata is.

Megkülönböztetünk összeszedett vágtát, munkavágtát, középvágtát és nyújtott vágtát. Ezek kinematikai jellemzőit foglalja össze a 4. táblázat.

A sebesség változóan szignifikáns eltérést mutat a különböző típusú vágtákban, az ütem azonban azonos marad. A lépésciklus hosszának változása leginkább a lebegő fázisban megtett távolság növekedésének köszönhető, tehát fontos a lebegő fázis paramétereinek pontos ismerete. Kisebb növekedést lehet megfigyelni a két hátulsó láb közötti, valamint a két elülső láb közötti távolságban (*Clayton, 1994a*).

Nem csak lépés esetén figyelhető meg eltérés az összeszedett jármód és ugyanabban a jármódban végrehajtott piruett kinematikai jellemzői között. A vágtapiruett elemzésekor kiderült, hogy a lovak nem ugyanolyan sebességgel és ütemben mozognak, mint az egyenes vonalon történő összeszedett vágtá esetében. Az ütem szignifikánsan lassabb a piruett során (68 ütem/perc) az összeszedett vágtához képest (95 ütem/perc) és ellentétben az összeszedett vágtával, négyüteművé válik általa, hogy a diagonális lábpárok szétválnak lebegés nélkül az egymást követő jármódütemek között (*Burns és Clayton, 1997*).

## Különböző sebességű vágta kinematikai paraméterei (Clayton, 1998)

	Összeszedett vágta(5)	Munka vágta(6)	Közép vágta(7)	Nyújtott vágta(8)
Sebesség, m/s(1)	3,27 <sup>a</sup>	3,91 <sup>b</sup>	4,90 <sup>c</sup>	5,97 <sup>d</sup>
Lépéshossz, m(2)	2,00 <sup>abc</sup>	2,35 <sup>ade</sup>	2,94 <sup>bdf</sup>	3,47 <sup>cef</sup>
Ütem, ütem/perc(3)	95 <sup>a</sup>	99 <sup>a</sup>	101 <sup>a</sup>	105 <sup>a</sup>
Lebegés időtartama, ms(4)	0 <sup>ab</sup>	5 <sup>cd</sup>	54 <sup>ac</sup>	87 <sup>bd</sup>

<sup>abcde</sup>: szignifikáns különbségek P<0,05(18)

Table 4.: Kinematic variables of the each type of canter (Clayton, 1998) speed, m/s(1), stride length, m(2), tempo, stride/min(3), suspension, ms(4), collected canter(5), working canter(6), medium canter(7), extended canter(8)

## Az ugrás kinematikai jellemzői

**Az ugrás:** Az ugrólovak tenyésztése és edzése nagyon hosszú és költségigényes folyamat, amelynek eredménye igazán csak akkor válik világossá, amikor az állat ténylegesen versenyezni kezd. Az ugróképesség — éppúgy, mint a ló egyéb képessége (gyorsasága, hosszútáv-bírás, stb.) — a szervezet anatómiai és élettani öröklött adottságainak összességén alapul, ami, ha meg is van az állatban, még nem biztos, hogy érvényre jut. Itt kell megemlíteni azoknak a környezeti hatásoknak az összességét, melyek befolyásolják egy ló teljesítményét, a versenyben elért eredményét. Ilyen hatások, pl. a felnevelés, a kiképzés korai szakaszában a lovat ért élmények (pl. feldöntött akadály, felbukás esetén negatív), a lovas képzettsége, a tartási, a takarmányozási, a kiképzési körülmények. Vannak belső tényezők is, mint pl. intelligencia, egészség, temperamentum, erőállapot, ill. ide sorolhatók az olyan negatív bevésődött élmények, melyek ugyan külső hatásként jelentkeztek, de mint belső tényezők játszanak szerepet.

Az ugróteljesítmény rendkívül összetett tulajdonság, javítását szolgáló tenyésztői munkát nagyban nehezíti, hogy mérésére nincs kialakult módszer. A másik probléma a populációk kis mérete és a nagy generációs intervallum (Bokor és mtsai, 2005).

Sok fáradságot és költséget lehetne megtakarítani azzal, ha egy csikóról már életének korai szakaszában megállapítható lenne, hogy később jó ugróló válik, ill. válhat-e belőle. Ezzel az ismerettel, egy jobb és ugyanakkor felelősségteljesebb szelekciót lehetne megvalósítani (Santamaria és van Weeren, 2005; Jónás és mtsai, 2005). Egy ilyen módszer kidolgozása érdekében fontos az ugrás folyamatának biokinematikai elemzése.

Az ugrás nem tekinthető meghosszabbított vágtaugrásnak, mert egészen más a lábsorrendje. Ugrás előtt, a ló két elülső lábával közel egymáshoz kitámaszt, majd (bal kézen vágta) bal elülső lábával elrugaszkodik, ezután mindkét hátulsó lábát mélyen a súlypontja alá nyújtva, a jobb elülső láb közelében fog talajt. Ekkor a külső elülső lábbal elrugaszkodva meghatározza az ugrás ívének a szögét, ezzel az ugrás magasságát és a test az akadály fölé emelkedik. Az elülső lábakat lábtöbben behajlítva, mindkét hátulsó lábbal egyszerre elrugaszkodva a törzset előre és felfelé lendíti. Az ugrás magasságát tehát az

elülső lábak, míg az ugrás hosszát, az ugrás erejét a hátulsó lábak elrugaszkodása szabja meg. Az ugrás ívének végén először az előrenyújtott belső elülső láb fog talajt, ezt követi a külső elülső láb, és ettől a pillanattól kezdve már újra a vágta lábsorrendjével mozog tovább a ló (Hecker, 1992).

Az ettől eltérő lábsorrend zavarokat okozhat az ugrásban, akár bukás okozója is lehet, ezért fontos, az ugrás helyes végrehajtása. A mozgásfolyamat egy része öröklődik, amivel kapcsolatban az eddig megjelent legösszetettebb forrásmunka alapján, a számolt  $h^2$  értékek (0,24–0,65) szóródása meglehetősen nagy (Ricard és mtsai, 2000). A másik része tanult tulajdonság. Ezt alapul véve végeztek vizsgálatokat arra vonatkozóan, hogy a csikókori specifikus ugróedzés szignifikánsan befolyásolja-e pozitív irányban a teljesítményt. A választás és a 3. éves korban kezdődő következetes képzés közötti idő kihasználása volt a cél. Megállapították, hogy az ugrótechnikának különböző változatai vannak, ami az állat fejlődése jelentős mértékben nem változik. Ez annyit jelent, hogy ez a technika veleszületett tulajdonság, és edzéssel nem változtatható meg különböző mértékben. A csikókori edzésnek csak egy rövid (egyéves) intervallumban mutatkozott szignifikánsan előnyös hatása. Ebből az következik, hogy a fiatal lovak szabadonugró gyakoroltatása esetén lehet előnyre szert tenni olyan tulajdonosokkal szemben, akik nem edzették korábban lovaikat (Santamaria és van Weeren, 2005).

Egy másik kinematikai tanulmányban arra is kiterjesztették a vizsgálatot, hogy felismerhetők-e már csikókori olyan specifikus ismertetőjegyek a szabadonugrás során, ami alapján megállapítható, ill. előrejelezhető a ló felnőttkori ugróteljesítménye. Egy ilyen lehetőség hatékony előszelekciós módszert jelenthetne az ugrólovak tenyésztésében, olyan előrelépés lenne, amivel a populáció genetikai előrehaladását lehetne meggyorsítani. Az ugrócsoportot kitarthatós magasugratás alapján 3 részre bontották. A legjobb és a legrosszabb ugrótechnikát mutató csoportokat hasonlították össze. A tapasztalatok szerint ezeknek az állatoknak az ugróstílusában szignifikáns különbség van, mely már csikókori megfigyelhető. Ezeket a különbségeket mutatja be az 5. táblázat.

A táblázatból kitűnik, hogy a jól ugrók esetében az elülső láb akadály fölötti átvitelekor a súlypont alacsonyabb, az elülső lábak pedig jobban rövidülnek a könyök-, ill. a vállizület nagyobb mértékű hajlításának köszönhetően. A hátulsó láb akadály feletti átvitelének pillanatában ezen lovak súlypontja messze az akadályon túlra esik, mivel az állatok a hátulsó lábaikat az akadály felett nagymértékben kinyújtják hátrafelé. Ezek a különbségek a legtöbb esetben már csikókori megfigyelhetőek. További megfigyelések mutatják, hogy 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 (Bobbert és mtsai, 2004).

Hasonló következtetésre jutottak egy hazai vizsgálatban is, ahol saját fejlesztésű oldalfal nélküli folyosóban, videofelvételek alapján, két dimenziós szoftver segítségével elemezték gidrán fajtájú csikók mozgását (Jónás és mtsai, 2005). Évjáratonként kidolgozott edzésprogrammal segítették a csikókat felkészíteni a terheléshez, és ezen időszak alatt vizsgálták az egyedek közötti különbségeket.

Definiált különbségek ugyanazon, jól, ill. rosszul ugró lovak között az ugrásfolyamat két meghatározó pillanatában 6. hónapos, ill. 5. éves korban (Bobbert és mtsai, 2004)

Változók(1)	Figyelt pillanat (2)	6. hónapos kor(3)			5. éves kor(4)		
		legrosszabb(5)	legjobb(6)	P	legrosszabb(5)	legjobb(6)	P
		$\bar{x} \pm s$			$\bar{x} \pm s$		
A súlypont függőleges távolsága az akadálytól, m(7)	a bal előlő csüd áthaladása az akadály felett(13)	1,28±0,13	1,23±0,06	0,029	1,82±0,09	1,76±0,05	0,057
A súlypont vízszintes távolsága az akadálytól, m(8)		-0,80±0,17	-0,76±0,17		-0,61±0,22	-0,64±0,11	
φváll, rad(9)		2,08±0,16	2,06±0,15		1,96±0,07	1,88±0,10	
φkönyök, rad(10)		1,61±0,15	1,40±0,19		1,68±0,12	1,51±0,20	
A súlypont függőleges távolsága az akadálytól, m(7)	a bal hátulsó csüd áthaladása az akadály felett(14)	1,38±0,10	1,31±0,08	0,090	1,81±0,08	1,77±0,08	0,026
A súlypont vízszintes távolsága az akadálytól, m(8)		0,90±0,09	0,90±0,05		1,08±0,16	1,23±0,08	
φhátulsó végtag hátranyújtás, rad(11)		1,88±0,04	1,99±0,13		1,73±0,15	1,94±0,07	
φtérd, rad(12)		1,95±0,21	1,80±0,18		1,61±0,11	1,50±0,10	

P<0,1

Table 5.: Mean values (±standard deviation) for selected variables at forelimb clearance and hind limb clearance at foal and adult age for the horses that performed best and the worst at five years of age (Bobbert et al., 2004)

variable(1), instant(2), six month(3), five years(4), worst(5), best(6), height of the centre of gravity (CG)(7), horizontal distance from CG to the fence top(8), angle of the joint of shoulder(9), angle of the joint of elbow(10), angle of hind limb retroflexion(11), angle of the joint of stifle(12), the fetlock of left forelimb passed the fence top(13), the fetlock of left hind limb passed the fence top(14)

Az eredmények azt mutatták, hogy a ménesi előtréning keretében alkalmazott mozgáselemzési eljárások, illetve egyéb megfigyelt értékmérők alkalmasak arra, hogy segítségükkel már csikó korban felismerjék azokat az egyedeket, melyek megfelelnek a tenyészcélban megfogalmazott elvárásoknak (Jónás és mtsai, 2005).

### KÖVETKEZTETÉSEK

A ló mozgásának elemzése régóta központi kérdés a lótenyésztésben. A tenyésztési előrehaladás hatékonyságának növelése és a kiképzés költségeinek csökkentése érdekében, a korai mozgásbírálatok indokoltak (Barrey, 1999). Az utóbbi években a videotechnika alkalmazása, számítógépes elemző rendszerekkel összekötve megnyitotta az utat az objektív mozgáselemzéshez. Az elmúlt évtizedben, ennek a módszernek a segítségével, számos küllemmel,

jármóddal, ill. mozgás közbeni izületi szögváltozásokkal kapcsolatos vizsgálatot végeztek. Ezen forrásmunkák alapján megállapítható tehát, hogy a mozgást leíró változók közül néhány szoros kapcsolatban áll a teljesítménnyel. Díjlovak esetében sikerült meghatározni, pl. a vélhetően legfontosabb szögelődéseket. Ígéretes szelekciós lehetőséget kínál, a szög-értékekkel együtt, az egyes jármódokban mutatott túllépés pontos meghatározása is. Ugyanakkor az összeszedettség hatásának vizsgálata a mozgás kinematikai változóira, még további vizsgálatokat tesz szükségessé. A végső következtetések levonása érdekében azonban még további, fiatal lovakkal végzett kutatások szükségesek. Ezek irányát a küllem és a jármód összefüggéseire kellene fókuszálni. A hatékonyabb tenyésztői munka, ill. a gazdaságosabb kiképzés érdekében pedig a vizsgálatok eredményei alapján egy új, korai szelekciós rendszer is kidolgozható lenne.

## NEVEZÉKTAN

Alátámasztási fázis: a végtag talajérintéstől annak elemeléséig eltelt időtartam.

Asszimmetrikus jármód: a lábak asszimmetrikusan lépnek időben, és a középsíkhöz képest (*Fehér, 1980; Barrey, 1999*)

Biomechanika: a biofizika egyik ága, mely élő rendszerek erő hatására bekövetkező mozgásait elemzi térben és időben (*Barton, 1983*)

Diagonális elemelés egyidejűsége (DAL): ügetés során a diagonális lábpárok egyidejű elemelésétől való eltérés mértéke, ms-ban kifejezve. Értéke pozitív, ha a hátulsó láb hamarabb, 0 ha egyidőben, illetve negatív, ha a hozzá tartozó elülső lábat követően hagyja el a talajt.

Diagonális lépés hossza: az elülső láb és az ellentétes oldali hátulsó láb talajérintése közötti távolság, lépésben, cm-ben kifejezve

Diagonális lépés időtartama: az elülső láb és az ellentétes oldali hátulsó láb talajérintése között eltelt idő, lépésben, másodpercben kifejezve

Diagonális talajérintés egyidejűsége (DAP): ügetés során a diagonális lábpárok egyidejű talajérintésétől való eltérés mértéke, ms-ban kifejezve. Értéke pozitív, ha a hátulsó láb hamarabb, 0 ha egyidőben, illetve negatív, ha a hozzá tartozó elülső lábat követően éri a talajt.

Előrelendítési/lendítési mozzanat: a végtag elemelésétől annak talajérintésig eltelt időtartam (*Barrey, 1999*)

Jármód: a lábak és az állat egész testének komplex és szigorúan koordinált, ritmikus és automatikus előrehaladó mozgása (*Barrey, 1999*)

Kinematika: a mozgási folyamatokat vizsgálja az azokat okozó erőket figyelmen kívül hagyva. Csak tisztán mozgásgeometriai, matematikai eszközökkel időben és térben ábrázolja a mozgásfolyamatot (szögelődési változók, sebesség, gyorsulás, stb.) (*Barton, 1983; Barrey, 1999*)

Kinetika: a mozgási folyamatokat okozó erőket vizsgálja. A kinetika erővel, munkával, energiával számol, valamint összefüggésben van különböző kinematikai változókkal is (sebesség, gyorsulás, stb.) (*Barrey, 1999*)

Lábsorrend: olyan összetett fogalom, amely a lépések rendezettségét, élénkségét és lendületét rejti magában (*Endrődy, 1938*)

Lebegő fázis hossza: a lebegő fázis időtartama alatt megtett távolság cm-ben

Lebegő fázis időtartama: azon időtartam míg egyetlen pata sem érinti a talajt.

Lépés frekvencia: egységnyi idő alatti mozgásciklusok száma (ciklus/s vagy Hz) (*Barrey, 1999*)

Lépés időtartama: ugyanazon végtag két talajérintése között eltelt idő hossza különböző jármódokban, másodpercben kifejezve.

Lépéshossz: ugyanazon végtag két talajérintése közötti távolság különböző jármódban, centiméterben kifejezve (*Barrey, 1999*)

Szimmetrikus jármód: a lábak szimmetrikusan lépnek időben, és a középsíkhöz képest (*Barrey, 1999*)

Túllépés mértéke: az elülső végtag patanyoma elülső felületének és az utána helyeződő azonos oldali hátulsó végtag patanyoma hátulsó része közötti távolság, cm-ben



Unilaterális/azonos oldali lépés időtartama: a hátsó láb és az azonos oldali elülső láb talajérintése között eltelt idő, lépésben, másodpercben kifejezve  
 Unilaterális/azonos oldali lépéshossz: a hátsó láb és az azonos oldali elülső láb talajérintése közötti távolság, lépésben, cm-ben kifejezve  
 Ütem: a ló lábághosszájának megfelelő élelénkségben végzett lépések vagy ugrások egyenletességét értjük rajta. Az egyes jármódokon belüli különbségeket a sebesség és az ütem határozza meg. Emellett alapvető szempont, valamennyi jármódban, a lábsorrend tisztasága és a megfelelő lendület fenntartása (Móczár, 1934; Magyar és Györfly-Villám, 1988).

## IRODALOM

- 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*. Ed.: Back, W. – Clayton, H.M., 384. Harcourt Publishers Limited, Edinburgh, UK
- Barton, J.(1983): *Biomechanika*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Bayer, A.(1973): Bewegungsanalysen an Trabrennpferden mit Hilfe der Ungulographie. *Zentbl. Vet. Med.*, 20A. 209–221.
- Bobbert, M.F. – Santamaria, S. – van Weeren, P.R. – Back, W. – Bameveld, A.(2004): 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. 2. 212–221.
- Bokor, Á. – Blouin, C. – Langlois, B. – Stefler, J.(2005): Genetic parameters of racing merit of Thoroughbred horses in steeplechase races. 13th Int. Symp., Ital. J. Anim. Sci., 4 (suppl. 3), 43–45. Agripolis-Padova, Italy
- Brewin, M.A. – Kerwin, D.G.(2003): Accuracy of scaling and DLT reconstruction techniques for planar motion analysis. *J. Appl. Biomechanics*, 19. 79–88.
- Bronner, S.(2003): Instrumented Analysis of Human Movement. <http://www.brooklyn.liu.edu/bbut04/adamcenter/Instrumented%20Analysis%20Website/index.html>
- Burns, T.E. – Clayton, H.M.(1997): Comparison of the temporal kinematics of the canter pirouette and collected canter. *Equine Vet. J. Suppl.*, 23. 58–61.
- Cerveri, P. – Pedotti, A. – Ferrigno, G.(2003): Robust recovery of human motion from video using Kalman filters and virtual humans. *Human Movement Sci., Human Movement Sci.*, 22. 3. 377–404.
- Clayton, H.M.(1989): Locomotion. In: *Jones, W.E.* (Ed.), *Equine Sports Medicine*, Lea and Febiger, Philadelphia, 149–187.
- Clayton, H.M.(1994a): Comparison of the collected, working, medium; and extended canters. *Equine Vet. J., Supplement*, 17. 16–19.
- Clayton, H.M.(1994b): Comparison of the stride kinematics of the collected, medium, and extended trot in horses. *Equine Vet. J.*, 26. 230–234.
- Clayton, H.M.(1995): Comparison of the stride kinematics of the collected, medium, and extended walks in horses. *American J. Vet. Res.*, 56. 849–852.
- Clayton, H.M.(1996): Time-motion analysis in the sport of dressage. *Pferdeheilkunde*, 12. 4. 671–678.
- Clayton, H.M.(1997): Classification of collected trot, passage and piaffe using stance phase temporal variables. *Equine Vet. J., Suppl.*, 23. 54–57.
- Clayton, H.M.(1998): Gait Analysis of Dressage Performance. CESMAS Equine Sports Medicine Conference. Cordova, Spain, <http://cvm.msu.edu/dressage/articles/mcpres/spapres.htm>
- Clayton, H.M. – Hodson, E.F. – Lanovaz, J.L.(1999): Temporal analysis of walk movements in the Grand Prix dressage test at the 1996 Olympic Games. *Anim. Behaviour* Sci., 62. 89–97.
- Clayton, H.M. – Schamhardt, H.C.(2000): Techniques for gait analysis. *Equine Locomotion*. W.B. Saunders Company, London, 193–226.
- Dalin, G. – Magnusson, L.E. – Thafvelin, B.C.(1985): Retrospective study of hindquarter asymmetry in Standardbred trotters and its correlation with performance. *Equine Vet. J.*, 17. 292–296.
- DeLuzio, K.J. – Wyss, U.P. – Li, J. – Costigan, P.A.(1993): A procedure to validate three dimensional motion assessment systems. *J. Biomech.*, 26. 753–759.
- Drevemo, S. – Dalin, G. – Fredricson, I. – Hjertén, G.(1980): Equine locomotion: 1. The analysis of linear and temporal stride characteristics of trotting Standardbreds. *Equine Vet. J.*, 12. 60–65.
- Duel, N.R. – Park, J.(1989): Temporal characteristics of the extended trot of superior Olympic dressage horses. *Proc. Equine Nutr. Physiol.*, 11. 17–20.

- Duel, N.R. – Park, J.*(1990): The gait patterns of Olympic dressage horses. *Int. J. Sport Biomech.*, 6, 198–226.
- Emmerich, M.*(2002): Dreidimensionale Ultraschallmessung zur Bewegungsanalyse beim Pferd auf dem Laufband. Dissertation, Hannover
- Endrődy, Á.*(1938): A könnyen vezethetőségnek alapja a helyes lábsorrend. *Szent György*, XIV. 5–6. In: *Gondolatok a lovaglásról* (2001). Szerk.: *Ernst J., Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*, Budapest, 86–98.
- Fehér, Gy.*(1980): A háziállatok funkcionális anatómiája I. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest, 251–259.
- FEI*(2003): Nemzetközi Lovas Szövetség Díjlovagló Szabályzata, Budapest
- Gray, J.*(1944): Studies in the mechanics of the tetrapod skeleton. *J. Exp. Biol.*, 20. 88–116.
- Gruen, A.*(1997): Fundamentals of videogrammetry – A review. *Human Movement Sci.*, 16. 155–187.
- Grzimek, B.*(1949): Rechts- und Linkshändigkeit bei Pferden. *Papageien und Affen. Z. Tierpsychol.*, 6. 406–432.
- Györgypál, Z.*(2002): Hippoterápia. Főiskolai jegyzet. Magyar Lovasterápia Szövetség Alapítványa, Balogunyom
- Hecker, W.*(1992): A külső testalakulás és a mozgás. In: *Lótenyésztők kézikönyve*, Szerk.: *Bodó, I. – Hecker, W.*, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 430.
- Hildebrand, M.*(1965): Symmetrical gaits of horses. *Sci.*, 150. 701–708.
- Hildebrand, M.*(1978): The adaptive significance of tetrapod gait selection. *Ann. Meet. American Society of Zoologists*, Richmond, VA, 255–267.
- Holmström, M. – Fredricson, I. – Drevemo, S.*(1994): Biokinematic analysis of the Swedish Warmblood riding horse trot. *Equine Vet. J.*, 26. 235–240.
- Holmström, M. – Fredricson, I. – Drevemo, S.*(1995): Biocinematic effects of collection on the trotting gaits in the elite dressage horses. *Equine Vet. J.*, 27. 281–287.
- Holmström, M. – Magnusson, L.E. – Philipsson, J.*(1990): Variation in conformation of Swedish Warmblood horses and conformational characteristics of elite sport horses. *Equine Vet. J.*, 22, 186–193.
- Holmström, M. – Philipsson, J.*(1993): Relationships between conformation, performance and health in 4-year-old Swedish Warmblood Riding Horses. *Livestock Prod. Sci.*, 33. 293–312.
- Horváth, G.*(2001): A mechanika biológiai alkalmazása. Egyetemi tankönyv. *ELTE Eötvös Kiadó*, Budapest
- Jónás, S. – Drén, Cs.A. – Hecker, W.*(2005): Az objektív mozgáselemzés módszerének kidolgozása és alkalmazása a gidrán lófajta sportirányú szelekciója érdekében. *Acta Agraria Kaposvariensis*, Nyomtatás alatt
- Ladin, Z.*(1995): Three-dimensional instrumentation. In: *Allard, P. – Stokes, I.A.F. – Bianchi, J.P.*, (Eds.), *Three-dimensional analysis of human movement*. 3–17. Champaign, IL: Human Kinetics
- Licka, T. – Peham, C.*(1998): An objective method for evaluating the flexibility of the back of standing horses. *Equine Vet. J.*, 30. 412–415.
- Linford, R.L.*(1994): Camera speeds for optoelectronic assessment of stride-timing characteristics in horses at the trot. *Am. J. Vet. Res.*, 55. 1189–1195.
- Magyar, I. – Györffy-Villám, A.*(1988): Iskolalovaglás – Spanyol Lovasiskola Magyarországon. *Mezőgazdasági Könyvkiadó Vállalat*, Debrecen, 43–44.
- Móczár, Gy.*(1934): A ritmus, az ütem és a tempó. Magyar Katonai Szemle, IV. 8. In: *Gondolatok a lovaglásról* (2001). Szerk.: *Ernst J., Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó*, Budapest, 32–38.
- Monspart, G.*(1980): Az eredményesség és a testalakulás összefüggése a lovassportban. *Lovassport és lótenyésztés*, XXII. 1. Sportpropaganda Vállalat, Budapest, 9–18.
- Moyes, E.*(1940). A vágta. Magyar Katonai Szemle, X. évf. 8. In: *Lovaglótanárok a lovaglásról* (2003), Szerk.: *Ernst J.*, Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 147–156.
- Némethy, B.*(1968): A Némethy-módszer. *Modern technikák ugrólovak és lovasok kiképzéséhez*
- Ricard, A. – Bruns, E. – Cunningham, E.P.*(2000): Genetics of performance traits. In: *The Genetics of the Horse*. Ed.: *Bowling, A.T. – Ruvinsky, A.*, 512. CABI Publishing, Wallingford, UK
- Rooney, J.R.*(1969): Biomechanics of Lameness in Horses. *Williams and Wilkins Co.*, Baltimore. 234–238.
- Santamaría, S. – van Weeren, P.R.*(2005): Ansätze zur Objektivierung des Freispringes. 4. Pferde-Workshop, Uelzen
- Schamhardt, H.C. – van den Bogert, A.J. – Hartman, W.*(1993): Measurement techniques in animal locomotion analysis. *Acta Anat.*, 146. 123–129.

- van den Bogert, A.J. – van Weeren, P.R. – Schamhardt, H.C.*(1990): Correction for skin displacement errors in movement analysis of the horse. *J. Biomechanics*, 23. 97–101.
- van Weeren, P.R. – van den Bogert, A.J. – Barneveld A.*(1990a): A quantitative analysis of skin displacement in the trotting horse. *Equine Vet. J., Suppl.*, 9. 101–109.
- van Weeren, P.R. – van den Bogert, A.J. – Barneveld, A.*(1990b): Quantification of skin displacement in the proximal parts of the limbs of the walking horse. *Equine Vet. J., Suppl.*, 9. 110–118.
- van Weeren, P.R. – van den Bogert, A.J. – Barneveld, A.*(1992): Correction models for skin displacement in equine kinematic gait analysis. *J. Equine Vet. Sci.*, 12. 178–192.
- Velsen-Zerweck, A. von*(1998): Integrierte Zuchtwertschätzung für Zuchtpferde. Dissertation, Göttingen

*Érkezett:* 2006. január  
*Szerzők címe:* Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar  
*Authors' address:* University of Kaposvár, Faculty of Animal Sciences  
H-7400 Kaposvár, Guba S. u 40.

## DR. MÉSZÁROS ISTVÁN (1910–2006)

Elment, itt hagyott minket egy nagy öreg, *Dr. Mészáros István* címzetes egyetemi tanár, vasdiplomás állatorvos, a háziállatok mesterséges termékenyítésének hazai meg-alapozója, és évtizedeken át első számú szakmai vezetője. Életének 97. évében, 2006. május 11-én, végleg eltávozott. Sajnos a ma aktív állatorvos generáció már alig ismerte, 67 évesen, harminc évvel ezelőtt ment nyugdíjba. Noha az utolsó évtizedben fizikai jelenlétét már kevéssé érzékeltük, tudtuk hogy köztünk van, s ha hibázunk, vagy ártunk az ügynek, orrára tolja szemüvegét és felette szigorú rendreutasító, de apai pillantást vet ránk. A tanítvány elfoglaltságával, diszciplínánkra gyakorolt hatása olyan, mint a geometriában Bolyaiei: a semmiből egy új világot teremtett.

Mészáros István 1910 januárjában született, 1932-ben szerzett állatorvosi diplomát. A tehetséges fiatalembert, *Hetzel Henrik* professzor az Állatorvosi Főiskola Szülészeti Tanszékére hívta meg tanársegédjének. A '40-es években, a gödöllői Korona Uradalomban működött állatorvosként, majd Gödöllő, és a környező községek járási főállatorvosa volt. 1946-ban meghívást kapott az akkori Földművelésügyi Minisztérium Állategészségügyi Főosztályára, ahol előbb a meddőség, majd a világháborúban leromlott és megcsappant állatállomány feljavításának feladatával, és a mesterséges termékenyítés magyarországi bevezetésével bízták meg. Ez új típusú gondolkodást kívánt, és a gyógyító munkára kiképzett terapeuta szervezési logisztikai vezetési erőnyeit bontakoztatta ki. Az 1947-ben elindított ló mesterséges termékenyítés, majd az 1948-ban bevezetett szarvasmarha termékenyítés röpké évek alatt elterjedt, és eredményei csakhamar megmutakoztak. Az '50-es években már 120 lótermékenyítő állomás működött (mintegy 56 000 kancát inszemináltak), és hamarosan 16 szarvasmarha termékenyítő állomás is létesült. A hatvanas években gyakorlatilag a teljes tehén és üszőállományt művi úton termékenyítették. Az anyaállomány mintegy felére kiterjedően, megkezdődött a juhok termékenyítése is. A mesterséges termékenyítés több száz állatorvosnak adott kenyeret, megélhetést és szakmai elégedettséget is, mert az eredményesség legyőzte a gazdák kezdeti idegenkedését, akik a „nyakkendős bikák” tevékenységét igencsak gyanakvással figyelték. *Mészáros doktor* fáradhatatlan: épít laboratóriumot, termékenyítő állomást, fiókállomást, a dolog spirituális értelmében létrehoz egy elhivatott csapatot, fiatalokat, kutatókat nyer meg az ügynek. Ő maga is kutat, tudományt szervez, oktat, inszeminátort képez. Bölcs-házi professzorral közösen, kétkötetes szülészeti-meddőségi-mesterséges termékenyítési könyvet ír. Az MTA-tól kandidátusi fokozatot, és 1963-ban Kossuth Díjat kapott.

Elkötelezett az ügy mellett, és — mai értelemben — sikerrel lobbizik érdekében, noha világnézetét ég és föld választja el az akkori döntéshozókéétól. Munkája nyomán, a tenyésztésszervezés és a mesterséges termékenyítés közös intézményhálózatában (OTÁF) megkezdődik a bikák tudományos igényű ivadékvizsgálata. Mint az Országos Mesterséges Termékenyítő Központ igazgatója, a megyei főállomások vezetője is.

A rákosfalvai Remény utca közössége egy kis ékszerdoboz, kandidátusok, későbbi akadémiai doktorok nőnek fel a keze alatt. Tevékenysége bővül, hozzá kötődik az immunogenetikai-, a vércsoport-, a mikrobiológiai-, és a kromoszóma laboratórium beindítása. Munkatársai kifejlesztik az ondó mélyhűtés hazai technológiáját. Létrehozza a központi szaporítóanyag depót, a kanállomásokat, bekapcsolja az országot a szarvasmarha tenyésztés nemzetközi integrációjába, és megkezdí az akkor vadonatúj biotechnika, a szarvasmarha embrió-átültetés hazai megvalósítását.

A tények rideg felsorolása nem elég, ami fontosabb, az a mögötte levő ember. A puritán protestáns személyiség kisugárzása ma is hat ránk, megmutatja mi az érték és mi a talmi. Gyászolja egyházközsége, szerető családjá, négy gyermeke, nyolc unokája, három dédunokája és Gödöllő városa, aminek díszpolgára volt.

Az életpályát befutotta, a hitet megtartotta. Nyugodjék békében.

## A FARTÁJÉK BŐR ALATTI FAGGYÚVASTAGSÁG (P8) MÉRÉSÉNEK MEGBÍZHATÓSÁGA REAL-TIME ULTRAHANG-KÉSZÜLÉKKEL

TÓZSÉR JÁNOS — SZENTLÉLEKI ANDREA — ZÁNDOKI RITA — SIPOS MIHÁLY —  
HOLLÓ GABRIELLA — HOLLÓ ISTVÁN —  
GÁBRIELNÉ TÓZSÉR GYÖRGYI — ZSIGMOND KATALIN

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők célja egy metodikai hiba értékelése volt a fartájék bőr alatti faggyúvastagságának (P8) real-time ultrahang-készülékkel történő mérésekor. Egymástól függetlenül, négy kezelő (A, B, C, D), két ismétlésben határozta meg holstein-fríz és magyartarka (n=62, életkor: 403±36,38 nap, élő súly: 477±56,72 kg) hizlalt bikák P8 értékeit, kézi kijelöléssel, az ultrahangképek alapján. A bikákat kis csoportban, mélyalmos istállóban, tömegtakarmánnyal (kukoricaszilázs, széna) és abrakkal etetve nevelték. A far bőr alatti faggyúvastagságának értékei kezelőnként és mérésenként, a következők voltak: P81: „A”: 0,4785±0,0157 cm, „B”: 0,4826±0,0132 cm, „C”: 0,4606±0,0151 cm, „D”: 0,4931±0,0180 cm; P82: „A”: 0,4800±0,0156 cm, „B”: 0,4816±0,0131 cm, „C”: 0,4616±0,0156 cm, „D”: 0,4927±0,0181 cm. A többváltozós varianciaanalízis nem igazolt (P>0,10) szignifikáns különbséget a négy független kezelő mérési eredményei között. Mind a négy kezelő esetében pozitív, igen szoros korrelációs együtthatókat kaptak az ismételt mérések átlagértékei között (n=62, P81-P82: „A”: r=0,993, P<0,001, „B”: r=0,996, P<0,001, „C”: r=0,987, P<0,001, „D”: r=0,996, P<0,001). Az összes kezelő által végzett mérések (n=248) adataiból számított korrelációs együtthatót (n=248, r=0,993, P<0,001) szintén igen szorosnak találták, valamint igen magas ismételhetőségi értéket állapítottak meg (R=0,999). Eredményeik alapján megállapították, hogy elegendő csak egy mérést végezni az ultrahangképről a P8 érték számszerűsítése érdekében.

### SUMMARY

*Tózsér, J. – Szentléleki, A.Ms. – Zándoki, R.Ms. – Sipos, M. – Holló, G.Ms. – Holló, I. – Gabrielné Tózsér, Gy.Ms. – Zsigmond, K.Ms.: RELIABILITY OF MEASURING RUMP FAT DEPTH (P8) BY REAL-TIME ULTRASOUND EQUIPMENT*

Aim of authors was to evaluate a methodical error at measuring rump fat depth (P8) on real-time ultrasonic scans (equipment: Falco 100, Pie Medical) of Holstein-Friesian and Hungarian Fleckvieh fattening bulls (n=62, age: 403±36.38 days, live weight: 476.90±56.72 kg). The bulls were kept in small groups, on deep litter, and fed on silage and concentrate. Ultrasonic measurements for P8 were carried out by manual outlining, twice on the same pictures (first: P81, second: P82), by four independent operator persons (A, B, C, D). Results of fat depth measured by the different persons on the different occasions were as follows: P81: „A”: 0.4785±0.0157 cm, „B”: 0.4826±0.0132 cm, „C”: 0.4606±0.0151 cm, „D”: 0.4931±0.0180 cm, P82: „A”: 0.4800±0.0156 cm, „B”: 0.4816±0.0131 cm, „C”: 0.4616±0.0156 cm, „D”: 0.4927±0.0181 cm. MANOVA did not confirm any significant effect of operator persons on repeated measurements for P8 (P>0.10). Very close positive correlations were calculated between results of repeated measurements (n=62, P81-P82: „A”: r=0.993, P<0.001, „B”: r=0.996, P<0.001, „C”: r=0.987, P<0.001, „D”: r=0.996, P<0.001). Very high correlation coefficients was found between repeated data of all operators together (n=248, r=0.993, P<0.001), and also high value for repeatability was determined (R=0.999). Relating to the practice, it is sufficient to measure P8 only once on the same picture.

## BEVEZETÉS

Az állattenyésztésben, az 1950-es évektől alkalmazzák az ultrahang-készülékeket (*Temple és mtsai*, 1956; *Claus*, 1957). A hizlalás befejezésének optimális időpontját, amelyet elsősorban a piaci igények határoznak meg, kondícióbírálattal állapítjuk meg, de más kiegészítő módszerekkel ez pontosítható. Az egyik módszer, a bőr alatti faggyúból származó zsírsavak méretének megállapítása (*Tőzsér és mtsai*, 1995), a másik pedig az ultrahangos mérés technika alkalmazása. Ez utóbbi gyakorlatiasabbnak tűnik az előzővel szemben, mert az véres, helyi érzéstelenítést és laboratóriumi munkákat igénylő eljárás. *Walburger és Crews* (2004) megállapították, hogy a mérési eredmények jól használhatók a különböző értékesítési stratégiák kidolgozására. Amennyiben a hízó állatok faggyúsodása egyedileg ismert, piaci előnyhöz és így nagyobb profithoz juthat a gazda.

A bőr alatti faggyúvastagság (pl. ágyék, far tájék) mérésének elvi alapját az adja, hogy ezek az adatok szoros összefüggésben ( $r=0,80-0,87$ ) állnak a teljes faggyú aránnyal (*Klawuhn és Staufenbiel*, 1997). A bőr alatti faggyú vastagságának mérése az ultrahangképek alapján megoldható, de a fartájékon — a nagyobb variancia miatt — kedvezőbb a mérés, mint a rostélyos régiójában (*Walter*, 2002).

A szarvasmarha háti faggyúvastagsága és a hosszú hátizom területe ultrahanggal történő mérésének ismétlődhetőségére vonatkozóan, hazánkban ez idáig nem közöltek adatokat. Néhány külföldi kutató mindkét tulajdonságra számított ismétlődhetőségi értékeket, amelyekről a következőkben számolunk be.

*Hassen és mtsai* (2004) 882 fajtatizsza, egyéves angus üszön és bikán végzett, 4653 ultrahangos mérés alapján, a hosszú hátizom területére vonatkozóan az ismétlődhetőséget 0,80–0,84 között állapították meg. Az ismétlődhetőség standard hibája 0,01 volt. Eredményeik összhangban vannak *Perkins és mtsai* (1992) korábbi közlésével, miszerint 36 tinó hosszú hátizom területének értékeleszor az ismétlődhetőség 0,81 volt. Korábban *Hassen és mtsai* (1998), két technikus mérése alapján háti faggyúvastagságra és a rostélyosterületre, a következő ismételhetségi értékeket számították: háti faggyúvastagság 0,96 és 0,97; rostélyos keresztmetszeti terület 0,92 és 0,79. *Bergen és mtsai* (1997) a hosszú hátizom területének ismételhetségére 0,96-os értéket közöltek.

*Hassen és mtsai* (2003) vegyes ivarú állományban ( $n=675$  egyed, 3358 mérés) az ultrahang-technikával mért intramuszkuláris faggyútartalom (%) ismételhetségét vizsgálták különböző életkorokban. A 28–39. hetek között tapasztalták a legalacsonyabb (0,60), a 61–63. hetek között pedig a legmagasabb értéket (0,80). *Hassen és mtsai* (1999), korábban 144 vegyes ivarú szarvasmarhán határozták meg az intramuszkuláris faggyútartalom ismételhetségét. A méréseket (állatonként 4–6) hivatásos technikus végezte az állatok 433. napos átlagos életkorában. Az ismételhetség az összes állatra vonatkozóan  $0,63\pm 0,03$  volt. Tinók esetében nagyobb ismétlődhetőséget figyeltek meg ( $P<0,05$ ), mint az üszökön és a bikákon. Az üszök és bikák eredményei között nem volt igazolható különbség. 4,79% alatti intramuszkuláris faggyútartalom esetén a mérések kevésbé voltak ismételhetsők, mint ezen érték felett.

*Brethour* (1992) 217 állatra vonatkozóan 0,975 ismétlődhetőségi értéket közölt a háti faggyú ultrahangos mérési eredményeire vonatkozóan. Az ismételt mérések közötti átlagos eltérés 0,77 mm volt, és a hiba nagysága statisztikailag igazolhatóan ( $P < 0,001$ ) függött a faggyú vastagsától. *Herring és mtsai* (1994), vágás előtt, 44 hereford apaságú tinó háti faggyúvastagságát és rostélyosterületét mérték a 12–13. bordák között, 3 technikus segítségével. A technikusok két egymást követő napon végzett mérései között 0,36–0,90 szorosságú összefüggést számítottak a hosszú hátizom területére, és 0,69–0,90 szorosságú faggyúvastagságra.

*Hartjen és mtsai* (1993) 648 különböző genotípusú fiatal bika ultrahangos testösszetétel-vizsgálati eredményeit értékelve azt tapasztalták, hogy a mérések ismételhetsége 0,73–0,98 között változott. Eredményeik arra utalnak, hogy az ultrahang-technikusoknak tanfolyamokon kell részt venniük, a nagyobb mérési ismételhetség elérése érdekében.

Tanulmányunk célja kettős volt:

— Milyen mértékű lehet a kezelő hatása a P8 ismételt mérési eredményeire vonatkozóan?

— Elegendő-e az egyszeri ultrahangos mérés a P8 megállapítására, vagy legalább két mérést kell végezni?

— Milyen a P8 mérési eredményeinek ismételhetsége?

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A Kaposvári Egyetem Tan- és Kísérleti Üzemében holstein-fríz és magyar tarka ( $n=62$ , életkor:  $403 \pm 36,38$  nap, élősúly:  $477 \pm 56,72$  kg) hizlalt bikák ultrahangképeit — a mérés alapelveinek ismertetése, különböző minőségű ultrahangképek értékelése és 10 jó minőségű képen végzett mérés után — egymástól függetlenül, négy kezelő (A, B, C, D) két ismétlésben értékelte, a P8 meghatározása érdekében. Különböző fajtájú, de hasonló élősúlyú, kortárs egyedek fartájékáról készített jó minőségű ultrahang-felvételek birtokában, a fajta hatással vélhetően nem kell számolnunk a mérés pontosságára vonatkozóan, ugyanis a laza és a kemény zsírszövet határai jól látszanak.

Tartás és takarmányozás: a bikákat kis csoportban, mélyalmos istállóban, tömegtakarmánnyal (kukoricaszilázs, széna) és abrakkal etetve neveltük.

Az ultrahangos képalkotást *in vivo*, hordozható Falco 100 (Pie Medical) készülékkel végeztük, 61 fókuszpontonál, 5 cm-en. A 18 cm-es lineáris mérőfej áthatolóképessége (mélysége) 30 cm, hullámhossza 3,5 MHz. A képeket és mérési eredményeket merevlemezre mentettük (16 kép/lemez). A far bőr alatti faggyúvastagság mérésére, a gépre telepített értékelő programot használtuk.

A mérés helye: a bőr alatti faggyúvastagság a faron (P8: 3. keresztcsonti csigolya magasságában a gerincoszlopra bocsátott merőleges és az ülőgumótól a gerincszlappal párhuzamos egyenes metszéspontján, ami a valóságban, kb. egy tenyéri távolságot jelent a gerincszlaptól).

Az elemzés kezdetekor valamennyi kezelő mindkét mérési adatára vonatkozóan megvizsgáltuk az eloszlások típusát, melyek mindegyik esetben normál eloszlásúnak bizonyultak (1. mérés: K-S  $d=0,116$ ,  $P > 0,20$ , 2. mérés: K-S  $d=0,102$ ,  $P > 0,20$ ).

A kezelő hatásának megállapítására, a P8 ismételt mérési eredményeire vonatkozóan — SPSS 14. programcsomagot használva — többváltozós varianciaanalízist (MANOVA) alkalmaztunk (fő hatás, független változó: kezelők, függő változók: első mérés (P81), második mérés (P82), P81 és P82 átlaga). Az ismételhetőséget — az első és a második mérés átlageredményei alapján — varianciaanalízissel számítottuk. A tulajdonságok közötti összefüggések számszerűsítésére korreláció-analízist végeztünk.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉS

A vizsgált bikák bőr alatti faggyúvastagságának eredményeit a faron — kezelőnkénti, ill. mérésenkénti bontásban — az 1. táblázat összegzi.

1. táblázat

A far bőr alatti faggyúvastagsága (P8, cm) kezelőnként és ismétléseként (n=62)

Kezelők(1)	Tulajdonságok(2)	$\bar{x}$	SE	Minimum	Maximum
A	Első mérés: P81, cm(3)	0,4785	0,0157	0,240	0,760
	Második mérés: P82, cm(4)	0,4800	0,0156	0,240	0,740
	Átlagosan, cm(5)	0,4793	0,0157	0,240	0,750
B	Első mérés: P81, cm(3)	0,4826	0,0132	0,240	0,670
	Második mérés: P82, cm(4)	0,4816	0,0131	0,240	0,680
	Átlagosan, cm(5)	0,4821	0,0131	0,240	0,675
C	Első mérés: P81, cm(3)	0,4606	0,0151	0,260	0,720
	Második mérés: P82, cm(4)	0,4616	0,0156	0,240	0,740
	Átlagosan, cm(5)	0,4611	0,0153	0,250	0,730
D	Első mérés: P81, cm(3)	0,4931	0,0180	0,280	0,870
	Második mérés: P82, cm(4)	0,4927	0,0181	0,260	0,870
	Átlagosan, cm(5)	0,4929	0,0180	0,270	0,870

Table 1.: Measurements of P8 by operators and repetitions operators(1), traits (two repeated measurements of P8: fat depth of rump)(2), first measurement: P81, cm(3), second measurement: P82, cm(4), mean of the first and second measurements, cm(5)

A többváltozós varianciaanalízis (MANOVA) eredményei azt mutatták, hogy az összehatás (Wilks' Lambda érték), valamint az ún. specifikus hatások egyike sem bizonyult statisztikailag igazoltnak ( $P > 0,10$ ), vagyis a négy független kezelő mérési eredményeinek átlagértéke, a P8-ra vonatkozóan, biológiai szempontból, minden esetben azonosnak tekinthető. Ami a minimum és maximum értékeket illeti az „A”, „B” és „C” kezelők esetében az adatok nagyon közeliek. Egyedül csak a D kezelőnél tapasztalhatunk — a másik három kezelőtől — eltérő értékeket: minimum (0,270 cm), maximum (0,870 cm).

Az átlagértékek hibája mindegyik esetben azonos, elenyésző (0,0131–0,0181 cm) volt. Az átlagértékek relatív hibáit is kiszámítottuk, amelyek a következők voltak: „A”: (P81: 3,28%, P82: 3,26%); „B”: (P81: 2,73%, P82: 2,72%); „C”: (P81: 3,28%, P82: 3,37%); „D”: (P81: 3,66%, P82: 3,67%).

Az átlagértékek összehasonlításán kívül indokolt elemezni a korrelációs együtthatók szorosságát és irányát ugyanazon kezelők ismételt mérési eredményei között. A korrelációs együtthatókról a 2. táblázat tájékoztat.



**Korrelációs együtthatók a P8 ismételt mérései között kezelőként (n=62)**

Kezelők(1)	Korrelációs együtthatók, (r)(2)
A	0,993***
B	0,996***
C	0,987***
D	0,996***

\*\*\* = P<0,001 .

Table 2.: Correlation coefficients between the repeated measurements of P8 by operators (n=62) operators(1), correlation coefficients(2)

A pozitív irányú és igen szoros korrelációs együtthatók ( $r > 0,98$ ,  $P < 0,001$ ) azt igazolják, hogy a négy kezelő mindegyike mindkét mérés során azonos módon értékelte a far bőr alatti faggyúvastagságát. Hasonló metodikai elemzést végeztek testméret-felvételezés témakörében, a felvételek számának értékelésekor Bodó és mtsai (1988), valamint Vági (1991), és megállapították, hogy elegendő az egy alkalommal történő méret-felvétel. A videós testméret-felvételezésre vonatkozóan több metodikai hiba nagyságát legutóbb Maróti-Agóts és mtsai (2005) elemezték, és nem találták jelentősnek.

Az összes kezelő által végzett mérések (n=248) adataiból számított korrelációs, ill. regressziós együtthatókat, valamint a 95%-on számított konfidencia-intervallumokat a 1–2. ábrák szemléltetik. Ezek az eredmények is bizonyítják, hogy a kezelők azonos módon értékelték mindkét mérés során a P8 értéket.

1. ábra: Korrelációs együttható és regresszió a P8 ismételt mérése között (P81-P82) a négy kezelő esetében (n=248)

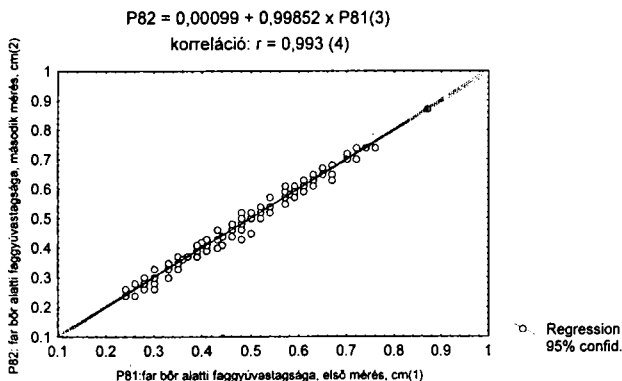


Fig. 1.: Correlation and regression coefficients between the repeated measurements of P8 (P81-P82) in case of all four operators together (n=248)  
P81: first measurement of rump fat depth(1), P82: second measurement of rump fat depth(2), parameters of regression equation(3), correlation coefficient(4)

2. ábra: Korrelációs együttható és regresszió a P8 ismételt mérése között (P82-P81) a négy kezelő esetében (n=248)

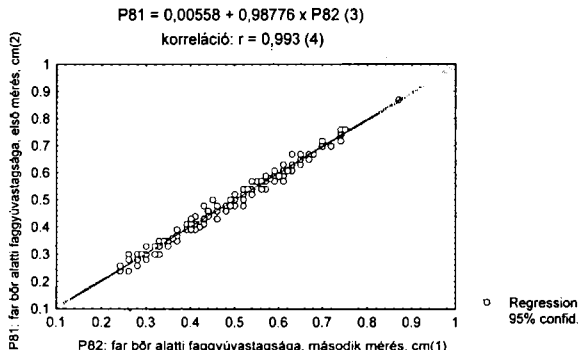


Fig. 2.: Correlation and regression coefficients between the repeated measurements of P8 (P82-P81) in case of all four operators together (n=248)

P82: second measurement of rump fat depth(1), P81: first measurement of rump fat depth(2), parameters of regression equation(3), correlation coefficient(4)

A varianciaanalízis (csoportok közötti, ill. csoporton belüli varianciák:  $R=S12/(S12+S22)$ ) alkalmazásával igen magas  $R=0,999$ -es ismételtelhetőségi együtthatót számítottunk, mely érték közel áll Hassen és mtsai (1998) eredményéhez.

Vizsgálati eredményeink fontosak lehetnek a far bőr alatti faggyúvastagságának ultrahanggal történő mérési módszerének adaptációjakor a hazai szarvasmarha-tenyésztésben.

## KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Varianciaanalízis alkalmazásával kimutattuk, hogy a kezelők személye nem befolyásolja a P8 értékét az ismételt mérések során.

Ugyanazon kezelők ismételt méréseinek hasonló átlagértékei, kicsi átlagérték hibái, valamint a két mérés eredménye között számított igen szoros pozitív összefüggések alapján egyértelműen igazolható, hogy elegendő csak egy mérést végezni az ultrahangképről a P8 érték számszerűsítése érdekében.

Indokoltnak tartjuk hasonló elemzések elvégzését hazánkban a rostélyosteület mérésének témakörében is.

Vizsgálatunkban a korreláció-analízis és a varianciaanalízis a mérések ismételtelhetőségének tekintetében ugyanazt az eredményt adta.

## IRODALOM

- Bergen, R.D. – McKinnon, J.J. – Christensen, D.A. – Kohle, N. – Beianger, A.(1997): Use of real-time ultrasound of evaluate live animal carcass traits in young performance-tested beef bulls. J. Anim. Sci., 75. 2300–2307.
- Bodó, I. – Eszes, F. – Jávorka, L.(1988): Testméret-felvétel új módszerrel. Magyar Mezőgazdaság, 43. 26.

- Brethour, J.R.(1992): The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. *J. Anim. Sci.*, 70. 1039–1044.
- Claus, A.(1957): Die Messung natürlicher Grenzflächen in Schweinskörper mit Ultraschall. *Die Fleischwirtschaft*, 9. 552–554.
- Hartjen, P. – Preisinger, R. – Ernst, E.(1993): Prediction of bovine carcass composition. I. Prediction of carcass composition of live cattle using ultrasonic measurements and at carcass size using additional traits. *Arch. Tierzucht*, 36. 3–4. 315–324.
- Hassen, A. – Wilson, D.E. – Amin, V.R. – Rouse, G.H.(1999): Repeatability of ultrasound-predicted percentage of intramuscular fat in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 77. 6. 1335–1340.
- Hassen, A. – Wilson, D.E. – Rouse, G.H.(2003): Estimation of genetic parameters for ultrasound-predicted percentage of intramuscular fat in Angus cattle using random regression models. *J. Anim. Sci.*, 81. 1. 35–45.
- Hassen, A. – Wilson, D.E. – Rouse, G.H. – Tait, R.G.(2004): Partitioning variances of growth in ultrasound *longissimus muscle* area measures in Angus bulls and heifers. *J. Anim. Sci.*, 82. 5. 1272–1297.
- Hassen, A. – Wilson, D.E. – Willham, R.L. – Rouse, G.H. – Trenkle, A.H.(1998): Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and *longissimus muscle* area in feedlot cattle: Assessment of accuracy and repeatability. *Can. J. Anim. Sci.*, 78. 3. 277–285.
- Herring, W.O. – Miller, D.C. – Bertrand, J.K. – Benyshek, L.L.(1994): Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and *longissimus muscle* area in beef-cattle. *J. Anim. Sci.*, 72. 9. 2216–2226.
- Klawuhn, D. – Staufenberg, R.(1997): Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt beim Rind. *Tierärztliche-Praxis*, 25. 2. 133–138.
- Maróti-Agóts, Á. – Jávorka, L. – Gera, I. – Bodó, I.(2005): Testméret-felvétel videóképelemzés segítségével szarvasmarha állományokban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 54. 5. 466–479.
- Perkins, T.L. – Green, R.D. – Hamlin, K.E. – Shepard, H.H. – Miller, M.F.(1992): Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle – evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and *longissimus muscle* area. *J. Anim. Sci.*, 70. 9. 2758–2765.
- Temple, R.S. – Stnaker, H.H. – Howry, D. – Posakony, G. – Hazaleus, H.H.(1956): Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle. *Am. Soc. Anim. Prod. West Section. Proc.*, 7. 477.
- Tózsér, J. – Agabriel, J. – Domokos, Z.(1995): Húshasznosítású tehének kondíciópontozásának módszere Franciaországban. *A Hús*, 4. 223–225.
- Vági, J.(1991): Development of the evaluation method of secondary traits utilised in beef cattle breeding. Ph.D. Dissertation. Timirjazev Agricultural Academy, Moscow, 226.
- Walburger, A.M. – Crews, D.H.(2004): Improving market selection for fed beef cattle: The value of real-time ultrasound and relations data. *Can. J. Agric. Econom.*, 52 1. 1–16.
- Walter, B.H.(2002): Cattleman's Ultrasound Glossary. *Charolais Journal*, 18–19.

Érkezett: 2006. január

Szerzők címe: Tózsér, J. – Szentléleki, A. – Zándoki, R. – Sipos, M.: Szent István Egyetem,  
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar

Authors' address: Szent István University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences  
H-2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
Gábrélné Tózsér, Gy.: Szent István Egyetem, Gazdasági- és  
Társadalomtudományi Kar  
Szent István University, Faculty of Economics and Social Sciences  
H-2103 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
Holló, G. – Holló, I.: Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar  
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science,  
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u.40.

**12. SZAPORODÁSBIOLÓGIAI TALÁLKOZÓ**

**SZAPORODÁSBIOLÓGIAI GONDOZÁS A  
FENNTARTHATÓ ÁLLATTENYÉSZTÉSBEN**

**Hajdúszoboszló, 2005. november 4–5.**

**PROC. OF 12th MEETING OF HUNGARIAN SOCIETY FOR  
ANIMAL REPRODUCTION**

## MÉNHASZNÁLAT MAGYARORSZÁGON

VARGA PETRA — GULYÁS LÁSZLÓ — BALI PAPP ÁGNES — NAGY GÁBOR

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők vizsgálataiból megállapítható, hogy a hazai ménlétszám 1100–1200 között alakul, ami elegendő a kancaállomány fedezetésére, illetve termékenyítésére. A ménállomány tulajdon szerinti megoszlása a magántulajdon irányába tolódott, a korábbi 25%-ról 56%-ra emelkedett. A ménállományon belül emelkedett a hidegvérűek és a pónik részaránya, de a melegvérűek aránya még így is 73%. Az import mének aránya folyamatosan nőtt. A fedezőmének átlagéletkora fiatalodást mutat, 11,1 évről 9,3 évre csökkent. A mesterséges termékenyítő állomások száma 2002-ig emelkedett, de sajnos ezután évről évre csökkent. A kancák mesterséges termékenyítésének vizsgálatából megállapítható a természetes évszakhatás, május-júniusi legnagyobb termékenyítési és vemhesülési gyakorisággal. Mind a friss, mind a mélyhűtött spermás mesterséges termékenyítésnek — előnyös tulajdonságaik és eddigi eredményeik alapján — a jövőben ismét egyre nagyobb szerepe lesz a fedezetéssel szemben a lovak szaporításában.

### SUMMARY

*Varga, P.Ms. – Gulyás, L. – Bali Papp, Á.Ms. – Nagy, G.:* UTILIZATION OF STALLIONS IN HUNGARY

It can be concluded from the authors' examinations that the stallions number of Hungary is between 1100-1200, which is enough to cover inseminate Hungary's mare stock. The ownership relation of the stallions has changed, private ownership has increased from 25% to 56%.

Besides the increase in the number of the stallions the proportion of the cold-blooded and the pony increased as well, but the rate of the warm-blooded is still 73%.

The number of imported stallions has grown. The average age of stallions has decreased from 11.09 years to 9.34 years. The number of artificial insemination stations increased until 2002, but since that year their number has been decreasing. From the examination of the mares' artificial insemination the natural seasonal effect can be established, with the highest insemination and gestation frequency in May and June.

On the bases of their advantageous characteristics and results the artificial insemination with both the fresh – and the deep-frozen sperms will have greater and greater role in horse breeding in the future, contrasted with covering.

## BEVEZETÉS

Az állattenyésztés legfontosabb technológiai fázisa a szaporítás. Enélkül ugyanis nincs utánpótlás, nem tudunk szelektálni, nem lehet értékesíteni. Színvonalas szaporítás nélkül nem képzelhető el genetikai előrehaladás, de jövődelmező állattenyésztés, és így lótenyésztés sem (Bodó és Hecker, 1992).

A lovak szaporításának két módja lehetséges. Az egyik a már ősidők óta alkalmazott fedezetés, a másik a mesterséges termékenyítés, amelynek története a XIV. századig nyúlik vissza. Előremutató eredményeket azonban csak a XIX. század végén értek el. A mesterséges termékenyítési technológia kidolgozásában és az eljárás elterjesztésében a század elején meghatározó volt Ivanov, Amantea és Mckenzie kutatói munkássága. A hazai első feljegyzések az eljárás alkalmazásáról 1890-es évekből valók, amikor Kaldrovits sikeresen alkalmazta a mesterséges termékenyítést. Treisz, 1902-ben a mezőhegyesi, majd 1913-16-ban a kisbéri ménesben inszeminálta a kancákat sikerrel. Az ő munkáját folytatta, ugyancsak a kisbéri ménesben, Marosffy, aki jól látta az eljárás állattenyésztői és állategészségügyi jelentőségét. A hazai mesterséges termékenyítő hálózat kifejlesztésében Mészáros és Cseh munkásságát kell még kiemelni (Haraszi, 1987).

A kancák mesterséges termékenyítése nagy szakértelmet igényel. A mén sokkal érzékenyebb a különböző behatásokra, mint például a bika, ami a spermatermelés megváltozásában is megnyilvánul. Az évszak, az életkor, a spermavétel gyakorisága, a takarmányozás, a tartási mód azok a fontosabb tényezők, melyek befolyásolják a sperma mennyiségét, minőségét, a spermiumok túlélését (Becze, 1983, 1987). A spermatogenezisben beálló változásokat, a vérplazma nemi hormon tartalmának kimutatásával, követni tudjuk (Kovács, 1983).

A mének fokozott érzékenysége miatt nagy figyelmet követel meg a spermavizsgálat. Nagyon fontos a sperma minőségének pontos megállapítása, a megfelelő hígítók kiválasztása, a hűtés és mélyhűtés legjobb ütemének alkalmazása. A termékenyítő anyag előállításával kapcsolatban ma már bőséges irodalmi adat áll rendelkezésünkre (Brendson és mtsai, 1974; Johnson és Neave, 1981; Haraszi és Zöldág, 1993).

Nehézséget okoz a kancák mesterséges termékenyítésében az ivarzás aránylag hosszú időtartama, és annak különböző kancákra vagy az évszakra jellemző változásai. Mindez zavarja az ovuláció időpontjának pontos megállapítását. Erre azért van szükség, mivel a friss ondó spermiumai a női nemi utakban 18-24, a mélyhűtött sperma használatakor csupán 5-8 óráig őrzik meg termékenyítő képességüket (Bucsy, 1992). A fogamzás feltétele, hogy az inszeminálást az ovulációval egyidőben, illetve az ovuláció előtti 12. órától az ovuláció utáni 6. óráig kell elvégezni (Török, 1987). Az ovuláció időpontjának megállapítása többször végzett rektális vizsgálattal, vagy újabban ultrahanggal történik (Torben, 1990).

A szakszerűen végzett munka azt eredményezte, hogy mind külföldön (Pickett és mtsai, 1974), mind hazánkban (Kovács, 1983) mesterséges termékenyítéssel — friss sperma használatával — el lehet érni a természetes fedezetés eredményeit, sőt azt esetenként, 3-5%-kal, túl is lehet teljesíteni.

A ménsperma mélyhűtéséhez, és a kancák ovulációjának pontos megállapításához szükséges eredményes munka érdekében fontos, hogy minden lehetőséget kihasználjunk a friss és a mélyhűtött spermával elért fogamzási eredmények összehasonlítására.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Számításainkat az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet (1996–2003) kiadványai alapján végeztük el. Választ kívántunk kapni a hazai „ménpark” megoszlására, korára, tulajdon szerinti, valamint a fedezőmének fajtacsoport szerinti megoszlására. A termékenyítések havi megoszlására és eredményességére.

Vizgáltuk még a mesterséges termékenyítő állomások ménállományának megoszlását megyék, illetve fajták szerint, amihez az OMMI mesterséges termékenyítő állomásokon rendelkezésre álló fedezőmének 2004. évi kiadványát vettük alapul.

A mesterséges termékenyítésre vonatkozó felméréseinket, 2000–2003. években, a Dunántúl északi részén működő öt mesterséges termékenyítő állomáson végeztük.

Vizsgálatainkkal arra kívántunk választ kapni, hogy a kancák mesterséges termékenyítése esetén, szaporodásbiológiai vonatkozások tekintetében, vannak-e hasonlóságok vagy különbségek a természetes pároztatáshoz (fedeztetés), illetve a szakirodalomban szereplő megállapításokhoz képest.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A tenyésztésre engedélyezett fedezőmének száma, a vizsgált időszakban, a következőképpen alakult: 1996–1999 között fokozatosan nőtt 907-ről 1252-re, (ez volt a csúcs), 2000-ben némi visszaesés következett, 1136 ménnek volt engedélye, majd a következő évben ismét nőtt ez a szám 1205-re. 2002-ben 122 ménnel volt kevesebb, mint az előző esztendőben, 1083 fedezőmént regisztráltak akkor. A vizsgált utolsó évben 1111 fedzőmén volt hazánkban (1. ábra).

1996-ban a mének 75%-a az Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, tehát állami tulajdonban volt. A magán tulajdonú mének aránya fokozatosan nőtt, 1998-ban már 46%, majd 2001-ben ez az érték felemelkedett 48%-ra. 2003-ban a magánmének száma 123-mal meghaladta az állami mének számát (2. ábra).

1998-ban 188 hidegvérűnek, 795 melegvérűnek és 42 póninak volt fedeztetési engedélye. A következő vizsgált évben 1252 ménből 224 volt hidegvérű, 983 melegvérű, ill. 45 póni és kisió. Az ezredfordulón 245 hidegvérű, 834 melegvérű és 57 póni volt. A következő évben volt a legtöbb hidegvérű, szám szerint 262, melegvérűből 879, póniból pedig 64 darab mén volt. 2002-ben csökkentek az egyedszámok, a hidegvérű 230-ra, a melegvérű 794-re, a póni 59-re. A vizsgált utolsó évben 241 egyed tartozott a hidegvérű, 809 a melegvérű és 61 póni és kisió fajtacsoporthoz (3. ábra).

1. ábra: A fedezőmének száma (1996–2003)

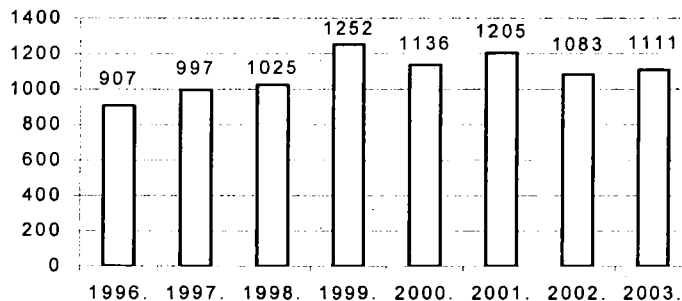
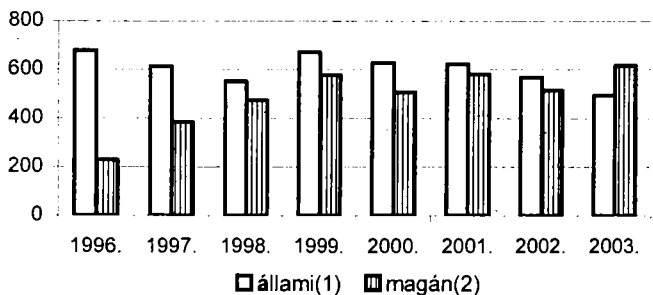
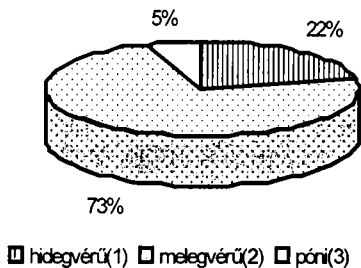


Fig. 1.: Number of stallions (1996–2003)

2. ábra: A fedezőmének tulajdon szerinti megoszlása (1996–2003)

Fig. 2.: Stallions according to the ownership (1996–2003)  
state(1), own(2)

3. ábra: A mének fajtacsoportok szerinti megoszlása (2003)

Fig. 3.: Distribution of stallions according to species (2003)  
cold-blooded(1), warm-blooded(2), pony(3)



A fedeztetésre engedélyezett tenyészmének közül, a hidegvérű fajtacsoporton belül, 1996-ban négy fajtából válogathattunk, ezek a magyar hidegvérű, a nóri, a belga hidegvérű és a percheron voltak. Erre a fajtacsoportra jellemző: a magyar hidegvérű túlsúlya, a többi fajtából egy-két egyed található. 1996-ban a magyar hidegvérű ménből 186 magyar hidegvérű, 2 belga hidegvérű és 1-1, a nóri és percheron fajtákból került ki. 1996-tól 2003-ig annyi változás történt, hogy a fajtacsoportba tartozó ménlétszám tizeneggyel (magyar hidegvérű) nőtt, 241-re.

1996-tól folyamatosan nőtt az egyéb külföldi melegvérű fajták száma, és egyre több új fajtájú mén jelent meg, és háttérbe szorítotva néhány hazai fajtát (4. ábra).

4. ábra: A melegvérű fajtacsoporton belül, a külföldi mének száma

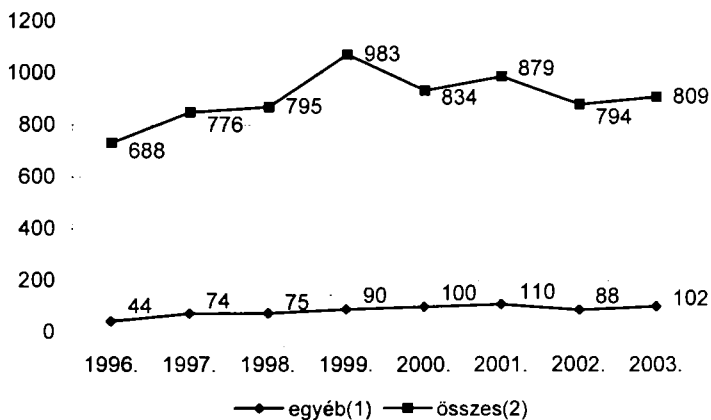


Fig. 4.: Number of foreign stallions within the warm-blooded type other(1), total(2)

A melegvérűeken belül az import mének aránya folyamatosan nőtt, 6,4%-ról 12,6%-ra. Ennek oka, hogy ezek a mének általában jobb eredményekkel büszkélkedhetnek, nyugodtabb, kiegyensúlyozottabb természetűek. Számuk 2001-re elérte a 110-et, 2003-ban 102 volt belőlük. Főként holland, holsteini, hannoveri, quarter-horse és francia háttas fajtákról van szó.

A megyék szerinti mesterséges termékenyítő állomások száma és ezeken engedélyezett mének száma a következőképpen alakul. A legtöbb ilyen mén Fejér megyében található, a 26 mén öt termékenyítő állomáson oszlik el. A második legtöbb mén Pest megyében van, szám szerint 23. Zala megyében 3 termékenyítő állomáson 20 mén fedez. Majd Győr- Moson-Sopron megye következik 19 ménnel. Komárom-Esztergom megyében 2 állomás és 14 mén, Békésben 3 állomás és 12 mén, Szabolcs-Szatmár megyében szintén 12 mén és 2 állomás van. Bács-Kiskun megyében 11 mén és 2 állomás, Somogyban 8 mén és 3 állomás, Veszprém megyében 7 mén és 1 állomás; Borsodban 7 mén és 2 állomás, Csongrád megyében 6 mén és 1 állomás van. Hajdu-Biharban és Vas megyében 5-5 mén és 1-1 állomás áll rendelkezésre, valamint Baranya megyében is egy állomás 2 ménje fedez. Nógrád, Jász-Nagykun-Szolnok és

Toina megyékben nem található mesterséges termékenyítő állomás. Összesen 187 mén jut 37 állomásra.

A fedezetési engedéllyel rendelkező tenyészmének átlagéletkorában nagy változások nem figyelhetők meg a vizsgált időszakon belül. Az 1996-os évben 11,1 év volt, 1997-ben 10,3. Majd több mint egy évvel tovább fiatalodott a ménállomány, 1998-ban 9,02 év volt. 1999-ben viszont több mint egy évvel öregedtek a mének, 10,43 évesek voltak átlagban. Az ezredforduló évében tovább nőtt az életkor, 10,78 évre. 2001-ben 9,4 év volt majd további fiatalodás figyelhető meg, 9,28 évesek voltak 2002-ben. A vizsgált utolsó évben, 2003-ban jelentős változás nem történt, Magyarország ménparkjának az átlagéletkora 9,34 év (5. ábra).

5. ábra: A mének átlagéletkora (1996–2003)

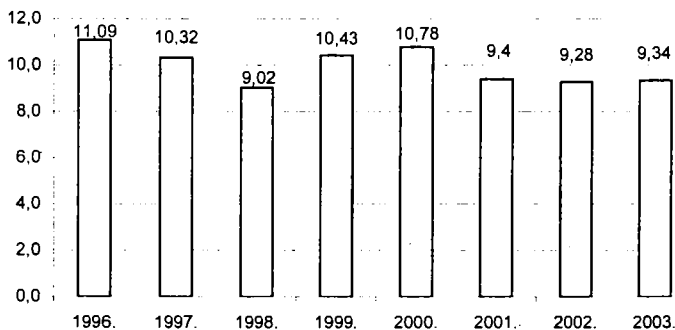


Fig. 5.: Average age of stallions (1996–2003)

A termékenyítések havonkénti megoszlásából megállapítható, hogy jelentősen meghosszabbodott az ivarzási idény (6. ábra).

6. ábra: A termékenyítések havonkénti megoszlása

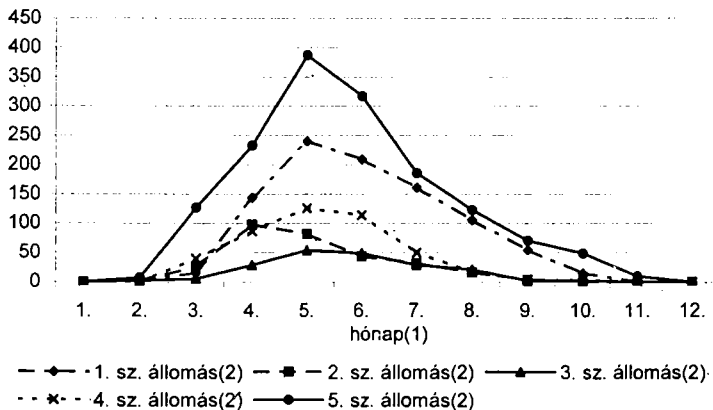


Fig. 6.: Monthly distribution of fertilisations month(1), stud-farm 1–5.(2)

A vizsgált éveket tekintve elmondható, hogy a 4. számú állomás vemhesülési százaléka a legjobb (7. ábra).

7. ábra: A vemhesülési arány alakulása

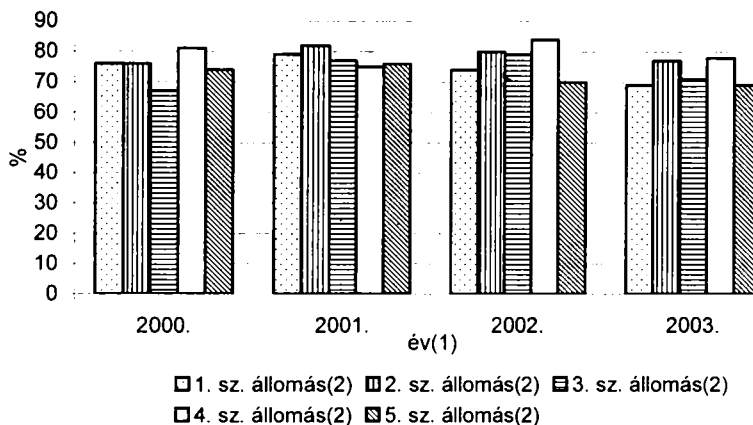


Fig. 7.: Trend of pregnancy gestation % year(1), stud-farm 1–5.(2)

## KÖVETKEZTETÉS

A vizsgálatokból megállapítható hogy, a hazai ménlétszám 1100–1200 között alakult, ami elegendő a hazai kancaállományt tekintve.

A ménállománynak a tulajdon szerinti megoszlása a magántulajdon irányába tolódott. A korábbi 25%-ról 56%-ra emelkedett. Ez a tendencia tovább folytatódik

A ménállomány növekedése mellett növekedett a hidegvérűek és a pónik részaránya a melegvérűekhez képest, de még így is ez utóbbiak teszik ki a „ménpark” 73%-át. A hidegvérűek 22%-ot, valamint a pónik és kislovak 5%-ot.

A fedezőmének fajtacsoporton belüli fajtánkénti megoszlása szerint, a melegvérűeken belül, az import mének aránya folyamatosan nőtt, 6,4%-ról 12,6%-ra. Főként holland, holsteini, hannoveri, oldenburgi, quarter-horse és francia hátas fajtákról van szó.

A mesterséges termékenyítő állomások száma 2002-ig emelkedő tendenciát mutatott, de sajnos ezután évről évre csökkenő a tendencia.

A kancák nemi működése februártól augusztusig kifejezettebb. A termékenyítések havonkénti megoszlásának eredményei is azt mutatják, hogy a termékenyítések nagy része erre az időszakra esik.

A vemhesülési %-ot tekintve elmondható, hogy mind az öt vizsgált állomás jó eredményeket ért el. A vemhesülési százalékok 67% és 84% között változtak.

## IRODALOM

- Becze, J.(1983): A hímivarú állatok szaporodásbiológiája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Becze, J.(1987): Kérdések és válaszok a szaporodásbiológia gyakorlatából. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Bodó, I. – Hecker, W.(1992): Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Brendson, W.E. – Pickett, B.W. – Nett, T.M.(1974): Reproductive physiology of the stallion IV. Seasonal changes in the testosterone concentration of peripheral plasma. J. Reprod. Fert., 39. 1.
- Bucsy, L.(1992): In: Bodó, I. – Hecker, W., Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Haraszti, J.(1987): A háziállatok szülészete és szaporodásbiológiája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Haraszti, J. – Zöldág, L.(1993): A háziállatok szülészete és szaporodásbiológiája. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Johnson, L. – Neawe, W.(1981): Age-related changes in the Leydig cell population, seminiferous tubules, and sperm production in stallions. Bioi. Reprod., 24. 3. 703.
- Kovács, J.(1983): In: Becze J.: A hímivarú állatok szaporodásbiológiája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Országos Mezőgazdasági Intézet(1996–2003): Tenyésztésre Engedélyezett Fedezőmének
- Országos Mezőgazdasági Intézet(1996–2003): Lótenyésztési Évkönyv
- Pickett, B.W. – Back, D. – Burwash, L. – Voss, J.L.(1974): The effect of extenders, spermatozoa numbers and rectal palpation on equine fertility. Proc. V.N.A.A.B., Techn. Conf. Artif. Insem. Reprod., 47.
- Torben, G.(1990): Symposium on equine reproduction. (Ló szaporodásbiológiája konferencia, Koppenhága, 1987): Agrárinformációs Vállalat (AGROINFORM) Budapest, Szakfordítás
- Török, L.(1987): In: Becze J.: Kérdések és válaszok a szaporodásbiológia gyakorlatából. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest

Érkezett: 2006. február

Szerzők címe: Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság és Élelmiszertudományi Kar

Authors' address: University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences  
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

## A HERE ENDOKRIN MŰKÖDÉSÉNEK VIZSGÁLATA MANGALICA KANOKON — ELŐKÍSÉRLET\*

SARLÓS PÉTER — EGRSZEGI ISTVÁN — NAGY SZABOLCS —  
HUSZÁR SZILVIA — RÁTKY JÓZSEF

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők 48 mangalica kan tesztikuláris endokrin funkciót GnRH-tesztel vizsgálták. Minden egyedről vérmintát gyűjtöttek a tesztoszteron alapérték méréséhez. 100 µg GnRH iv. applikálása után 90 perccel újabb vérmintát vettek a provokált hormonszint meghatározásához. Az állatokat ivartalanították, majd mérték a herék térfogatát. Elemezve az életkor, az élősúly, a heretérfogát, valamint a tesztoszteron termelés közötti összefüggéseket. Közepesen erős korrelációt ( $r=0,47$   $P<0,05$ ) tapasztaltak az életkor és a tesztoszteron alapkoncentráció (T alap), illetve az élősúly és a kezelés hatására bekövetkezett hormonszint emelkedés mértéke (T em. %) között ( $r=-0,57$   $P<0,05$ ). Közel azonos mértékű összefüggést láttak az élősúly és a T alap ( $r=0,50$   $P < 0,05$ ), valamint élősúly és a T em. % ( $r=-0,58$   $P<0,05$ ) vonatkozásában. Szoros negatív összefüggést állapítottak meg a T alap és T em. % között ( $r=-0,75$   $P<0,05$ ), ugyanakkor, számos irodalmi adattal ellentétben gyenge korrelációs értékek mutatkoztak a heretérfogát és a T alap, valamint heretérfogát és a T em. % kapcsolatában.

Az életkor, az élősúly, a heretérfogát és a tesztoszteron alapérték — mint független változók — együttes hatását vizsgálva megállapították, hogy a négy vizsgált jellemző a tesztoszteron emelkedés mértékét jelentősen befolyásolja.

### SUMMARY

Sarlós, P. – Egerszegi, I. – Nagy, Sz. – Huszár, Sz. Ms – Rátky, J.: INVESTIGATION OF TESTICULAR ENDOCRINE FUNCTION IN MANGALICA BOARS – A PILOT STUDY

The testicular endocrine function was investigated with GnRH treatment in 48 Mangalica boars. Blood samples were taken from each animal to determine basic testosterone levels. 90 minutes after iv. application of 100 µg GnRH a new blood-sampling was done to analyse hormone response. After the GnRH test animals were castrated and the volume of testes was measured. The mean basic testosterone level was 9.91 nmol/l, whereas 90 minutes after the treatment the hormone concentrations increased to 20.00 nmol/l with high standard deviations. The mean testis volume was 514.2 cm<sup>3</sup> at the age of 25.3 month. Moderate correlation was observed between age and basic testosterone level (Tb) ( $r=0.47$   $P<0.05$ ), furthermore it was the same between age and increase of testosterone concentration (Tincr%) after treatment ( $r=-0.57$   $P<0.05$ ). The relationship between live weight of the animals and Tb ( $r=0.50$   $P<0.05$ ) and between live weight and Tincr% ( $r=-0.58$   $P<0.05$ ) was nearly the same as above. Strong negative correlation was found between Tb and Tincr% ( $r=-0.75$   $P<0.05$ ), nevertheless in contrast to some earlier publications weak correlation was detected between testis volume and Tb and Tincr% respectively.

The effect of age, live weight, testis volume and Tb as independent factors was investigated on Tincr%. The combination of these factors had a high effect on the level of testosterone increase.

\* Készült az OMFB-602/2004, az OTKA T048847 és az Olmos és Tóth Kft. támogatásával

## BEVEZETÉS

A hímvárú állatok termékenyítő képességének objektív megítélése és annak prognosztizálása az andrológia egyik elsőszámú feladata. A sperma vizsgálatával kiszűrhető ugyan a csökkent termékenyítő képességű, vagy meddő egyedek jelentős része, de e vizsgálat önmagában nem mindig elegendő.

Az egyedi tesztoszteron-termelés mértéke alapvetően meghatározza a hímvárú állat reprodukciós teljesítményét. A tesztoszteron szekréció epizodikus, a nap eltérő időszakaiban is különböző, ezért egyszeri mintavétellel nem meghatározható. A GnRH kezelésre adott tesztoszteron válasz viszont megbízhatóan jelzi az állat hormon termelő képességét. A GnRH-teszt segítségével többlet információhoz juthatunk a herék endokrin működéséről az egyed andrológiai megítéléséhez.

Kutatási eredmények bizonyítják, hogy a GnRH kiemelt szerepet játszik a here szöveti fejlődésében, érésében és működésében (Schanbacher, 1982; Bonneau és mtsai, 1994; Huxsoll és mtsai, 1998).

Post és mtsai (1987) bikákkal végzett kísérletei szerint, a GnRH kezelésre adott tesztoszteron válasz mértéke szignifikáns pozitív összefüggésben áll az állatok termékenyítő képességével. Közleményekben a kezelés hatására bekövetkező hormonszint csúcsertékét különböző időpontokban jelölték meg. GnRH-val kezelt lapály és nagyfehér sertés kanokban félóránként mérve a vérplazma tesztoszteron szintjét, a csúcsertékeket, a kezelés utáni 2–4. óra között észlelték (Einarson és Larsson, 1980). Kozumplik és mtsai (1983) 5–6. hónapos kanokat kezelték im. GnRH-val. Eredményeik szerint a kezelést követő 90. percben volt a tesztoszteron csúcs. Mások HCG injekció iv. applikálása után a tesztoszteron csúcsertékét 4 óra elteltével tapasztalták (Mudra és mtsai, 1988). A GnRH kezelés utáni tesztoszteron válasz és a kezelés hatására bekövetkezett hormonkoncentráció emelkedés mértéke között igen szoros korrelációt állapítottak meg Wekerle és mtsai (1989).

Hímvárú tenyészállat-jelöltek minősítéséhez nélkülözhetetlen a nemi szervek vizsgálata. Az ennek során szerzett információk ismeretében eldönthető, hogy a genitáliák fejlettsége, egymáshoz viszonyított aránya, konzisztenciája, stb. megfelel-e az adott fajtával szemben támasztott követelményeknek.

A kanok 8,5–8,7. hónapos korában, átlagos testsúlyban (129,8 kg), a bal herék súlya 233 és 429 g között ingadozik. Növekvő testsúlyban a heresúly is növekedik. A Leydig-sejtek aránya, a here össz volumenhez képest, a kortól függ. Átlagosan 129,8 kg súlyú kanok esetében 25,5±2,7%-ot állapítottak meg (Kolb, 1984).

A here Leydig sejtjei által termelt tesztoszteron vérbeni szintje, illetve a tesztoszteron szekréció exogén indukcióra bekövetkező változása lényeges, mert a hormontermelés folyamatosan magas szintje szükséges a zavartalan spermatogenezishez (Becze, 1983).

A herejellemezők és a vér tesztoszteron-tartalma közötti összefüggésre már korábban felhívták a figyelmet. Sertésfajon (Schinckel és mtsai, 1984; Schnaider és mtsai, 1988), különböző fajtájú bikákon (Lunstra és mtsai, 1978; Fields és mtsai, 1982; Wildeus és mtsai, 1984; Pruitt és mtsai, 1986; Tőzsér és mtsai, 1998), kosokon (Póti és mtsai 1994; Sarlós és mtsai, 1996) vizsgálták a hereméret és a here funkcionális aktivitása közötti összefüggéseket.

A spermatikus vénában a tesztoszteronszint, 3–9. hónapos kanokban mérve, a legmagasabb értéket az 5–7. hónapos korban, vagyis az ivari érettség elérésének az idején mutatja (Gray és mtsai, 1971). Hasonló megállapítás tettek Kattesh és mtsai (1982), akik szerint a tesztoszteron szekréciós görbe kanokban már az 5. hónapos korra beáll, de ezt a görbét a nappali megvilágítás erőssége befolyásolhatja. Ebben a korban a *vena spermatica interna* tesztoszteron-tartalma és egyes morfológiai paraméterek (a here tömege, a germinatív szövetek mennyisége, a csatornák hossza és átmérője, a csirahám sejtsűrűsége) között statisztikailag biztosított összefüggés van. Mások (Groth és Claus, 1977) szerint is szoros az összefüggés a tesztoszteron, valamint a here hisztometriai leletei között. Az interstícium súlya, különösen a testsúlyhoz viszonyítva, a legértékesebb hisztometriai paraméter a here endokrin funkciójának a becslésére.

Óshonos sertésünk a mangalica iránt egyre nő a piaci érdeklődés. Mivel a fajta reprodukciós képességei elmaradnak a modern fajtákhoz képest, sikeres és gyors elszaporításához feltétlenül igénybe kell venni a biotechnika és biotechnológia eszközeit, melyhez mind a nő-, mind a hímivarban nélkülözhetetlen a fajta-specifikus szaporodásbiológiai ismeretek megszerzése.

Jelen munkánk egy átfogó andrológiai vizsgálat sorozat első része, melynek célja a tesztikuláris endokrin funkció és az ezt befolyásoló tényezők vizsgálata.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat az Olmos és Tóth Kft. Emőd-István majori sertéstelepén és az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben végeztük.

18 fecskehasú, 20 szőke és 10 vörös, összesen 48 mangalica kant vontunk kísérletbe. A 12 hónapnál fiatalabb állatokat ivarérettnek, az ennél idősebb állatokat tenyészártaknak tekintettük, és az adatelemzések során külön kezeltük. Az életkor és élősúly adatok felvétele után, minden egyedről vérmintát gyűjtöttünk a tesztoszteron alapérték méréséhez. Ezt követően kanonként 100 µg GnRH-val (Fertagyl, Intervet) iv. kezeltük az állatokat. 90 perc elteltével újabb vérmintát vettünk a hormonkoncentráció meghatározásához. A hormonanalízist RIA módszerrel (Tesztoszteron RIA Kit, Izotóp Intézet Kft.) szérumból végeztük.

A második vérvételt követően, az állatokat altatásban ivartalanítottuk. A műtéti narkózist 100 testsúly kg-onként 10 ml ketaminnal (SBH-Ketamin, SelBrutta) és 4 ml xylazinnal (Xylavet, Lavet) intravénásan biztosítottuk. A mellékherék eltávolítása után, mérőhengerben mértük a herék térfogatát.

A mért jellemzők között összefüggésvizsgálatokat végeztünk, a statisztikai elemzéshez a Statistica 6.0 szoftvert (StatSoft, Inc. (2001). STATISTICA (data analysis software system), version 6.) használtuk. Az adatokat Spearman korrelációanalízissel, Kruskal-Wallis ANOVA-val, Mann-Whitney U-tesztel, illetve log transzformáció után többváltozós regresszióanalízissel értékeltük.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A vizsgálatokban résztvevő kanok mért paramétereinek medián, alsó és felső kvartilis értékeit az 1. és 2. táblázatokban foglaltuk össze. Az egyes változók genotípusok (fecskehasú – szőke – vörös) közötti szignifikáns eltéréseit is az 1. és 2. táblázatokban ismertetjük.

1. táblázat

**Az ivarérett kanok vizsgált paramétereinek medián értékei, az alsó és felső kvartilisek zárójelben**

Ivárerett, <12 hó(1)	Kor, hó(2)	Élősúly, kg(3)	Heretérfo- gat, cm <sup>3</sup> (4)	Tesztoszteron(8)		
				Alap, nmol/l(5)	Provokált, nmol/l(7)	Tem. %(6)
Fecske(9) (n=6)	10 <sup>a</sup> (9,5; 11)	77,5 <sup>a</sup> (75; 80)	440 <sup>a</sup> (410; 510)	3,3 <sup>a</sup> (2,3; 4,2)	11,2 <sup>a</sup> (10,7; 11,5)	236,4 <sup>a</sup> (175,4; 359)
Szőke(10) (n=3)	10,1 <sup>a</sup> (10; 11,8)	105 <sup>b</sup> (100; 110)	470 <sup>a</sup> (450; 480)	6,3 <sup>a</sup> (4,3; 9,9)	14,8 <sup>a</sup> (8,1; 15,2)	89,4 <sup>b</sup> (49,5; 140,5)
Vörös(11) (n=4)	8,8 <sup>b</sup> (8,7; 9,3)	92,5 <sup>c</sup> (87,5; 95)	460 <sup>a</sup> (420; 570)	7,8 <sup>a</sup> (3,5; 15,5)	21,8 <sup>a</sup> (14,4; 34,5)	189,3 <sup>ab</sup> (113,9; 302)
Összes(12) (n=13)	10 (9,2; 10,1)	85 (80; 95)	450 (420; 500)	4,3 (3,2; 8,2)	11,5 (10,7; 16,3)	175,4 (98,8; 248,8)

Az egyes genotípusok közötti szignifikáns eltérést (P<0,05 szinten) az eltérő felső indexek (abc) jelölik(13)

Table 1.: Median values of the investigated traits of the sexually mature boars (lower and upper quartiles are in parentheses)

puberty, <12 month(1), age, month(2), live weight, kg(3), volume of the testis, cm<sup>3</sup>(4), basic, nmol/ml(5), testosterone increase, %(6), induced, nmol/ml(7), testosterone(8), swallow belly(9), blond(10), red(11), total(12), different upper indexes (abc) show a significant difference at P<0.05 level(13)

2. táblázat

**A tenyésztett kanok vizsgált paramétereinek medián értékei, az alsó és felső kvartilisek zárójelben**

Tenyésztett, >12 hó(1)	Kor, hó(2)	Élősúly, kg(3)	Heretérfo- gat, cm <sup>3</sup> (4)	Tesztoszteron(8)		
				Alap, nmol/l(5)	Provokált, nmol/l(7)	Tem.%(6)
Fecske(9) (n=12)	20,4 <sup>a</sup> (12,9; 23,9)	115 <sup>a</sup> (90; 160)	520 <sup>a</sup> (405; 625)	6,5 <sup>a</sup> (4,5; 11)	16 <sup>a</sup> (11,1; 19,4)	142 <sup>a</sup> (75,3; 187,9)
Szőke(10) (n=17)	26,9 <sup>a</sup> (18,4; 45,5)	165 <sup>b</sup> (130; 180)	460 <sup>a</sup> (420; 600)	10,2 <sup>a</sup> (6,9; 16,1)	18,7 <sup>a</sup> (11,6; 28,3)	63,4 <sup>b</sup> (35,1; 107,6)
Vörös(11) (n=6)	16,5 <sup>a</sup> (13,5; 21,3)	117,5 <sup>ab</sup> (100; 130)	595 <sup>a</sup> (520; 640)	12,2 <sup>a</sup> (7,17; 19,7)	17,5 <sup>a</sup> (14,9; 24,1)	49,9 <sup>b</sup> (22,8; 76,8)
Összes(12) (n=35)	19,8 (13,9; 45,5)	130 (105; 170)	510 (420; 620)	9,1 (6,3; 15,7)	17,1 (11,13; 24,1)	67,6 (38,2; 130,9)

Az egyes genotípusok közötti szignifikáns eltérést (P<0,05 szinten) az eltérő felső indexek (abc) jelölik(13)

Table 2.: Median values of the investigated traits of the fully mature boars (lower and upper quartiles are in parentheses)

for serice ready, >12 month(1), as in Table 1.(2–13)

A vizsgált jellemzők — életkor, élősúly, heretérfog, tesztoszteron alap érték (T alap), GnRH kezelés utáni tesztoszteron emelkedés mértéke (T em. %)



— közötti összefüggéseket a 3. és 4. táblázatban Spearman korrelációs koefficiensek mutatják.

3. táblázat

**Az ivarérett kanok vizsgált paramétereit között észlelt Spearman korrelációs koefficiensek (a vonatkozó P-értékek zárójelben)**

Ivarérett, <12 hó(1)	Kor, hó(2)	Élősúly, kg(3)	Heretérfogat, cm <sup>3</sup> (4)	T alap, nmol/l(5)	T em. %(6)
Kor, hó(2)	—	0,30 (0,21)	0,51 (0,03)	0,13 (0,61)	-0,21 (0,41)
Élősúly, kg(3)	—	—	0,57 (0,01)	0,34 (0,17)	-0,34 (0,16)
Heretérfogat, cm <sup>3</sup> (4)	—	—	—	0,02 (0,91)	0,24 (0,34)
T alap, nmol/l(5)	—	—	—	—	-0,79 (0,0001)
T em. %(6)	—	—	—	—	—

Table 3.: Spearman correlation coefficients of the investigated traits of the sexually mature boars (P-values are in parentheses) as in Table 1.(1–6)

4. táblázat

**A tenyészerett kanok vizsgált paramétereit között észlelt Spearman korrelációs koefficiensek (a vonatkozó P-értékek zárójelben)**

Tenyészerett, >12 hó(1)	Kor, hó(2)	Élősúly, kg(3)	Heretérfogat, cm <sup>3</sup> (4)	T alap, nmol/l(5)	T em. %(6)
Kor, hó(2)	—	0,76 (0,0000)	0,44 (0,007)	0,15 (0,41)	-0,11 (0,53)
Élősúly, kg(3)	—	—	0,40 (0,02)	0,20 (0,28)	-0,20 (0,28)
Heretérfogat, cm <sup>3</sup> (4)	—	—	—	0,08 (0,69)	0,23 (0,22)
T alap, nmol/l(5)	—	—	—	—	-0,49 (0,005)
T em. %(6)	—	—	—	—	—

Table 4.: Spearman correlation coefficients of the investigated traits of the fully mature boars (P-values are in parentheses) for serice ready, >12 month(1), as in Table 1.(2–6)

Gyenge összefüggést ( $r=0,13$ , illetve  $0,15$  az ivarérett, illetve a tenyészerett állatok esetében,  $P>0,05$  mindkét esetben) állapítottunk meg az életkor és a tesztoszteron alapkonzentráció (T alap), illetve az életkor és a kezelés hatására bekövetkezett hormonszint emelkedés mértéke (T em. %) között ( $r=-0,27$ , illetve  $-0,11$ ,  $P>0,05$ ). Azonos erősségű a kapcsolat az élősúly–T alap ( $r=0,34$  az ivarérett,  $r=0,20$  a tenyészerett csoportban,  $P>0,05$ ) és élősúly–T em. % ( $r=-0,34$  az ivarérett,  $-0,20$  a tenyészerett csoportban,  $P>0,05$ ) vonatkozásában. Ezek az adatok azt mutatják, hogy az életkor előrehaladtával és az ezzel összefüggő élősúly növekedéssel emelkedik a vér hormonszintje, és ez a relatíve magasabb tesztoszteron koncentráció kisebb mértékben változik a GnRH kezelés hatására.

Kolb (1984) adatai szerint, átlagos (129,8 kg) testsúlyú kanok bal heréjének súlya 233 és 429 g között ingadozik. Növekvő testsúly esetén a heresúly is növekedik. Jelen vizsgálatunkban, a mangalica fajtában, az ivarérett csoportban  $450\text{ cm}^3$ , a tenyészerett csoportban  $510\text{ cm}^3$  medián össz heretérfogatot mérünk. Az életkor és heretérfogat, valamint az élősúly és heretérfogat között kö-

zepesen erős összefüggést tapasztaltunk (az ivarérett csoportban  $r=0,51$ ,  $P<0,05$  és  $r=0,57$ ,  $P<0,05$ ; a tenyésztett csoportban  $r=0,44$ ,  $P<0,05$  és  $r=0,40$ ,  $P<0,05$ ). Tenyészkosokkal végzett kísérletben, az élősúly és herekörméret közötti összefüggés vizsgálatában, hasonló eredményről ( $r=0,49$ ,  $P<0,05$ ) számolnak be (Póti és mtsai, 1994).

A herejellemzők és a vér tesztoszteron-tartalma közötti összefüggésre már korábban felhívták a figyelmet. Minél nagyobb a hereméret, annál nagyobb a tesztoszteron termelés a herében, és annál magasabb a hormonszint a vérben (Schinckel és mtsai, 1984; Schnaider és mtsai, 1988). Különböző fajtájú bikák (szimentáli, hereford, angus, brahman) herekörmérete és a vérszérum tesztoszteron szintje között közepesen szoros ( $r=0,3-0,5$ ) összefüggést állapítottak meg (Lunstra és mtsai, 1978; Fields és mtsai, 1982; Wildeus és mtsai, 1984; Pruiitt és mtsai, 1986). Hazai vizsgálatokban Tózsér és mtsai (1998) charolais bikákkal folytatott kísérleteikben lazább összefüggést ( $r=0,15-0,34$ ) tapasztaltak.

Póti és mtsai (1994) növendék és tenyészkosokon három korosztályban vizsgálták a herekörméret és a here funkcionális aktivitása közötti összefüggéseket. Szignifikáns összefüggést állapítottak meg mindhárom korosztályban a herekörméret és a GnRH-kezelés hatására bekövetkezett tesztoszteronszint emelkedés között. A heretérfogat és a vér tesztoszteronszint vonatkozásában szintén jelentős összefüggést láttak ( $r=0,40$ ,  $P<0,001$ ) éves szinten brit tejelő fajtájú kosokkal végzett kísérletben (Sarlós és mtsai, 1996).

A hazai és nemzetközi szakirodalomban közölt adatokkal ellentétben, a mangalica sertésre vonatkozóan mind a here-T alap, mind a here-T em. % kapcsolatban alacsony korrelációs értéket kaptunk, az összefüggés egyik esetben sem volt szignifikáns.

Szoros negatív korrelációt állapítottunk meg a T alap-T em. % között (az ivarérett csoportban  $r=-0,79$ ,  $P<0,05$ ; a tenyésztett csoportban kevésbé szoros,  $r=-0,49$ ,  $P<0,05$ ), ami igazolja azt a megállapításunkat, hogy a magasabb tesztoszteron koncentráció kisebb mértékben emelkedik a GnRH kezelés hatására. Ennél gyengébb korrelációt számítottak Wekerle és mtsai (1989) intenzív fajtájú kanokkal folytatott kísérletükben ( $r=-0,38$ ). Szintén negatív összefüggést tapasztaltak a két vizsgált paraméter között ( $r=-0,21$  és  $-0,63$  között) bikákon végzett vizsgálatban (Tózsér és mtsai, 1998).

Az életkor, élősúly, heretérfogat és a tesztoszteron alapérték — mint független változók — együttes hatását elemezve megállapítottuk, hogy a négy vizsgált jellemző a tesztoszteron emelkedés mértékét jelentősen befolyásolja. Az általunk felállított többváltozós lineáris regressziós egyenlet ( $\log T \text{ em. \%} = 1,28 - 0,20 \log \text{kor} - 0,21 \log \text{súly} + 0,29 \log \text{here} - 0,58 \log T \text{ alap}$ , determinációs koefficiens:  $r^2=0,61$ ,  $P<0,0001$ ) szerint a vizsgált négy független változó a függő változó változásait 61%-ban határozza meg, 39% nem magyarázható a fenti modellel, ez más, általunk nem vizsgált tényezők hatásaira vezethető vissza.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálatainkban kapott eredmények alapján megállapítható, hogy az intenzív sertés fajtákkal és más haszonállat fajokkal lefolytatott kísérletekben szerzett tapasztalatokkal ellentétben, a mangalica sertésben a herék térfogata csak kis mértékben befolyásolja a tesztoszteron vérszintjét. Nem volt szignifikáns összefüggés a két vizsgált paraméter között.

Még lazább a kapcsolat a heretérfogat és az exogén GnRH hatására bekövetkező hormonszint emelkedés mértéke között.

Eredményeink szerint alacsonyabb tesztoszteron alapkoncentráció esetén nagyobb a kezelés utáni hormonszint emelkedés mértéke, magasabb tesztoszteron koncentráció kisebb mértékben emelkedik a GnRH kezelés hatására.

A nagyszámú vizsgálat alapján megállapítottuk, hogy az életkor, élő súly heretérfogat és tesztoszteron alapérték együttesen a tesztoszteron emelkedés mértékét jelentősen befolyásolják.

## IRODALOM

- Becze, J.(szerk.)(1983): A himivarú állatok szaporodásbiológiája. Mg. Kiadó, Budapest, 64–79.
- Bonneau, M. – Dufour, R. – Chouvet, C. – Roulet, C. – Meadus, W. – Squires, E.J.(1994): The effect of immunization against luteinizing hormone-releasing hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs. *J. Anim. Sci.*, 72. 14–20.
- Einarsson, S. – Larsson, K.(1980): Blood levels of testosterone after GnRH injection in boars with or without libido. *Acta Vet. Scand.*, 21. 375–379.
- Fields, M.J. – Hentges, J.F. – Cornelisse, K.W. (1982): Aspects of the sexual development of Brahman versus Angus bulls in Florida. *Theriogenology*, 18. 1. 17–31.
- Gray, R.C. – Day B.N. – Lasley, I.F. – Tribble, L.F.(1971): Testosterone levels of boars of various ages. *J. Anim. Sci.*, 33. 124–126.
- Groth, W. – Claus, R.(1977): Beziehungen zwischen den Konzentrationen von Testosteron und den Ebergeruchstoff 5- $\alpha$ -Androst-16-en-3-on im Blut bzw. Fettgewebe und histometrischen Befunden im Hoden vom Schwein. *Z. Vet.med.*, 24. 103.
- Huxsoll, C.C. – Price, E.O. – Adams, T.E.(1998): Testis function, carcass traits, and aggressive behavior of beef bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. *J. Anim. Sci.* 76. 1760–1766.
- Kattesh, H.G. – Knight, I.W. – Gwdazdauskas, F.C. – Komega, E.T.(1982): Daily alterations in plasma testosterone in boars of different ages. *Theriogenology*, 18. 1. 113–119.
- Kolb, E.(1984): Biochemie und pathobiochemie der Fortpflanzung. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 315–317.
- Kozumplik, J. – Kubac, O. – Krejci, T. – Kazda, B.(1983): Effect of Administration of Substances with Hormonic Activity on the Plasmatic Testosterone level in Boars. *Biologizace a chemizace zivocisné výroby Veterinaria*, 19. 427.
- Lunstra, D.D. – Ford, J.J. – Echterkamp, S.E.(1978): Puberty in beef bulls: Hormone concentrations, growth testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J. Anim. Sci.*, 46. 4. 1054–1062.
- Mudra, K. – Peter, W. – Wegner, B.(1988): Untersuchungen zum Testosterongehalt im Blut- und Seminalplasma des Ebers. *Arch. Tierzucht*, 31. 3. 311–323.
- Post, T.B. – Christensen, H.R. – Seifert, G.W.(1987): Reproductive performance and productive traits of beef bulls selected for different levels of testosterone response to GnRH. *Theriogenology*, 27. 2. 317–328.
- Póti, P. – Mézes, M. – Tózsér, J. – Nagy, A. – Bedő, S. (1994): Növendék és tenyészkosok hereméretének összefüggése a vérplazma alap- és GnRH kezelés hatására alakuló tesztoszteron-szintjével. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 43. 5. 397–406.

- Pruitt, R.J. – Corah, L.R. – Stevenson, J.S. – Kiracofe, G.H.*(1986): Effect of energy intake after weaning on the sexual development of beef bulls. II. Age at first mating, age at puberty, testosterone and scrotal circumference. *J. Anim. Sci.*, 63. 579–585.
- Sarlós, P. – Molnár, A. – Huszár, Sz. – Rátky, J. – Brüssow, K.P.*(1996): Seasonal changes of andrological characteristics in British milk ram. *Arch. Tierzucht*, 39. 3. 265–275.
- Schanbacher, B.D.*(1982): Responses of ram lambs to active immunization against testosterone and luteinizing hormone-releasing hormone. *Am. J. Physiol.*, 242. 201–205.
- Schinckel, A.P. – Johnson, R.K. – Kittok, R.J.*(1984.): Testicular development and endocrine characteristics of boars selected for either high or low testis size. *J. Anim. Sci.*, 58. 1. 575–685.
- Schnaider, L. – Wekerle, L. – Fehér, T.*(1988): Hat hónapos kansüldök herejellemzőinek, szérumtesztoszteron- és kortizolszintjének vizsgálata néhány értékmérő tulajdonság tükrében. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 43. 4. 197–201.
- Tózsér, J. – Mézes, M. – Domokos, Z. – Gerszi, K. – Török, M. – Póti, P.*(1998): Charolais tenyészbikajelöltek GnRH-teszt eredményeinek értékelése. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 47. 2. 139–146.
- Wekerle, L. – Szöllősi, S. – Fehér, T.*(1989): A kanok termékenyítőképességének előrejelzése GnRH-teszttel. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 44. 8. 463–467.
- Wildeus, S. – Entwistle, K.W. – Holroyd, R.G.*(1984): Patterns of puberal development in Sahiwal and Brahmann cross bulls in tropical Austria. II. LH and testosterone concentration before and after GnRH. *Theriogenology*, 22. 4. 375–384.

*Érkezett:* 2006. február  
*Szerzők címe:* Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet  
*Authors' address:* Research Institute for Animal Breeding and Nutrition  
H-2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

## SERTÉS PETESEJTEK VITRIFIKÁLÁSA NYITOTT VÉGŰ MŰSZALMA (OPS) ELJÁRÁSSAL\*

VARGA ERIKA — MATAS, CARMEN —RUÍZ, SALVADOR —  
GAJDÓCSI ERZSÉBET EMÍLIA — BALI PAPP ÁGNES

### ÖSSZEFOGLALÁS

A génmegőrzés szempontjából kiemelkedő jelentőségű a nagy értékű vagy veszélyeztetett fajba, fajtába tartozó állatok gamétáinak tárolása. Sertés petesejtek illetve embriók esetében a hagyományos mélyhűtési eljárások rendkívül alacsony hatékonyságúak. A megoldást a vitrifikáció jelentheti.

A szerzők megvizsgálták, hogy az érett és az éretlen (germinális vezikulum állapotú) petesejtek vitrifikációja után a sejtek morfológiája milyen módon változik, valamint, hogy a vitrifikációs eljárás hogyan befolyásolja a termékenyülési rátát. Négy kísérletben 830 petesejtet vitrifikáltak. Az eljárás a kumuluszsejtekkel körülvett sejtek esetében hatékonyabb volt, mint a lecsupaszított petesejtek esetében, vagyis vitrifikációra a kumuluszsejtekkel körülvett, *in vitro* maturált petesejtek alkalmasabbnak tűnnek.

Az éretlen és az érett, kumuluszsejtekkel körülvett petesejtek morfológiája illetve a termékenyülése között nem találtak szignifikáns eltérést.

### SUMMARY

Varga, E. Ms. – Matas, C. Ms. – Ruiz, S. – Gajdócsi, E. E. Ms. – Bali Papp, Á. Ms.: VITRIFICATION OF PORCINE OOCYTES BY OPEN PULLED STRAW (OPS) METHOD

Freezing technologies are very important to preserve gametes of animals of great genetic value or belonging to endangered species. The recently introduced open pulled straw (OPS) vitrification technique has successfully been used for porcine oocytes and embryos. This technique is available to preserve oocytes without disturbing their cellular structure.

The aim of the present work was the comparison of immature and *in vitro* matured porcine oocytes regarding their morphology and ability to be fertilized after vitrification with the OPS method. 830 denuded and cumulus-enclosed oocytes were vitrified in the immature and the *in vitro* matured groups as well to investigate the effect of cumulus cells on oocyte survival after OPS vitrification. The results demonstrate that pig oocytes at the germinal vesicle stage have less survival ability than matured (M II stage) oocytes.

The results suggest that the vitrification/warming procedure is the most effective in cumulus enclosed oocytes. There was no difference in the morphology of fresh/vitrified germinal vesiculum stage and *in vitro* matured oocytes.

\*A kutatást az OTKA T43131, az OM BIO 00086/2002 és a TÉT E–14/04 pályázatok támogatták

## BEVEZETÉS

A génmegőrzés szempontjából kiemelkedő jelentőségű a nagy értékű vagy veszélyeztetett fajba, fajtába tartozó állatok gamétáinak tárolása. Sertés petesejtek, illetve embriók esetében a hagyományos mélyhűtési eljárások rendkívül alacsony hatékonyságúak (*Vajta és mtsai*, 2000), általában nagyon alacsony a petesejtek felolvasztás utáni túlélése (*Didion és mtsai*, 1990; *Lim és mtsai*, 1992). *Didion és mtsai* (1990) szerint a sertés petesejtek nem élik túl a 15 °C-ra vagy az alá való hűtést. Az ok nem teljesen ismert. Patkány (*Kasai és mtsai*, 1979), hörcsög és humán (*Mandelbaum és mtsai*, 1988), egér (*Whittingham*, 1977) és szarvasmarha (*Schellander*, 1998) germinális vezikulum állapotú petesejtek túléltek a hűtési eljárást. A sertés petesejtek citoplazmájában sok lipidcsepp található, ami meghatározza a sejt hipotermiás érzékenységét és a sejt hűtést követő túlélését. A petesejtek érzékenysége korlátozza az alkalmazható hűtési eljárásokat (*Dobrinsky*, 1997). A megoldást a vitrifikáció jelentheti. Ebben az eljárásban a fagyasztás rendkívül gyorsan történik, így nem marad elegendő idő jégkristályok kialakulására. A vitrifikációs eljárás az oldat nagymértékű viszkozitás növelését igényli, ami a krioprotektív anyagok magas koncentrációjával érhető el (*Smorag és Gajda*, 1994). Ezek a vegyületek csökkentik az oldat fagyáspontját, megakadályozzák a jégkristály-képződést, és eddig ismeretlen módon stabilizálják a sejtmembránt. Az ozmotikus ártalmak elkerülése érdekében a védőanyagokat több lépcsőben adjuk az oldathoz. A dimetilszulfoxid és az etilén-glikol keveréke nagyobb permeabilitással rendelkezik, mint az önmagában alkalmazott etilén-glikol (*Vicente és García-Ximenez*, 1994).

Munkánkban megvizsgáltuk, hogy az érett és az éretlen (germinális vezikulum állapotú) petesejtek vitrifikációja után a sejtek morfológiája milyen módon változik, valamint, hogy a vitrifikációs eljárás hogyan befolyásolja a termékenyülési rátát. Négy kísérletben 830 petesejtet vitrifikáltunk.

## ANYAGOK, MÓDSZEREK

*Oldatok:* A petesejtek gyűjtéséhez TL-Hepest, érlelésükhöz TCM 199 oldatot használtunk, amit ciszteaminnal, glutaminnal, piruváttal, sertés follikulusz-folyadékkal, hormonokkal és antibiotikummal egészítettünk ki. A termékenyítéshez mTBM, a sejtek kultivációjához NCSU23 oldatot használtunk. A fagyasztás során használt alapoldat TCM 199 volt, amit 20% szarvasmarha szérumalbuminnal (BSA) egészítettünk ki. Krioprotektánsként dimetil-szulfoxidot és etilén-glikolt használtunk, végső koncentrációjuk 6,5 mol volt. A felolvasztáshoz használt alapoldat (TCM199+20%BSA) 10%, végül 20% szukrózt tartalmazott.

*Petesejtek kinyerése, in vitro maturálása (IVM):* Vizsgálatainkhoz vágóhídról származó petefészkekből nyert kumulusz-oocita komplexeket (COC) használtunk. A petefészkeket 35–37 °C-os fiziológias sóoldatban szállítottuk a laboratóriumba, és a szelektálás után azonnal megkezdtük a 3–6 mm átmérőjű antrális follikulusok aspirációját. A kinyert, éretlen (germinális vezikulum állapotában lévő) petesejteket 42 órán keresztül maturáltattuk (IVM) 5% CO<sub>2</sub> tartalom mellett.

**Petesejtek vitrifikálása:** A sejteket a *Vajta és mtsai* (1998) által leírt nyitott végű műszalma (OPS) módszerrel vitrifikáltuk. A krioprotektív anyagok oldathoz adása két lépcsőben történt. Első lépcsőben az alapoldat 2 M DMSO-t, 6,5 M EG-t tartalmazott. A sejteket 3 percig tartottuk ebben az oldatban, majd 1 percre nagyobb töménységű oldatba (6,5 M DMSO, 6,5M EG) helyeztük, végül műszalmába töltöttük, és azokat közvetlenül folyékony nitrogénbe tettük.

**Felolvasztás:** A felolvasztás is több lépcsőben történt, a sejtkárosodás elkerülése érdekében. A műszalmákat, a folyékony nitrogénből eltávolítva kézzel melegítettük fel, majd alapoldatba helyeztük, ami első lépcsőben 10%, végül pedig 20% szukrózt tartalmazott; végül a sejteket TCM 199 oldatba mostuk át.

**Termékenyítés (IVF):** Az érett petesejteket háromszor átmostuk mTBM oldatban. A fertilizációhoz 0,25 ml-es műszalmákban mélyhűtött ejakulált kanpermát használtunk. A műszalmákat párosával 37 °C-os vízfürdőben egy percen belül felolvasztottuk majd azok tartalmát centrifugacsőbe, 8 ml előinkubált fertilizációs médiumba helyeztük és két percen át 2000/perc fordulatszámon centrifugáltuk. A centrifugálással kapott pelletet 70 µl előinkubált fertilizációs médiumban homogenizáltuk, majd a szuszpenzió koncentrációját Thoma sejt-számláló kamra segítségével meghatároztuk és a kapacitáció elősegítése érdekében 15 percen át inkubáltuk. A petesejteket tartalmazó fertilizációs médiumcseppeket úgy inszemináltuk, hogy azokban a spermiumok koncentrációja milliliterenként  $1 \times 10^5$  vagy  $1 \times 10^6$  volt. A petesejteket a spermiumokkal 3 órán át inkubáltuk együtt.

**Embrió-tenyésztés (IVC):** A termékenyítés után a spermiumokat és a kumuluszsejteket 0,1%-os hialuronidázzal, és pipettázással eltávolítottuk, majd háromszor átmostuk NSCU23 oldatba. A termékenyített petesejteket 24 h keresztül 39 °C-on, 5% CO<sub>2</sub> tartalom mellett inkubáltuk.

#### *Petesejtek, embriók vizsgálata*

**Morfológia meghatározása:** Normális morfológiájúnak tekintettük a petesejtet, ha citoplazmája egységesen sötét volt, a *zona pellucida* nem sérült, a sejt normális alakú volt; abnormálisnak, ha a citoplazma világosbarna, töredezett volt, vagy sérült a *zona pellucida*.

**Termékenyülési ráta meghatározása:** A termékenyülési arányt fixálás és orceines festést követően határoztuk meg. Termékenyült a petesejt, ha spermium volt a citoplazmában, megjelentek a pronukleuszok, vagy kilöködött a 2. sarkitest.

**Kísérleti terv:** Vizsgálatainkban a következő kezelési csoportokat használtuk: kumuluszsejtekkel körülvevett, éretlen petesejteket vitrifikáltunk, majd maturáltattunk (cVM, n=260), lecsupaszított, éretlen petesejteket vitrifikáltunk és azt követően maturáltattunk (VdM, n=200), *in vitro* maturált, kumuluszsejtekkel körülvevett petesejteket vitrifikáltunk (McV, n=200), *in vitro* maturált, lecsupaszított petesejteket vitrifikáltunk (MdV, n=170).

**Statistikai analízis:** Minden kísérletet négyszer ismételtünk meg. Eredményeinket a Statistica programmal, Duncan teszttel elemeztük ( $P < 0,05$ ).

## EREDMÉNYEK

**1. kísérlet:** Kumuluszsejtekkel körülvett éretlen (cVM) és *in vitro* érlelt (McV) petesejteket hasonlítottunk össze. Az éretlen és az érett, kumuluszsejtekkel körülvett petesejtek normális morfológiája illetve a termékenyülése között nem találtunk szignifikáns eltérést (1. ábra).

1. ábra: Kumuluszsejtekkel körülvett petesejtek a vitrifikáció után

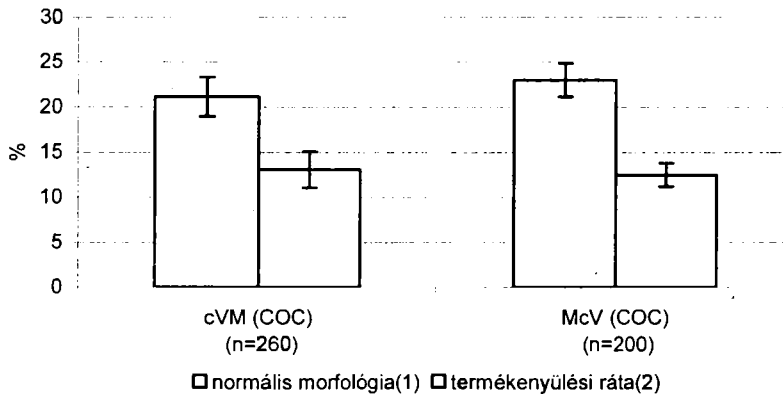


Fig. 1.: Survival of cumulus covered oocytes after vitrification normal morphology(1), fertilization rate(2)

The cVM group oocytes were immature and the McV group oocytes were *in vitro* matured. The numbers of oocytes examined in the different treatment groups are given in parenthesis.

**2. kísérlet:** Lecsupasztított, éretlen (VdM) és IVM (MdV) petesejteket vitrifikáltunk. A lecsupasztított petesejtek esetében azonban a normális morfológiájú sejtek aránya az MdV csoportban szignifikánsan nagyobb volt, mint a VdM csoportban ( $22,35 \pm 1,75\%$  és  $13 \pm 2,05\%$ ) (2. ábra).

**3. kísérlet:** Éretlen, germinális vezikulum állapotú petesejteket vitrifikáltunk. A normális morfológiájú sejtek aránya nagyobb volt a cVM csoportban, mint a VdM csoportban ( $21,15 \pm 2,18\%$  és  $13 \pm 2,05\%$ ) (3. ábra).

**4. kísérlet:** *In vitro* maturált, metafázis II állapotú petesejteket vitrifikáltunk. Az McV és az MdV csoportok között azonban nem találtunk szignifikáns különbséget. Úgy tűnik, hogy a kumuluszsejtek petesejt- védő hatása csak az éretlen petesejtekénél jellemző, az *in vitro* maturált sejtekénél nem. Ennek egyik oka lehet, hogy a vitrifikáció után az éretlen sejteket 42 órán keresztül maturáltattuk, és lehetséges, hogy a kumuluszsejtek a maturáció alatt javítják a vitrifi-



káció okozta károsodásokat — az érett petesejteket a vitrifikáció után nem maturáltattuk — tehát ebben az esetben ezt nem lehet feltételezni (4. ábra).

2. ábra: Lecsupaszított petesejtek a vitrifikáció után

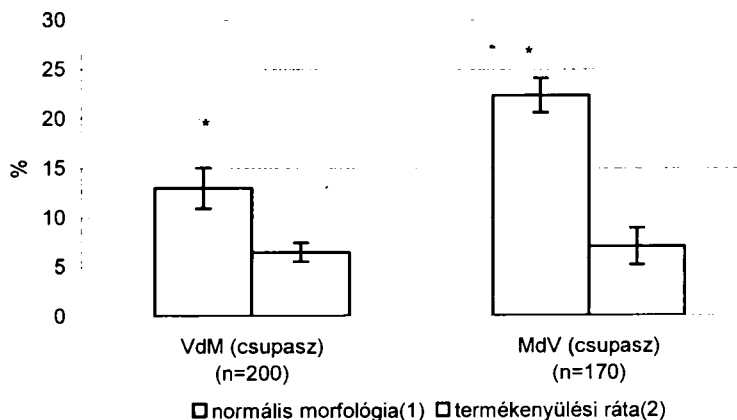


Fig. 2.: Survival of denuded oocytes after vitrification

as in Fig. 1.(1–2)

In VdM group immature oocytes were vitrified and in MdV group oocytes were in vitro matured and then vitrified. The numbers of oocytes examined in the different treatment groups are given in parenthesis.

3. ábra: Éretlen petesejtek a vitrifikáció után

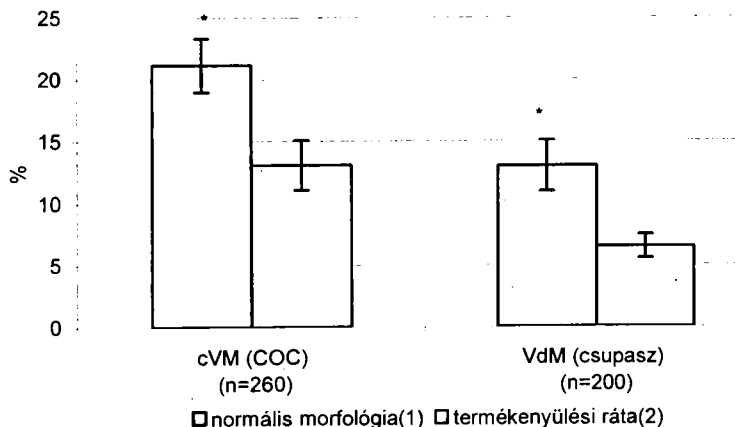


Fig. 3.: Survival of immature oocytes after vitrification

as in Fig. 1.(1–2)

The numbers of oocytes examined in the different treatment groups are given in parenthesis.

4. ábra: *In vitro* maturált, kumuluszsejtekkel körülvevett, és lecsupaszított petesejtek a vitrifikáció után

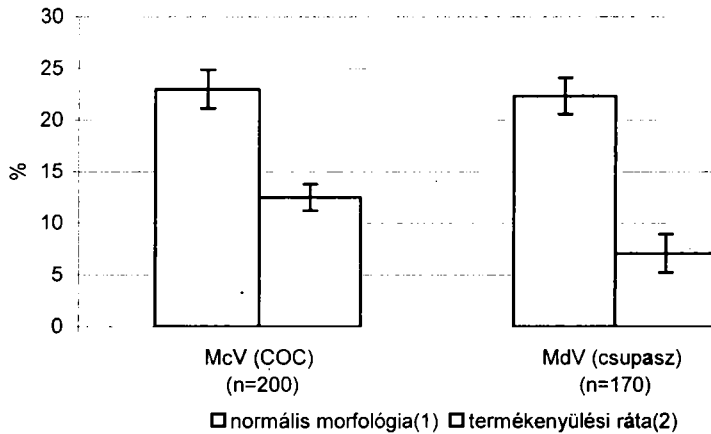


Fig. 4.: Survival of *in vitro* matured cumulus-enclosed and denuded oocytes after vitrification as in Fig. 1.(1–2)

The numbers of oocytes examined in the different treatment groups are given in parenthesis.

## KÖVETKEZTETÉSEK

A petesejtek a különböző sejtmagi állapotokban eltérően reagálnak a vitrifikációs eljárásra. Napjainkig nagyon rossz a GV állapotú petesejtek túlélési aránya. *Pedro és mtsai* (1996) szerint ennek oka lehet, hogy a GV petesejtek kevésbé permeabilisak az etilén-glikollal szemben.

Sertés petesejtek nagyon érzékenyek a hűtésre. Kísérleteinkben a COC-GV állapotú petesejtek 19%-a, a lecsupaszított petesejtek 13%-a élte túl károsodás nélkül az eljárást.

A kumuluszsejtek védő hatását csak az éretlen petesejtek esetében figyelhettük meg, az *in vitro* maturált sejteknél nem.

A lecsupaszított petesejtek nagyobb része károsodott a vitrifikáció alatt, mint a COC petesejteké.

Összefoglalóan elmondható, hogy a vitrifikációs eljárás a kumuluszsejtekkel körülvevett sejtek esetében hatékonyabb volt, mint a lecsupaszított petesejtek esetében, vagyis vitrifikációra a kumuluszsejtekkel körülvevett, *in vitro* maturált petesejtek alkalmasabbnak tűnnek.

## IRODALOM

- Didion, B.A. – Pomp, D. – Martin, M.J. – Homanics, G.E. – Markert, C.L.*(1990): Observations on the cooling and cryopreservation of pig oocytes at the germinal vesicle stage. *J. Anim. Sci.*, 68. 9. 2803–2810.
- Dobrinisky, J.R.*(1997): Cryopreservation of pig embryos. *J. Reprod. Fertil., Suppl.*, 52. 301–312.

- Kasai, M. – Iritani, A. – Chang, M.C.(1979): Fertilization in vitro of rat ovarian oocytes after freezing and thawing. *Biol. Reprod.*, 21. 834.
- Lim, J.M. – Fukui, Y. Ono, H.(1992): Developmental competence of bovine oocytes frozen at various maturation stages followed by in vitro maturation and fertilization. *Theriogenology*, 37. 351–361.
- Mandelbaum, J. – Junca, A.M. – Tibi, C. – Plachot, M. – Alnot, M.O. – Rim, H. – Salat-Baroux, J. – Cochen, J.(1988): Cryopreservation of immature and mature hamster and human oocytes. In: Jones, H.W. Jr. – Schrader, C (Ed): *In vitro Fertilization and other Assisted Reproduction*. 541. 550–561. The New York Academy of Sci.
- Pedro, P.B. – Kasai, M. – Mammaru, Y. – Yokojama, E. – Eashige, K.(1996): Changes in the permeability to different cryoprotectants of bovine oocytes and embryos during maturation and development. *Anim. Reprod. Sci.*, 3. 15–19.
- Rojas, C. – Palomo, M.J. – Albarracín, J.L. – Moga, T.(2004): Vitrification of immature and in vitro matured pig oocytes: study of distribution of chromosomes, microtubules, and actin microfilaments. *Cryobiology*, 49. 211–220.
- Schellander, K. – Brackett, B.G. – Fuhrer, F. – Schleger, W.(1988): *In vitro* fertilization of frozen thawed cattle oocytes. In: Proc. 11th Congr. on Anim. Reprod. and Artif. Insem., Dublin, Ireland, 1. 349.
- Smorag, Z. – Gajda, B.(1994): Cryopreservation of mammalian ova and embryos by vitrification. *Biotechnol. Adv.*, 12. 2. 449–65.
- Vajta, G.(2000): Vitrification of the oocytes and embryos of domestic animals. *Anim. Reprod. Sci.*, 60–61. 357–364.
- Vajta, G. – Holm, P. – Booth, P.J. – Jacobson, H. – Greve, T. – Callesen, H.(1998): Open pulled straw (OPS) vitrification: A new way to reduce cryoinjuries of bovine ova and embryos. *Mol. Reprod. Dev.*, 51. 53–58.
- Vicente, J.S. – Garcia-Ximenez, F.(1994): Osmotic and cryoprotective effects of a mixture of DMSO and ethylene glycol on rabbit marulae. *Theriogenology*, 42. 1205–1215.
- Whittingham, D.G.(1977): Fertilization in vitro and development to term of unfertilized mouse oocytes previously stored at –196 °C. *J. Reprod. Fertil.*, 49. 89.

Érkezett: 2006. február

Szerzők címe: Varga, E. – Gajdócsi, E. E. – Bali Papp, Á.: Nyugat- Magyarországi Egyetem,

Authors' address: Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
University of West Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences  
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

Matas, C. – Ruiz, S.: University of Murcia, Veterinary Faculty  
Spain, Murcia

E-mail: vargaera81@yahoo.com

## KÜLÖNSZÁM, 2006.

# „TAKARMÁNYOZÁS — ÉLELMISZERMINŐSÉG ÉS -BIZTONSÁG”

Tudományos konferencia a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából,  
az MTA székházában, 2006. november 15.

### TARTALOM — CONTENT

Előszó (Preface).....	3
<i>Gundel, J.</i> : Takarmányozás és élelmiszerminőség. (Animal nutrition and food quality).....	5
<i>Szabó, J.</i> : Az állati eredetű élelmiszerek biztonsága. (Safety of animal origin foods).....	15
<i>Schmidt, J.</i> : Takarmányozás és a tej minősége. (Feeding and milk quality).....	33
<i>Mézes, M. – Tóth, T.</i> : A takarmányozás hatása a sertés- és nyúlhús minőségére és biztonságára. (Effect of nutrition on the quality and safety of pig and rabbit meat).....	41
<i>Husvéth, F. – Pál, L. – Magyar, B.L.</i> : A takarmányozás hatása a kérődzők húsának minőségére. (Nutritional effects on meat quality of ruminants).....	53
<i>Dublecz, K. – Pál, L. – Bartos, Á. – Zsédely, E.Ms. – Wágner, L. – Kovács, G. – Bányai, A.Ms. – Tóth, Sz.</i> : A takarmányozás hatása a baromfitermékek minőségére. (Effect of nutrition on the quality of poultry products).....	71
<i>Kovács, M.Ms. – Kovács, F. – Szeitzné Szabó, M.Ms. – Horn, P.</i> : A takarmányok mikotoxin tartalma és az élelmiszer-biztonság. (Mycotoxin contamination of feeds and its food safety relation).....	89
<b>SZEMLE (Miscellaneous):</b>	
In memoriam Kállay Kristóf (1916–2006).....	52
Dr. Kecskés Sándor (1907–2006).....	88
Könyvismertetés (Book review)	
<i>Balikó, S. – Bódis, L. – Kralóvánszky, U.P.</i> : A szója termesztése. (Soya bean production).	102

Megrendelhető: **Állattenyésztés és Takarmányozás Szerkesztősége,**  
2053 Herceghalom, Gesztertyés út 1., vagy a szerk@atk.hu e-mail címen

## A TYÚK MESTERSÉGES TERMÉKENYÍTÉSÉRŐL, MÁSKÉPP

SZŐKE ZSUZSANNA — VÉGI BARBARA — VARGA ÁKOS — LENNERT LÁSZLÓNÉ —  
PÉCZELY PÉTER — BARNA JUDIT

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők kísérleteikben a mesterséges termékenyítés, mint stresszfaktor hatását vizsgálták mélyalmon tartott tojtyúkokon. A hatást a tojás méretének, a tojásszikk kortikoszteron-koncentrációjának és a korai embrióelhalás arányának változásain követték nyomon.

A kísérleti csoportban 14 New Hampshire tojót friss, hígított spermával heti három alkalommal inszemináltak, míg a kontroll csoportban az állatokat zavarás nélkül, természetes párzással szaporították 14 tojó, 2 kakas ivararányban. A csoportokat a kísérlet megkezdése előtt 5 hétig szoktatták az adott tartási körülményekhez. A mesterséges termékenyítés kezdetétől nyolc héten át gyűjtötték, mérték, majd 5 napig inkubálták a tojásokat. Ezt követően értékelték az embriók fejlettségi státuszát, és mintát vettek a tojásszikkból a kortikoszteron meghatározásra, melyet RIA módszerrel végeztek.

A mesterséges termékenyítés hatására az átlagos tojássúly egy grammal, — e csoporton belül — az abnormális és elhalt embriókat tartalmazó tojások súlya 4–5 grammal emelkedett. A tojások súlyának változása az átmérő megnövekedésével járt, ami korrelált a tojásszikk növekedésével. Összefüggést tudtak kimutatni a nagyméretű tojások és a rendellenes fejlődés, illetve az embrió-mortalitás között. A tojásméret változásaival párhuzamosan szignifikánsan emelkedett a szikbe deponált glükokortikoid szintje, ami az abnormális és elhalt embriókat tartalmazó tojásszikkban szignifikánsan magasabb értéket mutatott az azonos csoportba tartozó élő, normális fejlődésű tojásokhoz képest. A mesterséges termékenyítés bevezetésétől számított 5. hétig, az abnormális és elhalt embriókat tartalmazó tojások aránya 17–20%-ra emelkedett a kontroll 1–2%-os értékéhez képest. A kezelés 6. hetére azonban az összes embrió normális fejlődést mutatott a kísérleti csoportban is.

Általános megfigyelés, hogy a ketrecben tartott és mesterségesen termékenyített tojtyúkok nagyobb súlyú tojást termelnek, mint a mélyalmon tartott, természetes párzású szülőpár állományok. Az eredmények is alátámasztják a fenti megfigyelést, emellett igazolták, hogy a kezelés első hónapjában a tojássúly változásával párhuzamosan nőtt a tojásszikkbe deponált kortikoszteron koncentrációja, valamint a rendellenes fejlődésű embrió és az embrió-mortalitás. Összefoglalóan megállapítható, hogy a mesterséges termékenyítés ilyen gyakoriságú alkalmazása ténylegesen kimutatható stresszként hat az állatokra a módszer bevezetésének első 5 hetében, az adaptációhoz 6 hétre volt szükség.

### SUMMARY

*Szöke, Zs.Ms. – Végi, B.Ms. – Varga, Á. – Lennert, L.-né Ms. – Péczely, P. – Barna, J.Ms.: ABOUT THE ARTIFICIAL INSEMINATION OF HENS, IN OUTHER WAY*

The aim of the study was to determine the changes in egg size, in the concentrations of corticosterone in egg yolks and in the rate of embryonic death following artificial insemination (AI) as a stressor, in domestic hen

14 hens of the experimental (AI) group were inseminated with fresh, diluted semen (300 million spermatozoa) 3 times a week while — as a control — 14 hens and 2 cockerels were mated naturally without disturbances. The birds had been adapted to the keeping conditions for 5 weeks. During 8 weeks after beginning of the experiment eggs were collected and weighed then incubated for 5th days. After determination of embryonic status (live, dead, developmental stages) yolk samples were collected for analyzing of corticosterone content by RIA.

On the effect of AI the average weight of eggs increased by 1 gram, however, that at of the eggs contained abnormal embryos by 4–5 grams. Thus, relationship could be found between the big-size eggs and dead or abnormal embryos. Parallel with the egg-weight, artificial insemination significantly increased the glucocorticoid level of the yolks. Moreover, in the eggs with abnormal or dead

embryo the corticosterone level was even higher than in the eggs with normal, live embryo. In the AI group the rate of abnormal and dead embryos increased by 15–23% on the first 5 weeks then it decreased. On the 6–7th weeks the embryos in all eggs were live and showed normal development.

It is generally known that the weights of eggs coming from the breeds kept in cages and reproduced by AI are usually higher compared to naturally mating breeds kept on deep litter. This study could support this observation, moreover, it proved that the embryonic mortality parallel with corticosterone level also increased in the first five weeks of the treatment. According to the study 6 weeks were needed for the adaptation of hens to the repeated AI procedure.

## BEVEZETÉS

A tojásszikben eddig detektált szteroidok közül a kortikoszteron-koncentrációk a legalacsonyabbak (*Schwabl, 1993; Hayward és Wingfield, 2004*). Kevés irodalmi adat áll rendelkezésünkre arról, hogyan és miként transzportálódik a madarakban az elsődleges glükokortikoid, a kortikoszteron a tojásszikbe és az ott jelenlevő mennyiség hogyan hat az embrió fejlődésére. Tojóttyúkokban a triciált-kortikoszteron injekció beadása után egy nappal a legnagyobb radioaktivitás az albumen frakcióban és a tojásszik legkülső rétegében volt kimutatható, míg a legmagasabb értéket a kezelések 4–7. napján mérték, de akkor már a szik belsejében volt legmagasabb az aktivitás (*Rettenbacher és mtsai, 2005*). *Hayward és Wingfield (2004)* vizsgálatai azt mutatták, hogy japán fürjtojókban a kortikoszteron-implantáció szignifikánsan magasabb kortikoszteron koncentrációt eredményezett a tojásszikben. Igazolták, hogy a vérplazmában detektált magasabb glükokortikoid koncentráció összefüggésben áll a szikben található magasabb értékkel. A megemelkedett szik-kortikoszteron tartalom csökkentette a kezelt csoport tojásainak kelési százalékát, sőt az ezekből kikelő fürjcsibék lassabban fejlődtek, mint kontroll társaik. Emellett a kezelés növelte a hipotalamus-hipofízis-mellékvese tengely szenzitivitását a kikelő fiókákban.

A sárgalábú sirályban (*Larus michahellis*) a megemelkedett kortikoszteron nem okozott növekedést az embrió-mortalitásban, azonban a kelési időt meghosszabbította. A keltetés alatt a kortikoszteronnal kezelt tojások súlyvesztése szignifikánsan magasabb értéket mutatott a kontroll csoport tojásaihoz viszonyítva. E két jelenség együttesen arra utalhat, hogy a megemelkedett glükokortikoid koncentráció lassítja az embriogenezist (*Rubolini és mtsai, 2005*). Az említett sirály fajban a kortikoszteron injekció csökkentette a perinatális (a belső pattogzás) korban az embriócsipogás gyakoriságát és hangerejét, valamint gyengítette a fiókák táplálékkérő magatartását is (*Rubolini és mtsai, 2005*). Az előzőekhez hasonlóan, tyúkfajban, az injektált kortikoszteron retardálta az embriófejlődést és csökkentette a napos csibék testsúlyát (*Eriksen és mtsai, 2003*). Ezzel ellentétes eredményeket kaptak *Kitayski és mtsai (2001)* háromujjú csüllő esetében, ugyanis a szülőknél adott kortikoszteron implantátum a tojásaikból kikelő fiókák táplálékkérő magatartását intenzívebbé tette. Füstí fecskék tojásába injektált kortikoszteron csökkentette az utódok súlygyarapodását, késleltette a teljes kitollasodásukat is, azonban a fészekalj mortalitása nem változott (*Saino és mtsai, 2005*).

A kortikoszteronnal injektált tojásokban fejlődő tyúkembriók mortalitása az inkubáció első hetében volt a legmagasabb, 15%-kal kaptak magasabb értéket,

mint a csak szesámolajjal kezelt kontroll tojásokban (*Janczak és mtsai, 2005*). *Lay és Wilson (2002)* igazolta, hogy a kortikoszteronnal injektált tojásokból kikelő kiscsibék agresszivitása csökkent, viszont a kezelés hatására a kiscsibék ember iránti félelme fokozódott (*Janczak és mtsai, 2005*).

Számos munka igazolta, hogy egy adott fajon, sőt egyeden belül a tojásméret gyakran változik és a tojások nagyságával arányosan nő azok szárazanyag- és energia tartalma (*Etches, 1995*). A tojásméret öröklődhetősége magas  $h^2$  értékű, habár a genetikai háttér adott, de különböző tartástechnológiai módszerekkel befolyásolható a tojássúly. Fontos a felnevelés alatti optimális testsúlygyarapodás, a helyes takarmányozás, hőmérséklet és a fényprogram. A túl nagyméretű tojások képződésének okai lehetnek, pl. a túlzott takarmánybevitel, vagy az alacsony hőmérséklet, mivel ekkor is fokozottabb a takarmány felvétel. A fényprogramok közül a megszakított világítási protokollnak vannak a tojássúly növekedésre ható tulajdonságai. Ugyancsak a tojás súlyának növekedését okozzák a felnevelés alatti rossz tartási körülmények, a helytelen, nem az életkornak megfelelő takarmányadagolás (*Hendrix Poultry Breeders, 2004*). Ezek a tartástechnológiai anomáliák részben stresszorként hathatnak.

A kaliforniai foltosoldalú gyíkban (*Uta stansburiana*) a krónikusan megemelkedett kortikoszteron koncentráció a tojás súlyának szignifikáns emelkedését hozta, függetlenül a lerakott tojások számától (*Sinervo és DeNardo, 1996*). Madarak esetében, tőkés récén figyelték meg, hogy a tojó hátára szerelt rádiótelemetriás adókészülék csökkentette a fészekalj nagyságát és emelte a tojássúly átlagát (*Pietz és mtsai, 1993*). Hasonló hatásokat tapasztaltunk saját korábbi vizsgálatainkban tőkés récén (*Szőke és mtsai, 2003*) és gyöngytyúkon (*Biczó és mtsai, 2004*), ahol a tojót ért „handling stressz” hatására emelkedett a tojássúly. Tojótyúk esetében, azonos méretű ketrecben, a létszám növelésével egyenes arányban áll a tojások méretének növekedése (*Appleby és Hughes, 1991; Bell, 1995*).

A fenti adatok arra utalnak, hogy létezik valamilyen összefüggés a kortikoszteron-koncentráció, a tojások mérete, illetve az embriófejlődés között ovipara fajokban. Jelen kísérletünkben arra kerestük a választ, vajon a mesterséges termékenyítés gyakorlata tojótyúk esetében stresszhatásként jelentkezik-e és így, következményesen, van-e hatása a tojássúly alakulására, a szik kortikoszteron-koncentrációjára és az embriófejlődésre.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### Állatok és tartásuk

28 New Hampshire tojótyúkot random két, kontroll (K) természetes párzású és kezelt (AI) mesterségesen termékenyített csoportra osztottunk. Mindkét csoportot azonos körülmények között, fülkés, mélyalmos tartástechnológiában, 13 órás megvilágítással és *ad libitum* takarmányozással tartottuk. A gyakorlatnak megfelelően, a tartási körülményekhez való adaptálódáshoz, valamint a kontroll csoportban a háremek kialakulásához szükséges időt (5 hét) biztosítottunk a kísérlet megkezdése előtt. A kísérleti csoport 14 tojóját, heti három alkalommal, friss spermával termékenyítettük. Az ondógyűjtést 6, ketrecben egyedileg elhe-

lyezett kakastól, közvetlenül az inszeminálásokat megelőzően, dorso-abdominalis masszázstechnikával (*Burrows és Quinn, 1937*) végeztük. A kevert spermát PBS-sel hígítottuk és 300 millió/tojójó koncentrációban inszemináltuk. A viszonylag nagy mennyiségű spermium használatára a lehető legtöbb termékeny tojás elérése érdekében volt szükség. A kontroll csoportban a párosításhoz 14 ♀, 2 ♂ ivararányt alkalmaztunk, és az állatoknak a lehető legnagyobb nyugalmat biztosítottuk.

### *Tojások kezelése*

Az első termékenyítést követő 3. naptól gyűjtöttük a tojásokat, jelöltük, egyedileg mértük, majd asztali keltetőgépben, 5 napig, 37,8 °C-on inkubáltuk. Az embriót, illetve embriókezdeményt fejlettségi állapotának meghatározása után eltávolítottuk, majd a tojásszik-mintákat a homogenizálást követően a szteroid analízisig mélyhűtőben, -20 °C-on tároltuk.

### *Embrió-vizsgálatok*

A keltetés ötödik napján végzett lámpázást követően azokat a tojásokat törtek fel, amelyekben normális embrionális fejlődés lámpázással nem volt megfigyelhető. A mintákat a következő csoportokba soroltuk:

- szabad szemmel terméketlen (*Kosin-teszt*) (*Kosin, 1965*),
- PD (positive development): mezoderma nélküli rendellenes fejlődés,
- BWE (blastoderm without embryo): embrió nélküli blasztoderma-fejlődés,
- D 1–4 (embryos died on the 1st-4th day of the incubation): 1–4. napos korban elhalt embriók.

Az első kategóriából a szabad szemmel terméketlenné tűnő csírákorongokat — a tényleges terméketlenség megállapítása céljából — kimetszettük, 0,9%-os NaCl oldatba helyeztük. Bonctúvel sztereomikroszkóp alatt a csírákorong sejtjeit leválasztottuk a szikhártyáról, tárgylemezre helyeztük, és propidium jodiddal (PI) (P4170, Sigma) festettük, majd fluoreszcens mikroszkóppal (Leica, 500x nagyítás) vizsgáltuk. A csírákorong vizsgálata alapján, a szemre terméketlen csírákorongú tojásokat, valódi terméketlen tojásokra és olyan termékeny tojásokra osztottuk, amelyben az embrió korán, feltehetően már a petevezetőben elhalt (DO, embryos died in the oviduct) (*Liptói és mtsai, 2004*).

### *Tojásszik kortikoszteron-analízisek*

A tojásszikból a kortikoszteront (B) Radio Immuno Assay (RIA) módszerrel határoztunk meg. A kortikoszteron kinyeréséhez diklórmétánt használtunk és az extrakciós visszanyerést 3H-kortikoszteronnal teszteltük. Az átlagos visszanyerés 68,99±7,63% volt. Az analízis 2,5 mg tojássziknek megfelelő extraktumból történt (*Szőke és mtsai, 2005a*).

### *Statisztikai analízis*

A tojásszik szteroid tartalmának összehasonlításához ANOVA analízist F-próbát, illetve a két-két középérték összehasonlításához kétmintás t-próbát



alkalmaztunk. A tojássúlyok statisztikai összehasonlításához is kétmintás t-próbát használtunk. A tojássúly és szikben mérhető kortikoszteron összefüggéseinek ellenőrzésére lineáris korreláció-számítást végeztünk (Microsoft Excel, 98).

## EREDMÉNYEK ÉS MEGBESZÉLÉSEK

### *Az embriógenesis alakulása a két csoportban*

Az 1. ábrán az embrionális rendellenességek (elhalt és rendellenes fejlődésű embriók) aránya látható a két csoportban. A kísérlet 1. hetében mindkét csoportban azonosan alakul az embrionális rendellenességek aránya. Ennek a magyarázata egyrészt, hogy mindkét csoportban azonosak voltak a fiziológiai alapértékek, másrészt feltehetőleg a szisztémásan megemelkedett kortikoszteron koncentráció még nem jutott át a szikbe, mivel ismert, hogy a szikanyag legnagyobb mennyisége az ovulációt megelőző 72 órával épül be (Romanoff és Romanoff, 1949). A második héttől a kezelt csoportban tapasztalható egy erőteljes emelkedés az 5. hétig, majd a 6–7. hétre visszatért az eredeti fiziológias szintre, azaz ekkorra minden embrió élő és normális fejlődést mutatott. A kontroll csoportban ez az érték 0–2% között fluktuált. A stressz hatására megemelkedett embrió mortalitást alátámasztják Hayward és Wingfield (2004) eredményei, melyek szerint a kortikoszteronnal implantált tojók utódai rosszabbul keltek, mint kontroll társaikéi. Biczó és mtsai (2004) is hasonló hatást találtak gyöngytyúkra, ahol az ún. „handling stressz” mintegy 15%-kal csökkentette a kelési százalékot, ugyanez tőkés récében 20%-os csökkenést jelentett (Szőke és mtsai, 2003, 2004b, 2005b).

1. ábra: Az embrionális rendellenességek aránya

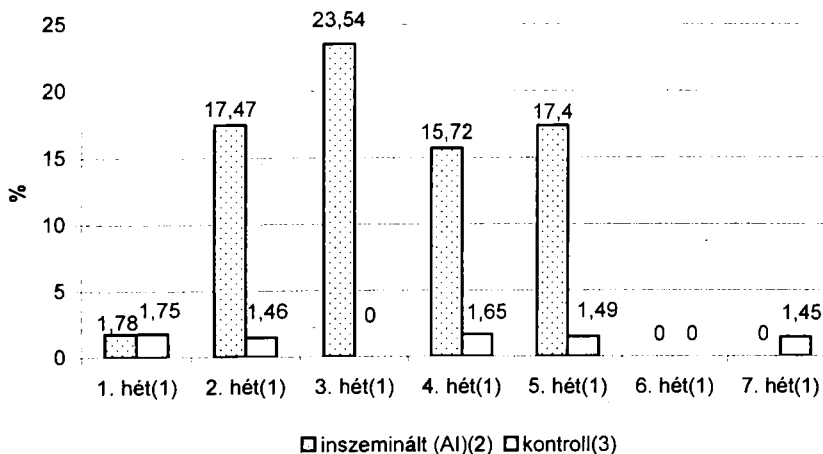


Fig 1. Rate of embryonic abnormalities week(1), inseminated (AI)(2), control(3)

Leggyakoribb rendellenesség a PD volt (1. táblázat), és hasonló eredményeket kaptak Varga és mtsai (2005) mélyhűtött ondóval történő termékenyítést követően.

1. táblázat

## Különböző embrionális rendellenességek (%)

	Hetek(1)						
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
PD	1,78	6,34	8,83	8,6	4,35		
BWE					4,35		
D3		1,59	2,95				
D4			5,88		4,35		
Torz(2)		1,59					
Lassú fejlődésű(3)		3,17		1,72	2,17		
DO (PI festés)(4)		4,78	5,88	5,4	2,18		
Összesen(5)	1,78	17,47	23,54	15,72	17,4	0	0

Table 1.: Different embryonic abnormalities (%) weeks(1), abnormal(2), retarded development(3), DO (PI staining)(4), total(5)

## A tojássúly változásai

A mesterséges termékenyítés hatására, a kezelt csoportban átlagosan egy grammal növekedett a tojássúly a kontrollhoz képest (2. táblázat), azonban, ha a tojásokat szétválasztottuk élő, normál fejlődést mutató, illetve elhalt vagy abnormális embriót tartalmazó tojásokra, akkor már nagy különbség adódott a csoportok között, nevezetesen az abnormális fejlődést mutató tojások súlya átlagosan 4–5 grammal emelkedett a kezelt csoportban (3. táblázat). A tojás súlyának növekedésével párhuzamosan nőtt a tojás átmérője, azaz csökkent a tojásindex. Adataink szerint a tojásszik tömege nőtt meg, hasonlóan Etches (1995) korábbi megállapításával, mely szerint a tojássúly emelkedése egyenes arányban áll a szik növekedésével.

2. táblázat

## Átlagos tojássúly az első 7 hétben

	Kontroll csoport(1)	Inszeminált AI csoport(2)
Tojássúly, g(3)	61,72±2,71(n=100)	62,99±5,06 (n=301)

Table 2.: Average weight of eggs in the first 7 weeks control group(1), inseminated AI group(2), egg weight, g(3)

3. táblázat

## A normális embriót, illetve rendellenes vagy elhalt embriót tartalmazó tojások súlya az inszeminált csoportban

	Normál embriófejlődést mutató tojások(1)	Abnormális és elhalt embriót tartalmazó tojások(2)
Tojássúly, g(3)	60,33±4,69 (n=164)	65,51±5,19 (n=38)

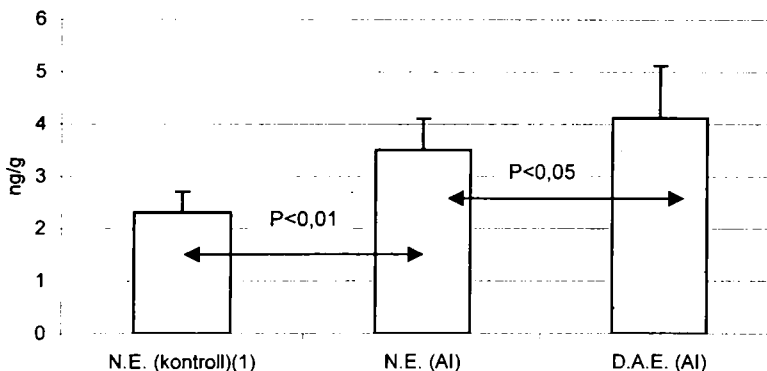
Table 3.: Average weight of normal and abnormal embryo containing eggs in the first 7 weeks in the AI group normal embryos containing eggs(1), abnormal and dead embryos containing eggs(2), egg weight, g(3)

Korábbi vizsgálatainkban hasonló jelenséget tapasztaltunk tőkés réce (*Szőke és mtsai, 2004a, 2005b*) és gyöngytyúk esetében (*Biczó és mtsai, 2004*), tehát a „handling stressz” és a tojássúly növekedés összefüggésben állnak egymással. Ezen eredmények megerősítik *Pietz és mtsai (1993)* vadkacsákon végzett korábbi vizsgálatait is.

#### A tojásszík kortikoszteron tartalma

Párhuzamosan a tojássúly növekedésével, a mesterséges termékenyítés, mint handling stressz szignifikánsan (t-teszt,  $P < 0,01$ ) megemelte a szik glükokortikoid tartalmát. Ebben az esetben is különbséget találtunk az élő normális fejlődést mutató és az abnormális fejlődésű embriókat tartalmazó tojások között, hiszen az utóbbi tojásokban szignifikánsan (t-teszt,  $P = 0,05$ ) magasabb koncentrációkat mértünk (2. ábra).

2. ábra: A szik-kortikoszteron koncentráció alakulása



N.E.: normál embriófejlődés(2), D.A.E.: elhalt, illetve abnormális fejlődést mutató embrió(3)

Fig 2.: Yolk corticosterone concentrations in the control and AI groups control(1), normal embryonic development(2), dead and abnormal developed embryos(3)

Pozitív korrelációt ( $r = 0,65$ ) találtunk a megemelkedett tojássúly és a szikbe deponált kortikoszteron koncentráció között (3. ábra), valamint a megemelkedett kortikoszteron koncentráció és az embrió-abnormalitás között is (2. ábra).

*Janczek és mtsai (2005)* hasonló eredményre jutottak tyúktojásokba történő kortikoszteron-injektálással, ami átlagosan 15–20%-kal csökkentette a kelési sikert, és ezt az értéket döntően a korai embrió-elhalás adta. Gyöngytyúkon, illetve tőkés récén végzett korábbi saját vizsgálatainkban, a „handling stressz” hatására, a tojókban megemelkedett kortikoszteron-koncentráció megjelent a tojásszíkban is, és ezzel párhuzamosan a tojássúly is emelkedni kezdett. Hasonló eredményeket írtak le korábban a kaliforniai foltosoldalú gyikra is (*Sinervo és DeNardo, 1996*), azonban kanáriban ezt a mechanizmust nem tudták igazolni, mivel a kortikoszteron-implantált tojók tojásainak súlyában nem volt statisztikailag igazolható változás (*Salvante és Williams, 2003*).

3. ábra: A tojássúly és szik-kortikoszteron koncentráció közti összefüggés

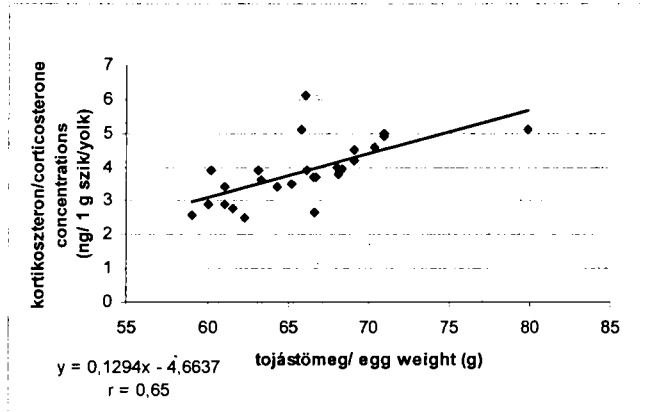


Fig. 3.: Correlation between the egg weight and corticosterone level in yolk

Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a kortikoszteron szerepe a tojás-méret alakulásában, a különböző fajokban eltérő lehet.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Jelen vizsgálat megerősítette azokat a korábbi, különböző eredményeket, miszerint maternális stressz hatására a tojó képes befolyásolni a tojásszik kortikoszteron-tartalmát, ami hatással van a képződő tojás tömegére, sőt az *in ovo* fejlődő embrióra is. Jelen tanulmány igazolta, hogy a mesterséges termékenyítés kezdetben kimutatható stresszként hat a tojóra. Az adaptációs képesség eredményeként a stressz okozta rendellenességek elmaradtak a termékenyítések bevezetése után 6 héttel, tehát a gyakori inszeminálási procedúrához való hozzászokás kb. másfél hónapot igényelt.

## IRODALOM

- Appleby, M.C. – Hughes, B.O.(1991): Cages modified with perches and nests for the Improvement of bird welfare. World's Poult. Sci. J., 46. 1. 38–40.
- Bell, D.D.(1995): A cage study with laying hens. Proc. of Animal Behavior and the Design of livestock and Poultry Conf., Northeast Regional Agricultural Service, NRAES-84, 307–319.
- Biczó, A. – Szőke, Zs. – Péczely, P.(2004): Effects of handling and ether inhalation on the steroidal and reproductive parameters of guinea hens (*Numida meleagris*). Proc. 22nd World's Poult. Congr., Istanbul, Turkey, Poster M3-16. 1330.
- Burrows, W.H. – Quinn, J.P.(1937): The collection of spermatozoa of domestic fowl and turkey. Poult. Sci., 16. 19–24.
- Eriksen, M.S. – Haug, A. – Torjesen, P.A. – Bakken, M.(2003): Prenatal exposure to corticosterone impairs embryonic development and increases fluctuating asymmetry in chickens (*Gallus gallus domesticus*). Br. Poult. Sci., 44. 690–697.
- Etches, R.J.(1995) Reproduction in poultry. CAB International, Wallingford UK., 30.
- Hayward, L.S. – Wingfield, J.C.(2004): Maternal corticosterone is transferred to avian yolk and may alter offspring growth and adult phenotype. Gen. Comp. Endocr., 135. 3. 365–371.
- Hendrix Poultry Breeders(2004):

- Janczek, A.M. – Braastad, B.O. – Bakken, M.(2005): Behavioural effects of embryonic exposure to corticosterone in chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, In Press, Corrected Proof, Available online
- Kitaysky, A.S. – Wingfield, J.C. – Piatt, J.F.(2001): Corticosterone facilitates begging and affects resource allocation in black-legged kittiwake. *Behav. Ecol.*, 12. 619–625.
- Kosin, I.I.(1965): The accuracy of the macroscopic method in identifying unincubated germ discs. *Poult. Sci.*, 24. 281–295.
- Lay, D.C. Jr. – Wilson, M.E.(2002): Development of the chicken as a model for prenatal stress. *J. Anim. Sci.*, 80. 1954–1961.
- Lipar, J.L.(2001): Yolk steroids and the development of the hatching muscle in nestling European Starlings. *J. Avian Biol.*, 32. 231–238.
- Liptói, K. – Varga, A. – Hidas, A. – Barna, J.(2004): Determination of the rate of true fertility in duck breeds by the combination of two *in vitro* methods. *Acta Vet. Hung.*, 52 2. 227–233.
- Pietz, P.J. – Krapu, G.L. – Greenwood, R.J. – Lokemoen, J.T.(1993): Effects of harness transmitters on behavior and reproduction on wild mallards. *J. Wildlife Management*, 57. 4. 696–703.
- Rettenbacher, S. – Möstl, E. – Hackl, R. – Palme, R.(2005): Corticosterone in chicken eggs. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1046. 193–203.
- Romanoff, A.L. – Romanoff, A.J.(1949): *The Avian Egg*. Academic Press, New York
- Rubolini, D. – Romano, M. – Boncoraglio, G. – Ferrari, R.P. – Martinelli, R. – Galeotti, P. – Fasola, M. – Saino, N.(2005): Effects of elevated egg corticosterone levels on behavior, growth, and immunity of yellow-legged gull (*Larus michahellis*) chicks. *Horm. Behav.*, 47. 592–605.
- Saino, N. – Romano, M. – Ferrari, R.P. – Martinelli, R. – Møller, A.P.(2005): Stressed mothers lay eggs with high corticosterone which produce low-quality offspring. *J. Exp. Biol.*, 303. 11. 998–1006.
- Salvante, K. – Williams, T.(2003): Effects of corticosterone on the proportion of breeding females, reproductive output and yolk precursor levels. *Gen. Comp. Endocr.*, 130. 205–214.
- Schwabl, H.(1993): Yolk is a source of maternal testosterone for developing birds. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 90. 11446–11450.
- Sinervo, B. – DeNardo, D.(1996): Costs of reproduction in the wild: path analysis of natural selection and experimental tests of causation. *Evolution*, 50. 1299–1313.
- Szöke, Zs. – Biczó, A. – Barna, J. – Péczely, P.(2005a): Szteroidhormonok tojásszikkból történő meghatározása, mint a stresszhatások és az "anyai befektetés" diagnosztikai lehetősége madarakban. Proc. "Vadállatok szaporodásbiológiája, állatkerti tenyésztési programok" Konferencia, Budapest, 18–20.
- Szöke, Zs. – Biczó, A. – Péczely, P.(2004a): Effect of handling stress on the egg production and some egg-parameters. Proc. 8th International Symposium on Avian Endocrinology, Phoenix, AZ, USA, P77.
- Szöke, Zs. – Ferenczi, Sz. – Biczó, A. – Péczely, P.(2004b): Effect of maternal handling stress on the steroid deposition into the yolk and on the offsprings. Proc. 8th Int. Symp. Avian Endocrinology, Phoenix, AZ, USA, P78.
- Szöke, Zs. – Ferenczi, Sz. – Ádám, D. – Biczó, A. – Péczely, P.(2003): Maternális stressz hatása a szikbe deponált szteroidokra és az utódok szomatikus tulajdonságaira tőkés récében (*Anas platyrhynchos*). *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 52. 2. 180–188.
- Szöke, Zs. – Ferenczi, Sz. – Biczó, A. – Péczely, P.(2005b): A tojót ért stressz hatása a tojásszikkbe deponált szteroidokra és utódaira. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 54. 3. 255–264.
- Varga, Á. – Végi, B. – Szöke, Zs. – Liptói, K. – Várkonyi, E. – Lennert, L. – Barna, J.(2005): A spermiumok élet- és termékenyítőképességének alakulása a mélyhűtési protokoll során foglyszínű magyar kakasokban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 54. 3. 293–302.

Érkezett: 2006. február

Szerzők címe: Szöke, Zs. – Végi, B. – Varga, Á. – Lennert, L.-né – Barna, J.: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, Baromfi Szaporodásbiológiai Osztály

Authors' address: Research Institute for Animal Breeding and Nutrition, Dept. of Avian Reproduction H-2100 Gödöllő, Isaszegi út 417.

Péczely, P.: Szent István Egyetem, Szaporodásbiológiai Laboratórium  
Szent István University, Lab. of Reproductive Biology  
H-2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

## KÖNYVISMERTETÉS

A 2004-ben *Bodó I. – Ernst J.* összeállításában megjelent „**Régi magyar méneskönyvek**” című kiadványt, 2005-ben továbbiak követték. *Mihók Sándor* szerkesztésében a Kisbéri és Gidrán Lótenyésztési Országos Egyesület, illetve a Póni és Kislótenyésztők Országos Egyesülete kiadásában, megjelent a Gidrán Méneskönyv (1855–2005), a Haflingi Méneskönyv (1976–2005), a Welsh Méneskönyv (1986–2005) és a Turjaremetei Hucul Méneskönyv (1923–1944).

A gidrán tenyésztő bizottság elnöke, *Mihók Sándor* azt írja, hogy ez a szó, gidrán, százötven éve fogalom a magyar lótenyésztésben. A méneskönyv előszavában rövid történeti áttekintést kap az érdeklődő a gidrán fajtáról egészen 1816-ig visszamenőleg, majd a Kisbéri és Gidrán Lótenyésztő Országos Egyesület alapszabálya kerül ismertetésre. A továbbiakban a fajta fenntartásában szerepet játszó aktív ménnek, majd a fajta élő kancái, kancacsaládok szerinti csoportosításban, születési évük sorrendjében szerepelnek.

A Haflingi Méneskönyv előszavában *Mihók Sándor* ügyvezető tenyésztésvezetőként a XX. század elejétől (1904) ismerteti a fajta történetét, majd indokolva a méneskönyv megjelentetését azt írja: „ez a méneskönyv az egyesületi munka szemléletes külső megnyilvánulása mellett a hazai tenyésztés dokumentálásának egyetlen hiteles formája, a fajta megbecsülésének kinyilvánítása”.

„A Welsh Méneskönyvvel, *Dr. Ócsag Imre* egyetemi tanár, egyesületünk első elnöke emlékének adózunk” írja előszavában *Mihók Sándor*. A Póni és Kislótenyésztők Országos Egyesülete alapszabálya, majd a Welsh pónilófajta tenyésztésének szabályzata, az A és B változatú, a welsch fajta fenntartásában szerepet játszó ménnek és kancák törzslapjai kerülnek ismertetésre.

A Hucul Méneskönyv faksimile kiadvány, ami a 1923–1944 között vezetett turaremetei hucul méneskönyvről készült, és az érdeklődők számára rendkívül hasznos és érdekes információkat nyújt.

Mind a négy méneskönyv rendkívül igényes küllemmel készült, és méltó a szűkebb és tágabb szakmai körök elismerésére.

*Gundel János*

## EGÉR KIMÉRA UTÓDOK LÉTREHOZÁSA INJEKTÁLT ÉS MÉLYHŰTÖTT BLASZTOCISZTÁKBÓL\*

POLGÁR ZSUZSANNA — BODÓ SZILÁRD — KOBOLÁK JULIANNA — SOLOMON MAMO — TÁNCOS ZSUZSANNA — TÓTH SZABOLCS — GÖRHÖNY BOTOND — DINNYÉS ANDRÁS

### ÖSSZEFOGLALÁS

Biológiai kísérleti rendszerekben gyakran előfordul, hogy nem áll rendelkezésre megfelelő számú recipiens állat a kísérletben létrehozott embriók beültetéséhez. Ilyen esetekben rendkívül hasznos, ha rendelkezésre áll egy megbízható embrióátrolási rendszer.

A kísérleti rendszerben, a szerzők, 69 blasztociszta stádiumú embriót injektáltak ES sejtekkel egér kiméra utódok létrehozására. Hat-nyolc hetes korú szuperovuláltatott, ICR nőtényekből blasztocisztákat nyertek ki. A blasztociszta-injektálást Piezo mikroinjektor segítségével hajtották végre. Az embriók blasztoaljébe 10–12, ép membránnal rendelkező ES sejtet injektáltak be. Az ES-klónokat két génkiültött sejtvonallal (R1, HM-1) elektroporált kionjaiból válogatták, PCR analízist követően.

A mikromanipuláció után 35 embriót vitrifikáltak, és 34 injektált blasztocisztát még frissen, vazektomizált hímekkel pároztatott, álvemhes ICR recipiens nőtényekbe ültettek.

A vitrifikációs eljárás során 6,5 M glicerolt tartalmazó úgynevezett VS3 vitrifikációs oldatot használtak. Az embriókat 0,25 ml-es műszalmákba töltötték és folyékony nitrogénben tárolták a beültetés napjáig.

Hat, 6–8. hetes korú, álvemhes ICR recipiens nőténybe, egyoldali uterus-transzferrel ültettek 8–14 injektált, illetve injektált mélyhűtött-felolvasztott blasztocisztát.

A beültetést követő 19–21. napon, a mélyhűtés nélküli embriók 38,24%-a, a mélyhűtötték 39,29%-a született meg ( $P > 0,005$ ,  $\chi^2$  teszt). A nem mélyhűtött blasztocisztákból született egerek 46,15%-a, a nitrogénben tároltak 36,36%-a volt kiméra.

Mivel a mélyhűtés nélküli kontroll csoporthoz képest nem tapasztaltak jelentős eltérést a született utódok arányát tekintve, megállapítható, hogy az alkalmazott vitrifikációs eljárás alkalmas mikromanipuláción átesett embriók hosszú távú tárolására.

### SUMMARY

*Polgár, Zs.Ms. – Bodó Sz. – Kobolák, J.Ms. – Solomon, M. – Táncos, Zs.Ms. – Tóth, Sz. – Görhöny, B. – Dinnyés, A.:* PRODUCTION OF CHIMERIC MICE FROM INJECTED AND VITRIFIED BLASTOCYSTS

Recently a large number of knock out mice have been produce in many laboratories. Microinjection of embryonic stem (ES) cells into mouse blastocysts is one of the most important techniques for production of knockout or transgenic mice. In the biological experimental systems are eventuated to have no available recipients. In that case a dependable cryopreservation method is very important to keep the valuable embryos safe.

In the project 69 blastocysts were injected with ES cells to produce chimeric mice. ICR females (6-8 weeks old) were use to obtain blastocysts. The blastocyst injection was made by piezo-micromanipulator. Ten to twelve ES cells with intact membrane were injected into the blastocoel cavity. The ES clones were selected by PCR from two successful electroporeted cell lines (R1, HM1).

After the micromanipulation, 35 injected blastocysts were vitrified and 34 fresh injected blastocysts were transferred to pseudo-pregnant recipients. The cryopreservation method used VS3a solution which contain 6.5 M glycerol. The embryos were loaded into 0.25 ml plastic straws and kept in liquid nitrogen until the transfer day. One time 8-14 fresh or vitrified-thawed injected blastocyst were transferred directly one uterus horn of 6 pseudopregnant recipients.

\* A kutatást az OTKA T046171; NKTH BIO-00017/2002, TET TR3/03 támogatta

On the 19–21 pregnancy days, the transfer of the blastocysts to pseudopregnant recipients, 38.24% of the vitrified blastocysts and 39.29% of the fresh blastocysts were born as healthy young. ( $p > 0.005$  by  $\chi^2$  test). The efficiencies of coat chimera mice were 46.15% for the fresh blastocysts and 36.36% for the cryopreserved ones.

In the work, they have not observed big different between the rate of the cryopreserved and fresh blastocysts. This study demonstrated the vitrification method that was used could be successful for the long term storage of the injected mice blastocysts.

## BEVEZETÉS

Napjainkban transzgenikus és génkiütött (knock out, KO) egereket számos laboratóriumban állítanak elő. Transzgenikus állatok előállítása több módszerrel lehetséges. Az egyik legelterjedtebb eljárás a zigóta mikroinjektálás DNS oldattal. Azonban nem csak ezzel a módszerrel lehetséges egy, az utódokra tovább adódó genetikai módosítás létrehozása, hanem sejtvonalak segítségével is. Ilyenkor a Petri-csészében, *in vitro* körülmények között tenyésztett sejtek manipulálhatóak (pl.: elektroporálással, lipofekcióval, stb.), majd embrióba ültethetőek. Testi sejtek tenyésztésének manipulálásakor transzgenikus egyed csak a sejtmag-átültetéses klónozás révén nyerhető. Azonban embrionális őssejteket alkalmazva, azok blasztociszta stádiumú embriók blasztocöljébe injektálhatók. Az így bejuttatott sejtek képesek integrálódni a belső sejtcsomóba, majd az embrió szöveteivé differenciálódni, ún. kiméra állatot hozva létre. A homológ rekombináció lehetőségét kihasználva, pedig az ES sejtek hatékony rendszert képviselnek az ún. génkiütött állatok létrehozására is.

Az embriológiai kísérletekben gyakran előfordul, hogy nincs elegendő számú recipiens állat az embriók beültetéséhez. Habár egerek esetében is lehetőség van a recipiensek hormonális szinkronizálására, azonban ilyenkor jelentősen csökken az implantáció hatékonysága (*Ertzeid és Storeng, 2001*). Ezért a laboratóriumi gyakorlatban, az egerek természetes, négy napos, ivari ciklusát használják ki az álvemhes nőtények létrehozására. Ennek ellenére előfordul, hogy a vazektomizált hímekkel párosztatott nőtények közül nincs megfelelő számú recipiens nőtény. Ilyen esetekben rendkívül hasznos, ha rendelkezésre áll egy megbízható embriótárolási rendszer, amivel az embriók megőrizhetők a beültetésig.

Kísérleteinkben egy egyszerű embrió mélyhűtési metodikát (*Dinnyés és mtsai, 1996*) alkalmaztunk az injektált blasztocisztákon. Eredményeink alapján megállapítható, hogy az alkalmazott vitrifikációs eljárás alkalmas a mikromanipuláción átesett embriók hosszú távú tárolására.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

### *ES sejtek tenyésztése*

A sejtek tenyésztését Nagy és mtsai (2003) kézikönyvében közölt protokollját követve végeztük, az alábbiak szerint. Az ES sejtek differenciálatlan állapotban való fenntartásához mitomicin C antibiotikum kezelt (Sigma, 10  $\mu\text{g/ml}$ ),



13,5 napos egér embrió kötőszövetes részeiből származó embrionális fibroblaszt (MEF) tápláló sejtréteget használtunk. A sejteket DMEM médiumban (Gibco) tenyésztettük, 15% FCS kiegészítés mellett (Hyclone). A médium L-glutamin (Gibco; 2mM),  $\beta$ -merkaptoethanol (Sigma; 0,1 mM), Na-piruvát (Gibco, 1mM) nem esszenciális aminosav (Sigma, 10mM), penicillin (Gibco, 50 U/ml), streptomycin (Gibco, 50 $\mu$ g/ml) és rekombináns egér Leukémia Inhibitor Faktor (ESGRO-LIF; Chemicon; 1000 U/ml) kiegészítést tartalmazott. A sejteket kétnaponta passzáltuk át Tripszin:EDTA (0,25% tripszin; Gibco) kezelést végezve, új mitomicin C kezelt fibroblaszt sejtrétegre, az optimális sejtszám beállítását követően.

### *ES sejtek elektroporálása, KO klónok létrehozása*

Az elektroporáláshoz a sejteket 800  $\mu$ l elektroporációs oldatban vettük fel,  $10^7$  sejt/ml koncentrációban. A sejtekhez ezt követően, a bevinni kívánt transzgén konstrukciót 20  $\mu$ l dH<sub>2</sub>O-ban felvéve kevertük hozzá, majd azonnal elektroporátor küvettába helyeztük (0,4 mm elektród távolság; BioRad) és elektroporáltuk (Genew Pulser X, BioRad; 240 V, 500  $\mu$ F, 250  $\Omega$ ).

Ezt követően a sejteket tenyésztő médiummal hatszoros térfogatra hígítottuk, majd mitomicin C kezelt MEF tápláló sejtréteget tartalmazó, 10 cm-es petricsészékre szélesztettük. Az antibiotikum szelekciót 48 óra múlva kezdtük meg (200  $\mu$ g/ml G418). A klónok szelektálása 2 hét elteltével kezdődött.

A szelektált klónokat sztereo mikroszkóp alatt (SZH, Olympus) mikropipetta segítségével emeltük ki egyedileg, 96-lyukú tenyésztőedénybe. A klónok felnövekedését követően a tenyészeteket 3 felé osztottuk, tripszinezést követően, ahol 1/3 rész PCR-analízisre került, 1/3 részt fagyasztásra, míg 1/3 részt további tenyésztésre használtunk fel. A PCR analízist a targetált szekvencia alapján tervezett primerekkel végeztük. A PCR pozitív klónokat a 96-lyukú tenyésztőedényből izoláltuk, majd 24-lyukú, végül pedig 6 cm-es Petri csészében tenyésztettük tovább, a szokásos ES-tenyésztési protokollt követve. A klónokat fagyasztáshoz és genomiális DNS izoláláshoz szaporítottuk fel, ahol a szokásos Southern-blot analízissel vizsgáltuk a génkiütés sikerét.

### *KO ES sejtek felhasználása kiméra előállításra*

A sejtek tenyésztése a sztenderd protokoll szerint történt (Nagy és mtsai, 2003). A 24 órával korábban passzált sejteken tripszines kezelést alkalmazva szuszpenziót készítettünk. A sejteket 10 cm-es Petri csészére szélesztettük 15 perc időtartamra (preplating). Ezt követően a le nem tapadó sejteket összegyűjtöttük, majd lecentrifugáltuk és a sejt-pelletet a blasztociszta injektáláshoz kialakított HEPES-pufferelt (Sigma) tápoldatban szuszpendáltuk fel. Ezt követően a sejszuszenziót jégre helyeztük 30 percre, majd injektáltuk azokat.

### *Egér embriók kinyerése*

Kísérleteinkhez, 6–8. hetes, szuperovuláltatott, a vemheség negyedik napján leölt ICR nőtények méhéből blasztocisztákat nyertünk ki. Az embriókat CZB médiumban kultiváltuk a mikromanipulációs beavatkozásig.

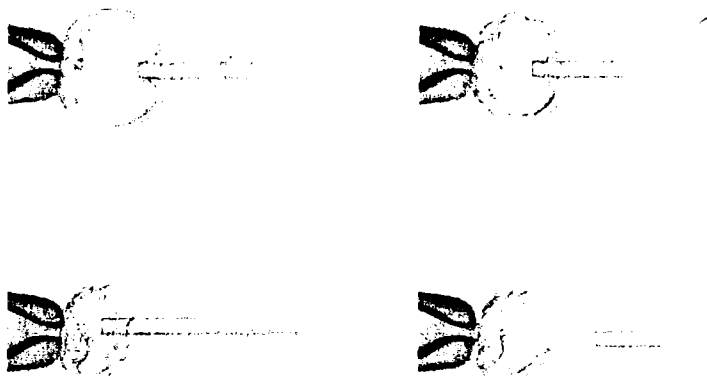
### A mikromanipulációs eljárás

A mikromanipulációhoz szükséges mikropipettákat — injektáló kapilláris és tartókapilláris — kapilláris húzó (Sutter) és mikrohúta (Narishige) berendezések segítségével állítottuk elő.

A mikromanipulációt szobahőmérsékleten végeztük CZB-Hepes médiumban, Olympus IX71 inverz mikroszkópra szerelt Narishige mikromanipulátorokkal.

A blasztociszta-injektálást Piezo mikroinjektor segítségével hajtottuk végre. Az embriók blasztocöljébe 10–12 ép membránnal rendelkező összejet injektáltunk be.

1. ábra: Blasztociszta-injektálás Piezo mikroinjektorral



A blasztocisztákat holder pipetta segítségével rögzítették, majd Piezo kapilláris segítségével injektálták a blasztocölbe az ES sejteket(1)

Fig. 1.: The procedure of blastocyst injection by Piezo microinjector

The blastocysts were immobilized on the tip of a holdig pipette and the Piezo pipette was pushed into the blastocoel cavity to load the ES cells.

Az összejete két génkiütött sejtvonalt (R1, HM-1) klónjaiból válogattuk, PCR analízist követően.

A munka során két ES sejtvonalt használtunk fel. Az R1 sejtvonalt (p9) egy torontói laboratóriumból kaptuk (Nagy és mtsai, 1993, 2003), valamint a HM-1 (p22) sejtvonalt, amelyet a Roslin Institute bocsátott a rendelkezésünkre (Magin és mtsai, 1992; McEwan és Melton, 2003).

### VS3a vitrifikáció

A vitrifikációs eljárás során 6,5 M glicerolt és 6% szarvasmarha szérumbumint (BSA) tartalmazó CZB-H oldatba, úgynevezett VS3a vitrifikációs oldatot használtunk. Az embriókat 20 percig 25%-os VS3a oldatban tartottuk szobahőmérsékleten ezután 65%-os VS3a oldatban átmostuk, majd 1 perc alatt

100% VS3a oldatban 0,25 ml-es műszalmákba töltöttük. A műszalmákat folyékony nitrogén gőzében 3 percig hűtöttük (kb.  $-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on) és végül folyékony nitrogénben tároltuk a beültetés napjáig. A felolvasztás során a műszalmát 10 másodpercig tartottuk levegőn, majd 10 másodpercre  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízfürdőbe helyeztük. A szalma végeinek levágása után az embriókat 0,5 M-os szacharóz tartalmazó CZB-H oldatba helyeztük 1 percre, majd 2-2 percre 0,25, illetve 0,125 M-os szacharóz oldatban átmostuk az embriókat. Ezután CZB-H oldatban maradtak az embriók a beültetésig.

### *Embrió beültetés*

Az embrió beültetéseket a *Hogan és mtsai* (1994) által leírtak szerint végeztük. Recipiensenként 6–8. hetes korú, álvemhes ICR nőtényt használtunk, 4–6 korai hólyagcsírárt ültettünk a baloldali méhszarvba. Az állatok altatásához 0,015 ml/testsúly gramm 2,5%-os AVERTIN-t használtunk. Egy ültetés alkalmával 8–14 frissen injektált, vagy injektálást követően mélyhűtött, majd később felolvasztott blasztocisztát transzferáltunk.

## EREDMÉNYEK

Kísérleti rendszerünkben 69 blasztociszta stádiumú embriót injektáltunk ES sejtekkel egér kiméra utódok létrehozására. A mikromanipuláció után 35 embriót vitrifikáltunk, és 34 injektált blasztocisztát még frissen, vazektomizált hímekekkel pároztatott, álvemhes ICR recipiens nőtényekbe ültettünk. A 34 kontroll injektált embrióból 13 (38,24%) született meg, míg a 34 mélyhűtött injektált embrióból a felolvasztás után 28 került beültetésre, amiből 11 (39,29%) született meg (1. kép).

1. kép: Kiméra utód



Picture 1.: Chimera progeny

A megszületett utódok közül a kontroll csoportban 46,15% lett kiméra, míg ugyanez a mélyhűtött-felolvasztott csoportban 36,36% volt (1. táblázat).

**Kiméra utódok létrehozása mélyhűtött illetve frissen beültetett injektált blasztocisztákból**

	Injektált blasztociszta(1)	Mélyhűtött (VS3a)(2)	Beültetett(3)	Élve született(4)	Kiméra(5)
Kontroll(6)	34	0	34	13/34 38,24%	6/13 46,15%
Mélyhűtött(2)	35	34	28	11/28 39,29%	4/11 36,36%

*Table 1.: Chimeric mice produced from vitrified and fresh ES injected blastocysts injected blastocysts(1), vitrified(2), transferred(3), live offsprings(4), chimeras(5), control(6)*

## KÖVETKEZTETÉSEK

Eredményeink alapján elmondható, hogy az a mélyhűtési metodika, amit alkalmaztunk, az injektált blasztocisztákon nem befolyásolta az élveszületett utódok arányát a kontroll csoporthoz képest (38,24% vv. 39,29%). Ezért az adott kísérleti rendszerben az alkalmazott vitrifikációs eljárás alkalmas mikromanipuláción átesett embriók hosszú távú tárolására.

A kimérák arányát tekintve a mélyhűtött csoporton belül 10%-kal csökkent a kimérák aránya a kontrollcsoportéhoz képest, azonban ez a különbség az alacsony egyedszám miatt statisztikailag nem volt igazolható.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönet mondani az állatházi gondozónak *Bara Sándorné Katalinnak*, valamint a labor asszisztenciának *Kungl Gyögyinek* és *Chelemen Mártának*.

## IRODALOM

- Dinnyés, A. – Carolan, C. – Lonergan, P. – Massip, A. – Mermillod, P.(1996) Survival of frozen or vitrified bovine blastocysts produced in vitro in synthetic oviductal fluid. *Theriogenology*, 46. 1425–1439.
- Ertzeid, G. – Storeng, R.(2001) The impact of ovarian stimulation on implantation and fetal development in mice. *Human Reproduction*, 16. 221–225.
- Hogan, B. – Beddigton, R. – Constantini, F. – Lacy, E.(1994): *Manipulating the mouse embryo. Laboratory Manual, Second Edition.* Cold Spring Hartor, Laboratory Press, NY, USA, 178–181.
- Magin, T.M. – McWhir, J. – Melton, D.W.(1992) A new mouse embryonic stem cell line with good germ line contribution and gene targeting frequency. *Nucleic Acids Res.*, 20. 14. 3795–3796.
- McEwan, C. – Melton, D.W.(2003) A simple genotyping assay for the Hprt null allele in mice produced from the HM-1 and E14TG2a mouse embryonic stem cell lines. *Transgenic Res.*, 4. 519–20.

- Nagy, A. – Gertsenstein, M. – Vinterstein, K. – Behringer, R.*(2003): Manipulating the mouse embryo. A laboratory manual. 3rd Edition. Cold Spring Harbour, NY, USA, Cold Spring Harbor Laboratory Press, 800.
- Nagy, A. – Rossant, J. – Nagy, R. – Abramow-Newerly, W. – Rode, J.C.*(1993): Derivation of completely culture-derived mice from early-passage embryonic stem cells. Proc Natl. Acad Sci., USA, 90. 8424–8428.

**Érkezett:** 2006. február  
**Szerzők címe:** Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpont, Állatbiológiai Intézet  
**Authors' address:** Agricultural Biotechnology Center (ABC), Department of Animal Biology  
H-2101 Gödöllő, Szent Györgyi A. u. 4.

## KÖNYVISMERTETÉS

Megjelent „**Livestock Production and Society**” (Állattenyésztés és a Társadalom) című könyv, *Geers, R. és Madec, F.* szerkesztésében, a Wageningen Academic Publishers kiadásában.

A könyv 307 oldal terjedelemben, három főrészből, húsz fejezetben, tudományos alapon foglalkozik az állattenyésztés és a társadalom kérdéseivel. Taglalja az élelmiszerbiztonság, az állati jólét és a környezetvédelem problémáit, a különböző területek neves szakembereinek közreműködésével.

A tudományos igényességgel megírt könyv szerzőgárdájának tagjai között magyar szakemberek is helyt kaptak.

A könyv első fejezete (*Windhorst, H.W.*) az európai regionális állat- és baromfitenyésztés rendszerével foglalkozik, a második fejezet a társadalomnak az állattenyésztéshez való hozzáállását taglalja (*Hodges, J.*). A harmadik, a fogyasztók élelmiszerbiztonsági ismereteivel, a negyedik az állatok tartásának etikai vonatkozásaival foglalkozik (*Szűcs és mtsai*).

A második rész az EU szabályozások társadalmi, közgazdasági hatásait taglalja, az állattenyésztés törvényeit, a környezeti előírásokat, a baromfi, elsősorban a tojástermelés direktíváit az EU-ban.

A könyv nagy hányadában az állati jólét és a termelés problémái kapnak helyet. Felteszik a szerzők (*Boiffin és mtsai*) a kérdést, „fenntartható mezőgazdaságé, vagy a fenntartható fejlődésé a jövő?” A környezet terhelése (nitrogén, foszfor, mikroelemek) a sertés- és tehén-tenyésztés révén, a tejelő tehenek környezetbarát takarmányozása, az ammónia-kibocsátás csökkentésének lehetőségei, trágyakezelés, stb. az egyes fejezetek témái.

Az állati jólét megítélése az állattenyésztésben a témája annak a fejezetnek, amit *Szűcs és mtsai* írtak és amelynek keretében arra a következtetésre jutnak, hogy a vásárlók egy része hajlandó többet fizetni a termékért, ha az állati jólét biztosított az adott termelési rendszerben. A tudománynak kulcsfontosságú szerepe van az állati jólét feltételeinek biztosításában, az elhelyezés, az állategészségügy, és a környezeti kutatások eredményeinek nyilvánosságra hozatalával.

A további fejezetek állatfajonként foglalkoznak az állati jólét kérdéseivel a termelésben, a tartásban, a szállításban és a vágásban, stb.

A szerkesztők azzal zárják utószavukat, miszerint bizonyított tény, hogy az állattenyésztés nagyon összetett tevékenység, a talajtól az élelmiszerig számos tudományág ismeretét és integrálását igényli ahhoz, hogy az emberi szükséglet minőségileg is kielégített legyen.

*Regiusné Mőcsényi Ágnes*

## AZ IVAR ÁTFORDÍTÁS LEHETŐSÉGÉNEK VIZSGÁLATA EGÉR KIMÉRÁK ALKALMAZÁSÁVAL\*

CARSTEA, VALER BOGDAN — LEMOS, ANA PAULA CATUNDA— ILIE, DANIELA —  
BODÓ SZILÁRD — KOVÁCS ANDRÁS — BŐSZE ZSUZSANNA — GÓCZA ELEN

### ÖSSZEFOGLALÁS

A kimérák fontos szerepet töltenek be az embrionális fejlődést befolyásoló genetikai változások tanulmányozásában. A munka annak igazolását tűzte ki célül, hogy egy nyolc-sejtes embrió egyetlen blasztomerje, tetraploid embrióval aggregáltatva, életképes utódot képes létrehozni.

A szerzők olyan kiméra embriókat hoztak létre, amiben egy GFP-t expresszáló nyolc-sejtes embriónak egyetlen blasztomerjét aggregáltattuk a GFP-t nem expresszáló tetraploid embrióval, vagy 8-sejtes diploid embrió hét sejtjével (a nyolc-sejtes embrióból egy blasztomert eltávolítottak, hogy meg tudják állapítani az embrió genotípusát). 84 olyan kiméra embrió került visszaültetésre, amelyekben XY-genotípusú EGFP-t expresszáló embrió egyetlen blasztomerjét aggregáltatták XX-genotípusú diploid embrióval ( $2n,XY/2n,XX$ ). Ebből 12 (14,3%) kiméra utód született. A megszületett utódok közt 11 (91,7%) hím, s csak egy nőstény (8,3%) utód volt. A kísérlet folytatásaként olyan kimérákat állítottak elő, amelyekben egy tetraploid embriót ( $4n$ ) aggregáltattak egyetlen diploid ( $2n$ ) blasztomerrel. 36 ( $2n,XY/4n$ ) olyan kimérát ültettek be, amelyekben XY-kromoszómát tartalmazó blasztomerrel aggregáltatták a tetraploid embriót. 5 élő utódot kaptak: melyek között 2 pár kettes iker volt. Azonos embrióból származó, 4 XX-blasztomer, és egy-egy tetraploid embrió felhasználásával létrehozott és beültetett 4 kimérából, identikus nőstény hármas ikrek születtek.

Az eredmények azt mutatják, hogy tetraploid gazda embrióval aggregáltatott, egyetlen blasztomerből is tud életképes utód születni. A kidolgozott módszert alkalmazva, előre meghatározott nemű, identikus hármas ikreket is sikerült létrehozni.

### SUMMARY

*Carstea, V.B. – Lemos, A.P.C.Ms. – Ilie, D.Ms. – Bodó, Sz., - Kovács, A. – Bősze, Zs.Ms. – Gócza, E.Ms.*: EXAMINATION OF THE OPPORTUNITY OF SEX REVERSAL USING MOUSE CHIMERAS

Chimeras play crucial role in analyzing the biological effects of genetic changes. In the study they wanted to demonstrate, that a single blastomere of 8-cell stage embryo, supported with a tetraploid embryo, is capable develop to healthy animal.

They produced chimeras by aggregating one single blastomere derived from sexed, GFP expressing, diploid 8-cell stage embryos, with tetraploid embryo, or by combining one diploid XY, GFP expressing blastomere, with a diploid, XX, 7-cell embryo (one blastomere from the 8-cell embryo was taken for sexing). From the transferred 84 ( $2n,XY/2n,XX$ ) aggregates they got 12 (14.3%) newborns, 11 (91.7%) males and one (8.3%) female. From the transferred 36 ( $2n,XY/4n$ ) aggregates, where one XY blastomere was combined with a tetraploid embryo, they got 5 living male newborns: 2 pairs of twins and one singleton. They transferred also 4 ( $2n,XX/4n$ ) chimera embryos, where one XX-blastomere was aggregated with a tetraploid embryo. We got a set of living female triplet from this aggregates.

They could demonstrate that a single blastomere of the 8-cell stage embryo is capable to develop into living newborn. They could obtain identical triplets derived from 3 blastomeres isolated from the same embryo.

\* A munkát az OTKA T037582 és a Tét RO-3/2002 pályázatok támogatták

## BEVEZETÉS

Munkánk során a szex-determináció folyamatának kezdeti lépéseit tanulmányoztuk egér kimérákat alkalmazva. A kimérák fontos szerepet töltenek be az embrionális fejlődés tanulmányozásában, a sejtek fejlődési potenciáljának vizsgálatában, a determináció folyamatának nyomon követésében, az embrionális korban ható mutációk feltárásában, ill. transzgenikus egyedek létrehozásában (*Tam és Rossant, 2003*).

Az, hogy az ES kimérák fejlődése során a szex-kimérák (XX/XY) ivari determinációja hogyan történik, még nem pontosan ismert. Az irodalomban eddig közölt adatok ellentmondásosak (*Tarkowski, 1998*), ezért az eddig leírt kísérleti eredményeket kiegészítendő, olyan kiméra embriókat hoztunk létre, ahol egy EGFP-t expresszáló (*Hadjantonakis és mtsai, 1998*), nyolc-sejtes, XY-genotípusú embriónak egyetlen sejtjét aggregáltattuk az EGFP-t nem expresszáló, XX-genotípusú embrió hét sejtjével. Azt szeretnénk volna megállapítani, hogy képes-e egyetlen XY-genotípusú blasztomer, egy női ivarú embrióval aggregáltatva, a létrehozott kiméra magzatban átfordítani annak ivarát, s tudnak-e életképes hím fenotípusú kiméra állatok szülni.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérletekben a CD1, illetve CD1/EGFP, 1,5 napos, két-sejtes egér embriókat szuperovuláltatott nőtények petevezetőjéből mostuk ki. Az embriókat 2,5 napos korig tovább tenyésztettük KSOM médiumban. A szuperovulációt 7 IU PMSG (pregnant mare serum gonadotrophin) intraperitoneális injekcióját követő 48. óra múlva 7 IU HCG (human chorionic gonadotrophin) adásával indukáltuk.

A kimérák előállításakor egy nyolc-sejtes embrió egyetlen sejtjét aggregáltattuk egy nyolc-sejtes embrió hét sejtjével. A nyolc-sejtes (2,5 napos) embriókat körülvevő zona pellucidát acid Tyrode's (pH: 2,5) oldattal távolítottuk el (*Nagy és mtsai, 2003*). A zona mentes 8 sejtes embriókat Ca- és Mg-mentes 0,1% BSA-val kiegészített PBS oldatba helyeztük 10 percre. Az embriókat alkotó blasztomereket egy vékony kapillárisal történő pipettázással választottuk el egymástól. Minden embrióból egyetlen blasztomert PCR csőbe helyeztünk, a többi blasztomert egyenként, kis KSOM médium cseppben, ásványi olaj alatt tartva inkubáltuk tovább.

Az PCR csőbe helyezett blasztomereket X- és Y- specifikus PCR reakciót alkalmazva genotipizáltuk (*Carstea és mtsai, 2005*). A PCR reakció eredményét néhány órán belül megkaptuk, és a szexálás eredményeként meg tudtuk mondani a különböző embriók genotípusát (XX vagy XY). Az eredmény ismeretében XX-genotípusú 7 sejtet tartalmazó, CD1 embriókat aggregáltattuk egy CD1/EGFP hím (XY) genotípusú blasztomerrel. A kiméra embriókat másnap recipiens állatokba ültettük.

A két-sejtes embriók blasztomerjeinek fúziójához a BLS Ltd., Hungary cég, CF-150B típusú elektrofúziós készülékét alkalmaztuk. A két-sejtes embriókat két platina elektród közé helyeztük, és egy elektromos impulzust kaptak. Az embrió két blasztomerje ennek hatására fuzionált és tetraploid embriók jöttek létre (*Nagy és mtsai, 1990*).



## EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A kísérlet első felében, egy EGFP-t expresszálo nyolc-sejtes, XY-genotípusú embrió egyetlen sejtjét aggregáltattuk egy EGFP-t nem expresszálo, XX-genotípusú embrió hét sejtjével (a nyolc-sejtes embrió egy sejtjét a genotípus megállapításához használtuk fel). Az így létrejött kimérák közül 84-et ültettünk vissza, ebből 12 kiméra utód született. A megszületett utódok közt csak egy nőtényt találtunk (1. táblázat). A nőtény szöveti sejtjeinek 10%-a expresszála az EGFP-t, PCR teszt alapján XX/XY genotípusú, fertilis szex kiméra volt, de az utódai közt nem találtunk EGFP-t expresszálot.

Kísérletünk folytatásaként olyan kimérákat állítottunk elő, ahol egy tetraploid embriót (4n) aggregáltattunk egyetlen diploid (2n) blasztomerrel. Olyan 2n/4n kimérát ültettünk be, ahol XY-blasztomerrel aggregáltattuk a tetraploid embriót. 5 élő utódot kaptunk (1. táblázat).

1. táblázat

### A beültetett kiméra embriók beágyazódást követő fejlődése

Kimérák típusa(1)	[XY(2n)(1-sejt)]/ [XX(2n)(7-sejt)](10)	[XY(2n)(1-sejt)]/ [(4n)(4-sejt)](11)	[XX(2n)(1-sejt)]/ [(4n)(4-sejt)](12)
Beültetett embriók száma(2)	84	36	4
Felszívódások aránya (Felszívódás/beültetett %)(3)	39 (46,4)	11 (30,6)	1 (25)
Újszülöttek aránya (Újszülöttek száma/beültetett %)(4)	22 (26,2)	11 (30,6)	3 (75)
Élő egerek száma (Élő egerek/beültetett embriók %)(5)	14 (16,7)	5 (13,9)	3 (75)
Kimérák száma(6)	12 (85,7)	5 (100)	3 (100)
Élő kimérák száma(7)	12	5 (A1, B2, A2, B1)	3 (C1,C2,C3)
Élő him kimérák száma (Hím/Kiméra %)(8)	11 (91,7)	5 (100)	0
Nőtény kimérák száma (Nőtény/Kiméra %)(9)	1 (8,3)	0	3 (100)

[XY(2n)(1-cell)]/[XX(2n)(7-cells)]: egy XY-genotípusú, EGFP-t expresszálo, 8-sejtes embrióból származó egyetlen blasztomer és XX-genotípusú 7-sejtes embrió aggregálásával létrehozott kiméra embriók(10)

[XY(2n)(1-sejt)]/[(4n)(4-sejt)]: egy XY-genotípusú, EGFP-t expresszálo, 8-sejtes embrióból származó egyetlen blasztomer és egy 4-sejtes tetraploid embrió aggregálásával létrehozott kiméra embriók. A1-B2, A2-B1 him újszülöttek egy-egy nyolc sejtes embrióból származó iker újszülöttek(11)

[XX(2n)(1-sejt)]/[(4n)(4-sejt)]: egy XX-genotípusú, EGFP-t expresszálo, 8-sejtes embrióból származó egyetlen blasztomer és egy 4 sejtes embrió tetraploid embrió aggregálásával létrehozott kiméra embriók. C1,C2,C3 nőtény újszülöttek egyetlen nyolc sejtes embrióból származó identikus hármastestvérek(12)

Table 1.: Postimplantation development of sexed diploid/diploid and diploid/tetraploid chimeric blastocysts

type of chimeras(1), number of transferred embryos(2), ratio of resorptions (resorptions/transferred %)(3), ratio of newborns (alive and stillborn mice/transferred %)(4), ratio of mouse born alive (alive mice/transferred %)(5), number of chimeras(6), number of chimeras born alive(7), ratio of male chimeras (male/chimera %)(8), ratio of female chimeras (female/chimera %)(9), [XY(2n)(1-cell)]/[XX(2n)(7-cells)](10): Blastomeres, derived from male, EGFP expressing, diploid 8-cell stage embryos [XY(2n)(1-cell)] were aggregated with female diploid 7-cell embryos [XX(2n)(7-cells)](10), [XY(2n)(1-cell)]/[(4n)(4-cell)](11): Male, EGFP expressing blastomeres, isolated from 8-cell embryos were aggregated with tetraploid carrier embryos. A1-B2, A2-B1 are identical male twins, derived from the same 8-cell embryos(11), [XX(2n)(1-cell)]/[(4n)(4-cell)](12): Female, EGFP expressing blastomeres, isolated from 8-cell embryos were aggregated with tetraploid carrier embryos. C1-C2-C3 females are identical triplet, derived from the same 8-cell stage embryos(12)

Azonos embrióból származó, XX-blasztomerek, és egy-egy tetraploid embrió felhasználásával létrehozott 4 kiméra embrióból három nőstény utód, identikus hármassikrek születtek.

Eredményeink azt mutatják, hogy egyetlen, az ICM-be beépülő XY-blasztomer jelenléte is elégséges lehet a kiméra embriók nemének átfordításához, azonban nem minden esetben kapunk hím fenotípusú szex-kimérákat. Igazoltuk, hogy tetraploid gazda embrióval aggregáltatott egyetlen blasztomerből is tud életképes utód születni. Az általunk kidolgozott módszert alkalmazva előre meghatározott nemű, identikus ikreket lehet létrehozni.

## IRODALOM

- Carstea, V.B. – Ilie, D. – Ghisa, G. – Lemos, A.P.C. – Bodó, Sz. – Kovács, A. – Góczy, E.*(2005): Masculinisation phenomenon in chimeric organisms. *Lucr. Stint. Zooteh. Bioteh.*, XXXVIII., ISSN 1221–5287., 757–762.
- Hadjantonakis, A.K. – Gertsenstein, M. – Ikawa, M. – Okabe, M. – Nagy, A.*(1998): Generating green fluorescent mice by germline transmission of green fluorescent ES cells. *Mech Dev.* 76. 1–2. 79–90.
- Nagy, A. – Gertsenstein, M. – Vintersten, K. – Behringer, R.*(2003): *Manipulating the mouse embryo: a laboratory manual*, 3rd ed. Cold Spring Harbor, NY: Cold Spring Harbor Press
- Nagy, A. – Góczy, E. – Diaz, E.M. – Prideaux, V.R. – Iványi, E. – Markkula, M. – Rossant, J.*(1990): Embryonic stem cells alone are able to support fetal development in the mouse. *Development* 110. 815–821.
- Tam, P.P.L. – Rossant, J.*(2003): Mouse embryonic chimeras: tools for studying mammalian development. *Development*, 130. 6155–6163.
- Tarkowski, A.K.*(1998): Mouse chimaeras revisited: recollections and reflections. *Int. J. Dev. Biol.*, 42. 903–908.

**Érkezett:** 2006. február

**Szerzők címe:** *Carstea, V.B. – Lemos, A.P.C. – Bodó, Sz. – Bősze, Zs. – Góczy, E.:*

**Authors' address:** Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpont, Állatbiológia Intézet  
Agricultural Biotechnology Center (ABC), Department of Animal Biology  
H-2100 Gödöllő, Szent-Györgyi Albert u. 4.

*Ilie, D.:* Faculty of Animal Science and Biotechnology  
Calea Aradului 119, Timisoara, 300645, Romania

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

# ÚTMUTATÓ A KÉZIRATOK ELKÉSZÍTÉSÉHEZ

Az Állattenyésztés és Takarmányozás kéthavonta megjelenő tudományos folyóirat, foglalkozik az állattermék-előállítás valamennyi ágával, beleértve az összes állatfajt, azok tenyésztését, tartását, takarmányozását és az életfolyamatokkal kapcsolatos minden kérdéskört. Közül 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) lektorálta, és amennyiben szükséges (ugyancsak anonim) visszaküldi a szerző(k)nek a végleges változat elkészítése érdekében.

Az elfogadott közlemények végső változatát elektronikus verzióban (3,5 HD/DD floppy vagy e-mail) és egy kinyomtatott példányban kell a szerkesztőség címére beküldeni. A közlés költségmentes, az első szerző 50 különlenyomatot kap.

Felvilágosítás a közléssel kapcsolatban, a szerkesztőségben:  
Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, 2053 Herceghalom, Gesztenyés u. 1.,  
Tel.: 23-319-133/225; FAX: 23-319-133/120; E-mail: jgundel@atk.hu vagy 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-reduced 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 anonymously) 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 (3.5 HD/DD floppy or E-mail) plus in one printed copies to the address of the editorial office. Publishing is free of charge, 50 reprints 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: +36-23-319-133/225; FAX: +36-23-319-133/120; E-mail: jgundel@atk.hu or 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):** GUNDEL János (Herceghalom)

**Szerkesztő (Editor):** REGIUSNÉ MŐCSÉNYI Ágnes (Herceghalom)

**A szerkesztőség tanácsadó testülete (Editorial advisory board):**

Elnök (President): BODÓ Imre

BREM, G. (Ausztria)	FÉBEL Hedvig (Herceghalom)	RAFAI Pál (Budapest)
HABE, F. (Szlovénia)	FÉSÜS László (Herceghalom)	RÁTKY József (Herceghalom)
HODGES, J. (Ausztria)	HORN Péter (Kaposvár)	SCHMIDT János (Mosonmagyaróvár)
NOBORU, M. (Japán)	INCZE Kálmán (Budapest)	SZABÓ Ferenc (Keszthely)
VERSTEGEN, M.W.A. (Hollandia)	KESERŐ János (Budapest)	SZAKÁLY Sándor (Pécs)
	KOVÁCS József (Keszthely)	SZERDAHELYI Károly (Budapest)
	MARTON István (Budapest)	VÁRADI László (Szarvas)
	MÉZES Miklós (Gödöllő)	VERESS László (Debrecen)
	MIHÓK Sándor (Debrecen)	ZSILINSZKY László (Budapest)

**Szerkesztőség,  
kiadóhivatal  
(Editorial and  
publisher 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>

**Felelős kiadó (Publisher):** RÁTKY József, főigazgató

HU ISSN: 0230 1814

A lap a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium tudományos folyóirata  
This is a scientific bimonthly journal of the Ministry of Agriculture and Regional Development

**A kiadást támogatja:** Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium  
(Sponsored by)

### Megjelenik évente hatszor

Előfizetési díj: 1 évre 4840,- Ft (ÁFA-val)

Kiadja és terjeszti Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet

Előfizethető a kiadónál, vagy átutalással az MNB 232–90174–0808 pénzforgalmi jelzőszámra  
Külföldön terjeszti a Batthyány Kultur-Press Kft., 1011 Budapest, Szilágyi Dezső tér 6.

T/F: 1–201–8891; 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

Készült az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézetben, Herceghalom (26/26)

A nyomda felelős vezetője: Kurucz István