

DOKTORI (Ph.D.) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

KAPOSVÁRI EGYETEM

ÁLLATTUDOMÁNYI KAR

Nagyállattenyésztési és Termelés technológiai Tanszék

A doktori iskola vezetője

DR. HORN PÉTER

MTA rendes tagja

Témavezető:

DR. STEFLER JÓZSEF

a mezőgazdaság tudományok kandidátusa

AZ EMBRIÓ-ÁTÜLTETÉS HATÁSA A HAZAI HOLSTEIN-FRÍZ
TENYÉSZTÉSÉBEN

Készítette:

SZABARI MIKLÓS

KAPOSVÁR

2008

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉS

Világjelenség, de sajnos hazánk sem kivétel a tekintetben, hogy a tejelő szarvasmarha-tenyésztés imponáló termelési eredményei gyengébb termékenységgel és a fitness-tulajdonságok romlásával járnak együtt.

A tradicionális állattenyésztési módszerek nyújtotta lehetőségek mára kimerülőben vannak, az általuk elérhető genetikai előrehaladás üteme lelassult. Ahhoz, hogy a hazai szarvasmarha-tenyésztés megőrizhesse a versenyképességét, elkerülhetetlen a modern tenyésztési eljárások alkalmazása, a jelenlegi rendszerbe történő adaptálása (DOHY, 1999). A korszerű biotechnikai eljárások több évtizede ismertek a szakemberek előtt. Ezek hazai elterjedése, különösen az embrió-transzfer (ET) tekintetében azonban elmarad a piaci vetélytársakétól (SOLTI, 2006). Ennek tükrében célszerű az ET eddigi tapasztalatait és eredményességét befolyásoló tényezőket elemezni. A tenyésztőknek szükségük van olyan információra, amely alapján dönteni tudnak a további fejlesztések üteméről és irányáról.

ET-ről akkor beszélünk, ha a donor szervezetéből még megtapadás előtt az embriót eltávolítják, majd megfelelő elbírálás után egy, az ivarzás azonos fázisában lévő fogadó állat (recipiens) méhébe ültetik át (HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993).

Az eljárást a nőivar a petesejt-kapacitása kiaknázásának céljából dolgozták ki. Szerepe a tejelő szarvasmarha-tenyésztésben azért is fontos, mert a nőivar tenyésztése napjainkra komoly veszélybe került. A termelésben eltöltött idő 2,3 laktáció (OSZA, 2008), amely alatt kevesebb, mint 2 üszőborjú nyerhető, ellehetetlenítve ez által a költséghatékony gazdálkodást, illetve a nőivar szelekcióját. Munkám során az embrió-átültetésnek a hazai holstein-fríz tenyésztésre gyakorolt hatását vizsgáltam. A hazai tenyésztői gyakorlatban sajnálatos módon elterjedt szemlélet, hogy az ET komplex

folyamatát az embriók beültetésének eredményességével, gyakorlatilag egy szaporodásbiológiai mutatóval értékelik.

Nyilvánvaló ugyanakkor, hogy az ET használata, hatással van a teljes populáció genetikai összetételére. Választ kerestem arra, hogy a biotechnikai eljárással létrehozott populációnak milyen mértékű a fölénye a hagyományos úton létrehozott egykorú istálló-társakkal szemben.

A doktori munkám során a hazai ET üzemi eredményeit és az ET programokban állatokkal rokoni kapcsolatban álló egyedek termelési és tenyésztési adatait használtam fel.

Vizsgálataim során a következő fő célkitűzéseket fogalmaztam meg:

1. Hogyan lehet maximalizálni a donoronkénti utódszámot üzemi körülmények között?
 - a) Befolyásolja-e a donorok életkora (tehén ill. üsző) a kinyerhető embriók számát illetve minőségét?
 - b) Van-e összefüggés a tejtermelés nagysága és az embrió-produkció mértéke között?
 - c) Mely szuperovulációs kezelés vezet a legjobb eredményre?
 - d) Hogyan alakul a szuperovulált donorok fogamzóképesége?
 - e) Befolyásolja-e az embriók minősége az embrió-átültetés sikerességét?
 - f) Befolyásolja-e a recipiensek életkora (tehén ill. üsző) a megtapadást?
 - g) Milyen hatással van a fagyasztás az embrió-átültetés eredményességére?
2. Milyen hatása van az ET-nek a hazai holstein-fríz populációra?
 - a) Növeli-e a nőivartól származó utódszámot?
 - b) Csökkenti-e a generációs intervallumot?
 - c) Milyen mértékű genetikai előrehaladást eredményez?

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2. 1 A donoronkénti utódszám és az ezt befolyásoló tényezők a hazai holstein-fríz állományban

A munka technikai részét egy magyarországi szakosított tejtermelő telepen végeztük ahol a 1998-2005 között a hazai embrió-mosások 70%-a valósult meg. Ez idő alatt 613 embrió-mosás, illetve 2633 embrió-beültetés történt. Az ET technikai értékeléséhez az embrió-átültetési jegyzőkönyvek adatait használtam fel.

2. 1. 1 A donorkiválasztás szempontjai

Donorként megfelelő származással és kimagasló saját termeléssel rendelkező állatok, illetve a bikanevelés kritériumait elérő tehenek (n=386) kerültek embrió-előállítási programokba. A tehenek mellett ET-ből származó, illetve értékes pedigréjú üszöket (n=227) is használtak donorként. A bika kiválasztása célpárosítás útján történt.

Az embriók kimosását és beültetését az istállókban végeztük. A donor és recipiens állatok nem részesültek különleges, egyedi takarmányozásban.

2. 1. 2 A szuperovulációs kezelés

A tehenek szuperovuláltatását FSH-val (OVAGEN, ICPbio) kétféle módszerrel végeztük. Az ivari ciklusuk *luteális* fázisának a közepén kezdődött a hormonális kezelés. Az egyik esetben a teheneknél 12 óránként adandó 8 oltásból álló (4 napon át, naponta kétszer), fix dóziséjú (2,5 ml; összesen 17,6 mg hatóanyag FSH), illetve a másik esetben csökkenő dóziséjú (első nap 2,0 ml; második nap 1,5 ml; harmadik nap 1,0 ml; negyedik nap 0,5 ml; összesen 8,8 mg hatóanyag FSH) szuperovulációs kezeléseket alkalmaztunk. Ez utóbbit javasolják BECZE ÉS MTSAL., (1991) is. Üszök esetében hasonló szisztéma szerinti oltásokat használtunk. Mindezek mellett

a donor méretéből eredően egy kisebb standard 2,0 ml dózisú oltást (összesen 14,18 mg FSH) is alkalmaztunk a szuperovuláció kiváltása céljából.

2. 1. 3 A szuperovuláltatott állatok termékenyítése, embrió-kinyerés

Az utolsó oltást követő órában majd 12 óra múlva történt a termékenyítés. A termékenyítés ismételhetőségéről, annak intenzitásának a függvényében, az inszeminátor döntött. A szuperovuláltatott tehenekből a termékenyítést követő 7. napon, vértelen módon, gumi mosó-katéterrel (Woerlein katéter, IMV) a donorok *sacrális-régióján* végzett *epidurális* érzéstelenítés alatt nyertük ki a képleteket.

2. 1. 4 A kinyert képletek osztályozása

A morula és blasztociszta embriókat hatvanszoros nagyításban, fénymikroszkóp (60X, OLYMPUS) alatt minősítettük. A rutinszerű munka során az embriók fejlettségét 5, minőségét 4 osztályba soroltuk LEHN-JENSEN (1986) munkája alapján.

2. 1. 5 Az embriók kezelése, mélyhűtése, beültetése

Az embriókat egyedileg, mikropipetta segítségével 0,25 ml-es műszalmába töltöttük. A műszalmazott embriók szükség szerinti fagyasztása etilén-glikolban történt (VOELKEL ÉS HU, 1992), programozható fagyasztóval (EUROTHERM). A műszalmákat előhűtött fagyasztóba helyeztük be. A kristályosodás indukálása (seeding) -7°C -on történt, a hűtési sebesség $0,3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ volt -30°C -ig. Ezt követően a műszalmákat folyékony nitrogénbe helyeztük (DOCHI ÉS MTSAL, 1998).

A fagyasztott műszalmák felolvasztása 37°C -os vízfürdőben történt 12 másodpercig. Ezt követte vértelen úton, a beültetésük. A friss és a fagyasztott embriókat közvetlen módon ültettük be, szinkronizált recipiensekbe.

2. 1. 6 Recipiensek kiválogatása, szinkronizálása

A recipiensek szinkronizálását 2 ml *im.* prosztoglandin analóggal (ESTRUMATE; 500 µg *cloprostenol*/állat) végeztük. Az állatok tartása és takarmányozása egységes volt. Miután a recipiensek között üszők (n=785) és tehenek (n=1848) is voltak, az értékelésnél módosított volt a kort, mint változót külön-külön és együtt is vizsgálni.

2. 2 Az ET-nek a holstein-fríz fajta generációs intervallumára és a tenyésztési előrehaladására gyakorolt hatását elemző vizsgálataim módszertani jellemzői

Az Országos Szarvasmarha Adatbázisból célszerű adatleválogatás után összesen 264 ET-ből származó egyed és 21810 rokon és istállótar termelési és tenyésztési adatait dolgoztam fel. A vizsgálatba csak azok az egyedek kerültek be, amelyek legalább 2 laktáción keresztül termeltek. Az elemzésben felhasznált pedigre 108313 egyedet tartalmazott. Az állomány pedigre teljessége 2,9 volt, tehát egy egyedről rendelkezésről álló származási információ közel 3 teljes generációval ekvivalens.

Az adatokat a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Állattenyésztési Igazgatóságának a Szarvasmarha-tenyésztési Osztálya bocsátotta a rendelkezésemre.

2. 3 Statisztikai értékelés

Elemzéseimben a 305 napra korrigált tejmenyiségre, tejsír- és tejfehérjemennyiségre (kg), az azokat befolyásoló tényezők hatását a SAS program STAT moduljával, „Proc GLM” módszerrel végeztem (SAS, 9.1, 2004).

A tejtermelés és az embrió-termelés közötti kapcsolat szorosságának és irányának leírására korrelációs számítást végeztem. Chi négyzet próbával vizsgáltam a különbséget az első osztályú embriók friss és a fagyasztott állapotban történő beültetésekor, a donor korának (üsző-tehén) a hatását az

embriók minőségére (jó-rossz), illetve az embriók (jó-rossz) minőségének hatását a megtapadás sikerességére. Szintén Chi négyzet próbával értékeltem a különböző életkorú (üsző-tehén) recipiens állatokba történő embriók megtapadásának az arányát. T-próbával hasonlítottam össze az ET-s, illetve a nem ET-ből származó generációs intervallum alakulását, illetve a különböző szuperovulációs kezelések eredményeinek átlagát.

A variancia-kovariancia komponensek becslése a VCE-5 (KOVAC ÉS GROENEVELD, 2003) programmal történt. A tenyészértékeket ismételhetőségi egyedmodell alkalmazásával a PEST UIUC V3.1 (GROENEVELD, 1990) szoftverrel végeztem, a variancia-kovariancia becslésnél kapott értékek felhasználásával.

Az ismételhetőségi egyedmodell a következő volt:

$$y = Xb + Za + Wpe + e, \text{ ahol}$$

y = a mért tulajdonság (305 napra korrigált tej kg, tejszír, tejfehérje kg)

b = fix hatások vektora, mint tenyészet, laktáció éve, ellés éve, ellés sorszám, ellés hónapja

a = additív genetikai hatás vektora

pe = tartós környezeti hatás vektora

e = reziduális, míg **X**, **Z**, **W** az előfordulási mátrixok.

Nem vitatható, hogy egy korrigált adatra (305 napos laktáció) alapozott értékelés nem a legyszerencsebb, de mivel a holstein-fríz állományok teljesítményének a megítélésében ez a mutató döntő szerepet játszik, az adat értékelése mellett döntöttem.

A pedigré rendezését, illetve a rokonsági kapcsolatok elemzését PEDIG szoftverrel végeztem (BOICHARD, 2002). A generációs intervallumot, szülők születési ideje és az utódok születési ideje közötti távolság számításával FALCONER (1989) szerint végeztem.

3. EREDMÉNYEK

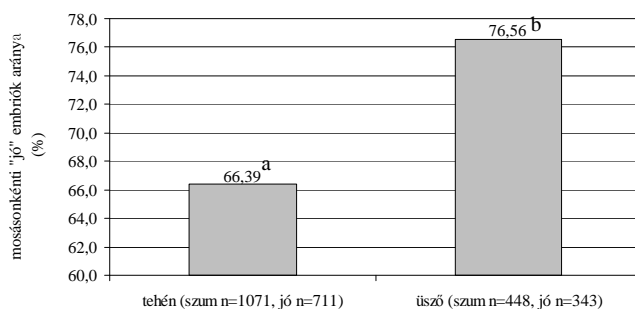
3. 1 A donoronkénti utódszámot befolyásoló tényezők

3. 1. 1 A donor kora

A vizsgált mosásokból (n=613) az üsző donorok aránya 37,03 % volt. A mosásonként nyerhető átlagos képletszám (ültethető embrió + egyéb képlet) 8,63. Ha az életkort (tehén vs. üsző), is figyelembe vesszük, akkor kiderül, hogy a kornak statisztikailag igazolt ($P < 0,01$) hatása van az átlagosan nyerhető képletek számára ($9,14 \pm 6,82$ vs. $6,8 \pm 6,45$). A tehéntől átlagosan 2, 29-dal több képlet nyerhető mosásonként, mint az üszőtől.

Az üsző donorok esetében a kinyert embriók minősége jobb (1. ábra).

1. ábra: Különböző donorkorcsoportoktól nyert első osztályú embriók aránya (n=1519)



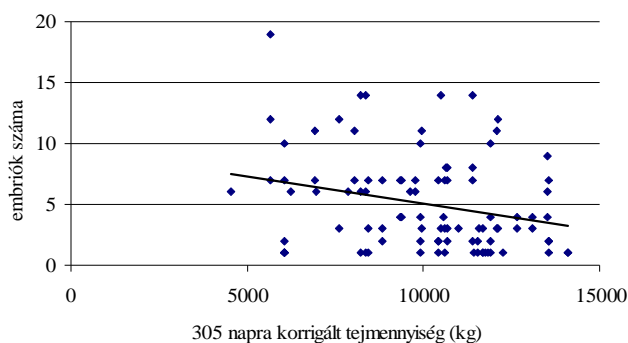
A különböző betűvel jelölt oszlopok között statisztikailag igazolt különbség van (Chi^2 próba $P < 0,001$).

Az üszőkből kinyert embriók között statisztikailag igazoltan ($P < 0,001$), nagyobb arányban van első osztályú, ép, hibátlan sejtszerkezetű, mint a tehén donoroktól nyert embriók között.

3. 1. 2 A donor tejtermelése és az embrió-produkció összefüggése

A donorok kijelölésénél a legkülönbözőbb tenyésztői megfontolások jöhetnek szóba, de a tejtermelés (tej kg, tejösszetétel) aligha hagyható figyelmen kívül. Ennek tükrében megvizsgáltam a donorok 305 napra korrigált tejtermelését (átlag: 10004,18kg) és az általuk termelt embriók számát (2. ábra).

2. ábra: A tejtermelés és az embrió-produkció összefüggése



$$y=-0,0004x+9,5026$$

A két tulajdonság között statisztikailag igazolt gyenge negatív összefüggést állapítottam meg ($r = -0,262$; $P < 0,01$). Hasonló megállapításra ($r = -0,35$) jutott NOVOTNY ÉS MTSAL. (2005) is. Mivel az ET a reprodukcióra irányuló biotechnikai eljárás, ezért nem meglepő ez a negatív összefüggés, hiszen a tejtermelőképeség és a reprodukció között az esetek többségében negatív összefüggést találtak.

Vizsgálatom eredménye megerősíteni látszik SEIDEL ÉS SEIDEL (1991) és BÉNYEI (2004) megállapításait és azt a feltételezést, hogy a nagy tejtermeléssel együtt járó hormonális hatások ebben a tekintetben is hátrányosak. Másrészt ez azt is jelenti, hogy a tejtermelés növelésére

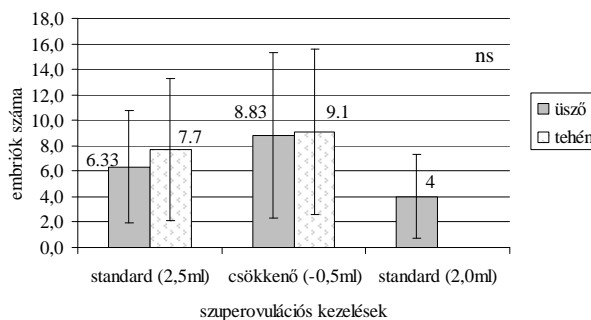
irányuló szelekció következtében a donorok embrió-produkciójának gyengülésére kell számítani.

3. 1. 3 A szuperovulációs kezelés hatása az embrió-produkcióra

Az embrió-átültetésnek, több évtizedes múltja ellenére, a szuperovulációs kezelés a legérzékenyebb pontja. A probléma lényege, hogy a hormonkezelésekre az állatok nagy egyedi érzékenységgel reagálnak, emiatt nehéz olyan standard szuperovulációs technológiát kidolgozni, amely a kívánatos mértékű peteleválást eredményezi. Ennek következménye a kinyerhető embriók, képletek számának nagy szórása. Az alkalmazott hormonális kezeléseknek hatása van az ET eredményességére, a nyerhető embrió számon keresztül.

Az eltérő kezelések nyomán az átlagos embriószám különböző volt. A standard-kezelés csak 7, 5-8 közötti átlagot produkált, míg a folyamatosan csökkenő hormon adagok 9 fölöttit (3. ábra). A nagy egyedi eltérések miatt a különbségek statisztikailag nem igazolhatóak.

3. ábra: Az alkalmazott szuperovulációs kezelés és a mosásonként nyerhető képletszám tehén és üsző donorok esetében



($P > 0,05$)

Üsző esetében szintén a csökkenő kezelés hozta a legjobb eredményt a két standard dózissal szemben. Ezek a különbségek azonban statisztikailag nem voltak igazolhatóak ($P > 0,05$). Mindezek mellett úgy tűnik, hogy a kezelés során felhasznált hormonmennyiség mérséklése nem okozza a kinyerhető embriók számának a csökkenését.

3. 1. 4 A szuperovuláltatott donorok fogamzóképesége

A termékenyítésnél felhasznált termékenyítőanyag mennyiségét, a szaporodásbiológiai értékelés során a vemhek számához tudjuk viszonyítani. Az így számolt termékenyítési-index alakulását, üsző és tehén donorokra összevontan a következő táblázatban mutatom be (1. táblázat).

1. táblázat: A termékenyítőanyag felhasználás alakulása ültethető embrióra, illetve megszületett borjúra vonatkoztatva

Donorok száma	Felhasznált termékenyítőanyag száma	Embriók száma	Vehem	Index ¹ (sperma/embrió)	Index ² (sperma/vehem)
247	437	998	271	0,44	1,61

Látható, hogy a „klasszikus” termékenyítési-indexnek minősülő „Index²” nagyon alacsony. Ha figyelembe vesszük azt, hogy a vizsgált időszakban a donorok túlnyomórészt tehenek voltak, akkor ez az eredmény felettebb kedvező, hiszen a gyakorlatban a tehenek sikeres termékenyítéséhez 3-4 közötti szaporítóanyag felhasználás szükséges.

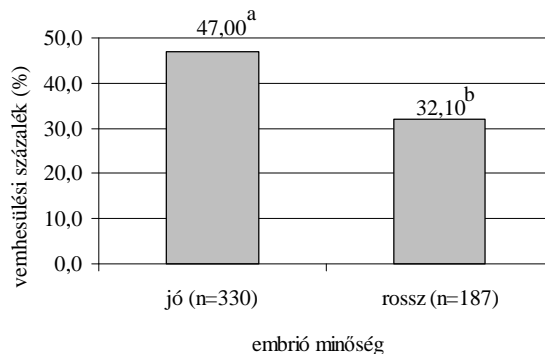
Eredményeim azt mutatják, hogy az ET jelentősen csökkenti a termékenyítési-indexet a szuperovulációs hormonkezelés miatt, illetve feltehetően az átlagon felüli szaporodásbiológiai szervíz folytán. Mindez

különösen fontos annak tükrében, hogy ilyenkor kiemelkedő genetikai értékű és meglehetősen drága termékenyítőanyagot használnak.

3. 1. 5 Az embriók minőségének hatása az ET eredményességére

Megpróbálván kiküszöbölni a minősítés során fellépő szubjektivitást, a minőségi osztályok egy részét összevontam. A „jó” és a „rossz” minőségű embrióknak a friss állapotban történő beültetés eredményességére gyakorolt hatását az 4. ábra mutatja be.

4. ábra: Az embrió minőségének a hatása a friss állapotban történő beültetés eredményére (n=517)



A különböző betűvel jelölt minőségi csoportok szignifikánsan eltérnek egymástól (Chi² próba P<0,005).

A „jó” embriók frissen történt beültetése során elért vemhesülési százalék szignifikánsan nagyobb, (47% vs 32,1%; P<0,005) mint a „rossz” embriók esetében.

Tendenciájában hasonló eredményeket kaptam a fagyasztás után beültetett embriók megtapadásában is, de itt a vemhesülési eredmények lényegesen gyengébbek (21,3% - 9,4%; P<0,005).

Az eredmények alapján megállapítható, hogy az embrió morfológiai minősége szignifikáns (P<0,005) hatással van a beültetés eredményességére. Ez a különbség fagyasztott és frissen felhasznált embriók esetében is igaz.

Ennek tudatában célszerű elvégezni az embriók fénymikroszkóppal történő előszelekcióját. Így lehetőség van arra, hogy átgondoljuk, melyik embrió kerüljön friss állapotban történő beültetésre, illetve fagyasztásra, felvállalván a mélyhűtési eljárásnak az embrióra gyakorolt vitalitás csökkentő hatását.

3. 1. 6 A recipiens életkorának és az ET eredményességének az összefüggése

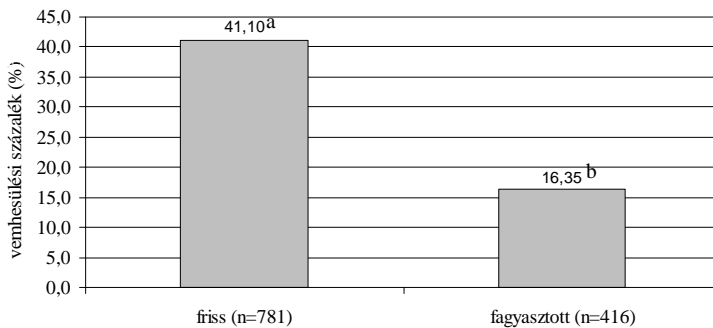
Az ET talán legmeghatározóbb pontja a recipiens állomány minősége, illetve mennyisége. A recipiens korának (tehén $n=928$ vs. üsző $n=458$), összehasonlítása alapján nem volt statisztikailag igazolható hatása a beültetés eredményességére (34,59% vs. 36,03%; $P>0,05$).

A gyakorlati szakemberek tapasztalatai, illetve tudományos publikációkban (HASLER, 2001) az üsző recipiensek enyhe fölényéről szóló megállapítások abból fakadhatnak, hogy ha üsző recipiensbe történik az embrió beültetése, akkor nagyobb arányban várható annak megtapadása az ép egészséges *endometrium* miatt. Ez abból vélelmezhető, hogy még nem ellettek, nem volt magzatburok okozta egészségügyi probléma, esetleg méhkezelés. Ez a különbség azonban nem tűnik jelentősnek – feltehetően a nagy egyedi különbségek miatt – még ilyen jelentős egyedszámú mintában sem volt szignifikáns. Más oldalról ez örömteli abból a szempontból, hogy a recipiensek kijelölésénél nem szükséges az életkornak prioritást adni.

3. 1. 7 Az embriók mélyhűtésének a hatása az ET eredményességére

A friss és fagyasztott állapotú embriók átültetésének eredménye között jelentős különbséget találtam. A friss stádiumú embriók esetében 41,1%-os, míg mélyhűtött embriók esetében jelentősen gyengébb, 16,35%-os eredményt tapasztaltunk (5. ábra). Ezek a különbségek statisztikailag igazolhatóak ($P<0,005$).

5. ábra: Friss és fagyasztott állapotban történő embriók beültetésének az eredménye



A különböző betűvel jelölt minőségi csoportok szignifikánsan eltérnek egymástól (Chi² próba P<0,005)

A fagyasztást, mint biotechnikai eljárást jelentősen befolyásolja a mélyhűtés tárgyát képező embrióknak a minősége is.

3. 2 Az embrió-átültetés által realizált genetikai előrehaladás

Az ET hatására elérhető genetikai előrehaladás elemei, többek között a csökkenő generációs intervallum, az egy szülőttől nyerhető többlet ivadékszám, illetve a donor- és az alap-populáció közötti szelekciós differenciál. A genetikai képességek változásának mérésére az egyik legkorszerűbb „kombinált” eszköz, a tenyészték ad lehetőséget. Ezek a tényezők egymástól nehezen elválaszthatóak, szoros kapcsolatot alkotnak. Ahhoz, hogy az ET-ben rejlő genetikai lehetőségeket feltárjuk, az imént felsorolt összetevők mérhető elemeit kell értékelni.

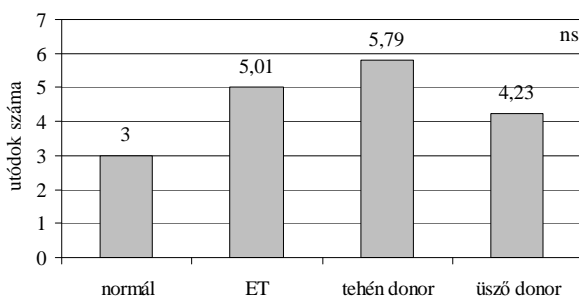
3. 2. 1 Az embrió-átültetés ivadékszámra gyakorolt hatása

A született borjak száma döntően befolyásolja a nőivar esetleges szelekcióját. Megfelelő ivadékszám nélkül nincs érdemi szelekció, sem családtenyésztés, sem pedig tenyészállat kereskedelem nem valósulhat meg. A genetikai előrehaladás mértékére is kedvezően hat a megnövekedett

ivadékszám. A megszületett borjak száma az átlagos generációs intervallum számításánál sem hanyagolható el.

Az elmúlt évtizedben a tehenek átlagos életteljesítménye 3 borjú (OSZA, 2008). Ezt a hagyományos szaporítási eljárással elért értéket 100%-nak véve, az ET ivadékok számára gyakorolt hatását az üzemi vizsgálataim átlagai szerint a 6. ábrán mutatom be.

6. ábra: Az embrió-átültetéssel nyerhető többlet ivadékok aránya



($P > 0,05$)

Az ET a jelenlegi hatásfokával, két borjúval eredményez többlet, mely az 50%-os ivar-aránnyal számolva egy többlet üszőt jelent. Ha a donor állatoknak ET útján, illetve hagyományos úton előállított összes megszületett ivadékát figyelembe vesszük, az ivadékszám növekedése jelentősnek mondható, hiszen mindez megközelítőleg +67%-os utódszám növekedést generál.

Ha a donorokat korcsoportonként (üsző vs. tehén) külön vizsgálom, akkor a megfigyelt periódusban a következő megállapításra jutottam:

Tehén donor esetében az embrió-mosások 23,83%-nál volt olyan állat, amely legalább kettő alkalommal került embriológiai programba. Ebben az esetben a donorokból 1,64 alkalommal történt embrió-kinyerés melyet, ha az adott időszak mosási, illetve beültetési eredményével (1,7 vehem/mosás)

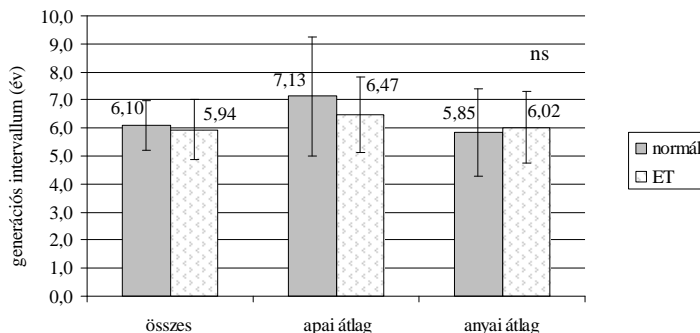
értékelek, akkor 2,79 borjúval nő a donoronkénti ivadékszám. Az utódszám növekedés már +93%-os.

Üszöknél viszont nem jellemző, hogy az adott donorok többször kerüljenek programba. Ennél a korcsoportnál csupán a mosások 3,08%-nál ismétlődött a donor, ennek eredményeként 1,47 borjúval nyerhető több mint az embrióátültetés alkalmazása nélkül. Növeli ennek a viszonylag alacsonyabb számnak az értékét az a tény, hogy ezt követi az üsződonorok vemhesítése illetve ellése, így az első laktáció megkezdésekor szerencsés esetben 2,47 borja van az állatnak, mely életteljesítmény szintjén +41%-os növekedést eredményez. Ezáltal pontosabb és hatékonyabb szelekciónak lehet a nőivart alávetni.

3. 2. 2 Az embrió-átültetés hatása generációs intervallum alakulására

Vizsgálataim során kiszámoltam a vizsgált időszakban, a rendelkezésre álló adatok alapján a generációs intervallumot mind az ET programokban résztvevő donorpopuláción, mind pedig, ezen biotechnikai eljárást nélkülöző istállóársak csoportján. A szoftver csomag (PEDIG) évenkénti számítás végzett, nem vette figyelembe a születési hónapot. Ezen értékek átlagolása után, a generációs intervallum nem mutatott jelentős csökkenést (-0,16 év) a donor illetve a tenyésztése során hagyományos eljárásokban részesülő populáció között (7. ábra).

7. ábra: A generációs intervallum alakulása a hagyományos szaporítási eljárások, illetve az ET használatának hatására



($P > 0,05$)

A szülők átlagos generációs intervallum értékén kívül az apai illetve anyai oldalra külön-külön is számítottam generációs intervallumot. Az apák figyelembe vételével még az ET-nek van fölénye (-0,66 év) azonban a nőivárnál az imént említett tendenciák megváltoznak. Ebben az esetben a generációs intervallum egy kicsit hosszabb (+0,17 év).

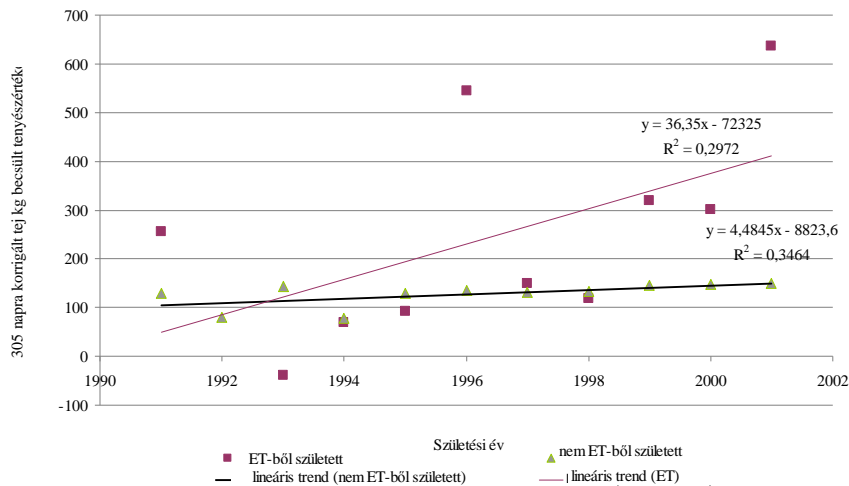
Ennek az oka, hogy az üsző korcsoport csekélyebb számban részesedik a donorpopulációból, illetve az, hogy az idősebb állatok több laktáció teljesítése után lettek donorrá minősítve, mely jelentősen növeli a generációs intervallum átlagos értékét. A fagyasztás biztosította tárolási lehetőségek szintén mérséklék a rövidülő generációs intervallum nyújtotta előnyöket.

3. 3 Az ET-nek a tenyésztékekre gyakorolt hatása

Az elemzéseim során a legfontosabb termelési mutatót, a tejtermelést (305 napra korrigált tej kg) építettem be az ismételhetőségi egyedmodellünkbe, az embrió-transzfer szerepeltetése mellett. Az értékelést elvégeztem az embrió-átültetésből származó nőivarú utódokra és az ilyen úton született

tenyészbikákra is. A következő ábra az ET-ből született utódcsoport és az istállótarcsák populációjának a genetikai előrehaladását szemlélteti (8. ábra).

8. ábra: Az ET-ből és nem ET-ből született egyedek, illetve a donorpopuláció 305 napos laktációs termelésére becsült tenyésztértékek alakulása



Az ábra azonos modellel, a 305-napra korrigált tejmenyiségre születési évenként átlagolt (1991-től 2001-ig), becsült tenyésztértékeket mutatja annak függvényében, hogy embrió-transzferből született az egyed (n=264), vagy sem (n=21810). Az ET-s egyedek gyorsabb genetikai előrehaladásúak (36,35 kg/év) ugyan, azonban a becslés ismételhetősége mindössze 0,2, ezért a lineáris trendvonal nehezen illeszthető a pontokra. Azért is alacsony az R^2 értéke, mert az egyedszám kevés (n=264) és a szórás is rendkívül nagy. A nem ET-ből született egyedek genetikai előrehaladása már jóval kisebb mértékű, mindössze 4,4 kg/év volt.

Hasonló tendenciát tapasztaltam a tejalkotók (tejzsír kg, tejfehérje kg) részletes elemzésekor is.

Az embrió-átültetés egy adott populációra gyakorolt hatását az említetteken túl az eljárás elterjedtsége határozza meg döntően. Jelenleg az embrió-átültetés a nőivarú holstein-fríz állománynak kevesebb, mint 1%-át érinti. Ebből adódóan a genetikai előrehaladásban szerepe alig mérhető a teljes populáció viszonylatában.

4. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az embrió-átültetés elméletileg várható kedvező hatása a szarvasmarha nemesítésében több tényezőtől függ:

1. Mindenekelőtt a donorként kiválasztott állatok genetikai képességétől (szelekciós differenciál),
2. az ET programba bevont donorpopuláció méretétől (az alappopuláció hány %-a vesz részt az embrió-előállításban),
3. az embrió-átültetés technikai színvonalától (egy donortól hány tenyésztésbe vett utód nyerhető az élete során).

Megállapítható, hogy az embrió-átültetés eredményességét a programban résztvevő nőivarú állomány biológiai sajátosságai és a környezeti tényezők egyaránt befolyásolják.

Vizsgálataim arra engednek következtetni, hogy a tehén donoroktól több embrió nyerhető (+ 2,29; $P < 0,01$), mint az üszöktől, ugyanakkor az üszők esetében a jó minőségű embriók aránya a nagyobb (+ 10%; $P < 0,001$). Ennek ismerete fontos szempont, mivel a kimosás során nyert képletek mikroszkópos minősítésére gyors és viszonylag egyszerű módszerrel rendelkezünk, ugyanakkor az embriók morfológiai minősége szignifikánsan befolyásolja a beültetés eredményességét. Ez a megállapítás frissen (+ 14,9%; $P < 0,005$) és fagyasztás (+ 11,9%; $P < 0,005$) után felhasznált embriókra egyaránt igaz.

Mindezek folytán célszerű a kinyert embriókat fénymikroszkópos vizsgálat alapján előszelektálni és a rendelkezésre álló adatok alapján dönteni a friss felhasználásról, illetve a mélyhűtésről. Utóbbi esetben számolni kell a mélyhűtésnek az embrió vitalitását csökkentő hatásával is. Ennek mértéke jelenleg mintegy -24,75% ($P < 0,005$).

Mind üsző mind pedig tehén donor esetében a csökkenő dózisu szuperovulációs kezelés eredményezi a legjobb eredményt ($P>0,05$). Mindezek mellett úgy tünik, hogy a kezelés során felhasznált hormonmennyiség mérséklése nem okozza a kinyerhető embriók számának a csökkenését.

A donoroktól nyerhető utódszám tekintetében az eredmények azt mutatják, hogy a jelenlegi állományban a lehetőségek kihasználásáról nem beszélhetünk: a tehéndonoroktól életük során nyert felnevelt utódszám 5,79, üszőborjak esetében mindössze 4,23. Tekintettel arra, hogy holstein-fríz populációban a tehenek életük során átlagosan 3 borjút ellenek, a többlet utódszám átlagosan 2 borjú. Ennek az az oka, hogy az üsződonorok mindössze 3%-a kerül többszöri mosásra, még a teheneknél is mindössze 23,8% az ismételt embriónyerésre felhasznált állatok száma.

Többek között, szintén a kevés ivadék miatt nem valósul meg az ET előnyeként ismertett családtenyésztés, illetve a bikanevelő tehenek hatékony szelekciója sem.

Az ET során, mind tenyésztési szempontból mind, pedig ökonómiai szempontból előnyként jelentkezik a csökkenő szaporítóanyag felhasználás. Az ET szerepe és hatása a holstein-fríz állomány genetikai előrehaladására a vártnál szerényebb.

A körültekintő donorkiválasztásra figyelmeztet az a körülmény, hogy a tejtermelés és az embrióprodukción között enyhe, de statisztikailag igazolt negatív korreláció ($r = -0,26$; $P<0,01$) van.

A donoroktól ET-sel nyert nőivarú utódok átlagtermelése 9291,59 kg, tenyészértéke tendenciózusan felülmúlja (+ 32 kg/év) az istállóársak termelését. Ennek ellenére – csekély létszámánál fogva – a teljes populáció genetikai előrehaladására nincs mérhető befolyással. Hasonló a helyzet a generációs intervallumra gyakorolt hatással. Az ET hatására a holstein-fríz populáció generációs intervalluma átlagosan mindössze 0,16 évvel rövidült

le ($P > 0,05$). Ennek oka a kis populációméret mellett az a körülmény, hogy a donorok között kevés az üsző, és jóval több a több laktációt teljesített tehén. A generációs intervallum rövidítése ellen hat a mélyhűtött embriók viszonylag gyakori használata.

Összességében megállapítható, hogy az ET által kínált elméleti lehetőségeknek csak töredékét sikerült mind ez ideig kiaknázni. Az ET mindmáig a tenyészbika-előállításban tölt be figyelemreméltó szerepet. A továbblépés érdekében a következetes és genetikailag is megalapozott donorkiválasztás, az üsződonorok nagyobb részaránya, a recipiensek „előállításának” tudatosabb megszervezése és az érintett résztvevők szorosabb együttműködésére volna szükség. Egy ilyen kooperáció már egy nyitott nukleusz tenyésztés alapját jelentheti.

Mindebből úgy tűnik, hogy a rendelkezésre álló, megfelelő számú és minőségű recipiens állomány fogja az embrió-átültetés jövőbeni terjedését limitálni. Az ET nem képes ellensúlyozni a menedzsment hiányosságait, de a nemesítő munka hatékonyság fokozásának ígéretes eszköze lehet.

5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Üzemi kísérletekkel elemeztem a hazai holstein-fríz fajtában az embrió-kinyerés, ill. embrió-beültetés hatékonyságát befolyásoló külső és belső tényezőket. Megállapítottam, hogy azonos környezetben a tehenektől 2,29-dal több képlet nyerhető, mint az üszőktől ($P < 0,01$), a beültetett embriók megtapadása tekintetében ugyanakkor nem találtam statisztikailag igazolható különbséget az üsző és a tehén recipiensek között ($P > 0,05$).
2. A hazai holstein-fríz populációban kijelölt embrió-donor tehenek tejtermelése és embrió produkciója között statisztikailag ($P < 0,01$) igazolt gyenge negatív ($r = -0,262$) összefüggést állapítottam meg.
3. Az ET alkalmazása során mind tenyésztési, mind pedig ökonómiai szempontból számottevően csökken a spermafelhasználás, ami részben kiegyenlítheti a módszer költségeit.
4. Az ET a hazai holstein-fríz populáció egészének a generációs-intervallumát érdemben nem csökkentette ($-0,16$ év; $P > 0,05$). Ennek oka, hogy a gyakorlatban döntően teheneket használnak donorként, és a kinyert embrióknak jelentős részét, rövidebb-hosszabb ideig tartó mélyhűtés után ültetik be.
5. Az ET jelenlegi elterjedtsége és hatékonysága mellett (a tehenek 0,8%-a szerepel a programokban) a holstein-fríz populáció genetikai előrehaladására csekély hatást gyakorol. Az évi átlagos tenyészértékjavulás az ET-ből származó populációkra 34,3 kg tej, míg az azonos körülmények között termelő kontroll társaiké 4,4 kg/év.

6. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBŐL ÍRT TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Tudományos közlemények

Magyar nyelvű közlemények

Szabari, M., Nánássy, L., Szabó, L., Baranyai, B., Petrovics, Á., Kovács, A., Zomborszky, Z., Gócza, E., Bodó, Sz.: Spermaértékelés Peteburok Kötődési Teszt segítségével Állattenyésztés és Takarmányozás 2003. 52. 102-106. p.

Nánássy, L., **Szabari, M.**, Szabó, L., Baranyai, B., Petrovics, Á., Kovács, A., Bali Papp Á., Gócza, E., Bodó, Sz.: Spermaértékelés *Mikro Swim up* eljárás segítségével Állattenyésztés és Takarmányozás 2003. 52. 107-111. p.

Szabari, M., Pinnyey, Sz., Boros, N., Sebestyén, J., Retter, Z.: Az embrió minőségének hatása az embrió-átültetés eredményességére üzemi körülmények között. *Acta Agraria Kaposvárensis* 2007. 11. 69-74. p.

Szabari M., Bokor Á., Sebestyén J., Bakos G., Boros N., Simai Sz., Sebestyén S., Stefler J.: Az embrió-átültetés hatása és perspektívája a hazai holstein-fríz fajta tenyésztésében *Állattenyésztés és Takarmányozás* (közlésre elküldve)

Idegen nyelvű közlemények

M. Szabari, Sz. Pinnyey, N. Boros, J. Sebestyén, Z. Retter, G. Bakos, Á. Bokor, J. Stefler: Some factors affect of embryo-flushing in dairy cattle, *Acta Agraria Kaposvárensis* 2008. 12. 113-120. p.

Proceedingsben megjelent abstractok

Magyar nyelvű abstractok

Szabari M., Stefler J.: Az embriódonor tehenek szerepe a szarvasmarhatenyésztésben, VIII. PSAK, Pécs, 2006 34. p.

Szabari M., Bokor Á., Simai Sz., Stefler J., Sebestyén S.: Az embrióátültetés tenyésztői szempontból 14. Szaporodásbiológiai Találkozó, Szaporodásbiológiai gondozás a fenntartható állattenyésztésben 38. p.

Szabari M., Bokor Á., Sebestyén J., Bakos G., Boros N., Simai Sz., Sebestyén S., Stefler J.: Az embrió-átültetés hatása a holstein-fríz fajta tenyésztésére, I. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Napok, Gödöllő, 2008. 49. p.

Idegen nyelvű abstractok

Szabari M., Bokor Á., Sebestyén J., Bakos G., Boros N., Simai Sz., Sebestyén S., Stefler J.: The results of embryo transfer in hungarian cattle breeding, Agrár- és Vidékfejlesztési Szemle 2008. 3. 21. p.

Előadások

Magyar nyelvű előadások

Bodó Sz., **Szabari M.**, Szabó L., Nánássy L., Hiripi L., Kiss A., Szabó M., Gódor N., Nagy Sz., Kovács A., Laczkó L., Horváth G., Baranyai B., Kobolák J., Gócza E.: Új spermaértékelési, embrió-mikromanipulációs és embrió-mélyhütési módszerek, MBK Napok, Gödöllő, 2002. október

Szabari M., Stefler J.: Az embriódonor tehenek szerepe a szarvasmarhatenyésztésben, VIII. PSAK, Pécs, 2006 november 23-25.

Szabari M., Bokor Á., Simai Sz., Stefler J., Sebestyén S.: Az embrió-átültetés tenyésztői szempontból 14. Szaporodásbiológiai Találkozó, Keszthely, 2007. október 5-6.

Szabari M., Bokor Á., Sebestyén J., Bakos G., Boros N., Simai Sz., Sebestyén S., Stefler J.: Az embrió-átültetés hatása a holstein-fríz fajta tenyésztésére, I. Gödöllői Állattenyésztési Tudományos Napok, Gödöllő, 2008. április 11-12.

Szabari M., Bokor Á., Sebestyén J., Bakos G., Boros N., Simai Sz., Sebestyén S., Stefler J.: A hazai embrió-átültetés eredménye szarvasmarha-tenyésztői szempontból, „Multifunkcionális mezőgazdaság” c. Nemzetközi Konferencia, Hódmezővásárhely, 2008. április 24.

Ismeretterjesztő közlemények

Szabari M.: Biotechnika a szarvasmarha-tenyésztésben. AgrárUnió, 2004. IV. 1. 40. p.

Szabari M.: Szarvasmarha-tenyésztés a XXI. században. A magyartarka, 2005. 1. 14-15. p.

Szabari M., Bodó Sz.: Korszerű biotechnológiai eljárások a szarvasmarhatenyésztésben. Holstein Magazin, 2006. 3. 54-55. p.