

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS

SZABARI MIKLÓS

**KAPOSVÁRI EGYETEM,
ÁLLATTUDOMÁNYI KAR**

2009

KAPOSVÁRI EGYETEM
ÁLLATTUDOMÁNYI KAR
NAGYÁLLATTENYÉSZTÉSI ÉS
TERMELÉSTECHNOLÓGIAI TANSZÉK

A doktori iskola vezetője:

DR. HORN PÉTER

MTA rendes tagja

Témavezető:

DR. STEFLER JÓZSEF

a mezőgazdasági tudományok kandidátusa

AZ EMBRIÓ-ÁTÜLTETÉS HATÁSA A HAZAI
HOLSTEIN-FRÍZ TENYÉSZTÉSÉBEN

Készítette:

SZABARI MIKLÓS

KAPOSVÁR

2008

Dolgozatomat az 1999. 08. 15-én tragikus hirtelenséggel elhunyt
nagyapám

DEMÉNY GÁBOR

emlékére ajánlom fel. Elsősorban neki köszönhetem, hogy a
mezőgazdasági pályát választottam, és az **Ő** hathatós közreműködésével
kerültem azokkal az emberekkel kapcsolatba, akik az embrió-átültetés
rejtelseibe bevezettek.

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	7
2. Szakirodalmi áttekintés	9
2. 1 A hazai tejelő szarvasmarha-ágazat helyzete	9
2. 2 Korszerű biotechnológiai eljárások a szarvasmarha- tenyésztésben	14
2. 3 Embrió-átültetés (embryo transfer, ET)	16
2. 3. 1 Az embrió-átültetés története	17
2. 3. 2 Az embrió-átültetés Magyarországon	22
2. 4 Az ET előnyei	26
2. 5 Az ET munkafolyamatai és ezeket befolyásoló tényezők	31
2. 6 További biotechnikai eljárások értékelése	37
2. 7 A MOET (multiple ovulation and embryo transfer) eljárás	38
2. 8 Nukleusz tenyésztés	41
2. 9 Genetikai előrehaladás mérése	45
3. Célkitűzés	47
4. Anyag és módszer	49
4. 1 A donoronkénti utódszám és az ezt befolyásoló tényezők feltárását célzó vizsgálatok módszertani jellemzői	49
4. 1. 1 A donor állatok kiválasztásának szempontjai	50
4. 1. 2 A szuperovulációs kezelés	51
4. 1. 3 A szuperovuláltatott állatok termékenyítése, embrió- kinyerés	52
4. 1. 4 A kinyert embriók, illetőleg egyéb képletek osztályozása	52
4. 1. 5 Az embriók kezelése, mélyhűtése, beültetése	53

4. 1. 6 Recipiensek kiválogatása és ciklusának szinkronizálása	54
4. 2 Az ET-nek a holstein-fríz fajta generációs intervallumára és a tenyésztői előrehaladására gyakorolt hatását elemző vizsgálataim módszertani jellemzői	55
4.3 Statisztikai értékelés	55
5. Eredmények és értékelésük	58
5. 1 A donoronkénti utódszámot befolyásoló tényezők vizsgálata üzemi körülmények között	58
5. 1. 1 A donor kora	58
5. 1. 2 A donor tehenek tejtermelése és az embrió-produkció összefüggése	61
5. 1. 3 A szuperovulációs kezelés	63
5. 1. 4 A szuperovuláltatott donorok fogamzóképesége	66
5. 1. 5 Az embrió-mosások szezonális összefüggései	67
5. 1. 6 Az embriók minőségének a hatása az embrió-átültetés eredményességére	70
5. 1. 7 Az embrió-átültetés eredményessége recipiens üszők, illetve tehenek esetében	73
5. 1. 8 Az embrió-beültetések szezonális összefüggései	77
5. 1. 9 Az embriók mélyhűtésének a hatása az embrió-átültetés eredményességére	78
5. 1. 10 Az embriók fejlettségének és a beültetés eredményességének összefüggése	80
5. 2 Az embrió-átültetés által realizált genetikai előrehaladás	84
5. 2. 1 Az embrió-átültetés ivadékszámra gyakorolt hatása	84

5. 2. 2 Az embrió-átültetés hatása a generációs intervallum alakulására	87
5. 3 Az ET-nek a tenyésztékekre gyakorolt hatása	89
6. Következtetések, javaslatok	94
7. Új tudományos eredmények	99
8. Összefoglalás	100
9. Summary	104
10. Köszönetnyilvánítás	107
11. Irodalomjegyzék	109
12. A disszertáció témakörében megjelent publikációk	126
13. A disszertáció témakörén kívül megjelent publikációk	129
14. Szakmai önéletrajz	134
15. Mellékletek	137
15. 1 Rövidítések jegyzéke	137
15. 2 Ábrák, képek	139

*„A fennmaradás biológiai kulcsa a genotípusok sokfélesége, a teremtő változatosság,
amely egy mesterségesen szabályozott populáció viszonyai között még fontosabb,
mint a természetben.”*

SALVADOR E. LURIA

(fiziológiai és orvostudományi Nobel-díj, 1969)

1. BEVEZETÉS

A tejtermelő ágazat a '80-90-es években sikerágazat volt. Látványos fejlődés ment végbe a biológiai alapok megújításában, a műszaki-technikai korszerűsítésben, mindezekhez megfelelő tőkepótlás és ösztönzés is párosult.

Világjelenség, és sajnos hazánk sem kivétel a tekintetben, hogy az imponáló termelési eredmények gyengébb termékenységgel és a fitness-tulajdonságok romlásával járnak együtt. Mind tenyésztői, mind pedig ökonómiai szempontból fontos, hogy a nagy teljesítményű teheneknek milyen a hasznos élettartamuk, és ezzel együtt mekkora az életteljesítményük, továbbá az, hogy egy-egy nagy genetikai értékű állattól hány ivadékot tudunk nyerni.

Ebben a helyzetben a tradicionális állattenyésztési módszerek lehetőségei kimerülőben vannak, az általuk elérhető genetikai előrehaladás üteme lelassult. Ahhoz, hogy a hazai tenyésztés megőrizhesse a versenyképességét, elkerülhetetlen a modern tenyésztési eljárások alkalmazása, a jelenlegi rendszerbe történő adaptálása. Ettől remélhető az ivadék-előállítás mennyiségi és minőségi irányítása, illetve befolyásolása.

Ilyen, jól ismert és széleskörben használt módszer az embrió-átültetés. A módszer gyakorlati alkalmazása területén sok tekintetben elmaradunk a piaci vetélytársaktól. Sajnálatos módon az embrió-átültetés

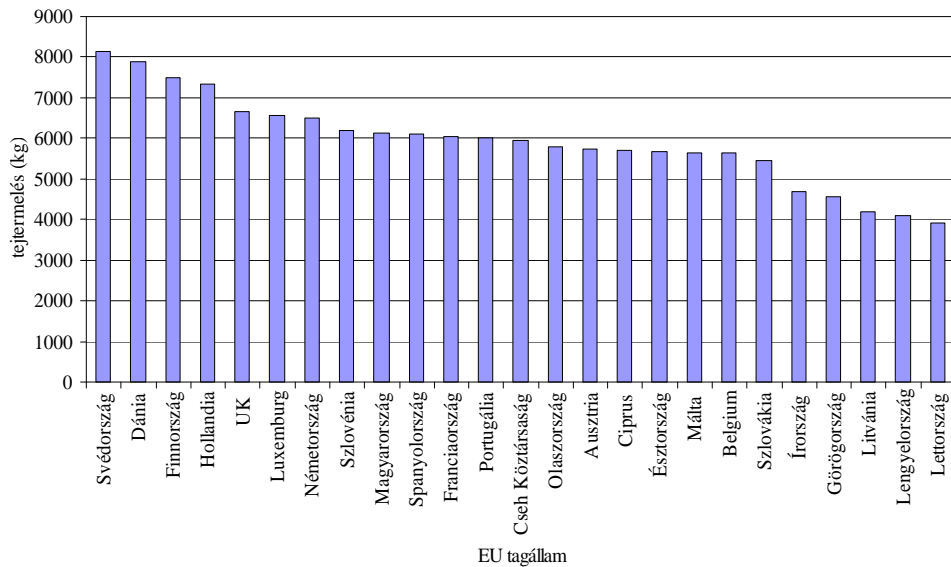
eddig tapasztalatait és eredményességét befolyásoló tényezőket, illetve ezek genetikai hatását sem elemezték. A tenyésztőknek szükségük lenne olyan információra, amely alapján dönteni tudnak a további fejlesztések üteméről és irányáról.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 A hazai tejelő szarvasmarha-ágazat helyzete

A szarvasmarha-tenyésztésen belül a tejtermelő ágazat az utóbbi évtizedekben sikerágazat volt. Látványos fejlődés ment végbe a biológiai alapok megújításában (fajtaváltás), a műszaki-technikai korszerűsítésben (korszerű telepek építése), ezekhez megfelelő tőkepótlás és ösztönzés is párosult, melynek eredményeként az európai termelési színvonal élmezőnyéhez zárkóztunk fel (1-2. ábra). Mindez egy viszonylag jól működő piacsabályozással és elfogadható jövedelem-színvonallal járt együtt (STEFLE, 2004).

1. ábra: Az EU országainak átlagos tejtermelése

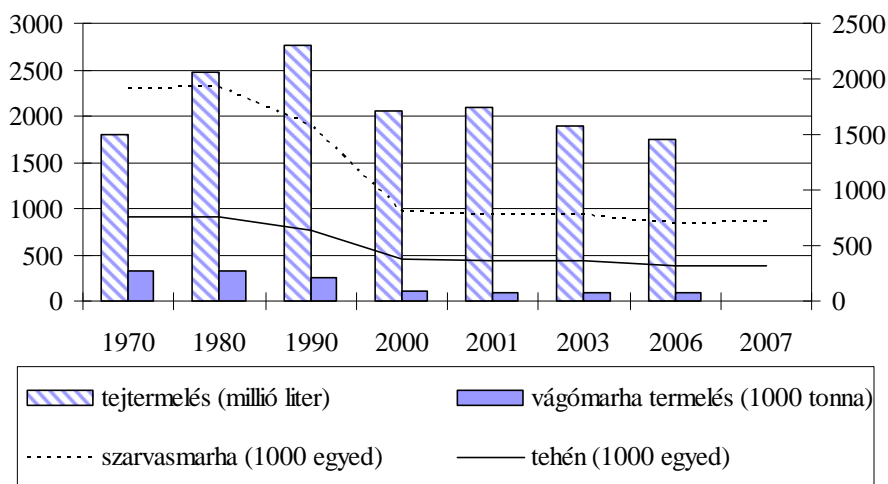


(forrás: <http://ec.europa.eu>, 2008)

Magyarország szarvasmarha- és tehénállománya 1938 óta folyamatosan csökken. Ez a folyamat az 1990-es években – a hazai tejfogyasztás visszaesésével, illetve a marhahús exportpiacainak átmeneti beszűkülésével – felgyorsult. A tehénlétszám 1990-2000 között 40%-kal csökkent, és a csökkenés jelenleg is évi 2-3%. A tehénszám csökkenése világjelenség, az EU-ban évi 1-1,5%-os, tehát nem a létszámcsökkenés ténye, hanem annak mértéke a példátlan (2. ábra). Ma mintegy 325 000 tehén és alig több mint 700 000 szarvasmarha van hazánkban (AKII – KSH, 2007).

A drasztikus létszámcsökkenés ellenére a tejtermelés csökkenése csak mérsékelt. Ennek az a magyarázata, hogy a tehénállomány fogyását a fajlagos hozamok emelkedése képes volt ellensúlyozni. A fajlagos hozamok – átmeneti stagnálás után – újabban ismét növekednek, így az összes tejtermelés évek óta közel azonos szinten mozog (2. ábra). Ez a „tartalék” mára már kimerülőben van, az utóbbi időben a létszámcsökkenést már a növekvő hozamok se képesek ellensúlyozni. A jelenlegi fajlagos termelés 6100 kg/tehén. A közelmúlt fejleménye, hogy 2007-es évben Európában jelentős tejhiány lépett fel, mindenek előtt a világ gyorsan fejlődő régiójában (Kína, India) végbement fogyasztásnövekedés következményeként. A keresleti piac hatására számottevő tejár-emelkedés következett be. Ez a körülmény jelentős mértékben átrendezte a piacokat, így a hazai tejágazat lehetőségeit is.

2. ábra: A szarvasmarha- és tehénállomány, valamint termelésének alakulása hazánkban



(forrás: AKII – KSH, 2007)

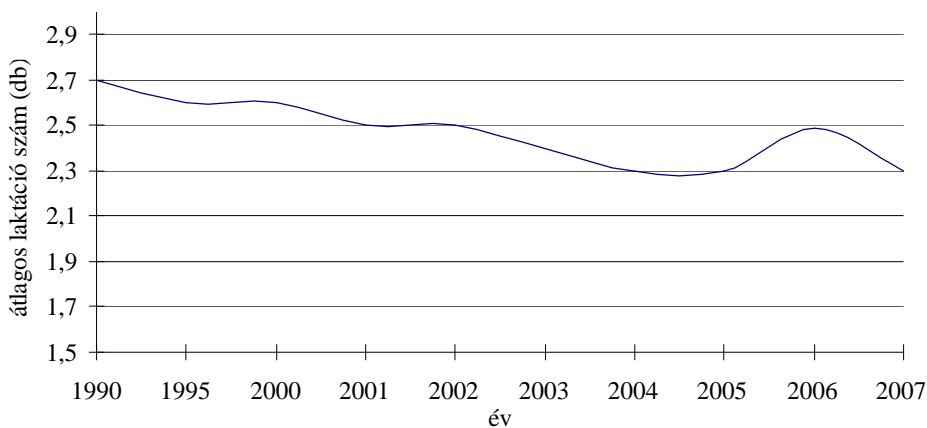
Az EU-csatlakozást követően kiéleződött a verseny a termelők között a tekintetben, hogy a csökkenő tejár és a szigorodó minőségi előírások mellett képesek-e jövedelmezően gazdálkodni. Az Unióhoz való csatlakozást elemző tanulmányában STEFLER (2004) említést tesz arról, hogy a jobb műszaki színvonalú, jól menedzselt nagyüzemek a csatlakozást követő krízist nagy valószínűséggel túl fogják élni, és hatékonyabb gazdálkodással stabilizálják majd pozíciójukat. Ez a prognózis a közelmúlt eseményei (tejár-alakulás) folytán realizálódni látszik.

Magyarország nemzetközi versenyképességének bizonyítéka, hogy vannak hazai gazdaságok, amelyek képesek egészen kiemelkedő színvonalú termelésre (pl. Hódmezőgazda Zrt., 1500 tehén átlagában elért 10000 kilogrammos termelése nemzetközileg elismert eredmény). 2002-ben 54 telepen érték el hazánkban a 9000 kg/tehén vagy az e feletti

termelést (CSOMÓS, 2005). A 2007-es eredmények alapján 9 gazdaság termel 10000 kg felett és ezek közül 5-en pedig 11000 kg-os átlaghozamot is elérnek.

Napjainkban fokozottan érvényesül az a gazdasági szempont, hogy hány állat termeli meg az adott tejmennyiséget. Az sem közömbös, hogy ezeknek az állatoknak milyen a hasznos élettartamuk, ezzel életteljesítményük, milyen összetételű tejet termelnek, és egy-egy nagy genetikai értékű állattól hány utódot tudunk nyerni. Ezzel szemben ma a termelésben eltöltött idő 2,3 laktáció (3. ábra), amely alatt kevesebb, mint 2 üszőborjú nyerhető, ellehetetlenítve ez által a költséghatékony gazdálkodást, illetve a tenyésztést.

3. ábra: A holstein-fríz fajta átlagos laktáció számának alakulása Magyarországon



(forrás: OSZA, 2008)

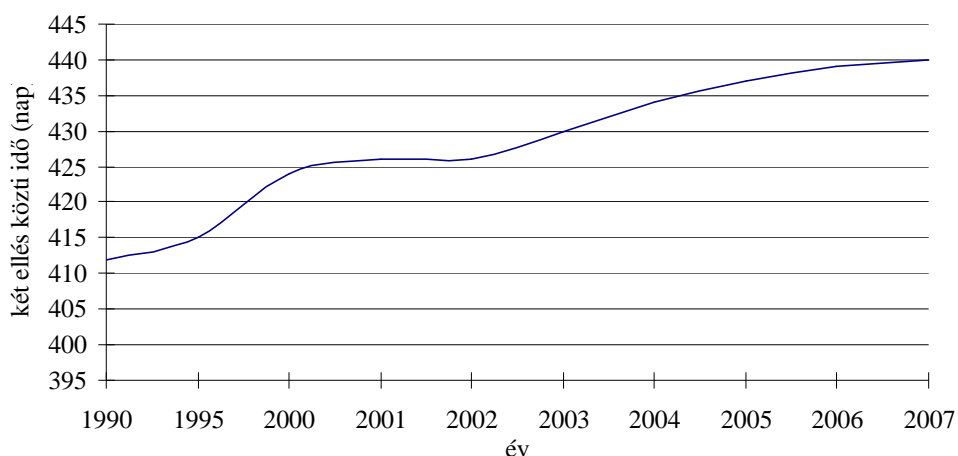
Ez a probléma világjelenség, hasonló tendenciák érvényesülnek Európa legtöbb országában is.

Az EU-ban 1990 és 2000 között az éves tejtermelés átlagosan 1129 kg-mal emelkedett elérve a 5850 kg/tehén/év termelési szintet. Németországban egyes gazdaságok átlagosan 10000 kg/év teljesítményre is képesek, jól szemléltetvén a genetikai potenciálok kiaknázásának lehetőségét (KALM, 2002).

Az Unió átlagos termelési színvonalának az emelkedése következtében a kvóta gyakorlatilag 20-30%-kal csökkentett tehénlétszámmal is kielégíthető lesz (KALM, 2002).

A látványosan javuló termelési adatok mellett, a növekvő termelés egy romló termékenységet von maga után (PRYCE ÉS MTSAL, 2004). Egy populáció szaporodásbiológiai állapota jól jellemezhető a két ellés közötti idő alakulásával (KEKI) (ÓZSVÁRY ÉS KERÉNYI, 2004). Ennek a mutatónak az értéke a hazai tehénpopulációban a következőképpen változott az utóbbi 15 évben (4. ábra).

4. ábra: A két ellés közötti idő alakulása (1990-2006)



(forrás: OSZA, 2008)

Megfigyelhető, hogy a növekedés tendenciája csaknem folyamatos. A jelenlegi 440 napos két ellés közötti idő és a 2,3-as átlagos laktációs szám (3. ábra) hűen tükrözi a hazai állomány kritikus szaporodásbiológiai állapotát. A tenyésztők számára napi gondot okoz az állomány létszámának a saját szaporulatból történő szinten tartása.

Ezekből az adatokból látható, hogy a szarvasmarha-tenyésztésnek egyszerre több kihívással is szembe kell néznie. Tovább kell korszerűsíteni a tenyésztési-, takarmányozási-, tartási-technológiákat a genetikai képességek minél jobb kihasználtsága, illetve növelésének az érdekében (JÁVOR, 1999). Mindezeket ugyanakkor úgy kell végrehajtani, hogy a szaporodásbiológiai mutatók javuljanak.

A tradicionális állattenyésztési módszerek nyújtotta lehetőségek mára kimerülőben vannak, az általuk elérhető genetikai előrehaladás üteme lelassult. Ahhoz, hogy a hazai tenyésztés megőrizhesse versenyképességét, elkerülhetetlen a modern tenyésztési eljárások alkalmazása, a jelenlegi rendszerbe történő adaptálása. Ezek a piaci vetélytársak tenyésztési stratégiájában már ma is meghatározó szerepet játszanak (BODÓ, 2003).

2. 2 Korszerű biotechnológiai eljárások a szarvasmarha-tenyésztésben

Az utóbbi évtizedekben a fejlett országokban jelentős eredményeket értek el a szaporítás (a termékenység és termékenyítőképesség növelése) valamint a hozzájuk szorosan kapcsolódó gyakorlati módszerek fejlesztése területén. Új szaporítási módszerek, így pl.: sperma-, petesejt- és embriókezelési, -tartósítási technikák láttak napvilágot és kerültek felhasználásra a mindennapi gyakorlatban. Ezek segítségével lehetővé vált a tenyészállatok utód-

előállításának mennyiségi és minőségi irányítása. Érvényes ez a megállapítás a szarvasmarha-tenyésztésre is.

Kijelenthetjük, hogy a mai szarvasmarha-tenyésztés eszköztára kibővült, számos új módszer áll rendelkezésre: a hagyományos módszerektől (szelekciós nemesítés, mesterséges termékenyítés) a fejlett technológiáig (pete- és embriógyűjtési módszerek, *in vitro* embrió-előállítás, *in vitro* termékenyítés, sperma- és embrió-szexálás, embrió-átültetés...stb.). Közülük néhányat már széles körben alkalmaznak az Európai Unióban (GÁSPÁR, 1999).

Megfigyelhető, hogy a fejlődés nem egyenletes, dinamikus növekedések és visszaesések követik egymást. A századforduló elején bekövetkezett BSE (bovine spongiform encephalopathy, szarvasmarhák szivacsos agyvelőgyulladás) és a ragadós száj és körömfájás (RSZKF) járvány miatt, lecsökkent az ágazatban az alkalmazott reprodukciós biotechnológiai eljárások gyakorlati alkalmazása. Ez a visszafogottság a szaporodásbiológia gyakorlati alkalmazásán kívül a kutatásokra is jellemző volt. Ebben a helyzetben a biotechnikai eljárások használóinak „éllovasai” a tenyésztő-vállalatok voltak, amelyek a járványok következtében elrendelt zárlat nehézségeit a sperma- és embrió-kereskedelem révén kívánták áthidalni. Törekvésük sikerrel járt, mely során megfelelő jövedelemforrásra leltek a genetika ilyen formájában (sperma, embrió) történő eladásából (GALLI ÉS MTSAI., 2001).

Az átmeneti megtorpanás egyik okozója az, hogy Európa szerte erősödik a biotechnológiai termékekkel kapcsolatos általános negatív attitűd (GALLI ÉS MTSAI., 2001).

Az ideiglenes zavarok ellenére a reprodukciós biotechnika a szarvasmarha-tenyésztésben az elmúlt fél évszázadban nagyot lépett

előre. A fejlődés a mesterséges termékenyítéssel kezdődött (MT, artificial insemination - AI) – majd kiegészült a spermamélyhúttással, a prosztaglandinra alapozott ivarzás szinkronizálással - illetőleg az embrió-átültetés (vértelen embriógyűjtés, beültetés, direct transzfer, embriók mélyhúttése) gyakorlati felhasználásával kiteljesedett (FABER ÉS FERRÉ, 2004).

CSEH ÉS DOHY (2003) a fentiekben említett eljárásokat az asszisztált reprodukciós technikák (ART) közé sorolja. A kidolgozott vagy kidolgozás alatt álló módszerek azonban csak az információs forradalom vívmányaival, illetve a korszerű statisztikai, biometriai elemzések együttes használatával biztosíthatják a hatékony genetikai előrehaladást (DOHY, 1999).

2.3 Embrió-átültetés (embryo transfer, ET)

Embrió-átültetésről akkor beszélünk, ha a fogamzott állat (donor) szervezetéből még a megtapadás előtt (marha esetében, ez ivarzás utáni 6-9 nap között) az embriót műtétileg (véres) vagy más módon (vértelenül) kinyerik, majd megfelelő elbírálás után egy, a donorral azonos ivari ciklus-fázisban lévő fogadó állat (recipiens) méhébe ültetik át. Sikeres megtapadás esetén az így „vemhesült” állat hordja ki a beültetett utódot. A nőivar részéről, a petesejt-kapacitás (kb. 150000 potenciálisan termékenyíthető petesejt/állat) kiaknázásának céljából dolgozták ki az embrió-átültetés technikáját, mely segítségével a kiválasztott tenyészállatok szaporodási paraméterei növelhetők a recipiensek révén, amelyek a beültetett vemhet kihordják.

A művelet lépései a következők:

- Ø a donor kiválasztása
- Ø a donor szuperovulációs kezelése

- Ø a recipiensek ivari ciklusának a szinkronizálása
- Ø a donor termékenyítése
- Ø a képletek kinyerése (a gyakorlatban ezt „mosás”-nak nevezik)
- Ø az embriók bírálata
- Ø az embriók beültetése
- Ø a friss állapotban fel nem használt embriók mélyhűtése

2. 3. 1 Az embrió-átültetés története

Az ET nagysikerű története a 19. század végére nyúlik vissza, amikor is 1890 áprilisában nyúlban végrehajtották az első sikeres átültetést (W. HEAPE).

Az ET gyakorlatilag az összes gazdasági állatfajnál is kidolgozásra került és hatékony eszköz a vad- és egzotikus állatok szaporításában valamint nagy jelentősége van a humángyógyászatban is (REUBEN, 1984).

Jóllehet a szarvasmarha fajban már 1950-ben sikeres embrió-átültetést hajtottak végre (WILLETT ÉS MTSAL., 1951), mégis csak több évtized múlva terjedt el az intenzív genetikai előrehaladást célul kitűző tenyészetekben. Ennek feltétele az volt, hogy kidolgozzák a megfelelő szuperovuláltatási, ivarzás-szinkronizálási, vértelen embriókinyerési, beültetési, és embriófagyasztási eljárásokat. Kronológiailag, ez az 1970-es évek elejére tehető. Az egylépcsős felolvasztás, a „direct” transzfer tette lehetővé, hogy a mélyhűtött embriók gyakorlatilag közvetlenül, minden labortechnikai eljárás nélkül, kerüljenek beültetésre. Ezáltal lehetővé vált többek között a mélyhűtött embrió tenyészállat-kereskedelemben történő bevonása, illetve ez az új módszer egy rutin eljárást adott a tenyésztő kezébe a pillanatnyi recipiens hiány kiküszöbölésére. Az utóbbi 20 évben azonban nem történt jelentős

előrehaladás a beültetésre alkalmas embriók számának növekedésében és a folyamat során előforduló, a donor reprodukciós teljesítményét érintő mellékhatások csökkentése területén sem (GALLI ÉS MTSAI., 2001).

A mai napig gondot okoz a szuperovuláció során nyerhető embriók számának nagy varianciája. Adott embriószám elérése érdekében végrehajtott többszöri mosás ugyanis időveszteség, megnöveli a generációs intervallumot (KELLER ÉS TEEPKE, 1990). Szintén az ET limitáló tényezőjeként említi VAN ARENDONK ÉS BIJMA (2003) a mosásonként kinyerhető alacsony átlagos, de nagy egyedi szórású embrió számot.

Az ET nem jelenik meg széleskörben a tejelő szarvasmarhatenyésztésben, mert az árutermelésben túl drága lenne. Nagyobb esélyt kínál a bikanevelő tehének, illetve az ettől nyerhető többlet ivadékok előállításánál. Elméletileg ez a módszer nagyobb szelekciós bázist biztosít, több jó képességű állat fog a termelésbe kerülni (FRIES ÉS RUVINSKY, 1999).

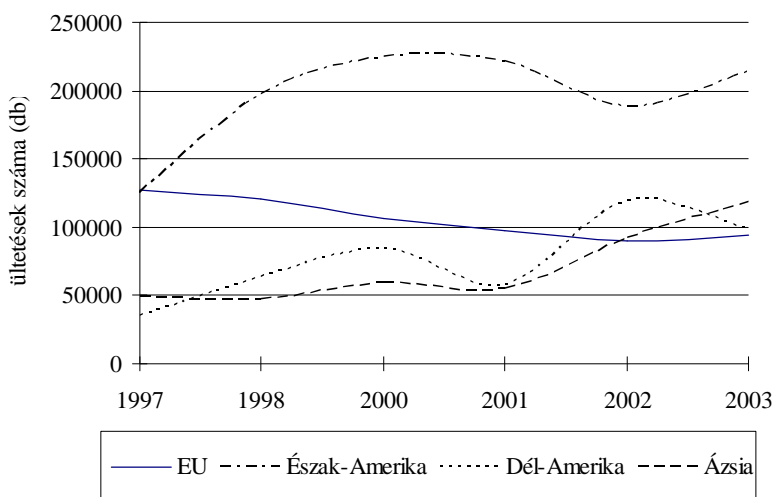
Sokáig akadályozta az eljárás terjedését a nem kielégítő hatások is. Az eredményeket sok tényező befolyásolja. Ahol a fertilitás 60%-os, csak ott várható el 40%-os eredményesség az ET-től. 30%-os fertilitás mellett nem érdemes ezt a költséges eljárást alkalmazni (MÉSZÁROS ÉS PERJÉS, 1984). Nyilvánvaló, hogy egy nem kielégítő szaporodásbiológiai helyzetű gazdaság, nem biztosít megfelelő helyszínt ennek a rendkívül érzékeny eljárásnak az alkalmazására. Az embrió-átültetés nem varázspálca, mely segítségével csodát lehet tenni, nem pótolja a szakmai hozzá nem értésből származó hiányosságokat sem.

Mindezek ellenére az ET viszonylag hamar futott be sikeres pályát. 1982-ben Észak-Amerikában még csak minden 1000 borjúból egy

származott ET-ből (SEIDEL, 1984). Míg az 1980-as években a tenyészbikák fele született ET-ből, addig 1995-re már a bikák 85%-a (BODÓ CIT. LOHUIS, 2003).

Az Európában kinyert átültethető embriók 27%-át Franciaországban, 19%-át Németországban, 16%-át Hollandiában mossák (VAN ARENDONK ÉS BIJMA, 2003). Az ET-nek a világ szarvasmarha-tenyésztésben betöltött szerepe az 5. ábrán kerül bemutatásra.

5. ábra: Az embrió-átültetés alakulása a nagyobb kontinenseken



(forrás: IETS, 2007)

Jól látszik az ezredforduló tájékán bekövetkezett visszaesés, ami a BSE krízis következménye volt. Gyakorlatilag csak Ázsia fejlődése töretlen ezen a területen. Az ebben az időben történő dél-amerikai visszaesés a többi ország termelésének a hanyatlásából ered, mert a dél-amerikai kontinensen végzett embrió-kinyerések száma nem csökkent (IETS, 2007).

Ezek az adatok annyiban kapcsolódnak a hazai ET-hez, hogy ebben az időben, illetve ezt megelőzően, több országhoz hasonlóan, jelentős embrió-exportot bonyolítottunk le Brazíliába. Ez jelentős bevételhez juttatta a programban résztvevő gazdaságokat. A dél-amerikai piacra előállított embriók donorjainak a következő kívánalmaknak kellett megfelelnie: 8000 kg tej, 280 kg zsír, 3,5% zsír, 80 küllempont. A követelmény egyik legsarkalatosabb pontja volt a 3 ősi sorig visszamenőleg igazolt fekete-tarka szín.

Jelentősnek mondható az ET-nek a kereskedelemben betöltött szerepe (1. táblázat). A feltüntetett százalékos érték az előállított összes embrió és a beültetések számának arányát mutatja. A 100% alatti érték export-, még a 100% feletti érték import-többletet jelent.

1. táblázat: Az előállított embriók beültetésének aránya

	Észak-Amerika (%)	Dél-Amerika (%)	Ázsia (%)	EU (%)
1997	69,88	144,34	68,62	84,77
1998	80,04	105,19	69,70	84,91
2000	78,08	149,21	66,21	84,75
2001	70,24	107,60	67,41	89,34
2002	71,32	131,52	76,40	87,74
2003	76,28	78,15	73,02	90,35
átlag	74,31	119,33	70,23	86,98

(forrás: IETS, 2007)

Összességében elmondható, hogy a dél-amerikai kontinens jelentős embrió importőr volt. Ennek jelentősége ugyan visszaszorult, hiszen a kitermelt embriókból született állatok, valószínűleg már donorként is szerepelnek a tenyésztésben. A többi kontinensen változó mértékben exportcikk az embrió, azaz melléktermék, kiegészítő bevételhez juttatván az ezzel foglalkozó gazdaságokat.

Egy értékelés esetében fontos információ, hogy a beültetések friss vagy fagyasztott embrióval történnek. A friss beültetésnek az összes beültetéshez viszonyított arányát a 2. táblázat szemlélteti.

2. táblázat: A friss állapotban történő beültetések aránya az összes beültetéshez viszonyítva

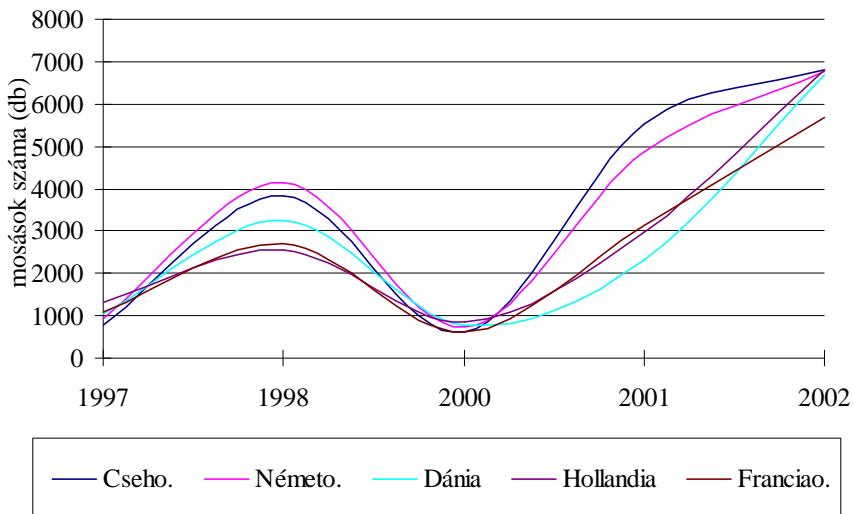
	Észak-Amerika (%)	Dél-Amerika (%)	Ázsia (%)	EU (%)
1997	52,48	52,60	22,96	47,05
1998	51,58	61,50	26,02	49,09
2000	45,57	54,04	25,51	44,61
2001	49,90	82,61	27,09	45,81
2002	47,31	62,08	42,61	46,20
2003	47,33	88,97	42,93	43,64
átlag	49,03	66,97	31,19	46,07

(forrás: IETS, 2007)

Az embriók beültetést követő megtapadása kedvezőbb friss állapotban történő beültetéskor. Ezért döntő, hogy az embrió-programokra mennyi recipienst tudnak biztosítani. Egyedül a dél-amerikai országokban sorra kerülő beültetéseknek több mint 50%-a történik friss állapotban. A nagyarányú import-tevékenységük mellett (lásd 1. táblázat) az előállított embriókat igyekeznek lehetőleg azonnal beültetni.

A jelentősebb európai országok embrió-kinyerési tevékenységét a 6. ábra mutatja be.

6. ábra: Néhány európai ország embrió-kinyeréseinek alakulása



(forrás: IETS, 2007)

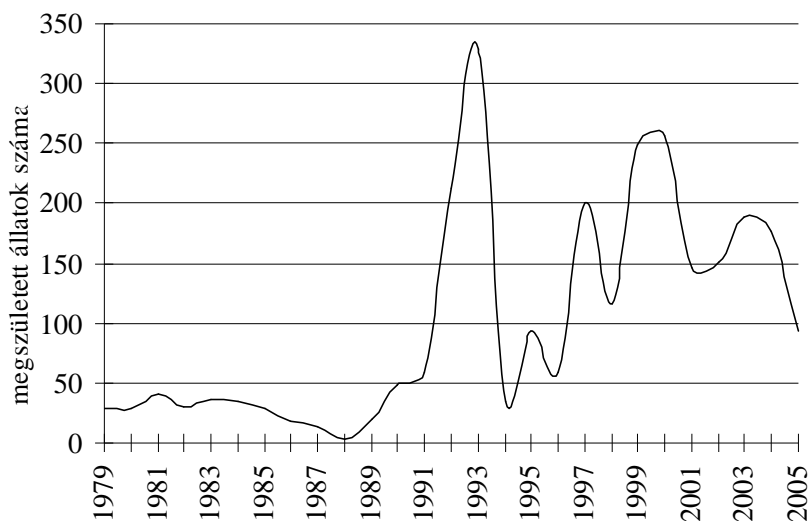
Az Európában zajló programokat sem kerülte el a már fentiekben említett krízis. E mélypontot követően ismét fellendült ennek a biotechnikai eljárásnak a gyakorlati alkalmazása.

2. 3. 2 Az embrió-átültetés Magyarországon

Hazánkban az első embrió-átültetést nyúlban hajtották végre az 1950-es évek első felében. ET-ből az első borjú 1978-ban született meg (MÉSZÁROS, 1982; CSEH ÉS DOHY, 2003). 1983-ban végrehajtották az első sikeres transzferet fagyasztott embrióval (CSEH ÉS DOHY, 2003). 1984-re több borjú született ET-ből hazánkban, mint az akkori KGST országaiban összesen (MÉSZÁROS ÉS PERJÉS, 1984). 1996-ban gímszarvas fajban is megtörtént az első sikeres embrió-átültetés (ZOMBORSZKY ÉS MTSAL., 1994).

Hazánkban az ET-ből született szarvasmarhák számának alakulását a 7. ábrán mutatom be a kezdetektől fogva.

7. ábra: A hazai embrió-átültetésekől megszületett borjak száma az elmúlt évtizedekben



(forrás: OSZA, 2006)

Az eljárás szorosan követte szarvasmarha-tenyésztésünk aktuális helyzetét azzal, hogy a rendszerváltást követő fellendülés után, a kilencvenes évek szarvasmarha-tenyésztési mélypontja maga után vonta az ET visszaszorulását. A likviditási problémák miatt nagyon kevesen engedhették meg, hogy használják az embrió-átültetést a tenyészetükben. Az ezredforduló krízise a hazai aktivitást is visszavetette, de az azt megelőző fejlődésünk sem volt töretlen (lásd 7. ábra).

Az ET hazai történetéhez hozzátartozik, hogy történt embrió import is, ami egyrészt a gazdaságok saját elképzelése, másrészt pedig a mesterséges termékenyítő állomásokkal megvalósuló együttműködés alapján folyt. Az importált embriót a megfelelő egészségügyi státuszú telepen beültették, majd a megszületést követően a bika az állomásra került, a nőivarú állat pedig a telepen maradt.

Némely hazai gazdaság bevételnövelés céljából a kilencvenes évek végén jelentkező dél-amerikai piacra is állított elő embriót.

Magyarországon, szarvasmarha fajon belül az ET-t inkább csak a tej-hasznosításban alkalmazzák (3. táblázat).

3. táblázat: A szarvasmarha fajban végzett embrió-átültetések hasznosítási típus szerinti megoszlása Magyarországon

	2003		2004	
	Mosások száma	Beültethető embriók száma	Mosások száma	Beültethető embriók száma
Tej-hasznosítás	214	1155	123	712
Hús-hasznosítás	10	65	11	75
Arány (%)	4,46	5,6	8,9	10,5

(forrás: SOLTI, 2006)

Látható, hogy az ET-nek - a húshasznosításban rejlő vitathatatlan előnye ellenére (lásd később) - hazánkban az összes mosásból való részesedése csekély. Ennek aránya azonban egy fejlett szarvasmarhatenyésztő országban 20% körüli (IETS, 2007).

A tejhasznú (holstein-fríz) fajtákban Magyarországon a tenyésztésre szánt bikák kb. 60%-a származik ET-ből (HFTE, 2005). A bika elnevezésében fel is tüntetik mindezt, az 'ET' kírásával (pl.: 14440 Embrió Farm Rivális Juror ET, (HFTE, 2006)).

A donor tehének kiválasztásának szempontjairól CSOMÓS (2005) ír. Tehén esetében a saját teljesítmény, míg üszönél a pedigré-információk képezik a döntés alapját.

A hazai, szarvasmarha fajban végzett embrió-mosások után 6,38 ültethető embriót nyernek átlagban. Ez az eredmény meghaladja az USA-beli (5,8), illetve az EU (5,58) országok adatait (IETS, 2007). Az ET eredményessége ugyanakkor nem kielégítő, hiszen átlagosan 29,3%-os. Ez azt jelenti, hogy nem egészen 2 (1,8) borjú születik donoronként az embrió-átültetés segítségével (SOLTI, 2006).

Az embriók jelentős része sajnos fagyasztott állapotban kerül beültetésre (4. táblázat), mely tovább rontja a beültetett embriók megtapadásának az esélyeit. A mélyhűtés káros hatásának tudható be többek között a 30% alatti eredményesség.

4. táblázat: A hazai embrió-átültetés jellemzői

	Friss állapotban történő beültetések száma	Összes beültetések száma	Friss beültetés aránya (%)
2003	275	622	44,21
2004	384	613	62,64
2005	191	1340	14,25

(forrás: SOLTI, 2006)

A hatályos jogszabályokban foglaltak alapján embrió-átültetést csak regisztrált személyek végezhetnek, regisztrált embrió-átültető laboron keresztül. Jelenleg hazánkban 3 embrió-átültető állomás működik és 10 embrió-átültető tevékenykedik (SOLTI, 2006).

2. 4 Az ET előnyei

A szakirodalmi közlések áttanulmányozása alapján arra a megállapításra jutottam, hogy az embrió-átültetés alkalmazása a következő területekre gyakorol kisebb-nagyobb mértékben, kedvező hatást:

- A;** ivadékszám
- B;** tenyésztési programok, tenyésztési eljárások
- C;** szelekció
- D;** genetikai előrehaladás
- E;** tenyészbika előállítás
- F;** generációs intervallum
- G;** ökonómia
- H;** állategészségügy
- I;** vadon élő állatok

A következőkben ezeket a szempontokat részletesen is bemutatom.

A; A szaporaság növelése az ET révén a nőivarnál ugyan lényegesen csekélyebb hatású, mint a mesterséges termékenyítés alkalmazása során a hímivarnál, azonban mégis jelentősen hozzájárul a genetikai előrehaladás fokozásához. Az ET alkalmazásával kedvező genetikai tulajdonságú nőivarú állattól lényegesen nagyobb számú (20-25) ivadék nyerhető életük alatt (CSEH ÉS DOHY, 2003). BÍRÓ ÉS SOÓS (1982) 2-3 vs. 15-20 borjút ír évente a bikanevelő tehenektől. HARASZTI ÉS ZÖLDÁG (1993) szerint akár 30-50 utód is születhet egy donortól évente. Az egy szuperovuláltatásból származó borjak száma elérheti a 21-et is (SZABÓ, 2004). MÉSZÁROS ÉS PERJÉS (1984) egy tehéntől 131 utódról számol be. A jelenlegi hazai helyzet 2 borjút jelent mosásonként.

Az ET segítségével megnövelt ivadékszám 33%-al javíthatja a tenyészték-becslés (TÉB) pontosságát, megbízhatóságát a húsmarha-tenyésztésben (HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993).

B; Tenyésztési szempontból jelentős, hogy nő a családtenyésztés szerepe (GERE ÉS MTSAL., 1998), mivel nő a kiemelkedő anyától nyerhető utódok száma (KRÄUSSLICH, 1998). A családokról nyerhető többlet információra DEKKERS (1992) is felhívja a figyelmet, főleg ha üsződonort használnak a folyamat során. A magyarországi tehéncsaládok fontosságáról VÉGH ÉS CSIFFÓ (1999) is említést tett. HORN (1961) szerint: „Genetikai szempontból kézenfekvő, hogy egy értékes család átlagos képességű egyedét többre kell becsülni, mint egy értéktelen család plusz variánsát.”

A következő ET-re alapozott tenyésztési programokat dolgozták ki: MOET (multiple ovulation and embryo transfer), üsző-előhasznosítás, gyors állománycseré. Az ET hozzájárulhat a kívánatos genotípusok elszaporításához, törzsállományok létrehozásához.

Az ET segítségével tervszerűen végrehajtott ikresítés folytatható (CSEH ÉS DOHY, 2003). A szarvasmarha-tenyésztésben belül ennek a húshasznosításban van nagyobb szerepe.

Elméletileg az ET alkalmazásával – rokontenyésztett vonalak kialakítása és kombinálása révén - előnyös heterózishatások tervszerű kiváltása és hasznosítása is szóba jöhet (CHRISTENSEN, 1991). A húshasznosításban a keresztezési programok elterjedése folytán több fajtát kis létszámban kell fenntartani, így ennek a megvalósításában döntő szerepet kap az ET.

Kutatásmódszertani szempontból jelentős, hogy az ET segítségével mindezek mellett vizsgálható, hogy milyen interakció van a

recipiens állat és az idegen embrió között (anyai hatás). Juhokon végzett kísérletekben nagy fenotípus-különbségű donor és recipiens között tapasztaltak anyai hatást (HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993).

C; DOHY (1999) az ET előnyének tekinti, hogy hatékonyabb a bikanevelő tehenek szelekciója, lehetővé válik a nőivarú donorok ivadékvizsgálata és az értékes idős donorból is lehetséges embriókinyerés. Ennek tükrében a szelekció hatékonyságának mintegy 45%-os növekedésével lehet számolni (DOHY, 1999).

D; HARASZTI ÉS ZÖLDÁG (1993) szerint a tejtermelő szarvasmarha állományokban a genetikai előrehaladás mértéke 9-30% is lehet, míg a húsmarha-tenyésztés során ez akár 20-90%-ban realizálódhat. A húshasznosításban az állatok a tenyésztésbe vételük előtt, a növekedésük alapján egy előszelekción eshetnek át. CHRISTENSEN (1991) 30-50%-os genetikai előnyről ír a tejelő szarvasmarha tenyésztése során alkalmazásra kerülő ET használatokor, ha üszöket használnak donornak. Óriási a különbség, ha ezt összehasonlítjuk a kizárólag mesterséges termékenyítés során elért 1-1,5%-os genetikai haladással (LOHUIS, 1995).

E; Az ET a tejelő szarvasmarha-tenyésztésben, többek között a tenyészbikák-előállítását szolgálja. Az ET jelentőségét érzékeltethetjük azzal, hogy a tenyészbikák létrehozásához szükséges bikanevelő tehenek számát így csökkenteni lehet (DOHY, 1979; HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993; LOHUIS, 1997). A csak mesterséges termékenyítést alkalmazó tenyésztési rendszerben egy bikához átlagosan hat, az embrió-átültetés alkalmazásával egy bikanevelő tehen is elegendő (LOHUIS, 1997).

Az ET szerepe a húsmarha-tenyésztésben markánsan eltér a tejhasznosítástól. A húsmarha-tenyésztésben használatos szaporítási

módhoz, a természetes úton történő fedeztetéshez képest a mesterséges termékenyítés részesedése csekély. Éppen ezért sok tenyészbikára van szükség, így az ET a tenyészbika előállításban nagy jelentőséggel bír. Fontos szerepet kaphat az embrió-kereskedelemben is, hiszen könnyebb a csúcspárosításból előállított embrióknak a szállítása, mint a tenyészállatoknak.

F; Csökken a generációs intervallum, különösen akkor, ha üsző donorokat használunk. A rövidebb generációs intervallum növeli a szelekciós előrehaladást (DOHY, 1979; DOHY, 1984; NAGY, 1996; DOHY, 1999) (5. táblázat).

5. táblázat: A generációs intervallum mértéke különböző tenyésztési rendszerekben

Tenyésztési rendszer		Nőivar (év)	Hímivar (év)
MOET	Tehén donor	4	4
	Üsző donor	2,3	1,8
Hagyományos		6	6,7

(forrás: COLLEAU ÉS MOCQUOT, 1989)

Üsző és tehén donoroknál a generációs intervallum 2 vs. 3,8 év (LEITCH ÉS MTSAI., 1994), még COLLEAU ÉS MOCQUOT (1989) szerint ez 2,3 vs. 4,0. Üsző donorból nyert *in vitro* embriókkal 13-18%-os genetikai előrehaladás érhető el, de ugyanakkor nőhet a beltenyésztés mértéke (MEUWISSEN, 1998).

G; Embrió- és génbankok, embrió-átültető állomások hozhatók létre új pénzszerzési lehetőséget teremtve az ágazat szereplőinek. Az ET

segítségével hatékony nemzetközi tenyészállat kereskedelem folytatható. Az állatszállítás „embrió formában”, mind ökonómiai, mind pedig állategészségügyi szempontból is előnyösebb (DOHY, 1999).

H; Az ET számos speciális betegség, anatómiai elváltozás okozta problémák megoldásában is segíthet STRINGFELLOW (1985), HARE (1986), HARE ÉS MTSAL. (1987), HARASZTI ÉS ZÖLDÁG (1993) szerint. Segítségével lehetővé válhat sérülésekből eredő szaporodásbiológiai gondokban szenvedő donorok szaporítása (ELSDEN ÉS MTSAL., 1979). Ezen kívül petevezető-elváltozás miatt infertilis, bőtejű tehenek (recipiensek) az ET segítségével vemhesíthetők, ezáltal biztosítható a következő laktációs periódus. Nem utolsó sorban az ET hasznos eszköz lehet a betegségekől való mentesítések során (DOHY, 1999).

I; Az ET a gazdasági állatfajok mellett, vadon élő és állatkerti egzotikus állatok nemesítésében és fenntartásában is szerepet játszhat (NAGY, 1996; ZOMBORSZKY ÉS MTSAL., 2004).

Mindezek az előnyök ellenére fontos megemlíteni, hogy az embrió-átültetés során a tenyésztő számára kedvező genotípusok intenzívebb szaporításával, illetve a kedvezőtlen adottságú állatok arányának a visszaszorítása következtében a genetikai variancia csökkenésével kell számolni (DOHY, 1986).

Azt is fontos tudni, hogy az ET-nek mindazon felsorolt előnyei - amelyek a megnövekedett utódszámmal kapcsolatban vannak - csekélyek, mert a szuperovulációs kezelés nagy érzékenysége, illetve az állatok egyedi reakciójának nagyfokú varianciája nem eredményez jelentős utódszám növekedést. Kedvező hatásai legjobban a tenyészbika-előállítás, génbankok kialakítása, illetve a tenyészállat kereskedelem során érvényesülnek.

Ahhoz, hogy az ET-ben rejlő előnyöket a lehetőségekhez mérten kihasználhassuk, számos kérdést tisztázni szükséges. Ilyen többek között az ET hatása a populáció genetikai összetételére, illetve az ET kivitelezését befolyásoló tényezők pontosabb ismerete.

2. 5 Az ET munkafolyamatai és ezeket befolyásoló tényezők

Az ET komplex folyamatát egymástól jól elkülöníthető (akár térben és időben is) egységek alkotják.

Az embrió-átültetés a donorok kiválasztásával kezdődik. A kiválasztás szempontjai lehetnek különböző termelési mutatók, illetve pedigre információk, melyek a mindenkori tenyésztői célkitűzéssel összhangban kell legyenek. A genetikai aspektusok mellett a legfontosabb, hogy sikeres embriológiai munkához csak és kizárólag egészséges állat lehet donor, mely szabályos és ismétlődő nemi ciklussal rendelkezik.

Mindezek tudatában lehetőség nyílik üsző, illetve tehén (különböző laktációjú) korú állatok donorrá minősítésére is. Üszőt gyakorlatilag akár az ivaréréstől (\approx 8 hónapos kortól) kezdve lehet embrió-programokba vonni. Az üszőtől kevesebb embrió nyerhető a tehenekhez viszonyítva, illetve több a mosásonkénti degenerált képletek száma is. Az optimális a 10 hónapos kor, mely során végrehajtott ET-t követően a vemhesített üsző nem fog az ellést követő laktációjában károsodást szenvedni (AX ÉS MTSAL., 2005). HARASZTI ÉS ZÖLDÁG (1993) 12 hónapot említ az üsző donor korának. SEIDEL ÉS SEIDEL (1981) a fiatal tehének embriótermelési fölényét említik az idősebbekéhez képest. Az ET segítségével lehetővé válhat a szaporodásbiológiai gondokkal küzdő donorok szaporítására is, azonban ezeknek kevesebb az ültethető embrió-termelésük, mint egészséges társaiknak (ELSDEN ÉS MTSAL., 1979).

Termelő tehenekből gyengébb minőségű embriókat lehet előállítani (LEROY ÉS MTSAL., 2005). A szuperovuláltatott üszők jobban tolerálják a hő-stresszt, mint a tehenek, igaz ebben az esetben megnövekszik a degenerált embriók száma (PUTNEY ÉS MTSAL., 1989). Trópusi környezetben végzett embrió kinyerések során az üszők több embrió termelésére képesek, mint a tehenek (BÉNYEI, 2006). A termelő donor tejtermelésének az embrió-produkcióra gyakorolt kedvezőtlen hatásáról BÉNYEI ÉS MTSAL. (2006) és NOVOTNY ÉS MTSAL. (2005) tesznek említést.

A következő lépcső a szuperovuláció, melynek célja a fajra jellemző ovulációs ráta nagyságának a hormonális kezeléssel történő fokozása. Az eljárás az embrió-átültetés leggyengébb láncszeme, hisz az állatok a hormonkezelésre nagy egyedi eltéréssel reagálnak, emiatt az embrió nyérése is kiszámíthatatlan. Mindezek miatt ennek a munkaműveletnek az eredményessége jelentősen befolyásolja az egész ET sikerességét, a genetikai előrehaladás mértékét, illetve a költségek alakulását (KANITZ ÉS MTSAL., 2002). A donor állatok ismételt szuperovulációs hormonkezelésének a gátja a cikluszavarok jelentkezése (BÉNYEI, 2006). ZÖLDÁG ÉS HARASZTI (1993) szerint két szuperovulációs kezelés között legalább 8 hétnek kell eltelnie, míg Hasler (2003) 40 napról tesz említést. A kezelés többféle módon kiváltható. ECG (Equine Chorionic Gonadotropin) és FSH (Follikulus Stimuláló Hormon) használatát említi LOPES DA COSTA ÉS MTSAL. (2001). PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin) egyszeri oltásával is érhető el szuperovuláció (HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993). A legleterjedtebb eljárás az FSH-nak a csökkenő dózisban, 12 óránként történő adagolása. A 8 oltásból álló sorozat 5. oltásával együtt prosztaglandint is kap az állat. Ezt követő 48 – 60 órában várható az ivarzás (HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993). A csökkenő

hormon-dózisú oltásokat javasolja BÉNYEI (2006) is. Sajnos a kezelések 20%-a eredménytelen (HASLER, 2004). Az ismétlődő oltásokra a donorok 75-80%-a 3 vagy több ovulációval reagálnak (HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993). A kezelések eredményessége szempontjából a szuperovuláció kiváltásához használt hormonmennyiségnek a csökkentése nem jelent problémát (BÉNYEI, 2006). A takarmányozás is jelentősen befolyásolja az embrió-átültetés eredményességét, hiszen a szaporodásra gyakorolt hatása már (szuper)ovuláció előtt, az oocita szintjén megmutatkozik. YAAKUB ÉS MTSAI. (1997) szerint az eltérő energiatartalmú takarmányadagok vizsgálatakor azt tapasztalták, hogy az alacsony energiatartalmú adaggal takarmányozott állatok több blasztocisztát termeltek. MANTOVANI ÉS MTSAI. (1993) húsmarhákon végzett vizsgálataik során azt tapasztalták, hogy azoknál az üszöknél, amelyeket ad-libitum etettek koncentrált takarmánnyal, csökkent az átültethető embriók kinyerési esélye, összehasonlítva a korlátozott takarmányadagon tartott üszök adataival. YAAKUB ÉS MTSAI. (1996) szerint a takarmányok típusa és mennyisége szintén hatással lehet az embrió-kinyerés eredményességére. A szuperovulációs kezelések genetikai hátterének vizsgálatakor BÉNYEI (2006) gyenge örökölhetőséget ($h^2 = 0,234$; az ismételhetség $R = 0,386$) talált.

A szuperovulációt követően a donorokat termékenyíteni kell. A termékenyítés időorientáltan, illetve az ivarzás tüneteinek a függvényében történhet. Általános gyakorlat, hogy az eredményesség érdekében a prosztaglandin oltást követő ivarzáskor (48-60 óra) legalább két alkalommal végeznek mesterséges termékenyítést (HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993). Az elnyújtott termékenyítés ugyanakkor eltérő fejlődési stádiumú embriókat (morula 4-6 nap, blasztociszta 7-12 nap)

eredményezhet (SENGER, 2003). A sikeresebb termékenyítés érdekében a donoroknak, a termékenyítés időpontjában GnRH adható (HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993).

A termékenyítést követő 7. napon történik az embriók kinyerése, a „mosás”. Ez történhet véres, illetve vértelen úton is. Az ET gyakorlati elterjedését az eljárás vértelen úton történő kivitelezésének a kidolgozása tette lehetővé. A kinyert képleteket fejlettségük és minőségük szerint osztályozni kell. Ennek a legelterjedtebb, a gyakorlatban a legkönnyebben kivitelezhető módja az, amikor is mikroszkópon keresztül végzik a minősítést. Objektív minősítés során, az embrió metabolikus tevékenységén keresztül becslik az életképességet (HASLER, 2004). Az ivarzást követő 7. napon az embriók általában korai blasztociszta (melléklet 1. kép) stádiumban vannak. Az ezt megelőző napokon (ivarzás után 5-6 nap) beszélhetünk az embriók morula (melléklet 2. kép) fejlettségéről.

Az ET eredményességét befolyásoló tényezők között említik az embriók minőségét, illetve az állapotukat (friss, fagyasztott) (HASLER, 2001). Némileg meglepő, hogy SPELL ÉS MTSAI. (2001) szerint a beültetés eredményességére nincs hatással az embriók minősége és fejlettségi állapota, míg PUTNEY ÉS MTSAI. (1988) és HASLER (2004) véleménye szerint az embriók minősége döntő a sikeresség szempontjából. Egy másik munkában BÉNYEI ÉS MTSAI. (2006) szerint, az embriók fejlettsége szintén nem befolyásolja a beültetés sikerességét. A különböző hasznosítási típusba tartozó donorok (hús vs. tej) embrióinak átültetési eredményessége között sincs különbség (HASLER, 2001).

Az embrió-kinyerésre a hűvösebb hónapok gyakorolnak kedvező hatást (PUTNEY, 1988).

A embrió-kinyerést követően célszerű a donoroknak prosztaglandint adni. Az esetleges vemhesítés egy ciklus kihagyása után javasolt (HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993).

A beültetések átlagos eredménye közel 70%-os. Az embriók friss és fagyasztott állapotban történő beültetése, tehén, illetve üsző recipiensbe is történhet. Jó minőségű embriók friss állapotban történő beültetése akár 80%-os eredménnyel is kivitelezhető. A fagyasztás átlagosan kb. 10%-kal csökkenti az embriók életképességét (HASLER, 2004). Az üszőkbe történő transzfer eredményesebb, mint a tehenekbe történő beültetés (HASLER, 2001; 2006). A beültetés szezonális sikerességéről WEAVER ÉS MTSAI. tesznek említést (1986). A beültetés, a gyakorlatban az embriók kinyeréséhez hasonlóan vértelen módon történik, azonban ennek az eredménye 15%-kal elmarad a véres úton történt beültetéshez képest (WEAVER ÉS MTSAI, 1986). A donorok egészségi állapotára tett kritériumok messzemenőig igazak a recipiensek esetében is, tehát sikeres embrió-átültetést, csak egészséges, megfelelő kondícióban lévő, rendszeresen ivarzó recipiensen lehet végrehajtani.

Az állomány átlagos termelési szintjénél jobb termelésű állatokat lehetőleg ne használjunk recipiensnek, hiszen így érhető el a megfelelő genetikai előrehaladás. Azonos, illetve közel azonos termelési szintű fogadóállatnak meg kell adni az esélyt, hogy a saját borjával legyen vemhes. Előnybe részesíthetők a tovább-tenyésztésre nem szánt üszők, illetve tehenek. A recipiensek ivari ciklusát mindenekelőtt a donoréval azonos állapotba kell hozni, (HASLER, 2004). Ennek az egyik legegyszerűbb és leghatékonyabb módja a prosztaglandinra alapozott oltás (HASLER ÉS MTSAI., 1987; STROUD ÉS HASLER, 2006). A kellő számú és minőségű recipiens elengedetlen részét képezi az eredményes

embrió-átültetésnek. A hiányukat kiküszöbölő embrió-fagyasztás nagymértékben csökkenti a későbbi felhasználás eredményességét (-14%; $P < 0.05$) (SPELL ÉS MTSAL., 2001). Az utóbbi 20 évben a mosások utáni embrió-fagyasztás mértéke 50%-al nőtt, mely kellően bizonyítja többek között a recipiensek megfelelő számú biztosításának az elhanyagolását (HASLER, 2006). A tehén recipiens mellett szól a komplikáció mentesebb ellés (KING ÉS MTSAL., 1985). Az üszőbe eredményesebb a transzfer, viszont nehezebb is beültetni (HASLER, 2001). A recipiensek hasznosítási típusa (hús vs. tej) nem befolyásolja az ET sikerességét (HASLER, 2001). Legalább 10 recipienst kell biztosítani donoronként, amihez 14-18 állat szinkronizálása szükséges (KUNKEL, 2006). Mindezek mellett a szezonitásnak is jelentős hatása van (HASLER, 2001). BÉNYEI ÉS MTSAL. (2006) a szezonalitást a recipiensek kondíciójával hozták összefüggésbe, trópusi körülmények között végzett vizsgálataik során.

Bár a növekedési hormon használata Európában tilos, de amerikai eredmények azt mutatják, hogy használata során több embriót nyerhetünk, és eredményesebb beültetéssel számolhatunk (HASLER ÉS MTSAL., 2003).

A fagyasztás nélkülözhetetlen eleme a krioprotektív anyag használata, mely döntően befolyásolja az embriók további felhasználási módját. A védőanyag lehet többek között etilén glikol (EG) vagy glicerol (GLY). A mélyhűtéshez használt médiumok (EG vs. GLY) embrió-átültetési eredményei között nincs különbség (DOCHI ÉS MTSAL., 1998; HASLER, 2004). Az GLY-ban fagyasztott embriók beültetés előtti felhasználását labormunka, lépcsőzetes hígítás előzi meg. Az EG révén lehetővé válik a lefagyasztott embriókat tartalmazó műszalmák „direct”

felhasználására. Ez olyan felolvasztást tesz lehetővé, mint a termékenyítő-anyag használatakor. A krioprotektív anyagokkal kezelt embriókból fejlődésnek indult vehemeknél, nem fordul elő gyakrabban vetélés, illetve halva születés (DOCHI ÉS MTSAL., 1998).

Az ET szigorú dokumentálás alá eső tevékenység, melynek minden lépcsőjét pontosan kell regisztrálni a megfelelő nyomtatványon és elküldeni az MgSZH (volt OMMI) felé.

2. 6 További biotechnikai eljárások értékelése

Az elmúlt 20 év biotechnológiai fejlesztései jól kombinálhatók az embrió-átültetéssel. Ilyenek – többek között - a transzvaginális ultrahanggal való petesejt kinyerés (*ovum pick up*, OPU) (TANEJA ÉS YANG, 1998; GALLI ÉS MTSAL., 2001) és az *in vitro* embrió-előállítás módszere (GORDON, 1994). VAN ARENDONK ÉS BIJMA szerint (2003) az OPU és a rá épülő *in vitro* technikák segítik standardizálni a donorok után nyerhető embriók számát. További lehetőségek még a spermaszexálás, az embrió genetikai elemzése, a klónozás, és a szervezeten kívül, *in vitro* körülmények között történő embrió-előállítás, amelyek mind kiegészítői az ET-nek. Ezen embriók egy része, 1997-ben 6%, 1998-ban 10% *in vitro* embrió-előállításból származott (HEYMAN, 1999). A költséghatékonyság érdekében az embrió-szexálást (THIBIER ÉS NIBART, 1995; BODÓ ÉS MTSAL., 2001), valamint a szelekciós intenzitás növeléséhez a molekuláris biológia kínálta lehetőséget is felhasználják (MAS, marker assisted selection) (FÉSŰS, 1997).

E módszerek előnyei:

- Nem szükséges a donor szuperovuláltatása (PRESICCE ÉS MTSAL., 1993). Az OPU-t a vemhesség első harmadáig a magzat

veszélyeztetése nélkül lehet végrehajtani (MEINTJENS ÉS MTSAL., 1993).

- A petesejtek *in vitro* csoportosított termékenyítése során a termékenyítőanyaggal is takarékoskodni lehet (GORDON, 1994).
- Meghatározható az embrió ivara (HERR ÉS MTSAL., 1990) és a genetikai terheltségek pl. BLAD (bovine leukocyte adhesion deficiency) (ZSOLNAI ÉS FÉSŰS, 1996).

Napjainkban néhány mesterséges termékenyítő állomás már létrehozta a valamikori listavezető bikájának klónjait (pl.: Carol Prelude MTOTO, Olaszország), azonban ezen állatok szaporítóanyagának forgalomba hozatala még nem tisztázott (GALLI ÉS MTSAL., 2003). A klónozás növeli a szelekció pontosságát azáltal, hogy az azonos klónvonalakat eltérő környezetben termeltetjük. Mivel nem elég csupán a céltudatos tenyésztői munka során létrehozni a kiemelkedő genetikai állományt, hanem szét is kell terjeszteni a kiinduló populációban, melyre a klónozás megfelelő eljárás lehet (DE BOER ÉS VAN ARENDONK, 1994A; BULFIELD, 1998; FABER ÉS FERRÉ, 2004).

Az ivardeterminált sperma használata az árutermelés hatékonyságán túl növeli a mesterséges termékenyítés ivadékvizsgálati programjainak sikerét. Tovább lehet mindezt növelni, ha a szexált szaporítóanyagot az ET és az *in vitro* embrió-előállítás (*in vitro* production, IVP) során használjuk fel (WEIGEL, 2004). Ezekkel a módszerekkel, akár már az ivarérettség elérésekor lehet „továbbtenyészteni” a célpárosításból született nőivarú egyedeket, tovább növelve ezáltal a szelekció hatékonyságát (NAGY, 1996). Ivardeterminált sperma használata elvileg jobb eredményt hozhat, mint az embriók szexálása, hiszen az eddig használatban lévő biopszia nagyobb mértékű

életképesség csökkentő hatású, mint a sperma szexálás (GUSTAFFSON ÉS MTSAI., 1994).

A MAS nukleusz-tenyésztésbe való integrálásáról STELLA ÉS MTSAI. (2002) írtak. Esetükben a nagy értékű donorokból nyert embriók genetikai állományát elemzik, az ebből nyert információk felhasználásával különleges génkombinációkat választanak ki továbbtenyésztésre.

2. 7 A MOET (multiple ovulation and embryo transfer) eljárás

A gyakorlatban a nyolcvanas évektől széleskörűen alkalmazzák a törzstenyészetekben a szuperovulációt követő embriómosást és embrióátültetést (GÁSPÁR, 1999). A MOET a tenyésztést szolgáló komplex folyamat, mely magában foglalja a donor és a recipiens ivarzásának a szinkronizálását, a szuperovulációt, az ezt követő céltudatos párosítással elvégzett mesterséges termékenyítést, az embriók kinyerését, bírálását, esetleges mélyhűtését, illetve a beültetését. Ez az eljárás hatékony tenyésztési eszközként működhet a tenyésztési programok végrehajtása során. A MOET integrálásáról a szelekciós programokba először LAND ÉS HILL (1975) írtak.

Legfőbb előnyének azt tartják, hogy növeli a genetikailag értékeőbb nőivarú állatok ivadékainak a számát, fokozza a nőivarú állatoknál a szelekció intenzitását és csökkenti a generációs intervallumot (CHRISTENSEN, 1991; GÁSPÁR, 1999). A 6. táblázatban a MOET eljárást alkalmazó rendszereket mutatom be.

6. táblázat: Különböző országokban és fajtákban működő MOET-rendszerek

Tenyésztési rendszer neve	Ország	Bevezetés éve	Fajta
DELTA	Hollandia	1989	Holstein-fríz
FY-BI	Dánia	1985	Dán vörös, Jersey
GENETIQUE AVENIR	Franciaország	1982	Holstein-fríz
GENUS	UK	1987	Holstein-fríz
TEAM	Kanada	1988	Holstein-fríz Ayrshire

(forrás: CALLESEN ÉS MTSAL, 1996)

Valamennyi MOET-rendszer két szelekciós elven alapszik (GROENEVELD ÉS BRADE, 1996).

- Hím- és nőivarúak serdülőkori szelekciója nőivarú őseik szaporítási teljesítménye alapján (juvenil séma, üsző az embrió donor).
- Nőivarúak szelekciója első laktációs teljesítményük és az ősökre vonatkozó információ alapján. Hímeknél a szelekció testvéreik első laktációs teljesítménye, plusz az ősökre vonatkozó információ alapján (kifejlettkori séma) (GÁSPÁR, 1999).

A MOET alkalmazásával hamar rokontenyésztett lehet az állományunk. Ráadásul a rövidült generációs intervallum következtében, a lehetséges genetikai potenciál nem kerülhet maradéktalanul kiaknázásra a szelekció alacsony megbízhatósága miatt (DEKKERS ÉS SHOOK, 1990).

Amennyiben a MOET során az ET-t a mesterséges termékenyítéssel együtt alkalmazzák, ötvözhetőek a két eljárás előnyös tulajdonságai (COLLEAU, 1985). Ezt ún. kevert vagy hibrid MOET-rendszernek nevezik (GÁSPÁR, 1999). Hazánkban az ET-t, a jelen gyakorlatában a mesterséges termékenyítéssel ötvözik, hiszen a nagy

értékű donor állatok termékenyítését fagyasztott spermával végzik. Ezt alkalmazzák a norvég vörös tejelő marha javítására is, növelve a termelés színvonalát és a hosszú hasznos élettartamot, illetve a finn ayshire populáció nemesítése során az ASMO rendszerben is (GÁSPÁR, 1999).

Üsző donor esetében elméletileg 30-50%-os genetikai előrehaladást lehet elérni a MOET segítségével (CHRISTENSEN, 1991).

2. 8 Nukleusz tenyésztés

A biotechnikai eljárások önmagukban nem elegendőek egy-egy fajta genetikai képességének megfelelő ütemű javítására. A legjobb eredményt akkor lehet elérni, ha a hagyományos kiválogatási, szelekciós módszereket, illetve a legkorszerűbb tenyészérték-becslési módszereket egy közös tenyésztési programban ötvözik (KOMLÓSI ÉS VERESS, 2001).

A szarvasmarha populációk rendszerint strukturáltak. Költséghatékonyság okán nem érdemes minden tenyészetben ugyanazt a technikát alkalmazni, a nagy költségek és a megfelelő ellenőrzés hiánya miatt. A megoldás, ha relatív kis elitpopulációkat (nukleusz-, törzspopulációk) hoznak létre a tenyésztési piramis csúcsán, és innen az elért genetikai előnyeiket a lentebb lévő szintekre is eljuttatják (FABER ÉS FERRÉ, 2004). Ezt nevezik nukleusz-tenyésztésnek.

Hazánkban DOHY (1986) foglalkozott átfogóan a nukleusz tenyésztési stratégiával. Egy jól felépített, megszervezett törzstenyészet integrálja a tenyésztés hazai és nemzetközi eredményeit (DOHY, 1986) (melléklet 1. ábra.).

A nukleusz tenyésztésbe jól integrálható a mesterséges termékenyítést és az embrió-átültetést magában foglaló, MOET eljárás is. Az ET beillesztése a hagyományos tenyésztési rendszerekbe önmagában nem eredményez olyan mértékű genetikai többletet a teljes populációban,

mint amit a nukleusz-tenyésztést folytató részpopulációban kimutatható. Ez valószínűleg a nukleusz nőivarú állatainak a fölényéből eredhet (MEUWISSEN, 1998; NICHOLAS ÉS SMITH, 1983).

A nukleusz-tenyészetek és az alatta lévő szinteken elhelyezkedő árutermelő gazdaságok kapcsolata alapján több nukleusz típus különböztethető meg.

Zárt a nukleusz akkor, ha nincs befelé irányuló génáramlás, viszont innen az alap populáció felé szaporítóanyag (sperma, embrió) és tenyészállat áramlás valósul meg (RODEN, 1994; KINGHORN ÉS MTSAL, 2000) (Melléklet 2. ábra). Ebben a legegyszerűbb zárt formában, a nukleusz egy tenyészbika előállító tenyészet, ahol a cél, az árutermelő állományok ellátása javító hatású apaállatokkal, illetve termékenyítőanyaggal. A zárt nukleuszban nemesített állományban feltételezhető a genetikai variancia fokozatos mérséklődése (DOHY, 1999; KOMLÓSI ÉS VERESS, 2001). Zárt nukleuszként működik a GENUS nukleusz-tenyésztési rendszer, mely 280 tehénből áll (CHRISTIE ÉS MTSAL, 1992). Zárt nukleuszokban realizálható genetikai előrehaladás modellezése során, a nagyobb genetikai előrehaladást a nagyobb egyedszámú nukleuszban mutatták ki (JEON ÉS MTSAL, 1990). A beltenyésztettség, illetve rokontenyésztés kedvezőtlenül befolyásolja a kinyerhető embriók minőségét és számát is (WOOLLIAMS, 1989).

Ha a nukleuszba az alsóbb tenyésztési szintek felől génáramlás történik, és az alap populációból a legjobb egyedek a nukleuszban tenyészthetők tovább, akkor nyitott nukleusztól beszélünk (DEKKERS, 1992; DOHY, 1999; KINGHORN ÉS MTSAL, 2000) (melléklet 3. ábra). A nyílt rendszer előnye, hogy rugalmas kölcsönhatásban áll az árutermelő környezettel, ellátva azt szaporítóanyaggal. A recipiens állatokat az

árutermelő gazdaságokban tartják. A nukleusz szintjét el nem érő egyedeket az árutermelés számára értékesíthetik. A „csúcsegedeket” előállító nukleuszt genetikailag folyamatosan frissítik az aktuális legjobb, nukleuszon kívüli bikák szaporítóanyagával, valamint az árutermelő gazdaságokban időről időre megjelenő nagy tenyésztékűnek bizonyuló tehenek bevonásával (RODEN, 1994; KINGHORN ÉS MTSAL., 2000).

Napjaink tejelő szarvasmarha-tenyésztésében a nukleusznak ezt a formáját széleskörben alkalmazzák (NICHOLAS ÉS SMITH, 1983; RUANE, 1988), de a húsmarha tenyésztésében is terjed (KINGHORN ÉS MTSAL., 2000; FABER ÉS FERRÉ, 2004).

Egyes vélemények szerint az az optimális, ha a nukleusz az alap populáció 10%-át foglalja magába (RODEN, 1994; KINGHORN ÉS MTSAL., 2000). JAMES (1977) szerint a maximális genetikai előrehaladáshoz a populációnak 5-10%-a kell, hogy a nukleuszt alkossa. A nukleusz mérete fontos tényező, mert túl kis létszámú populációra nem lehet genetikai előrehaladást építeni (BALTAJ, 1986).

A donor kora alapján „felnőtt” nukleuszt és „juvenilis” nukleuszt is megkülönböztetnek (DEKKERS, 1992; LOHUIS ÉS MTSAL., 1993; LOHUIS, 1995). A „felnőtt” nukleusz során a teheneket 48 hónapos korban szelektálják, amikor már a tehén rendelkezik részlaktációs termelési adattal. A „juvenilis” nukleuszban mindkét ivart éves korban szelektálják, mely során a szülők tenyésztékét veszik alapul. Az üszöket egy éves korban vetik alá ET-nek. A mosást követően a donor állatokat 15 hónapos korban termékenyítik, majd az ellést követő első laktációjuk alapján értékelik. A donort vagy újból ET-nek vetik alá, vagy termékenyítik. Optimális esetben mire a donor második laktációja lezárul, az első generációs lányutódok termelése is befejeződhet

(CHRISTIENSEN, 1997). Az első generációs lányok első laktációs tejtermelésének értékelésével végzett donorszelekció a nőivar generációs intervallumát tovább csökkenti, és ebből következően a genetikai előrehaladást növeli (COLLEAU, 1985; MEUWISSEN, 1998). Így egy generáció lefolyása alatt több adatot kapunk a donor tenyésztékéről, kedvező tulajdonságainak átörökítő képességéről, mint a hagyományos tenyésztés során az egész életteljesítmény alatt. Ez lehetővé teszi a nőivarú állomány hatékonyabb szelekcióját. Amennyiben a donor, utódainak laktációs teljesítménye alapján kiváló tenyésztékűnek minősül, azt továbbiakban szaporítóanyag előállításra –embriótermelése használják fel. Mindkét típusú nukleuszra érvényes az, hogy a MOET használatával gyorsabb a genetikai előrehaladás mértéke, mint ami a hagyományos ivadékvizsgálati programokkal elérhető. A korszerű és egyre pontosabb tenyészték-bebecslési eljárások széleskörű alkalmazásával azonban fokozatosan mérséklődik a nukleusz előnye az alap-populációhoz képest, de nem tűnik el (LOHUIS ÉS MTSAL., 1993; LOHUIS, 1995).

A nukleusz-tenyésztési rendszerek térbeli (földrajzi) elhelyezkedésük alapján lehetnek centralizáltak, amikor is egy telepen belül tartják a törzsállományt, illetve diszperz nukleuszok, amikor az állományt több telepen tartják, akár nemzetközi együttműködésben is. Ennek egyik előfeltétele a megfelelő információáramlás (pedigré...stb.) (DEKKERS, 1992; KINGHORN ÉS MTSAL., 2000). Ilyen többek között a 1997 óta, ayrshire fajtában működő ASMO nukleusz-tenyésztési rendszer. (JUGA, 2002; JOKINEN ÉS MTSAL., 2003). Olaszországban, Franciaországban, Kanadában is diszperz nukleuszok működnek (LOHUIS, 1995). A kanadai „TEAM” rendszer diszperz nukleuszként

működik, melyet azzal a céllal hoztak létre 1988-ban, hogy 60 teljes-testvér családot hozzanak létre holstein-fríz és ayrshire fajtákban (LOHUIS, 1995). Ebben a tenyésztési rendszerben jelentős genetikai előrehaladást értek el a fehérjetartalomban és a tőgyalakulásban (JOKINEN ÉS MTSAL., 2003). Számítások szerint ebben a nukleusz formában a genetikai előrehaladás mértéke 8-13%-kal is nőhet, egyidejűleg jobb a költséghatékonyság is mint a centralizált nukleusz esetében (LOHUIS, 1995). Nyílt és diszperz szisztémában működik az ASMO rendszeren kívül az ET-DT Osnabrück (Németország) és az Embryo-Import (Franciaország) (LOHUIS, 1998; MCGUIRK, 1998).

A centralizált rendszer előnye a megbízhatóságot növelő azonos üzemi környezet (LOHUIS, 1995). Centralizált tenyésztési rendszerek a Genus (Nagy Britannia) a Delta (Hollandia) és az FY-BI (Dánia).

Magyarországon a legismertebb nukleusz-tenyésztési rendszer a „HUN-OR” program volt. Ez 2002-ben indult el, nyitott nukleuszként működő formában (melléklet 4. ábra), mely során mind import, mind pedig hazai előállítású embriók is beültetésre kerültek. Hasonló rendszer a Semex Magyarország Kft. által fenntartott Magor program is.

2.9 Genetikai előrehaladás mérése

A nemzedékenként elérhető genetikai előrehaladás a továbbtenyésztésre kiválogatott egyedek, mint szülők, és a teljes, válogatatlan potenciális szülőállomány közötti genetikai különbség. A szelekció eredményét, illetve hatékonyságát a generációkénti a genetikai haladás vagy másként a szelekciós előrehaladás fejezi ki. Az évenkénti genetikai előrehaladás kiszámításához a generációs intervallummal (szülők átlagos életkora az utódok megszületésekor) osztjuk a szelekciós differenciált (SZABÓ, 2004). A hatékonyság és nagy mértékű tenyésztői

előrehaladás előfeltétele a kellően rövid generációintervallum és a megbízható pontos tenyésztértékbecslés (DOHY, 1986).

Az elmúlt évtizedekben a tenyésztértékbecslés módszerét forradalmasította a Henderson által kidolgozott BLUP (Best Linear Unbiased Prediction, legjobb torzítatlan előrejelzés) eljárás. Ma a világ legkülönbözőbb pontján alkalmazott ivadék-vizsgálati módszerek legkülönbözőbb változatai is a BLUP-ra alapulnak. Erre épül az „Apamodell”, az „Anyai-nagypapa modell” és az „Egyedmodell (EM, Animal Model)” is (HORN, 1994; ZSILINSZKY, 1999). A nyitott nukleusznak az előnyeit csak a BLUP-ra alapozott tenyésztérték-becslés segítségével érhetjük el (KINGHORN ÉS MTSAI., 2000).

A hazai holstein-fríz tenyésztésben 1999 óta az egyedmodellt használjuk (BOGNÁR ÉS MÉSZÁROS, 1999; VERES, 1999; SZŐKE ÉS KOMLÓSI, 2000).

A legtöbb országban ezt használják a tehenek és a bikák szelekciója során, a módszerben rejlő potenciális előny miatt (DRUET ÉS MTSAI., 2003; KETTUNEN ÉS MTSAI., 2000; MACCIOTTA ÉS MTSAI., 2002; SCHAEFFER ÉS MTSAI., 2000). A módszer minden rokoni kapcsolattal rendelkező egyedre becsül tenyésztértéket, akár rendelkezik teljesítménnyel akár nem (SZABÓ, 2004). Korrigál a nem véletlenszerű párosításokból eredő hibákra, súlyoz a rokonok teljesítményére (BOGNÁR ÉS MÉSZÁROS, 1999). NAGY (1996) szerint a donorok kiválasztásához az „EM” megbízható előszelekciót tesz lehetővé. A BLUP-nak a nukleuszban való használhatóságáról ír LEITCH ÉS MTSAI. (1994).

A TÉB következő lépcsőjét a Test Day Model (TDM, befejeési nap modell, BNM) jelenti (KOMLÓSI ÉS BOGNÁR, 1999; KOMLÓSI ÉS VERESS, 2001). Ennek széleskörű használata a közeljövőben várható.

3. CÉLKITŰZÉS

Munkám során az embrió-átültetésnek a hazai holstein-fríz tenyésztésre gyakorolt hatását, a lehetőségekhez mérten több, hangsúlyosnak ítélt szempontot figyelembe véve vizsgáltam. Erre azért volt szükség, mert a hazai tenyésztői gyakorlatban sajnálatos módon elterjedt az a szemlélet, ami szerint az embrió-átültetés komplex folyamatát az embriók beültetésének eredményességével, gyakorlatilag egy szaporodásbiológiai mutatóval („vemhesülési" aránnyal), értékelik.

Nyilvánvaló ugyanakkor, hogy az embrió-átültetés alkalmazása hatással lehet a teljes populáció genetikai összetételére. Választ kerestem ezért arra is, hogy e biotechnikai eljárással létrehozott populációnak van-e valamiben, és ha igen, akkor mekkora mértékben fölénye a hagyományos úton létrehozott, egykorú istállótársakkal szemben. Kutatásaim során tehát az embrió-átültetés technológiáját befolyásoló tényezők vizsgálatán túl, az így előállított populációk genetikai elemzésével foglalkoztam.

Vizsgálataim során a hazai embrió-átültetés üzemi eredményeit és az érintett állományokkal rokoni kapcsolatban álló állatok Országos Szarvasmarha Adatbázisban rögzített adatait használtam fel. Törekvéseimben az vezetett, hogy 2000-2002 között személyesen is közreműködhettem egy gazdaságban az embrió-programok kivitelezésében. Csaknem 1000 beültetésnél asszisztáltam, megtanulván ezáltal a munkafolyamatok minden egyes fázisát. Jelenlegi munkahelyemen ugyanakkor a tenyésztési adatok magas szintű elemzésére van lehetőségem.

Munkám során a következő fő célkitűzéseket fogalmaztam meg:

1. Hogyan lehet maximalizálni a donoronkénti ivadékok számát üzemi körülmények között?
2. Milyen hatása van az embrió-átültetésnek a hazai holstein-fríz populációra?
 - a) Növeli-e a nőivartól származó ivadékszámot?
 - b) Csökkenti-e a generációs intervallumot?
 - c) Milyen mértékű genetikai előrehaladást eredményezett az embrió-átültetés használata az eljárásnak a tenyésztési programba történő integrálásával?

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálataim során alkalmazott módszertani alapadatokat és jellemzőket a „Célkitűzések” c. pontban megfogalmazott feladatok szerint ismertetem.

4. 1 A donoronkénti utódszám és az ezt befolyásoló tényezők feltárását célzó vizsgálatok módszertani jellemzői

Az embriológiai munka technikai részét egy magyarországi, holstein-fríz tenyésztést folytató szakosított tejtermelő tehenészeti telepen végeztük, ahol több mint 10 éve folytatnak üzemi körülmények között embrió-átültetést. A kilencvenes évek végétől a 2005-ös évvel bezárólag a hazai embrió-kinyerések 70%-a ebben a gazdaságban történt. Ez időben 613 embrió-mosási program, illetve 2633 embrió-beültetés történt. Az arányokból adódóan elmondható, hogy az itt végzett munka jól reprezentálja a vizsgált biotechnikai eljárás hazai helyzetét. Más oldalról az a tény, hogy ezek a vizsgálatok egyetlen gazdaságban folytak, biztosította azt, hogy az üzemi hatások zavaró effektusait ki tudtam küszöbölni. Az itt folyó munkában 2000-től 2002-ig, mint embriológiai-asszisztens vettem részt.

A vizsgált tényezők a következők voltak:

- Ø Donor életkorának hatása az embrió-produkcióra és minőségre
- Ø A donor tehén tejtermelésének a hatása az embrió-produkcióra
- Ø Szuperovulációs kezelés hatása az embrió-produkcióra
- Ø Évszakok, hónapok hatása az embrió-produkcióra, illetve a beültetett embriók megtapadására
- Ø Az embriók minőségének a hatása az implantációra

- Ø Recipiens állatok életkorának hatása azok embriók megtapadására
- Ø A mélyhűtés hatása az embriók megtapadására
- Ø Az embriók fejlettségének hatása az implantációra

Az embrió-átültetés értékeléséhez az embrió-átültetési jegyzőkönyvek adatai álltak a rendelkezésemre.

4. 1. 1 A donor állatok kiválasztásának szempontjai

A gazdaság elsősorban saját felhasználásra termelte az embriókat. Erre a célra a kimagasló saját termeléssel rendelkező állatok, illetve a bikanevelés követelményeit elérő tehenek (n=386) kerültek az embrió-előállítási programokba. A tehenek mellett még embrió-átültetésből származó, illetve értékes pedigréjű üszöket (n=227) is használtak donorként. Így lehetőségem nyílt arra is, hogy a különböző életkorú állatok embrió-programjának eredményeit feldolgozhassam, vizsgálva az életkor hatását mind az embrió-kinyerés, mind pedig a beültetés eredményességére.

A bika kiválasztása a mesterséges termékenyítő állomások igényeinek megfelelően célpárosítás útján történt. Az apákat az embrió-átültetés hatékonysága szempontjából nem értékeltem.

Az üszök ET-vel történő előhasznosításánál a fejlettségük alapján döntöttünk. Az állatok átlagosan 15 hónapos korukban kerültek az embrió-programba, ekkortól ugyanis testméreteikből adódóan lehetővé vált az eljárás elvégzése. Az állatok az embriókinyerést követően, vemhesítésre kerültek. Mire az első laktációjukat elkezdték, már több ivadékuk is megszületett.

A tehenek az ellést követő 100 nap után kerültek az ET programba, mert ekkor már túl voltak a tejtermelésük csúcsán, és már

szabályos ivari ciklussal rendelkeztek. A termelési és származási feltételek mellett a donor állatnak egészségesnek kellett lennie.

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

4. 1. 2 A szuperovulációs kezelés

A donor tehenek szuperovulációs hormonkezelését follikulus stimuláló hormonnal (FSH, OVAGEN, ICPbio) kétféle módon végeztük. A kezelés az ivari ciklusuk *luteális* (sárgatest) fázisának a közepén kezdődött. Minthogy az FSH hatása gyorsan csökken (felezési ideje 12 óra), ezért a folyamatos FSH szintet 12 óránkénti adagolással BECZE (1987) útmutatása alapján tudtuk biztosítani.

Az egyik esetben a teheneknél adandó 8 *im.* oltásból álló (4 napon át, naponta kétszer), fix dózisé (2,5 ml/injekció, összesen 17,6 mg hatóanyag FSH), illetve a másik esetben csökkenő dózisé (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 (melléklet 1. táblázat).

Az ivarzás kiváltása 2 ml prosztoglandin analóg (ESTRUMATE; 500 µg *cloprostenol*/állat) *im.* oltásával történt. Ez utóbbit javasolják BECZE ÉS MTSAI., (1991) is. Üszők esetében hasonló szisztéma szerinti oltásokat használtunk. Mindezek mellett a donor kisebb méretéből, illetve a súlyából eredően egy kisebb standard 2,0 ml (összesen 14,18 mg FSH) dózisé oltást is alkalmaztunk a szuperovuláció kiváltása céljából.

Az eltérő módon szuperovuláltatott donorok embrió-mosási eredményeit külön-külön és összehasonlítva is értékeltem.

4. 1. 3 A szuperovuláltatott állatok termékenyítése, embrió-kinyerés

Az utolsó oltást követő órában, majd 12 óra múlva történt a termékenyítés. A termékenyítésre szánt bikák kiválasztása célpárosítás útján történt. A termékenyítés megismétléséről a ciklus állapota alapján 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. A méhszarvak átöblítését ~0,5 l PBS (phosphate buffered saline, ICP-Bio) médiummal végeztük.

Az embriók kinyerését követően – HARASZTI ÉS ZÖLDÁG (1993) ajánlásához hasonlóan - az állatok *im.* 2 ml prosztaglandin analóg (ESTRUMATE; 500 µg *cloprostenol/állat*) lettek leoltva, mellyel elkerülhető volt az esetleg nemkívánatos vemhesülése a donoroknak.

4. 1. 4 A kinyert embriók illetőleg egyéb képletek osztályozása

A morula és blasztociszta embriókat hatvanszoros nagyításban, fénymikroszkóp (60X, OLYMPUS) alatt minősítettük.

A rutinszerű munka során az embriók fejlettségét 5 (morula, korai blasztociszta, blasztociszta, expandált blasztociszta, kikelt blasztociszta), minőségét 4 osztályba soroltuk LEHN-JENSEN (1986) munkája alapján (a fejlettségi kategóriákat 4-el kezdődő számozással láttam el). Ezek meghatározása többé-kevésbé szubjektív, hiszen nagymértékben a bíráló személyéhez és szakmai felkészültségéhez köthető.

Az első osztályba a kiváló minőségű embriók kerültek, amelyeket azonos méretű és homogenitású sejtek alkottak és tiszta *perivitális* térrel,

gömbölyű és ép *zona pellucidával* rendelkeztek. Ezek az embriók hibátlan sejtszerkezetűek, szoros sejtkapcsolattal bírtak.

Másodosztályú minősítést kaptak, az előző osztályba tartozó embriókhoz hasonló sejtszerkezetűek akkor, ha apró törmelékdarabok voltak a *perivitális* térben. A *blasztomerekben* apró üregek megengedettek. Összességében ezek az embriók csak kis mértékben tértek el az első osztályútól.

A harmadosztályba sorolt embriók jelentősen különböztek az előző osztályúaktól. A sejtek nagyobb része sérült, számos sejtdarab volt található a *perivitális* térben.

A negyedik minőségi osztályba az ún. „degenerált” embriók tartoztak. Sejtszerkezetük laza, tisztán kivehető degeneratív elváltozások tapasztalhatóak a *blasztomerekben*, sok nagydarab sejttörmelék található a *zona pellucidán* belül és a sejteknek kevesebb, mint a fele ép. Megjegyzendő, hogy szubjektív szempontjából az első és az utolsó csoportnak a legegységesebb a megítélése, ezek tekinthetők többé-kevésbé objektív kategóriáknak.

Az embrió-átültetési munka komplex folyamata során ezeket a fejlettségi kategóriákat és minőségi osztályokat használtuk és ezek alapján történt a hatóság felé a hivatalos dokumentáció is.

4. 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; DOCHI ÉS MTSAL, 1998; MARTINEZ ÉS MTSAL, 2002; HASLER, 2003), 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, az előzőleg már szinkronizált recipiens állatokba.

4. 1. 6 Recipiensek kiválogatása és ciklusának szinkronizálása

Recipiens csak egészséges, megfelelő kondíciójú állat lehetett, amelynek már megfigyelt és szabályos ivari ciklusa volt. Ezen kívül követelmény volt még, hogy az állomány átlagos tejtermelési szintjéhez képest kisebb termeléssel rendelkezzenek. Ellenkező esetben, tenyésztői szempontból indokolatlan lett volna őket béranyaságra fogni. A fogadó állatok kiválasztása az előbb említetteken kívül véletlenszerűen, az ivarzás sorrendjében történt. A recipiensek szinkronizálását 2 ml *im.* prosztoglandin analóggal (ESTRUMATE; 500 μg *cloprostenol*/állat) végeztük, de a donorral egy időben spontán ivarzők is kerültek programba. Az állatok tartása és takarmányozása egységes volt. Miután a recipiensek között üszők ($n=785$) és tehének ($n=1848$) is voltak, az értékelésnél módosult az életkort, mint változót, külön-külön és együtt is értékelni.

Az átültetés eredményességét rektális úton, manuálisan végrehajtott vemhességvizsgálattal ellenőriztük a beültetéstől számított 50.-60. napon.

Az embrió-átültetés eredményességét 100 beültetésre vetített, vemhesülési százalékban fejeztem ki.

4. 2 Az ET-nek a holstein-fríz fajta generációs intervallumára és a tenyésztői előrehaladására gyakorolt hatását elemző vizsgálataim módszertani jellemzői

Ahhoz, hogy az ET-nek a hazai holstein-fríz fajta tenyésztésére gyakorolt hatását vizsgáljam, és korrekt következtetéseket vonhassak le, figyelembe kellett vennem a faj biológiai sajátosságából eredő hosszú generációs intervallumát. A tenyésztési adatokat 1990-től kezdődően vizsgáltam (lásd 7. ábra), amikortól ugrásszerűen nőtt az ET-ből született állatok száma. A rendelkezésemre álló adatok alapján, ebben az időszakban az országban végrehajtott embrió-programok 70%-a négy gazdaságban folyt. Az elemzésemet ezért ezekre a telepekre korlátoztam. Ilyen adatválogatással a felmerülő számítástechnikai igényt mérsékelni tudtam. Összesen 264 ET-ből származó egyed és 21810 rokon és istállóárs, illetve ezek pedigre, továbbá termelési és tenyésztési adatait dolgoztam fel. A vizsgálatba csak azok az egyedek kerültek, amelyek legalább 2 laktáción keresztül termeltek.

Az adatokat a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Állattenyésztési Igazgatóságának Szarvasmarha-tenyésztési Osztálya bocsátotta rendelkezésemre az OSZA (Országos Szarvasmarha Adatbázis) alapján. Nagyvonalú segítségüket ezúton is köszönöm.

4. 3 Statisztikai értékelés

Elemzéseimben a 305 napra korrigált tejmenyiségre, tejsír- és tejfehérje-mennyiségre (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 beültetésekkor, 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. Az évszakoknak az embriók kinyerésére és beültetésre gyakorolt hatását Anova teszttel értékeltem. T-próbával hasonlítottam össze az ET-s, illetve a nem ET-ből származó generációs intervallum alakulását, illetve a különböző szuperovulációs kezelések eredményeit.

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

A modellben szereplő változókat és azok szintjét a 7. táblázat tartalmazza.

7. táblázat: Az egyedmodellben szereplő hatások kezelésszintjei a vizsgált csoportban

Hatások	Típus	Kezelésszintek
Tenyészet	fix	4
Laktáció éve	fix	15
Ellés évszak	fix	4
Ellés sorszáma	fix	6
Ellés hava	fix	12
Permanens környezeti hatás	random	21810
Additív genetikai hatás	additív	48716

Az ismételhetőségi egyedmodell a következő volt:

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

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

b = fix hatások vektora, mint tenyészet, laktáció éve, ellés éve, ellés sorszáma, 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 legszerencsésebb, de mivel a holstein-fríz állományok teljesítményének a megítélésében ez a mutató döntő szerepet játszik, az adat értékelése mellett döntöttem.

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

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

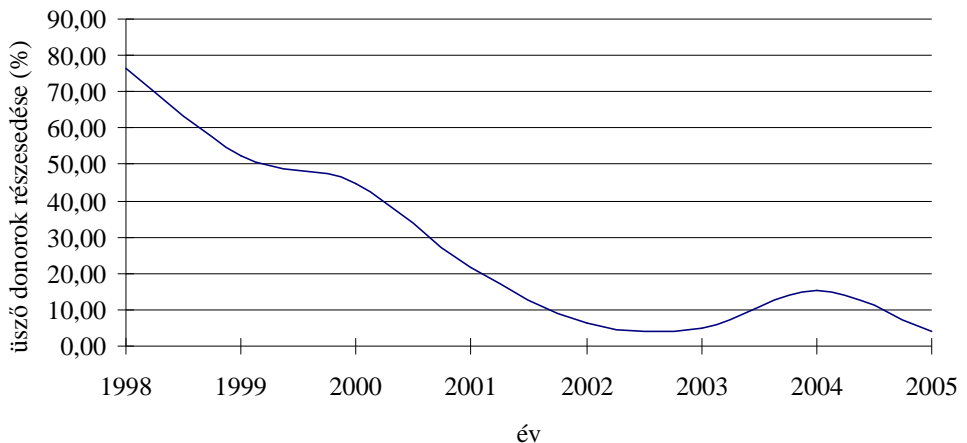
5. 1 A donoronkénti utódszámot befolyásoló tényezők vizsgálata üzemi körülmények között

Ahhoz, hogy ebben a biotechnikai eljárásban rejülő lehetőséget kihasználjuk, elkerülhetetlen, hogy megismerjük az ET-t alkotó munkaműveleteket, az azokat befolyásoló tényezőket. Ezáltal válhat lehetővé, hogy a mosásonkénti elérhető megszületett borjak számát maximalizáljuk. Az ennek tükrében végzett értékelés érdekében az embrió-átültetés komplex folyamatát embrió-kinyerésre („mosásra”), illetve embrió-beültetésre választottam szét.

5. 1. 1 A donor kora

Az embrió-átültetésben résztvevő nőivarú állatok tehenek, vagy üszők voltak. Az általam vizsgált összes mosásból (n=613) az üsző donorok aránya 37,03% volt (8. ábra).

8. ábra Az üszők részesedése az összes embrió-mosásból



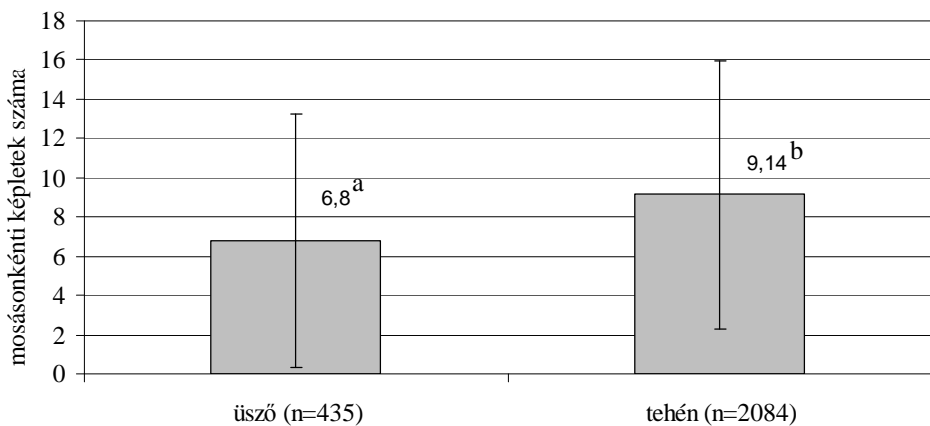
Jól látható az ábrán, hogy a juvenilis korban végzett embrió-programok jelentősége fokozatosan csökken. Ez két dologra vezethető vissza:

1. A tenyésztő számára a pedigré nyújtotta információ nem elégséges a donorra minősítéshez.
2. Az üszőkön végzett embrió-program nem annyira eredményes, mint tehén esetében.

Mivel az embriók minősítése erősen szubjektív és főleg a harmadosztályú embriók és degenerált képletek közötti különbség csekély, ezért a mosások eredményét a kinyerhető összes képletek számával értékeltem.

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. $6,8 \pm 6,45$) (9. ábra).

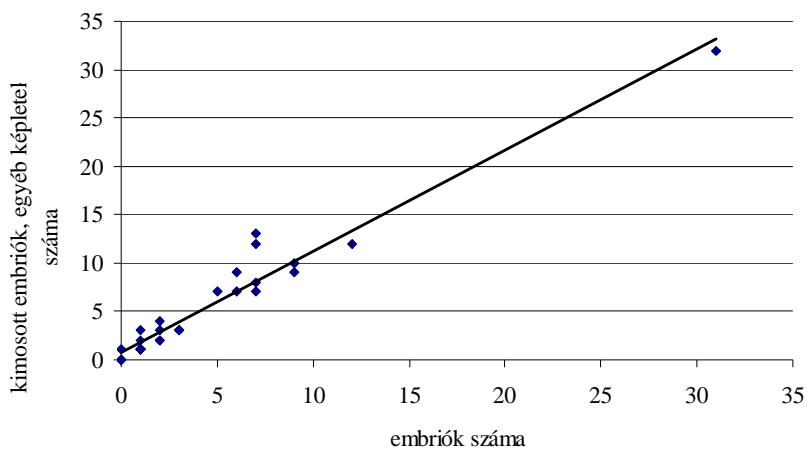
9. ábra: A mosásonként nyerhető átlagos képletszám a kor függvényében



A különböző betűvel jelölt oszlopok között statisztikailag igazolt különbség van ($P < 0,01$)

A tehéntől átlagosan 2,29-dal több képlet nyerhető mosásonként, mint az üszőtől, ami az ültethető embriók számában is egyel többet jelent. A kinyert embriók és egyéb képletek között szoros összefüggést ($r = 0,97$; $P < 0,01$) találtam (10. ábra).

10. ábra: A kinyert embriók illetve egyéb képletek száma közötti összefüggés*

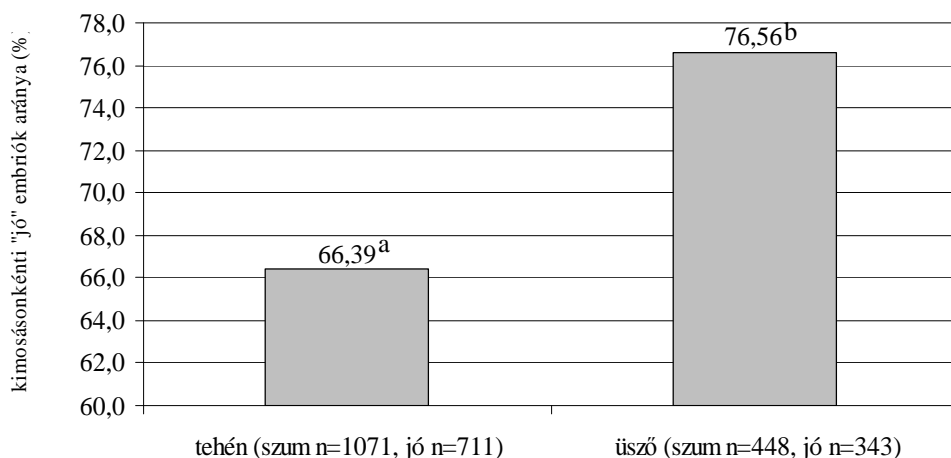


$$y = 1,0486x + 0,6912$$

*A kedvezőbb ábrázolás miatt csak egy meghatározott intervallum embrió-kimosásait ábrázoltam

A kimosott embriók minőségének tekintetében a helyzet gyökeresen más, hiszen az üsző donorok esetében a kinyert embriók minősége jobb (11. ábra). Az érthetőbb ábrázolás kedvéért az adott korcsoporthoz tartozó összes, illetve az első osztályú embriók számából egy százalékos értéket képeztem.

11. ábra: Az első osztályú embriók aránya üsző, illetve tehén donorok után (n=1519)



A különböző betűvel jelölt oszlopok között statisztikailag igazolt különbség van (Chi² próba, P<0,001).

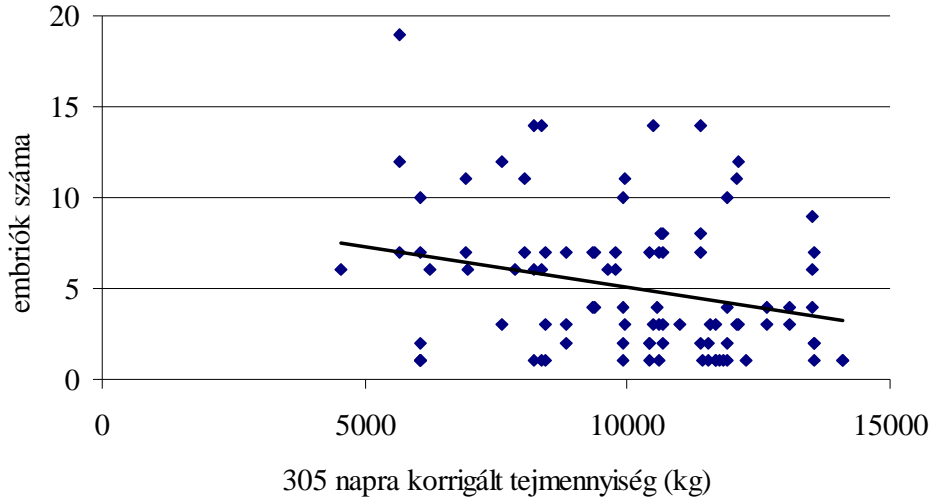
Az üszőkből kinyert embriók között statisztikailag igazoltan (P<0,001) nagyobb arányban van első osztályú, ép, hibátlan sejtszerkezetű, mint a tehén donoroktól nyert embriók között.

5. 1. 2 A donor tehének 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. Míután az ET célja többek között a hatékony szelekció a tejtermelés fokozására, fontos tudni, hogy ez a tényező befolyásolja-e a donorok embrió-produkcióját. Az erre vonatkozó aggályokat a szakirodalomban tárgyaltam.

Ennek tükrében megvizsgáltam a donorok 4-5 laktációs, (n=96) 305 napra korrigált tejtermelését (átlag: 10004,18 kg) és az általuk termelt embriók számát (12. ábra).

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



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

Saját vizsgálataimban a két tulajdonság között statisztikailag igazolt gyenge negatív összefüggést állapítottam meg ($r = -0,26$; $P < 0,01$). Látható, hogy a nagyobb tejtermelésű állatok kevesebb embrió termelésére képesek. 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 tejtermelő-képesség és a reprodukció között az esetek többségében negatív összefüggést találtak.

Vizsgálatom eredménye megerősíteni látszik SEIDEL ÉS SEIDEL (1991) és BÉNYEI (2006) 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.

Ilyen körülmények között fokozott jelentősége van az egyéb befolyásoló tényezők ismeretének is, amelyek segítségével ez a bár fiziológiás, de itt éppen nemkívánatos hormonhatás (prolaktin – gonadotropin különböző fokú antagonizmusa) némileg kiegyenlíthető legyen.

A következőkben ezeket a befolyásoló tényezőket tárgyalom.

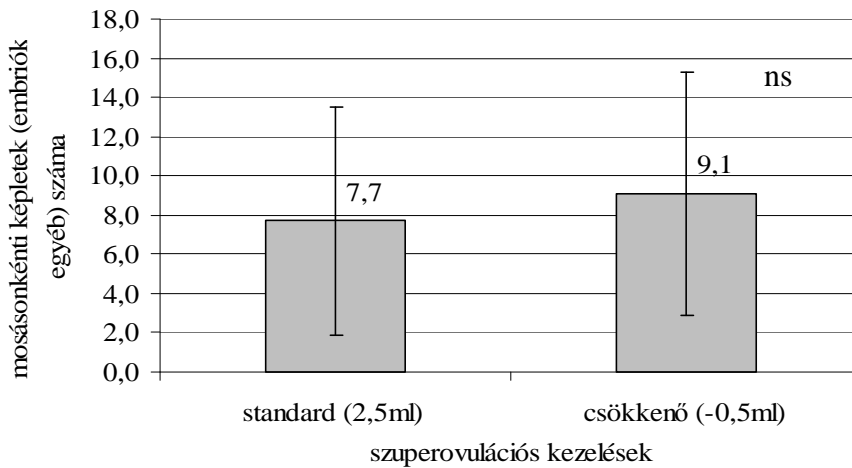
5. 1. 3 A szuperovulációs kezelés

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. Éppen ezért a lehetőségek határán belül tisztában kell lennünk azzal, hogy melyik kezelés eredményezi permanensen a legtöbb embriót, és mely hatásokat kell kiküszöbölni az optimális eredményesség érdekében, mérsékelve ezáltal a nagyfokú varianciát. Az alkalmazott hormonális kezeléseknek tehát figyelemre méltó hatásuk van az embrió-átültetés eredményességére.

Az elvégzett szuperovulációs kezelések 4,89%-a volt eredménytelen. Ez jelentősen jobb, mint HASLER (2004) által tapasztalt 20%. Tehenek esetében ez 2,59%, míg üszöknél 8,81% volt.

A várakozásoknak megfelelően az eltérő kezelések nyomán az átlagos embriószám különböző volt. A standard-kezelés 7,5-8 közötti átlagot produkált, míg a folyamatosan csökkenő dózis 9 fölöttit. A nagy egyedi eltérések miatt a különbségek statisztikailag nem igazolhatóak ($P>0,05$) (13. ábra).

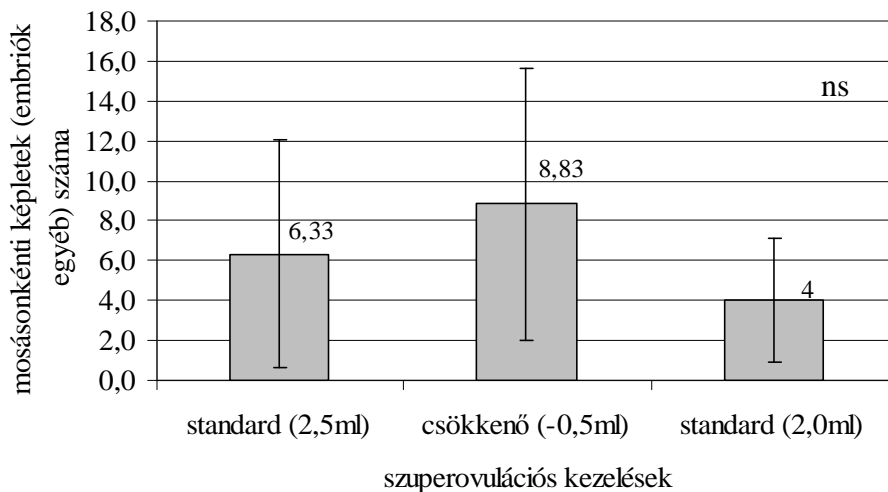
13. ábra: Az alkalmazott szuperovulációs kezelés és a mosásonként nyerhető képletszám tehén donor esetében



($P>0,05$)

Üsző esetében szintén a 2,0; 1,5; 1,0; 0,5 ml-es, 0,5 ml-rel csökkenő kezelés hozta a legjobb eredményt a két standard (2,5 és 2,0 ml) dózissal szemben (14. ábra). Ezek a különbségek azonban statisztikailag nem igazolhatóak ($P>0,05$). Úgy tűnik, hogy az állatok egyedi reakcióját az alkalmazott hormonkezelésekre, még a legmodernebb módszerekkel sem lehet teljes mértékben kiküszöbölni.

14. ábra: Az alkalmazott szuperovulációs kezelés és a mosásonként nyerhető képletszám üsző donor esetében



($P > 0,05$)

A munkánk során kapott eredmény - még ha statisztikailag nem is bizonyíthatóan - megerősíteni látszik több szerző (BECZE, 1987; HARASZTI ÉS ZÖLDÁG, 1993) megállapítását, miszerint a folyamatosan csökkenő FSH mennyiség eredményezi a legtöbb embriót. Mindezek mellett úgy tűnik, hogy a kezelés során felhasznált hormonmennyiség mérséklése nem okozza a kinyerhető embriók számának a csökkenését sem tehén, sem pedig üsző esetében. A kérdést továbbiakban is napirenden kell tartani, mert a szuperovuláltatáshoz alkalmazott hormonális kezelések nagyban befolyásolják az egész embrió-átültetési program eredményességét. Tekintettel arra, hogy a használt készítmények és kezelési módok állandóan fejlődnek, e tekintetben az eredmények javításában jelentős tartalékok vannak. Célszerű lenne ezeket a hatásokat folyamatosan és újra értékelni.

5. 1. 4 A szuperovuláltatott donorok fogamzóképesége

A szuperovulációs kezelésre alkalmazott protokoll alkalmas arra, hogy az utolsó oltást követően, 48 óra múlva a donort termékenyíteni lehessen (lásd 2. 5 fejezet). Az ovulációs szám jelentős növekedése, illetve a tüszők ovulációjának időben történő elhúzódása miatt, a termékenyítést kétszer (legalább) és 12 órás időközökkel célszerű elvégezni.

A donor állatok termékenyítését ennek ellenére az inszeminátor személye is befolyásolta. Az állat pillanatnyi ciklus állapotának megfelelően az inszeminálást végző személy hozza meg a termékenyítéssel kapcsolatos döntést. Mindezek következtében az is előfordulhat, hogy csak egyszer történt a donor termékenyítése. Mindez magyarázatot ad arra, hogy a kimosott embriók fejlettségében eltérések tapasztalhatóak.

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 (8. táblázat).

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

Donor (n)	Felhasznált termékenyítőanyag (n)	Embrió (n)	Vehem (n)	Index ¹ (sperma/embrió)	Index ² (sperma/vehem)
247	437	998	271	0,44	1,61

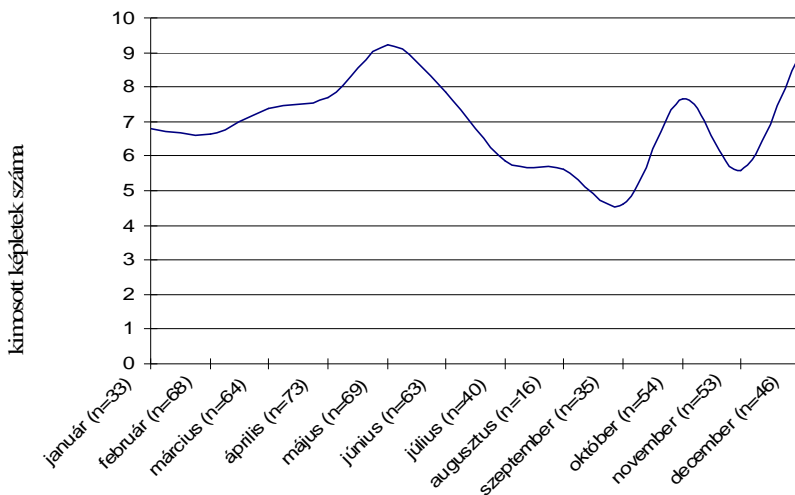
Látható, hogy a „klasszikus” termékenyítési-indexnek minősülő „Index²” nagyon alacsony. Ha figyelembe vesszük azt, hogy a vizsgált időszakban a donorok túlnyomórészt tehenek voltak, akkor ez az eredmény felettébb kedvező, hiszen a gyakorlatban a tehenek sikeres termékenyítéséhez 3-4 közötti szaporítóanyag 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 (un. „TOP” bikák) és meglehetősen drága termékenyítőanyagot használnak.

5. 1. 5 Az embrió-mosások szezonális összefüggései

A szaporodásbiológiai mutatószámok és az évszakok közötti összefüggés ismert. A nagy meleg, illetve hideg következtében romlanak a szaporodásbiológiai mutatók, növekszik a termékenyítési index, csökken az ivarzók száma, gyakoribbá válik az embrió elhalás. Az embrió-átültetésre szintén hatást gyakorolnak a szélsőséges időjárási körülmények (15. ábra).

15. ábra: Az embrió-mosások (n=614) eredményességének havi megoszlása



Mind a nyári meleg, mind pedig a téli hidegebb hónapokban jelentős csökkenést tapasztaltam a mosásonkénti képletek számában.

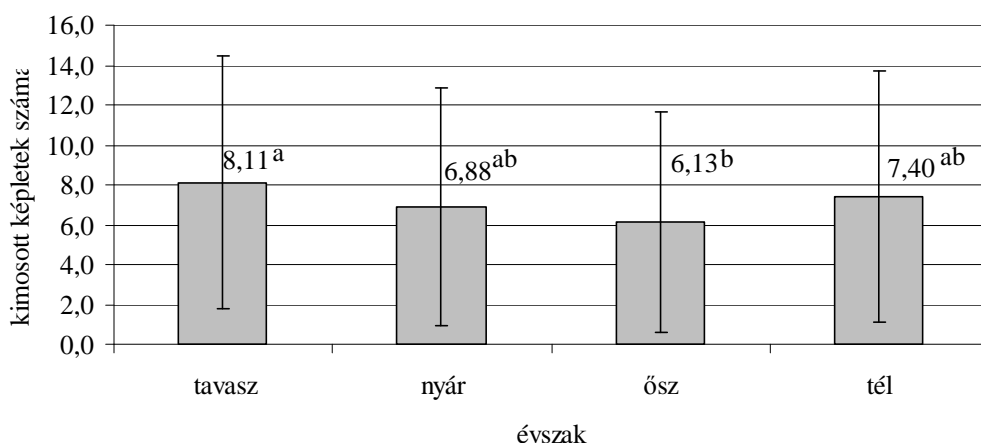
A téli hónapok esetén tapasztalt csökkenést részben mosástechnikai hiányosságokra is visszavezethető. Ilyen lehet például a mosófolyadék nem megfelelő hőmérséklete, a szélsőséges időjárási körülmények miatt.

Ebből a szempontból a mosásnak három kritikus pontja van. Az egyik a mosófolyadék tárolása a felhasználásig, amelynek a kivitelezése egyszerűen megoldható (termosz). A második, a visszanyert médium megfelelő hőmérsékleten tartása (szűrő hőszigetelése), amelynek biztosítása szintén nem jelenthet megoldhatatlan problémát. A harmadik a mosási eljárás megválasztása, mert a zárt körben működő rendszer vékonyfalú műanyag csövei könnyen leadják a hőt a benne áramló folyadék hőjével együtt. Ilyen időjárási körülmények között célszerű, ún.

nyitott rendszeren keresztül mosni, amely során a szükséges mosófolyadékot fecskendő segítségével juttatjuk be és öblítjük át a méhszarvakat. Ebben az esetben van a legkevesebb ideig kitéve a médium a hidegnek.

Az évszakonkénti összehasonlítás során csak a tavaszi és az őszi hónapok között találtam statisztikailag igazolt ($P < 0,05$) különbséget (16. ábra).

16. ábra: Az embrió-mosások eredményességének évszakonkénti alakulása



Az eltérő betűvel jelölt évszakok között szignifikáns különbség van ($P < 0,05$).

Ennek alapján a tavaszi hónapokban voltak az embriómosások a legeredményesebbek, az őszi hónapok a legsikertelenebbek. Munkám során hasonló tendenciát kaptam, mint PUTNEY ÉS MTSAI. (1988), akik szintén a mérsékelt hűvös évszakok embrió-kinyerésre gyakorolt kedvező hatásáról tesznek említést.

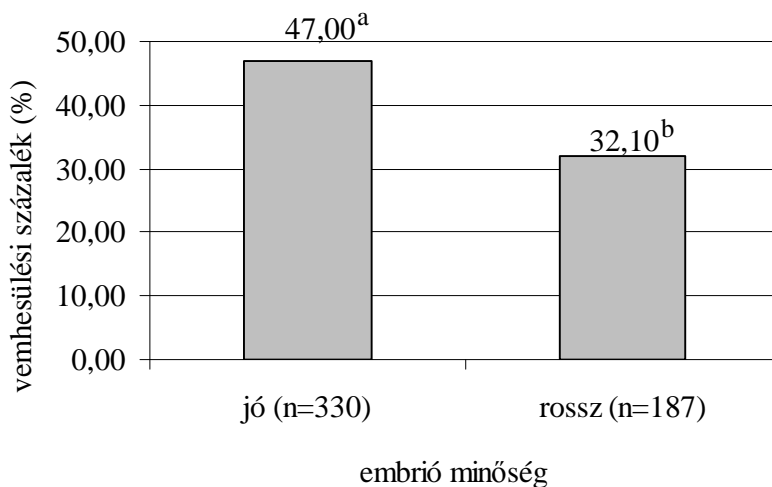
5. 1. 6 Az embriók minőségének hatása az embrió-átültetés eredményességére

A minősítés során fellépő szubjektivitás csökkentése érdekében, a bemutatott minőségi osztályok egy részét összevontam. Általam adott „jó” minősítést csak az I. osztályba tartozó embriók kaptak (n=654). A többi (II-III. minőségi osztály) a „rossz” kategóriába esett (n=271). Ebben az értékelésben az embriók fejlettségét nem vettem figyelembe. Ez a csoportosítás - fenntartva az embrió-minősítésben elfogadott rendszert – jobban elkülöníti a kifogástalan, illetve a különböző mértékben sérült embriókat és így megbízhatóbb statisztikai értékelést ígér.

A „jó” és a „rossz” minőségű embriók friss állapotban történő beültetésének eredményességére gyakorolt hatását a 17. ábrán mutatom be. Az adott minőségi osztályhoz tartozó összes, illetve azokból fejlődésnek indult vemhek számából százalékos értéket képeztem a könnyebb ábrázolhatóság érdekében.

A kifogástalan, illetve a sérült embriók megtapadási aránya a várákosnak megfelelően jelentősen eltért egymástól.

17. ábra: Eltérő minőségű embriók megtapadási aránya a friss állapotban történő beültetés után (n=517)

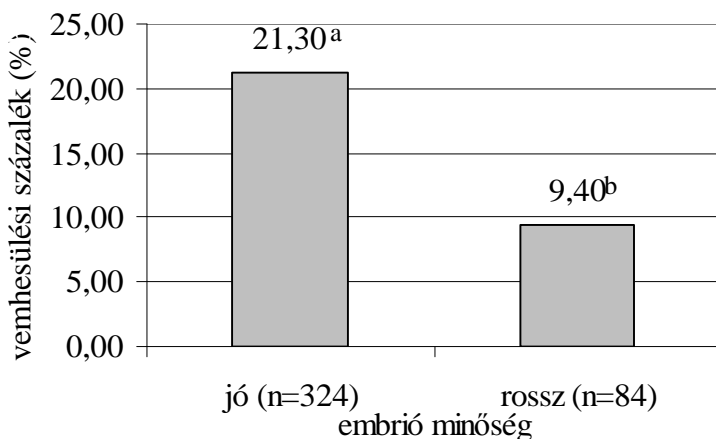


A különböző betűvel jelölt minőségi csoportok szignifikánsan eltérnek egymástól (Chi² próba, P<0,005).

A „jó” embriók frissen történt beültetése során elért vemhesülési százalék szignifikánsan nagyobb, (47% vs 32,1%; P<0,005) mint a „rossz” embriók esetében. A „jó” minősítésű embrióval elért eredmény összességében elfogadhatónak mondható, azonban jelentősen elmarad a HASLER (2004) által leírt 80 %-hoz képest. Nem mondható el ez a „rossz” minősítésű embriók átültetéséről, mikor megközelítőleg 3 ültetésből volt nyerhető egy utód.

Tendenciájában hasonló eredményeket kaptam a fagyasztás után beültetett embriók megtapadásában is (18. ábra).

18. ábra: Eltérő minőségű embriók megtapadási aránya a fagyasztott állapotban történő beültetés után (n=408)



A különböző betűvel jelölt minőségi csoportok szignifikánsan eltérnek egymástól (Chi² próba 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 bizonyítható volt. A morfológiai vizsgálat alapján a várható vemhesülés tehát jól becsülhető.

Az általam kapott eredmények egybevágóak HASLER (2001) megállapításával, miszerint az embriók minősége jelentősen befolyásolja az átültetés eredményességét. Eredményeim arra is utalnak, hogy célszerű az embrió-kinyerést követően elvégezni az embriók fénymikroszkóppal történő előszelekcióját. Az így rendelkezésre álló embrió-minőségi adatok után lehetőség van arra, hogy átgondoljuk, melyik embrió kerüljön friss állapotban történő beültetésre, illetve melyik

fagyasztásra, felvállalván ezzel a mélyhűtési eljárásnak az embrióra gyakorolt vitalitást csökkentő hatását.

További vizsgálatokkal célszerű lenne meghatározni azt is, hogy milyen tényezők okozhatják a morfológiai elváltozásokat, hogy ezek kiküszöbölésével, növelhessük a vemhesülési százalékot, ezáltal az eljárás eredményességét.

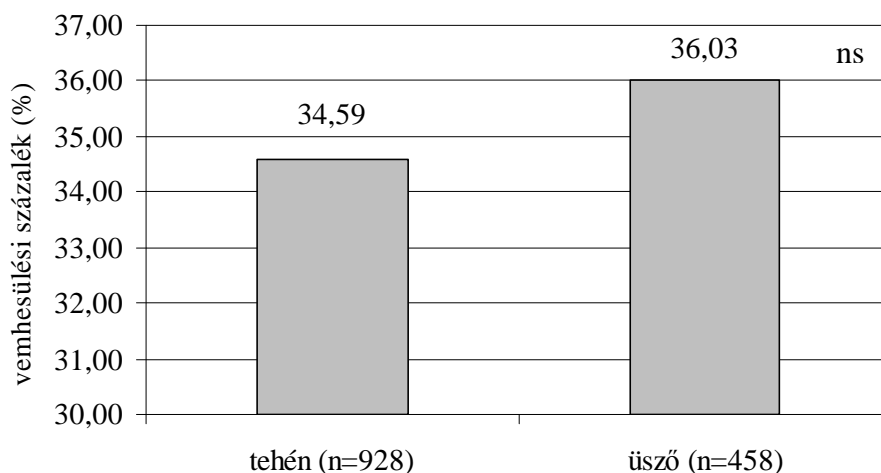
Más oldalról a költséghatékonyság érdekében érdemes minél több recipiensről gondoskodni, hogy elkerülhető legyen a nem kereskedelmi forgalomba szánt, *in vivo* előállított embriók kényszerű fagyasztása.

5. 1. 7 Az embrió-átültetés eredményessége recipiens üszők, illetve tehének esetében

Az embrió-átültetés talán legmeghatározóbb pontja a recipiens állomány minősége, illetve mennyisége. Elméleti és gyakorlati szempontból egyaránt fontos, hogy a recipiensek életkora (üsző illetve tehén) jelent-e olyan mértékű befolyást az eredményességre, hogy ennek tükrében a recipiensek kijelölésénél egyik- vagy másik korcsoportnak célszerű prioritást adni.

Vizsgálataim szerint a recipiens állatok korának (tehén $n=928$ vs. üsző $n=458$), mint változónak Chi-négyzet próbával történő összehasonlítása alapján nincs statisztikailag igazolható hatása a beültetés eredményességére (19. ábra).

19. ábra: A recipiens állatok életkorának hatása az embrió-átültetés eredményességére (n=1386)

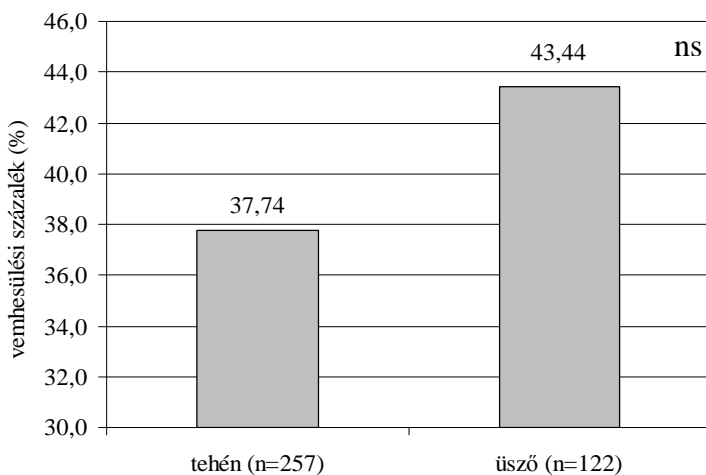


(Chi² próba; P>0,05)

Vizsgálataim során a beültetés eredményességében nem találtam érdemi különbséget (1,44%) az üsző illetőleg a tehén recipiensek vonatkozásában. A gyakorlati szakemberek tapasztalatai, illetve tudományos publikációkban (HASLER, 2001) az üsző recipiensek enyhe fölénységéről szóló közlések feltehetően azon alapulnak, hogy ha üsző recipiensbe történik az embrió beültetése, akkor nagyobb arányban várható annak megtapadása az ép egészséges *endometrium* miatt. Ennek oka az, 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 (P>0,05). Más oldalról ez örömteli abból a szempontból, hogy a recipiensek kijelölésénél nem szükséges az életkornak prioritást adni.

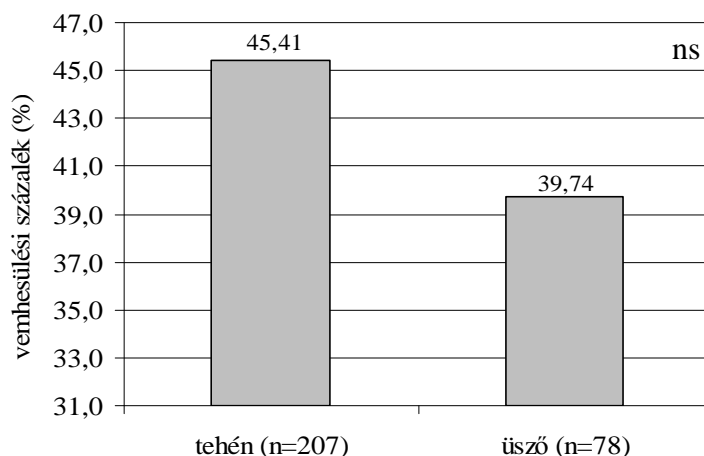
Értékeltem az embriók megtapadását az embriók fejlettsége tükrében is. A különböző életkorú recipiensekhez tartozó, eltérő fejlettségű embriótól vemhes, illetve üres állatok közti különbséget Chi-négyzet próbával értékeltem. Az eltérés egyik esetben sem volt statisztikailag igazolható (20-21. ábra).

20. ábra: Morula fejlettségű embriók beültetésének eredményessége különböző korcsoportú recipiensek esetében (n=379)



(Chi² próba, P>0,05)

21. ábra: Blasztociszta fejlettségű embriók beültetésének eredményessége különböző korszortú recipiensek esetében (n=285)



(Chi² próba, P>0,05)

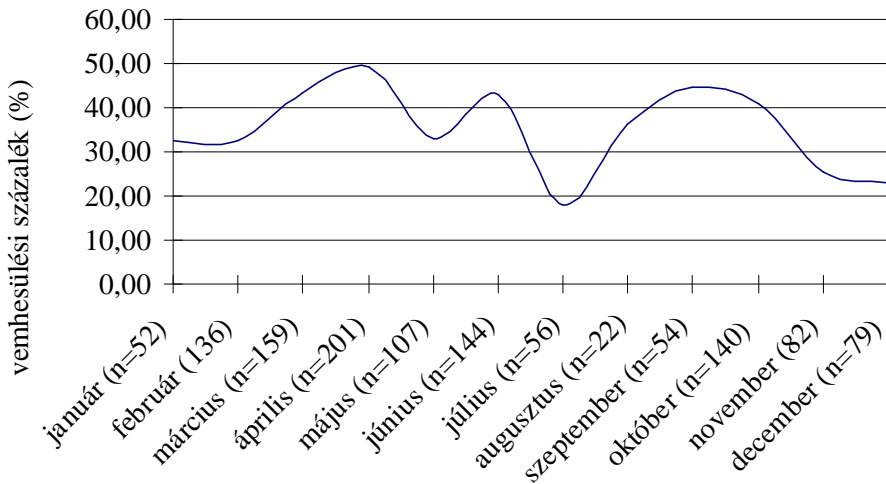
Az embrió-kinyerést és beültetést befolyásoló tényezők elemzése alapján arra a következtetésre jutottam, hogy az embrió-átültetés sikerességét döntően befolyásolja a kimosásokhoz rendelkezésre bocsátott recipiensek megfelelő száma és minősége. Saját, üzemen belüli felhasználás során csak úgy érhető el jó eredmény, ha lehetőleg az összes embrió - függetlenül azok minőségétől - friss állapotban kerül beültetésre. Elegendő recipiennel elkerülhető a különböző embriók kényszerfagyasztásából eredő életképesség csökkenés.

A recipiens életkora (üsző vs. tehén), illetve a beültetés eredményessége közötti egyértelmű, statisztikailag igazolt összefüggést – a jelentős mintaszámok ellenére – nem sikerült igazolni. Annak ellenére, hogy tendenciájában az üszők enyhe fölénye tapasztalható, az embrió-átültetés stratégiájának szempontjából a recipiensek kiválasztásánál, a recipiens életkorának különleges preferenciát – véleményem szerint - nem kell adni.

5. 1. 8 Az embrió-beültetések szezonális összefüggései

Az embrió-beültetésre, mint egy a szaporodásbiológiai állapottal szorosan összefüggő biotechnikai eljárásra, hatással vannak a különböző külső környezeti tényezők. Ennek nagy részét lehet standardizálni, illetve kiküszöbölni, de üzemi viszonyok között a szezonális nem szüntethető meg teljesen. Az embriók beültetésének eredményességét havi bontásban mutatom be (22. ábra).

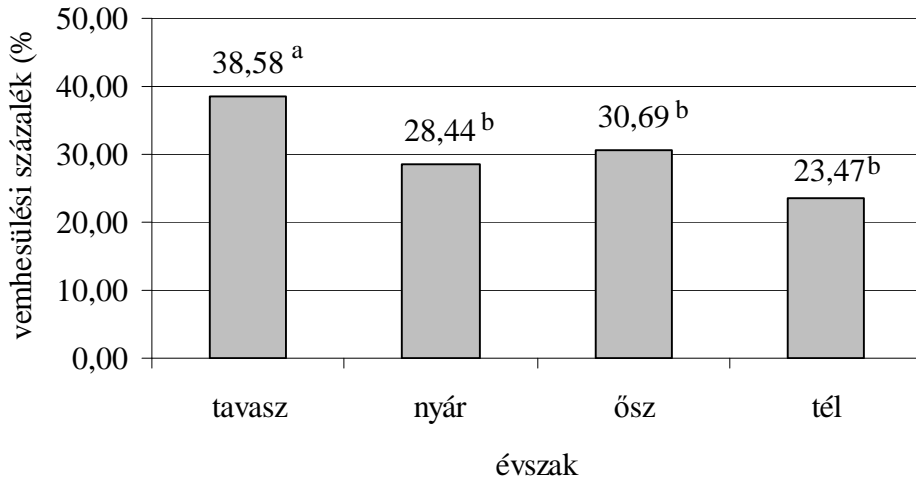
22. ábra: Az embrió-beültetés eredményessége havi bontásban (n=1232)



Megfigyelhető, hogy a beültetések kevésbé sikeresek a szélsőséges időjárási viszonyok között. Mivel ez a megállapítás az embriók kinyerésére is igaz, ezért célszerű ezekben a hónapokban mellőzni ennek a biotechnikai eljárásnak a használatát.

Az egyes évszakokra vonatkozó megállapításaim érdekében a havi adatokból képzett naptári évszakokat külön is értékeltem (23. ábra).

23. ábra: Az embrió-átültetések eredményessége különböző évszakokban (n=1232)



Az eltérő betűvel jelölt évszakok között szignifikáns különbség van ($P < 0,05$).

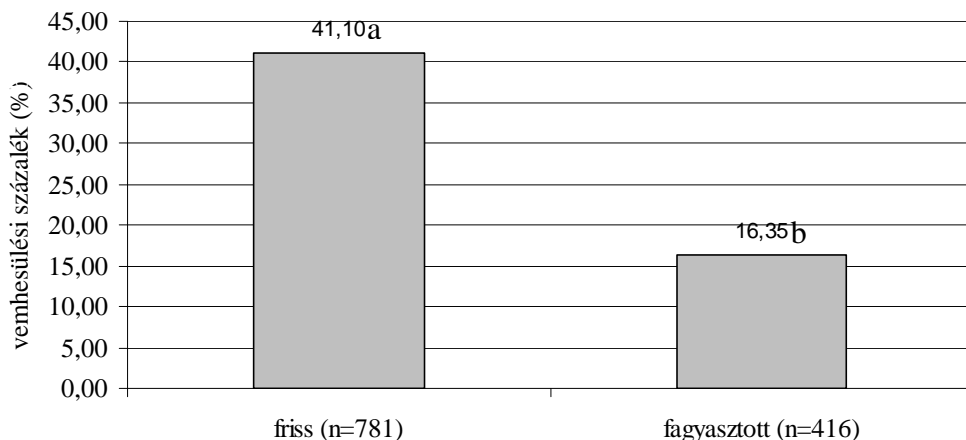
Az évszak hatás vizsgálata során statisztikai különbséget találtam ($P < 0,05$). Az évszakok közül a tavaszi időszak fölénye bizonyosodott be, míg a többi évszakban történő beültetés eredményessége ettől többé-kevésbé elmaradt.

5. 1. 9 Az embriók mélyhűtésének hatása az embrió-átültetés eredményességére

Az élő szervezetek mélyhűtése új dimenziókat nyitott meg az állattenyésztésben, így az embrió-átültetés gyakorlati alkalmazásában is. Lehetővé teszi a tér és idő átlépését, ezen kívül megoldást jelenthet a pillanatnyi recipiens hiány áthidalására is. E vitathatatlan előnyök ellenére azonban számolni kell a mélyhűtés vitalitáscsökkentő hatásával is.

A friss és fagyasztott állapotú embriók átültetésének eredménye között jelentős különbséget találtam (24. ábra).

24. ábra: Különböző állapotú (friss vs. fagyasztott), de azonos minőségű (I. oszt.) embriók beültetésének eredményessége



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

A friss állapotú embriók esetében 41,1%-os, míg mélyhűtött embriók esetében jelentősen gyengébb, 16,35%-os vemhesülési eredményt tapasztaltam. Hasonló megállapításra jutottam, mint HASLER (2001), miszerint a mélyhűtésnek jelentős az embriók vitalitására gyakorolt kedvezőtlen hatása, azonban az általam tapasztalt mértéke nagyobb (24,75% vs. 10%).

Ennek tudatában meglepő és sokáig nem tartható fenn az az állapot, hogy a gyakorlatban a nem kereskedelmi célra előállított friss állapotú embriók azonnali beültetésének csekély az aránya (lásd 2. 3. 2 fejezet). Ugrásszerű javulást eredményezhetne az embrió-átültetés

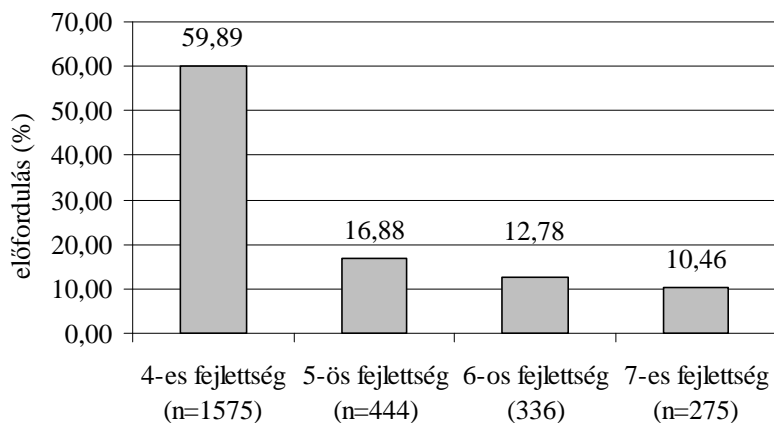
hatékonyságának javításában ennek az aránynak az eltolása a friss állapotban történő beültetés felé. A közvetlen közgazdasági előnyök mellett jelentősen kedvezőbb lehetne ennek a biotechnikai eljárásnak a megítélése a tenyésztői köztudatban. Gondoljunk arra is, hogy a fagyasztással időben eltolt beültetés mindezek mellett a generációs intervallumra is kedvezőtlen hatással van, hiszen az utódok tenyésztésbe vétele késik.

A kérdéskör behatóbb és sokoldalúbb elemzése érdekében az embrió mélyhűtés eredményessége és a mélyhűtésre szánt embriók minősége, illetve fejlettsége közötti összefüggés feltárására is próbát tettem.

5. 1. 10 Az embriók fejlettségének és a beültetés eredményességének összefüggése

A szakirodalomból tudjuk, hogy a szuperovulációt követő termékenyítés után 7 nappal az embrió-kinyerés különböző fejlettségű embriókat eredményezhet. Saját vizsgálataim megerősítik ezt a megállapítást (25. ábra).

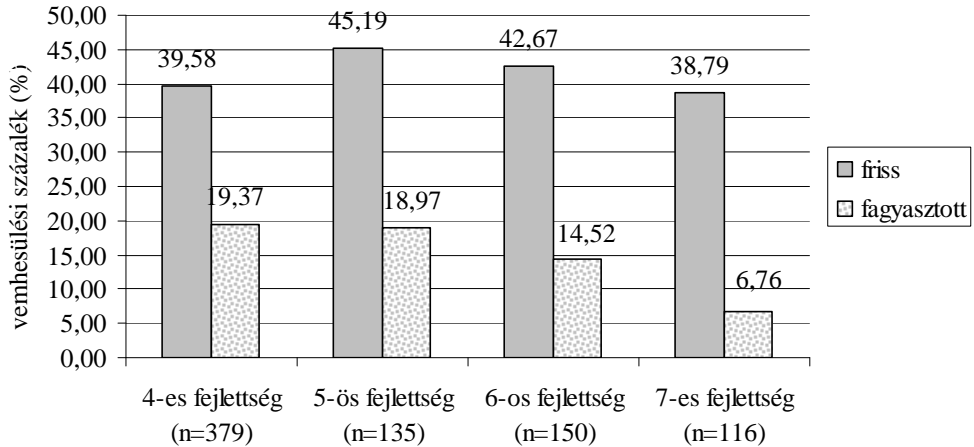
25. ábra: A különböző fejlettségű embriók előfordulása a mosófolyadékban (n=2630)



Az általam értékelt összes mosás standard protokollt követett, az embriók kinyerése a 7. napon történt. Ennek ellenére az embriók egymás között akár 2 napos életkor eltérést is mutattak. Látható, hogy a 4-es fejlettségű (morula) kategória az embriók 60%-át teszi ki.

A különböző fejlettségű, de azonos minőségű embriók friss, illetve fagyasztott állapotban történő átültetésének az eredményességét vizsgálva, a következő megállapításra jutottam (26. ábra).

26. ábra: Eltérő fejlettségű, de azonos minőségű (I. oszt.) embriók friss és fagyasztott állapotban történő beültetésének eredményessége (n=1240)



Tendenciájában az látható, hogy friss állapotban történő beültetéskor az 5-ös fejlettségű (korai blasztociszta állapot) embriók átültetése eredményez a legnagyobb arányban vemhes állatot. Fagyasztott állapotban a morula (4-es) fejlettségű embriókból származott a legtöbb vehem.

Az eltérő fejlettségi kategóriák friss állapotban történő átültetéséből származó vemhesülési eredményeit Chi-négyzet próbával összehasonlítva nem kaptam statisztikailag igazolt különbséget (9. táblázat). Fagyasztott állapotban viszont a fejlettségi kategóriák közötti különbség statisztikailag igazolható volt ($P < 0,05$).

9. táblázat: Eltérő fejlettségű embriók friss és fagyasztott állapotban történő beültetésének eredményességét elemző statisztikai értékelés eredményei (P érték)

	4-es kat.	5-ös kat.		6-os kat.		7-es kat.	
		friss	fagy.	friss	fagy.	friss	fagy.
4-es kat.	-	0,256	0,945	0,515	0,383	0,88	0,011
5-ös kat.		-		0,669	0,515	0,308	0,034
6-os kat.				-		0,525	0,14
7-es kat.						-	

Az expandált blasztociszta (7-es kategória) embriókból születik a legkevesebb borjú. Ennek oka, hogy az embrió kora, illetve a recipiens ivari ciklusa nincs összhangban beültetéskor. Ezek az eltérések a *folliculusok* eltérő ovuláció-, illetve az ebből eredő eltérő termékenyülés-időpontjából származnak, amire a donor és a recipiens ivari ciklusának a szinkronizálása ellenére is számítani kell.

A 26. ábra és a 9. táblázat eredményeiből az is levonható, hogy a morula fejlettségű embriók tolerálják a legjobban a mélyhűtésből fellépő káros hatásokat.

5. 2 Az embrió-átültetés által realizált genetikai előrehaladás

Az ET hatására elérhető genetikai előrehaladást befolyásoló tényezők, többek között a csökkenő generációs intervallum, az egy szülőtől 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, gyakorlatilag szoros kapcsolatot alkotnak. Ahhoz, hogy az ET-ben rejlő lehetőségeket feltárjuk, az imént felsorolt összetevők mérhető elemeit kell értékelni.

5. 2. 1 Az embrió-átültetés ivadékszámra gyakorolt hatása

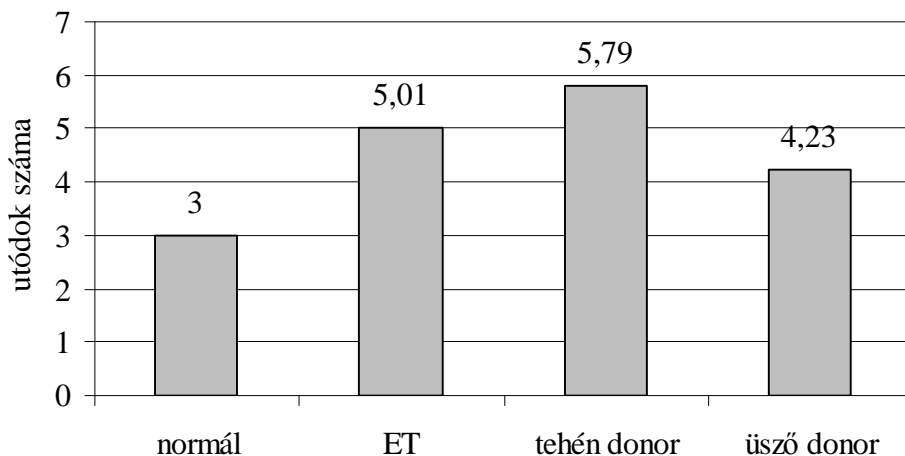
Az ET előnyeként említett megállapítások szorosan kapcsolódnak a nőivartól adott időegység alatt (év, életteljesítmény) nyerhető több utódszámhoz.

A született borjak száma döntően befolyásolja a nőivar esetleges szelekcióját. Megfelelő utódszám nélkül nincs érdemi szelekció, sem családtenyésztés, sem pedig tenyészállat kereskedelem nem valósulhat meg. A genetikai előrehaladás mértékére is kedvezően hat a megnövekedett utódszám. A megszületett borjak száma az átlagos generációs intervallum számításánál sem hanyagolható el.

Az elmúlt évtizedben a tehenek átlagos életteljesítménye 3 borjú (lásd 3. ábra).

Ezt a hagyományos szaporítási eljárással elért értéket 100%-nak véve, az ET utódok számára gyakorolt hatását az üzemi vizsgálataim átlagai szerint a 27. ábrán mutatom be.

27. ábra Az embrió-átültetéssel nyerhető többlet ivadékok száma



A jelenlegi holstein-fríz tenyésztés során az állatok általában a harmadik ellést követő laktációban, különböző okok miatt, selejtezésre kerülnek. Ezzel szemben az ET a jelenlegi határfokával, két borjúval eredményez többlet, mely az 50%-os ivar-aránnyal számolva egy többlet üszőt jelent. Ha a donor tehenek ET útján, illetve hagyományos úton előállított összes megszületett utódát figyelembe vesszük, az utódszám növekedése jelentősnek mondható, hiszen mindez megközelítőleg 67%-os ivadéknövekedést generál.

Amikor a donorokat korcsoportonként (üsző vs. tehén) külön vizsgáltam, akkor 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

utódszám. Ezt kiegészítve a hagyományos szaporítási eljárásból megszületett borjak számával a 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 borjával nyerhető több, mint az embrió-átültetés alkalmazása nélkül. Ez jóval kevesebb, mint a tehenek esetében. Ám növeli ennek a viszonylag alacsonyabb számnak az értékét az a tény, hogy ezt követi az üszödonorok vemhesítése, illetve ellése, így az első laktáció megkezdésekor már szerencsés esetben 2,47 borja van az állatnak, mely életteljesítmény szintjén 41%-os növekedést eredményez. Fontos szempont, hogy ezáltal pontosabb és hatékonyabb szelekciónak lehet a nőivart alávetni. Sajnos nem jellemző, hogy kettő alkalomnál többször került az adott állat üszöként embrió-előállítási programba. Az állatok a lehető leghamarabb vemhesítésre kerültek az embrió-kimosást követően, azért hogy mielőbb elkezdhesék a laktációjukat.

A vizsgált tényezők alakulásában ugrásszerű változást jelenthet, a napjainkban terjedő ivardeterminált szaporítóanyagok a szuperovuláltatott donorok termékenyítésekor történő felhasználása. Az ET eddigi technikai és ökonómiai feltétele mellett jelentősen nőhet a kimosásonkénti nőivarú utódok száma. SARTORI ÉS MTSAI. (2004) megállapítása szerint nem csökken a kimosott embriók száma szexált szaporítóanyag használata során.

A Nemzetközi Embrió- Átültető Társaság (IETS, 2007) adatai alapján ezekkel az embrió-tevékenységi paraméterekkel elérjük a nemzetközi átlagot.

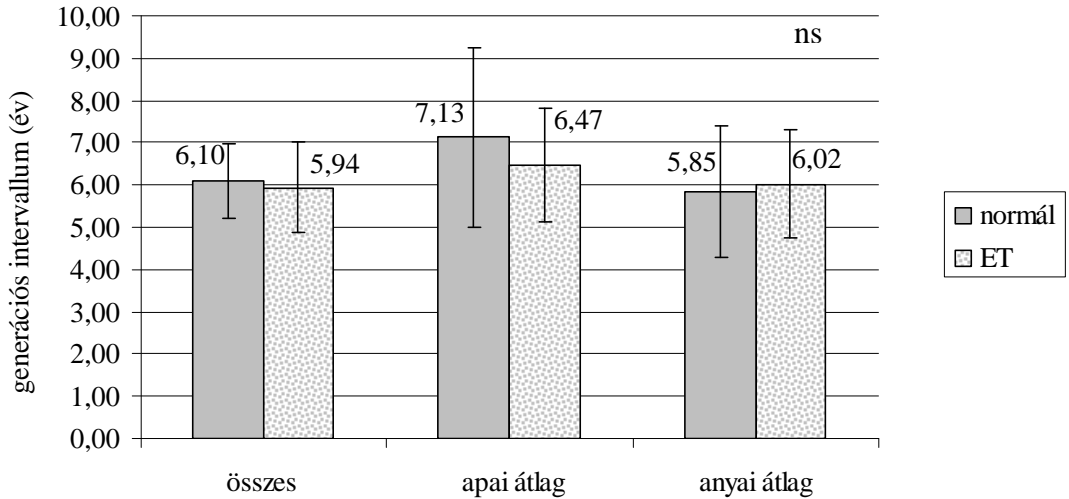
5. 2. 2 Az embrió-átültetés hatása a generációs intervallum alakulására

Vizsgálataim során kiszámoltam a vizsgált időszakban, a rendelkezésre álló adatok alapján a generációs intervallumot (a szülők születési ideje és a tenyésztésbe kerülő utódok születési ideje között eltelt idő átlaga) mind az ET programokban résztvevő donorpopuláción, mind pedig, ezen biotechnikai eljárást nélkülöző istállóársak csoportján. Ez az intervallum egy eredményes, termékenyítésig eltelt időből és a vemhességi időből áll az anyák, illetve az apák oldaláról is.

Az elemzésben felhasznált pedigré 108313 egyedet tartalmazott. Az állomány pedigré teljessége 2,9 volt, tehát egy egyedről rendelkezésre álló származási információ közel 3 teljes generációval ekvivalens.

A felhasznált szoftver csomag (PEDIG) (BOICHARD, 2002) évenkénti számítást 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 (28. ábra), amelyeknél nem tapasztaltam szignifikáns ($P > 0,05$) különbséget.

28. 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 lebontva is számítottam generációs intervallumot. Az apák figyelembe vételével még az ET-nek van fölénye (-0,66 év), azonban a nőivarnál az imént említett tendenciák megváltoznak. Ebben az esetben a generációs intervallum egy kicsit hosszabb (0,17 év).

Ennek az az oka, hogy az üsző korcsoport csekélyebb számban részesedik (lásd 9. ábra) a donorpopulációból, illetve az, hogy az idősebb állatok rendszerint több laktáció teljesítése után lettek csak donorrá minősítve. A gyakorlatban a pedigréinformációk megbízhatatlanságából (a tenyésztési döntéseket hozók számára meggyőzőbb a saját termelés), illetve a nagyobb embrió-termelő képességükből ered többek között a

tehén donorok favorizálása az üszőkkel szemben. Ez a gyakorlat ugyanakkor jelentősen növeli a generációs intervallum átlagos értékét.

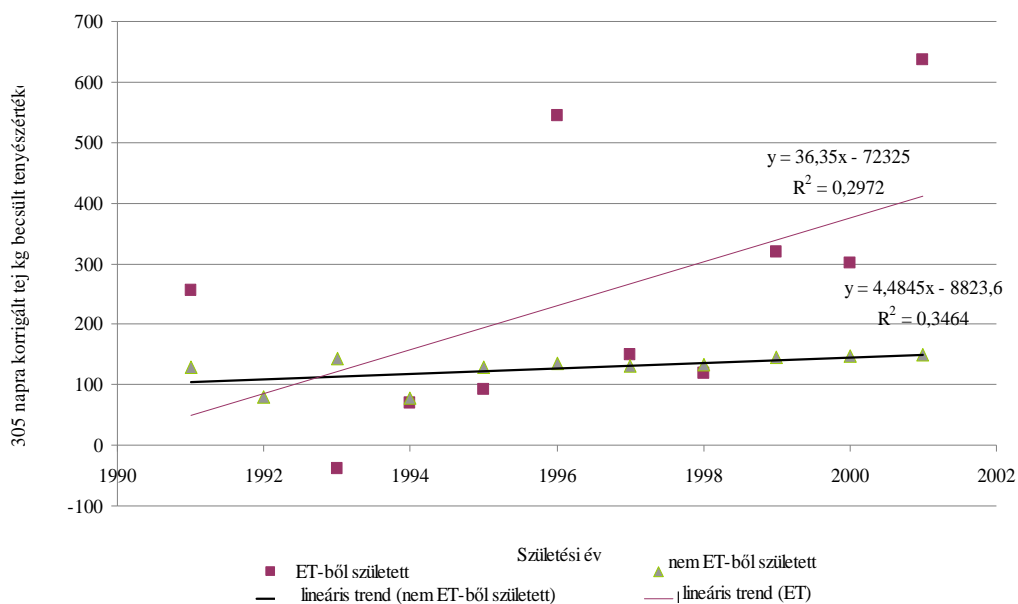
Összefoglalóan megállapítható, hogy a rendelkezésre álló adatok elemzése alapján nem tapasztaltam az ET hatására a generációs intervallum csökkenést, mint LOHUIS (1995), NAGY (1996), és DOHY (1999). A megállításom inkább KELLER ÉS TEEPKE (1990) álláspontjához közelít, miszerint az ugyanazon donor állaton elvégzett többszöri embrió-mosás, illetve az embrió-mélyhűtés növeli a generációs intervallumot.

5. 3 Az ET-nek a tenyésztékekre gyakorolt hatása

Az elemzésem során a nagy adatbázis kezeléséből eredő nehézségek kiküszöbölése végett csak a legfontosabb termelési mutatókat, a tej-, zsír- és fehérje-termelést (305 napra korrigált 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 tenyész bikákra is (melléklet 2-3. táblázat).

A következő ábra (29. ábra) az ET-ből születő utódcsoport és az istállóársak populációjának a genetikai előrehaladását szemlélteti.

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

Még szemléletesebb a genetikai előrehaladás üteme és mértéke, ha az adatokat összevetjük a donor populáció legfontosabb jellemzőivel (11-12. táblázat).

11. táblázat: A vizsgált donor populáció főbb jellemzői

n (egyed)	159
n (laktáció)	249
Átlag	9690,25
Szórás	1969,30
Minimum	4851
Maximum	15929
CV%	20,32

12. táblázat: A donor tehenek fenotípusos teljesítménye születési évük alapján

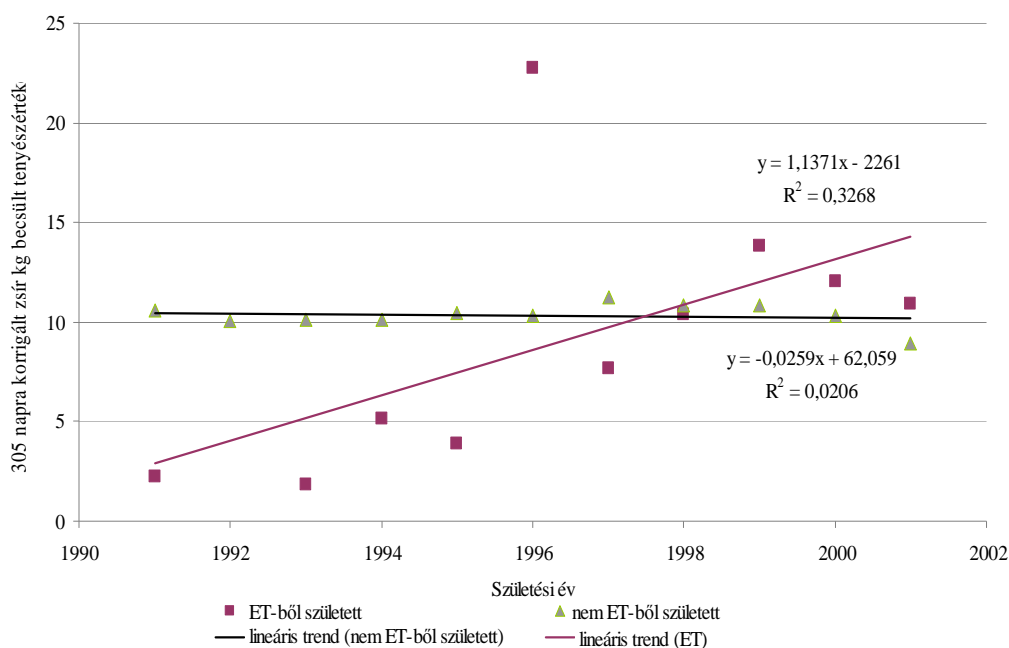
Szül. év	n	Átlag	Szórás	Min.	Max.	TÉ	CV%
1990	16	9672,88	2154,81	7499	12746	607,27	22,28
1991	19	9395,68	1795,29	6925	12496	297,65	19,11
1992	35	9658,89	2200,70	5464	14777	375,39	22,78
1993	36	9932,92	1745,79	5739	13198	301,95	17,58
1994	29	10614,55	1410,27	8215	13647	388,29	13,29
1995	35	9903,20	1798,15	6250	13342	254,06	18,16
1996	8	11349,25	2536,98	6701	15929	673,85	22,35
1997	26	8836,23	1824,87	5344	11753	243,62	20,65
1998	22	8371,77	1962,65	4851	11817	145,78	23,44
1999	15	9828,13	1537,21	6917	12636	503,12	15,64
2000	6	9171,67	2799,04	5481	12015	222,43	30,52

Az 1991 és 2001 között embrió transzferből született egyedek (n=264) donor anyáinak (n=159) átlagos fenotípusos tejtermelése (305 napra korrigált tej kg) 9690 kg volt. A különböző évjáratokban született donor tehenek teljesítménye között nagy és meglehetősen nehezen magyarázható különbségek vannak. Az adatok arra is felhívják a

figyelmet, hogy a szelekció nem mindig volt következetes. A '94-96 években született donorok termelése jóval nagyobb volt az ezt követő évjáratokénál. Megjegyzendő, hogy nem minden donornak volt 3 laktációja és üsző donorok esetében a laktációs termelés sem volt ismert.

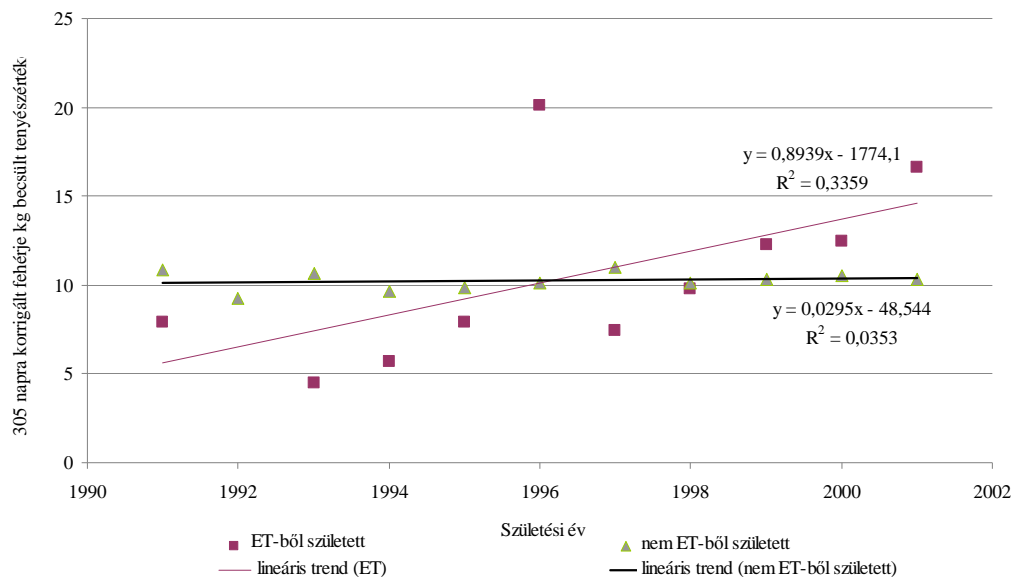
Hasonló tendenciát tapasztaltam a tejalkotók (tejszír kg, tejfehérje kg) részletes elemzésekor is (30-31. ábra).

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



Amíg azonban az ET-s állomány esetében a tejmennyiség növekedés csak 8,1-szerese az istállótársakéhoz képest, addig a zsírmennyiségben ez már 43,7-szoros.

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



A növekedés mértéke a fehérjemennyiség esetében 0,87 kg, ami az ET-s populáció esetében 30,8-szeres növekedést jelent az istállóársak tejszírtermeléséhez képest.

Az ET egy adott populációra gyakorolt hatását az említetteken túl az eljárás elterjedtsége határozza meg döntően. Jelenleg az embrióátültetés a nőivarú holstein-fríz állománynak kevesebb, mint 1%-át (0,8) érinti. Ezek jócskán elmaradnak RODEN (1994), KINGHORN ÉS MTSAL, (2000) által optimálisnak vélt 10%-tól. Ebből adódóan a genetikai előrehaladásban szerepe alig mérhető a teljes populáció viszonylatában.

6. 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).

Az ET használata a hazai holstein-fríz állományban 1990 óta ért el érzékelhető nagyságrendet, jelentős évi ingadozásokkal alig közelíti meg a tehének 1%-át. Ez elmarad a fejlett szarvasmarha-tenyésztéssel rendelkező országoktól, és saját lehetőségeinktől is. Az eljárás terjedését – mindenekelőtt - a gazdaságok bizonytalan pénzügyi helyzete akadályozza, a nemesítést szolgáló hosszú távú befektetésekre ritkán, és gyakran esetlegesen kerül csak sor. Ez annál is inkább sajnálatos, mivel az ET technikai lebonyolításához szükséges szellemi-anyagi feltételek rendelkezésre állnak, de az átültető team-ek kapacitása sincs kihasználva. Az ET számának növelésében erős korlátokat jelent - a költségeken kívül - a recipiens állatok hiánya is. Az ET csekély arányának oka - többek között - az egyre csökkenő szarvasmarha létszám, ami a potenciális recipiens állományt is korlátozza. A holstein-fríz populáció jelenlegi szaporulati eredményei folytán (átlagos laktációs szám: 2,3) egy tehén élete során alig állít elő több üszőborjút, mint amennyi az állomány önfenntartáshoz szükséges.

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 üszőktől, 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 dóziszú szuperovulációs kezelés eredményezi a legjobb eredményt ($P > 0,05$). Mindezek mellett úgy tűnik, hogy a kezelés során felhasznált hormonmennyiség mérséklése nem okozza a kinyerhető embriók számának a csökkenését.

Az embriók fejlettsége szempontjából megállapítható, hogy a korai blasztociszta állapotú embriók beültetése vezetett a legjobb eredményre, akár friss, akár mélyhűtött embrió felhasználásáról legyen is szó.

A morula fejlettségű embriók megtapadása az üsző-, a blasztociszta állapotúak a tehén recipiensben eredményesebbek.

Az időjárási tényezők közül mindenekelőtt a hőmérséklet hatása a legjelentősebb. Nagy melegben, ill. szélsőséges hidegben romlanak az eredmények, gyakoribb az embrióelhalás, míg a legkedvezőbb eredményeket az ivari ciklusra is kedvezőbb tavaszi-őszi hónapokban lehet elérni ($P < 0,05$). Ennek ellenére az ET programok tervezése során – egy gazdaságon belül is – nagyon nehéz ezt a szezonális jelenséget követni. A ráfordítást, illetőleg a megtérülést figyelembe véve szerencsés, ha az embrió-programokat kedvező szezonális körülmények között, koncentráltan végézik. Ez azonban egy telep életében nehezen valósítható meg, hiszen a megfelelő számú recipiensek biztosítása, illetve a beültetések esetleges eredménytelensége állomány szintű szaporulatkiesést eredményezhet (kevés lesz a vemhesült tehén, egy olyan időszakban, amikor a mesterséges termékenyítés egyébként igen hatékony). Ezek tudatában egy, gazdaságok határait átlépő nyitott nukleusz integrációban kellene gondolkodni az embrió-átültetés alkalmazásának a további folytatásáról.

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 (selejtezés a 3. ellés után következik be), 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. Az ivardeterminált

szaporítóanyag használatának az utóbbi időben történő fellendülése új távlatokat nyithat a megszületett nagy értékű nőivarú utódok számának növekedéséből adódóan.

Többek között, szintén a kevés ivadék miatt nem valósul meg az ET előnyként ismertetett családtenyésztés, illetve a bikanevelő tehenek hatékony szelekciója sem. A kevés borjú szintén behatárolja az embrió formában történő tenyészállat-kereskedelmet, nem juttatván többletbevételhez a gazdaságokat.

Az ET során, mind tenyésztési szempontból mind, pedig ökonómiai szempontból előnyként jelentkezik a csökkenő szaporítóanyag felhasználás.

A donorok kiválasztásában a tenyésztők a teheneket favorizálják (donorok 63%-a). Ennek feltehetően az az oka, hogy a pedigré információk helyett a saját teljesítményt részesítik előnyben. A donorok fenotípusos átlagtermelése 9690,25 kg. Ez a teljesítmény ebben a kategóriában nem tekinthető kiemelkedőnek, a szélső értékek közül különösen az alsók aggályosak, és arra utalnak, hogy a donorok kijelölésében nem csupán genetikai szempontok érvényesültek. A tenyészértékek átlaga + 371,6, ami erősíti ezt a vélelmet.

A körültekintő donorkiválasztásra figyelmeztet az a körülmény is, hogy a tejtermelés és az embrióprodukciónak 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 az istállóársak termelését (+32 kg/év) ami 8,1-szeres növekedést jelent. A vizsgált beltartalmi mutatók esetében az ET nagyobb mértékű - tejfehérje-mennyiség 30,8-szoros (+0,87 kg/év), tejszír-mennyiség 43,7-szeres (+1,11 kg/év) -

javulást eredményezett. 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, amely kedvezőtlen esetben még a generációs intervallum növekedését is okozhatja.

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 (tenyésztő gazdaságok, Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete, mesterséges termékenyítő állomások, a tenyésztő hatóság) 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 csodafegyver, nem képes ellensúlyozni a menedzsment hiányosságait, de a nemesítő munka hatékonyság fokozásának ígéretes eszköze lehet.

7. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Üzemi kísérletekkel elemeztem a hazai holstein-fríz fajtában az embrió-kinyerés, illetve embrió-beültetés hatékonyságát befolyásoló külső és belső tényezőket. Megállapítottam, hogy azonos környezetben a tehenektől 2,29-dal több képlet nyerhető, mint az üszöktől ($P < 0,01$), 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 tenyészérték-javulás az ET-ből származó populációkra 36,4 kg tej, míg az azonos körülmények között termelő kontroll társaiké 4,4 kg/év. A tej beltartalmi mutatóknál ez a következő képen alakult: fehérje esetében 0,89 ill. 0,03 kg/év, míg zsírnál 1,14 ill. 0,03 kg/év.

8. ÖSSZEFOGLALÁS

Az ET használata a hazai holstein-fríz állományban 1990 óta ért el érzékelhető nagyságrendet, jelentős évi ingadozásokkal alig közelíti meg a tehének 1%-át. Ez elmarad a fejlett szarvasmarha-tenyésztéssel rendelkező országoktól, és saját lehetőségeinktől is. Az ET számának növelésében erős korlátokat jelent - a költségeken kívül - a recipiens állatok hiánya is. Az ET csekély arányának oka többek között, az egyre csökkenő szarvasmarha létszám, ami a potenciális recipiens állományt is korlátozza. A holstein-fríz populáció jelenlegi szaporulati eredményei folytán egy tehén élete során alig állít elő több üszőborjút, mint amennyi az állomány öfenntartáshoz szükséges.

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 üszőktől, 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 (-24,75%; $P < 0,005$).

Mind üsző, mind pedig tehén donor esetében a csökkenő dózisu szuperovulációs kezelés vezet a legjobb eredményre ($P > 0,05$), a kevesebb hormonmennyiség (-50%) ellenére is.

Az embriók fejlettsége is befolyásolja a recipiensben történő megtapadást ($P < 0,05$).

Az időjárási tényezők közül mindenekelőtt a hőmérséklet hatása a legjelentősebb. Nagy melegben, ill. szélsőséges hidegben romlanak az eredmények, gyakoribb az embrióelhalás, míg a legkedvezőbb eredményeket az ivari ciklusra is kedvezőbb tavaszi-őszi hónapokban lehet elérni ($P < 0,05$). Ennek ellenére az ET programok tervezése során – egy gazdaságon belül is – nagyon nehéz ezt a szezonális jelenséget követni. A ráfordítást, illetőleg a megtérülést figyelembe véve szerencsés, ha az embrió-programokat a kedvező szezonális körülmények között koncentráltan végzik. Ez azonban egy telep életében nehezen valósítható meg. Ezek tudatában egy, gazdaságok határait átlépő nyitott nukleusz integrációban kellene gondolkodni az embrió-átültetés alkalmazásának a további folytatásáról.

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 ismertetett családtenyésztés, illetve a bikanevelő tehenek hatékony szelekciója sem. A kevés borjú szintén behatárolja az embrió formában történő tenyészállat-kereskedelmet, nem juttatván többletbevételhez a gazdaságokat.

Az ET során, mind tenyésztési szempontból, mind pedig ökonómiai szempontból előnyként jelentkezik a csökkenő szaporítóanyag felhasználás.

A donorok kiválasztásában a tenyésztők a teheneket favorizálják (donorok 63%-a). Ennek feltehetően az az oka, hogy a pedigré információk helyett a saját teljesítményt részesítik előnyben. A donorok fenotípusos átlagtermelése 9690,25 kg. Ez a teljesítmény ebben a kategóriában nem tekinthető kiemelkedőnek, a szélső értékek közül különösen az alsók aggályosak, és arra utalnak, hogy a donorok kijelölésében nem csupán genetikai szempontok érvényesültek. A tenyészértékek átlaga +371,6, ami erősíti ezt a vélelmet.

A körültekintő donorkiválasztásra figyelmeztet az a körülmény is, hogy a tejtermelés és az embrió-produkció 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 az istállótársak termelését (+32 kg/év). A tejbeltartalmi mutatók esetében ez hasonlóan (fehérje +0,87 kg; zsír +1,11 kg) alakult. 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 is.

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, de ennek ellenére a nemesítő munka hatékonyság fokozásának ígéretes eszköze lehet.

9. SUMMARY

Using embryo-transfer in the Hungarian Holstein-Friesian population has reached a hardly makeable level since 1990, but the animals born from ET is less than 1% of the basic population. It falls off from our possibilities, and from the results of other countries. The factors of limitation are the lack of the recipient and the expenses of the process. The average life production of the cows is three calves. It is not higher than the necessary level for maintain the population.

I can conclude that the efficacy of ET is influenced by the biological characters of the female population in the program and the environmental factors also.

Drawing a conclusion from this study, I can assess that more embryos can be flushed from cow donors (+ 2.29, $P < 0.01$), than from heifers, but the rate of the quality of the good embryos is higher in the case of heifers (+ 10%; $P < 0.001$). This conclusion is very important, because we have a fast and simple microscopic method to qualify the flushed structures, and the morphological characters of the embryos has a significant influence on the efficiency of ET. This establishment is true in the case of fresh-stage (+ 14.9%; $P < 0.005$) and post-frozen-stage (+ 11.9%; $P < 0.005$) embryos also.

Because of these, the microscopic preselection of the flushed embryos is very useful and having these information, we can make a decision to freeze it or use it in fresh-stage. In the case of freezing we have to know its effect on the vitality-destroying of the embryo. Nowadays its degree is -24.75% ($P < 0.005$).

The decreasing FSH treatment of superovulation causes the best result in all kind of donors ($P>0.05$). It seems, that the decreasing of the total amount of FSH has no effect on the number of flushed embryos.

The development of embryo has a statistic effect ($P<0.05$) on efficiency of ET.

The meteorological factors, first of all the temperature has an effect ($P<0.05$) on embryo-flushing and embryo-transfer. The best results can be produced in autumn and spring. Even so there are difficulties to follow the seasonal affect during the calculation of the ET program. It would be perfect, if the ET programs can be done in the best seasons. It can not be achieved in farm conditions. This is why it is advisable to make an opened nucleus system.

In the point of view of the number of offspring from ET, the possibilities are not utilized. Cows donors product 5.79, heifer donors only 4.23 progeny. Usually in the Hungarian Holstein-Friesian cows calve three times on an average, the extra number of progeny is 2 calves. Its cause is that the repeatedly flushing of heifer donors is less (3%) than in the case of cow donors (23.8%).

Among other things, family-breeding, the selection of bull-mother cows are not available by ET, because the number of progeny is low. Without the appropriate number of offspring, there is not breeder trade too.

In breeding and economical point of view, applying of ET decreases the use of semen.

The breeders prefer cows donors to heifers and the information from production. Perhaps its cause is the little information about the pedigree. The average milk-production of donors is 9690.25 kg. This

performance is not appropriate in this level; from the extremities the low values are questionable and refer to the non-genetic factors in the selection. The average of breeding value is +371.6, which confirms this opinion.

We have to take attention to the carefully donor selections because there is a statistically proven negative correlation ($r = -0.26$; $P < 0.01$) between the milk- and embryo-production.

The milk-production of female progeny from ET is 9291.59 kg. The breeding value of female progeny of ET is higher (+32 kg/year) than in the non-ET population. Even so – because of the lower number of animals from ET - this has no effect on the genetic improvement of the whole Holstein-Friesian population in Hungary. There is a same situation with its effect on the generation interval. The ET decreases it with only 0.16 year ($P > 0.05$). Its reasons are: the small population of ET, using frozen embryos, and the age of donors; because there are more cows than heifers between the donors. Applying increasing number of frozen embryos, the generation interval will increase.

Finally, the advantages of ET are not utilized. So far the ET played main role in the bull-breeding. With the aim of genetic improvement, the better donor selection, higher proportion of heifer donors, appropriate amount of good quality recipients, and cooperation between breeding associations and farmers are necessary. The cooperation like this can mean the basic of an opened nucleus.

It seems that the population of recipients would be the limiting factor of the widely spreading of ET, but it could be effective device for genetic improvement.

10. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton köszönöm Dr. Stefler József témavezetőmnek a disszertációm elkészítéséhez nyújtott segítségét. Köszönöm neki azt, hogy annak idején ismeretlenül a szárnyai alá vett, rengeteg szakmai és emberi segítséget adott, mind a doktori munkám, mind pedig az oktatás területén, és építő kritikáival tanított.

Köszönettel tartozom a Kaposvári Egyetem vezetőségének, különösen Dr. Holló István dékán úrnak, aki lehetővé tette, hogy mind szellemi, mind gyakorlati tudásomat is kamatoztathassam.

Köszönöm Dr. Bokor Árpád kollegámnak, barátomnak a segítségét, amit a disszertáció elkészítéséhez nyújtott.

Köszönöm a Nagyállattenyésztési és Termelés technológiai tanszék összes dolgozójának, kollegáimnak, a segítségüket, biztatásaikat.

Köszönöm Dr. Perjés Istvánnak, hogy átolvasta, véleményezte, kritikával illette dolgozatomat, valamint az inszeminátor-képzés kezdeti lépéseinél szakmai tudásával mellém állt.

Köszönöm Mucsányi Gyöngyvérnek, Dr. Selmeczy Gézának, Ecseki Mihálynak a baráti támogatásukat, és az Alcsiszigeti Mg. Rt. azon dolgozóinak, akik közvetve vagy közvetlenül segítettek.

Köszönettel tartozok Dr. Nádas Györgynek, Dr. Füleki Miklósnak, Dr. Ladoniczky Zoltánnak, akik baráti támogatásukkal segítettek talpra állni, amikor szükségem volt rá.

Külön köszönöm Dr. Bodó Szilárd, Dr. Gócza Elen, Dr. Zomborszky Zoltán, Dr. Pinnyey Szilárd konzulenseimnek, hogy elfogadtak, tanítottak és segítettek a tudományos pályán elindulni.

Köszönöm a Holstein-fríz Tenyésztők Egyesületének, különösen Kőrösi Zsoltnak a segítségét.

Köszönöm Barátaimnak, Takóné Nagy Zitának, Takó Gyulának, Bíró Péternek, Dobos Annamáriának, Varga Zoltánnak, Boros Norbertnek és Családjának, Szakács Attilának a segítségüket, baráti támogatásukat.

Köszönettel tartozom Horváth Balázsnak és Családjának, Juhász Zoltánnak, Acsai Lajosnak és a SEMEX Magyarország Kft.-nek, akiktől nem csak a baráti, hanem a szakmai segítséget és széles-látást is kaptam,

Köszönöm a munkámhoz nyújtott segítséget Fekete Balázs és Kerekes György állattenyésztőknek.

Köszönöm Dr. Sebestyén Sándornak, Dióssi Mártának a nagylelkű adatszolgáltatást a Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központja részéről.

Köszönöm a Magyartarka Tenyésztők Egyesületének, Dr. Húth Balázsnak és Füller Imrének a baráti támogatásukat.

Köszönöm az összes szarvasmarha-tenyésztőnek, akik valamikor is foglalkoztak embrió-átültetéssel.

Köszönöm a Diákjaimnak, hogy tanulhattam tanítani őket.

Külön köszönöm Páromnak, Virág Viktóriának azt, hogy munkám során támogatásáról biztosított, és nyugodt háttérrel teremtett a mindennapi munkámhoz.

Nem utolsósorban megköszönöm Szüleimnek, Húgomnak Dr. Szabari Margitnak, a segítségüket, akik végig mellettem álltak, erkölcsileg és anyagilag támogattak.

Köszönöm a jó Istennek, hogy erőt és kitartást adott eddigi munkám során.

11. IRODALOMJEGYZÉK

1. AX, R. L., ARMBRUST, S., TAPPAN, R., GILBERT, G., OYARZO, J. N., BELLIN, M. E., SELNER, D., MCCAULEY, T. C. (2005): Superovulation and embryo recovery from peripubertal Holstein heifers. *Anim Reprod Sci.* 85 (1-2) 71-80. p.
2. BALTAY, M. (1986): Korszerű tenyészték-becslési módszerek az állati termékek gazdaságosabb előállításának szolgálatában. *Állatteny. és Tak.* 2. 133-139. p.
3. BECZE, J. (1987): Kérdések és válaszok a szaporodásbiológia gyakorlatából Mezőgazdasági Kiadó Budapest, 302. pp.
4. BECZE, J., GERGÁTZ, E., IVÁNCICS, J. (1991): Állattenyésztési biotechnológia Kari Jegyzet Mosonmagyaróvár.
5. BÉNYEI, B., KOMLÓSI, I., PÉCSI A., POLLOTT, G., MARCOS, C. H., DE OLIVEIRA CAMPOS, A., LEMES, M. P. (2006): The effect of internal and external factors on bovine embryo transfer results in a tropical environment. *Anim Reprod Sci.* 93. 3-4. 268-79. p.
6. BÍRÓ, I., SOÓS, P. (1982): Az embrióátültetés lehetőségei a szarvasmarhatenyésztésben. *Magyar Mezőgazdaság* 10. 22-23. p.
7. BODÓ, SZ. (2003): Az in vitro embrió-előállítás és embrióbiopszia alkalmazásának lehetősége a szarvasmarhatenyésztésben. Doktori (Ph.D) értekezés, Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum,

Mezőgazdaságtudományi Kar, Állattenyésztési Tudományok
Doktori Iskola, Debrecen, 119. pp.

8. BODÓ, SZ., BARANYAI, B., GÓCZA, E., DOHY, J.,
MARKKULA, M. (2001): Preimplantation genetic diagnosis
in cattle. *Acta Vet. Hung.* 49. 99-109. p.
9. BOGNÁR, L., MÉSZÁROS, M. (1999): Áttekintés a
tenyésztérbecslés módszerének fejlesztéséről, az új
tenyésztérbek felhasználásának távlatai. *Holstein Magazin*,
1. 10-12. p.
10. BOICHARD D. PEDIG: Fortran package for pedigree analysis
suited for large populations 7th WCGALP, Montpellier,
France, August 19-23, 2002, Communication No. 28-13.
11. BULFIELD, G. (1998): Will animal breeding become a
biotechnology? Plant & Animal Genome VI Conference, San
Diego, CA, January 18-22.
12. CALLESEN, H., LIBORIUSSEN, T., GREVE, T. (1996):
Practical aspects of multiple ovulation-embryo transfer in
cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 42. 215-226. p.
13. CHRISTIE, W. B., MCGUIRK, B. J., STRAHIE, R. H.,
MULLAN, J. S. (1992): Practical experience with the
implementation of a MOET breeding scheme with dairy
cattle. *Ann Zootech.* 41. 347-352. p.
14. CHRISTIENSEN, L. G. (1991): Use of embryo transfer in
future cattle breeding schemes. *Theriogen.* 35. 141-149. p.
15. CHRISTENSEN, L. G. (1997): MOET (Többszörös Ovuláció
és Embrióátültetés = Multiple Ovulation and Embryo
Transfer) szempontjai a tejelőmarha-tenyésztésében. VIII.

- Holstein-fríz Genetikai Világkongresszus, Budapest, Összefoglaló, 91-99. p.
16. COLLEAU, J. J. (1985): Genetic improvement by ET within selection nuclei in dairy cattle. *Gen. Sel. Evol.* 17. 499–538. p.
 17. COLLEAU, J. J., MOCQUOT, J. C. (1989): Using embryo transfer in cattle breeding. 5th Annual Meeting of the European Embryo Transfer Association Sept. 8-9, Lyon, France
 18. CSEH, S., DOHY, J., (2003): Asszisztált reprodukciós technikák (art) a hazai állattenyésztési gyakorlatban Történeti áttekintés *Állatteny. és Tak.* 1. 3-15. p.
 19. CSOMÓS, Z. (2005): A magyar holstein-fríz marha tenyésztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 210. pp.
 20. DE BOER, I. J. M., VAN ARENDONK, J. A. M. (1994a): Market share for semen and cloned embryos in dairy herds. *J. Dairy Sci.* 77. 3691-703. p.
 21. DEKKERS, J. C. M. (1992): Structure of Breeding Programs to Capitalize on Reproductive Technology for Genetic Improvement. *J. Dairy Sci.* 75. 2880-2891. p.
 22. DEKKERS, J. C. M., SHOOK, G. E. (1990): Genetic and Economic Evaluation of Nucleus Breeding Schemes for Commercial Artificial Insemination Farms *J. Dairy Sci.* 73. 1920-1937. p.
 23. DOCHI, O., YAMAMOTO, Y., SAGA, H., YOSHIBA, N., KANO, N., MAEDA, J., MIYATA, K., YAMAUCHI, A., TOMINAGA, K., ODA, Y., NAKASHIMA, T., INOHAE, S.

- (1998): Direct transfer of bovine embryos frozen-thawed in the presence of propylene glycol or ethylene glycol under on-farm conditions in an integrated embryo transfer program. *Theriogen*. 49 (5) 1051-8. p.
24. DOHY, J. (1979): Állattenyésztési genetika. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 311. pp.
 25. DOHY, J. (1993): Hagyományos és új módszerek integrációja az állatnemesítésben. *Állatteny. és Tak.* 6. 481-488. p.
 26. DOHY, J. (1984): Új biotechnikai eljárásoktól várható fejlődés az állattenyésztésben. *Állatteny. és Tak.* 5. 385-391. p.
 27. DOHY, J. (1986): A tenyészték-becslési rendszer korszerűsítésének néhány főbb kérdése a tejelőmarhatenyésztésben. *Állatteny. és Tak.* 2. 111-119. p.
 28. DOHY, J. (1999): Genetika állattenyésztőknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 342. pp.
 29. DRUET, T., JAFFREZIC, F., BOICHARD, D., DUCROCQ, V. (2003): Modeling Lactation Curves and Estimation of Genetic Parameters for First Lactation Test-Day Records of French Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* 86. 2480–2490. p.
 30. ELSDEN, R. P., NELSON, L. D., SEIDEL, G. E., JR. (1979): Embryo transfer in fertile and infertile cows. *Theriogen*. 11 (1) 17–25. p.
 31. EUROPEAN COMMISSION, <http://ec.europa.eu>
 32. FABER, D. C., FERRÉ, L. B. (2004): Advancements in Reproductive Technology in Cattle. Beef Improvement Federation 36th Annual Meeting, Sioux Falls, SD, May 25-28. Symposium papers. 5-15. p.

33. FALCONER, D. S. (1960): Introduction to quantitative genetics, New York (EUA). The Ronald Press Company. 365 p.
34. FÉSÜS, L. (1997): Marker assisted selection in livestock. 1 st paper: theoretical aspects. *Állatteny. és Tak.* 46. 289-292. p.
35. FRIES, R., RUVINSKY, A. (1999): The genetics of cattle. CABI Publishing, Wallingford, 710. pp.
36. GALLI, C., CROTTI, G., NOTARI, C., TURINI, P., DUCHI, R., LAZZARI, G. (2001): Embryo production by ovum pick up from live donors. *Theriogen.* 55. 1341-1357. p.
37. GÁSPÁR, M. (1999): A haszonállatok szaporításának korszerű módszerei az Európai Unióban. *Mezőgazdaságunk útja az Európai Unióba sorozat 12. füzet, OMGK, Budapest*
38. GALLI, C., DUCHI, R., CROTTI, G., TURINI, P., PONDERATO, N., COLLEONI, S., LAGUTINA, I., LAZZARI, G. (2003): Bovine embryo technologies. *Theriogen.* 59. 599-616. p.
39. GERE, T., SOÓS, P., SZÁSZ, F. (1998): A szarvasmarha mesterséges termékenyítése. *Mezőgazda Kiadó, Budapest,* 379. pp
40. GORDON, I. (1994): Laboratory production of cattle embryos. *Biotechnology in Agriculture Vol II. CAB International*
41. GROENEVELD E., (1990): PEST UIUC V3.1 user's manual, Institute of Animal Husbandry and Animal Behaviour, Mariensee, Federal Agricultural Research Center (FAL), D-31535

42. GROENEVELD, E., BRADE, W. (1996): Nutzung der Biotechnik in der Tierzucht. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift. 103. 298-302. p.
43. GUSTAFSSON, H., JAAKMA, U., SHAMSUDDIN, M. (1994): Viability of fresh and frozen-thawed biopsied bovine embryos. Acta Vet Scand. 35 (3) 217-22. p.
44. HARASZTI, J. ZÖLDÁG, L. (1993): A háziállatok szülészete és szaporodásbiológiája. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 821. pp.
45. HARE, W. C. D. (1986): Diseases transmissible by semen and embryo transfer. Office International des Epizooties, 12 rue de Prony, F-75017 Paris. 90. p.
46. HARE, W. C. D., SEIDEL, S. M., (1987): Proceedings of the International Embryo Movement Symposium, 19 August 1987, Montreal. Champaign, IL, International Embryo Transfer Society. 198. p.
47. HASLER, J. F. (2001): Factors affecting frozen and fresh embryo transfer pregnancy rates in cattle. Theriogen. 56 (9) 1401-15. p.
48. HASLER, J. F. (2003): The current status and future of commercial embryo transfer in cattle. Anim. Reprod. Sci. 79 (3-4): 245-264.
49. HASLER, J. F. (2004): Factors influencing the success of embryo transfer in cattle, 23rd World Buiatrics Congress, Quebec, Canada, www.ivis.org
50. HASLER, J. F. (2006): The Holstein cow in embryo transfer today as compared to 20 years ago. Theriogen. 65 (1) 4-16. p.

51. HASLER, J. F., MCCAULEY, A. D., LATHROP, W. F. FOOTE, R. H. (1987): Effect of donor-embryo-recipient interactions on pregnancy rate in a large-scale bovine embryo transfer program. *Theriogen*. 27. 139– 168. p.
52. HASLER, J. F., BILBY, C. R., COLLIER, R. J., DENHAM, S. C., LUCY, M. C. (2003): Effect of recombinant bovine somatotropin on superovulatory response and recipient pregnancy rates in a commercial embryo transfer program. *Theriogen*. 59 (9) 1919-28. p.
53. HERR, C., HOLT, N., MATTHAEI, K., REED, K. (1990): Sex of progeny from bovine embryos sexed with a rapid Y-chromosome detection assay. *Theriogen*. 33. 247. p.
54. HEYMAN, Y. (1999): Overall bovine embryo transfer activity in Europe in 1998. Proceedings of the 15th Scientific Meeting European Embryo Transfer Association Lyon, France, 10-11 Sept. 52. 25-69. p.
55. HORN, A. szerk. (1961): Állattenyésztés I Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 507. pp.
56. HORN, P. szerk. (1995): Állattenyésztés I. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 592. pp.
57. HFTE (2005): A Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete Tenyésztési Programja gyakorlati végrehajtásához ajánlott hazai és nemzetközi bikakör.
<http://www.holstein.hu/tenyesztes/tenyesztes.htm>
58. HFTE (2006): Tenyészbika teljesítmény összesítő, 2006 november, Budapest.
59. INTERNATIONAL EMBRYO -TRANSFER SOCIETY, 2007

60. JAMES, J. W: (1977): Open nucleus breeding systems. Anim. Prod. 24. 287-305. p.
61. JÁVOR, A. (1999): A magyar állattenyésztés súlya és belső arányai. Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok '999
Date 1999. október 28-29.
<http://www.date.hu/kiadvany/tessedik/2/javor.pdf>
62. JEON, G. J., MAO, I. L., JENSEN, J., FERRIS, T. A. (1990): Stochastic modeling of multiple ovulation and embryo transfer breeding schemes in small closed dairy cattle populations. J. Dairy Sci. 73. 1938-1944. p.
63. JOHAN VAN ARENDONK, A. M., BIJMA, P. (2003): Factors affecting commercial application of embryo technologies in dairy cattle in Europe – a modelling approach. Theriogen. 59. 635-649. p.
64. JOKINEN, J., VANHAMÄKI, T., TAMMIRANTA, N., KOIVULA, M., SEPPÄNEN, J-P., RÄTY, M., NIEMINEN, T-M., PEIPPO, J. (2003): Five years of ASMO breeding scheme. Nordic Association of Agricultural Scientists 22nd Congress, July 1-4. 2003, Turku, Finland,
http://portal.mtt.fi/pls/portal30/docs/PAGE/AGRONET/YHT_EISET_HANKKEET/NJF/NJF2003/3.PDF
65. JUGA, J. (2002): Joint Nordic Genetic Evaluation of dairy cattle. Vet. Zootechnica, 19. 52-55. p.
66. KALM, E. (2002): Development of cattle breeding strategies in Europe Arch. Tierz., Dummerstorf 45 1. 5-12. p.
67. KANITZ W, BECKER F, SCHNEIDER F, KANITZ E, LEIDING C, NOHNER HP, PÖHLAND R. (2002):

- Superovulation in cattle: practical aspects of gonadotropin treatment and insemination. *Reprod Nutr Dev.* 42 (6) 587-99. p.
68. KELLER, D. S., TEEPKER, G. (1990): Effect of Variability in Response to Superovulation on Donor Cow Selection Differentials in Nucleus Breeding Schemes. *J. Dairy Sci.* 73. 549-554. p.
 69. KETTUNEN, A., MANTYSAARI, E. A., POSO, J. (2000): Estimation of genetic parameters for daily milk yield of primiparous Ayrshire cows by random regression test-day models. *Livestock Prod. Sci.* 66. 251–261. p.
 70. KING, K. K., SEIDEL, G. E., JR. & ELSDEN, R. P. (1985): Bovine embryo transfer pregnancies: I. Abortion rates and characteristics of calves. *J. Anim. Sci.*, 61. 747–757. p.
 71. KINGHORN, B. P., VAN DER WERF, J., RYAN, M (2000): *Animal Breeding: Use of New Technologies*. Publisher: Post Graduate Foundation in Veterinary Science, University of Sydney.
 72. KOMLÓSI, I., VERESS, L. (2001): *Általános állattenyésztés*. Egyetemi jegyzet, DE AMC MTK, Debrecen
 73. KOMLÓSI, I., BOGNÁR, L. (1999): Egy finn szeminárium a számítástechnika tenyésztési alkalmazásáról. *Holstein Magazin*, 2. 12. p.
 74. KOVAC, M., GROENEVELD, E. (2003): *VCE-5 User's Guide and Reference Manual Version 5.1* (<http://vce.tzv.fal.de/manual/index.html>)

75. KRÄUSSLICH, H. (1998): Improvement of milk performance by different breeding strategies in the Hungarian, Swiss and Bavarian cattle populations and future aspects of cattle breeding. *Állatteny. és Tak.* 2. 105-112. p.
76. KUNKEL, J. R. (2006): Embryo transfer. West Virginia Uni. <http://www.wvu.edu/~Agexten/forglvst/Dairy/dirm26.pdf>
77. LAND, R. B., HILL, W. G. (1975): The possible use of superovulation and embryo transfer in cattle to increase response to selection. *Anim. Prod.* 21. 1-12. p.
78. LEHN-JENSEN, H. (1986): Cryopreservation of bovine embryos. Dr. Vet. Sci. Dissertation. Royal Vet. and Agri. Univ., Denmark
79. LEITCH, H. W., SMITH, C., BURNSIDE, E. B., QUINTON, M. (1994): Genetic Response and Inbreeding with Different Selection Methods and Mating Designs for Nucleus Breeding Programs of Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 77. 1702-1718. p.
80. LEROY, J. L., OPSOMER, G., DE VliegHER, S., VANHOLDER, T., GOOSSENS, L, GELDHOF, A., BOLS, P. E., DE KRUIF, A., VAN SOOM, A. (2005): Comparison of embryo quality in high-yielding dairy cows, in dairy heifers and in beef cows. *Theriogen.* 64 (9) 2022-36. p.
81. LOHUIS, M. M. (1995): Potential benefits of bovine embryo-manipulation technologies to genetic improvement programs. *Theriogen.* 43. 51–60. p.
82. LOHUIS, M. M. (1997): Modern dairy breeding. Presentation.
83. LOHUIS, M. M. (1998): Establishment and use of nucleus herd schemes for genetic improvement of dairy cattle. Presented at

Congress CAAB/CETA Convention. Saint-Hyacinthe,
Quebec. August 30- Sept. 2.
www.aps.uoguelph.ca/~lohuism/CAAB/CAAB.html

84. LOHUIS, M. M., SMITH, C., DEKKERS, J. (1993): MOET results from a dispersed hybrid nucleus programme in dairy cattle. *Anim. Prod.* 57. 369–378. p.
85. LOPES DA COSTA L, CHAGAS E SILVA J, ROBALO SILVA J (2001): Superovulatory response, embryo quality and fertility after treatment with different gonadotrophins in native cattle. *Theriogen.* 56 (1) 65-77. p.
86. MACCIOTTA, N. P. P., VICARIO, D., †PULINA, G., CAPPIO-BORLINO, A. (2002): Test Day and Lactation Yield Predictions in Italian Simmental Cows by ARMA Methods *J. Dairy Sci.* 85. 3107–3114. p.
87. MANTOVANI R., ENRIGHT W. J., KEANE M. G., ROCHE J. F., BOLAND M. P. (1993): Effect nutrition on follicle stimulating hormone (FSH) on superovulatory response in beef heifers. *Proc. Association Europeenne de Transfert Embryonaire.* Lyon 9-10 September 1993. 234. p.
88. MARTINEZ, A. G., BROGLIATTI, G. M., VALCARCEL, A. DE LAS HERAS, (2002): Pregnancy rates after transfer of frozen bovine embryos: a field trial. *Theriogen.* 58 (5): 963-72.
89. MCGUIRK, B. (1998): Developments in the dairy cattle breeding industry. *Proceedings Intermediate report workshop EU concerted action genetic improvement of functional traits*

- in cattle; (gift) Warsaw, Poland august 23rd, bull. 19, 21-28. p.
90. MEINTJENS, M., BELLOW, M. S., BROUSSARD, J. R., PAUL, J. B., GODKE, R. A. (1993): Transvaginal aspiration of bovine oocytes from hormone treated pregnant beef cattle for IVF. *Theriogen.* 39. 266. p.
 91. MEUWISSEN, T. H. E. (1998): Optimizing pure line breeding strategies utilizing reproductive technologies. *J. Dairy Sci.* 2. 47-54. p.
 92. MÉSZÁROS, J. (1982): Szarvasmarhaembrió – átültetés eredményei a hazai nagyüzemi gyakorlatban. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 37. 407-409. p.
 93. MÉSZÁROS, J., PERJÉS, I. (1984): Embrió-átültetés szarvasmarhán. *Állatteny. és Tak.* 5. 415-420. p.
 94. NAGY, N. (1996): Az állattenyésztés alapjai. Mezőgazda kiadó, Budapest, 283. pp.
 95. NICHOLAS, F. W., SMITH, C. (1983): Increased rates of genetic change in dairy cattle embryo transfer and splitting. *Anim. Prod.* 36. 341-353. p.
 96. NOVOTNÝ, F., LAZAR, G., VALOCKÝ, I., MACÁK, V., POŠIVÁK, J., HORŇÁKOVÁ, L. (2005): Relationship between milk production in donor cows and the yield and quality of embryos. *Bull Vet Inst Pulawy* 49. 303-305. p.
 97. ORSZÁGOS SZARVASMARHA ADATBÁZIS (2006)
 98. ÓZSVÁRI, L., KERÉNYI, J. (2004): A szaporodásbiológiai zavarok által okozott gazdasági veszteségek számszerűsítése

- egy nagyüzemi holstein-fríz tehenészetben. Magyar Állatorvosok Lapja 9. 523-531. p.
99. PRESICCE, G. A., JIANG, S., SINKIN, M., YANG, X. (1993): Oocyte quality and embryo development in prepubertal calves. *Biol. Reprod.* 52. 127. p.
 100. PRYCE, J. E., ROYAL, M. D., GARNSWORTHY, P. C. and MAO, I. L. (2004): Fertility in the high-producing dairy cow. *Livestock Product. Sci.* 86. 125-135. p.
 101. PUTNEY, D. J., THATCHER, W. W., DROST, M., WRIGHT, J. M., DELORENZO, M. A., (1988): Influence of environmental temperature on reproductive performance of embryo donors and recipients in the southwest region of United States. *Theriogen.* 30, 905–922. p.
 102. PUTNEY, D. J., DROST, M., THATCHER, W. W. (1989): Influence of summer heat stress on pregnancy rates of lactating dairy cattle following embryo transfer or artificial insemination. *Theriogen.* 31 (4) 765-78. p.
 103. REUBEN, J. M. (1984): Embryo Transfer Technology for the Enhancement of Animal Reproduction, *Bio/Techn.* 2. 149-160. p.
 104. RODEN, J. A. (1994): Review of the theory of open nucleus breeding systems. *Anim. Breeding Abst.* 62. 151-157. p.
 105. RUANE, J., (1988): Review of the use of embryo transfer in the genetic improvement of dairy cattle. *Anim. Breed. Abst.* 56. 437-446. p.
 106. SAS Institute Inc., (2004) SAS/STAT® User's Guide, Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC

107. SCHAEFFER, L. R., JAMROZIK, J., KISTEMAKER, G. J., VAN †DOORMAAL, B. J. (2000): Experience with a Test-Day Model. *J. Dairy Sci.* 83. 1135–1144. p.
108. SEIDEL, G. E. JR. (1984): Applications of embryo transfer and related technologies to cattle. *J. Dairy Sci.* 11. 2786-96. p.
109. SEIDEL, G. E., JR. SEIDEL, S. M. (1981): The embryo transfer industry, p. 41–80. *In: New Technologies in Animal Breeding.* B.G. Brackett, G.E. Seidel, Jr., and S. M. Seidel (eds.), Academic Press, New York.
110. SENGER, P. L. (2003): Pathways to pregnancy and parturition second edition Washington State University, 368. pp.
111. SARTORI, R., SOUZA, A. H., GUENTHER, J. N., CARAVIELLO, D. Z., GEIGER, L. N., SCHENK, J. L., WILTBANK, M. C. (2004): Fertilization rate and embryo quality in superovulated Holstein heifers artificially inseminated with X-sorted or unsorted sperm. *Anim. Reprod.*, 1. 86-90. p.
112. SOLTI, L. (2006): Az állatbiotechnológia helyzete Magyarországon, MTA, előadás
113. SPELL, A. R., BEAL, W. E., CORAH, L. R., LAMB, G. C. (2001): Evaluating recipient and embryo factors that affect pregnancy rates of embryo transfer in beef cattle. *Theriogen.* 56 (2) 287-97. p.
114. STEFLER, J. (2004): A szarvasmarha ágazat helye, szerepe a magyar mezőgazdaságban, esélyei az Európai Unióban. *In: EU Tanulmányok V.* Budapest: Nemzeti Fejlesztési Hivatal, 193-240. p.

115. STELLA, A., LOHUIS, M. M., PAGNACCO, G., JANSEN, G. B. (2002): Strategies for Continual Application of Marker-Assisted Selection in an Open Nucleus Population. *J. Dairy Sci.* 85. 2358–2367. p.
116. STRINGFELLOW, D. A. (1985): The potential of bovine embryo transfer for infectious disease control. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epizoot.*, 4. 859–866. p.
117. STROUD, B., HASLER, J. F. (2006): Dissecting why superovulation and embryo transfer usually work on some farms but not on others. *Theriogen.* 65 (1) 65-76. p.
118. SZABÓ, F. (2004): Általános állattenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 460. pp.
119. SZŐKE, SZ., KOMLÓSI, I. (2000): A BLUP modellek összehasonlítása. *Állatteny. és Tak.* 3. 231-245. p.
120. TANEJA, M., YANG, X. (1998): Promises and problems of in vitro production of embryos by TVOR-IVF scheme in cows and heifer. *Em. Trans. Newsletter* 16. 10-12. p.
121. THIBIER, M., NIBART, M. (1995): The sexing of bovine embryos in the field *Theriogen.* 43: 71-80. p.
122. VERES, Z. (1999): TEST DAY MODEL-pontosabb eszköz a tenyésztők kezében. *Holstein magazin*, 1. 33. p.
123. VÉGH, I., CSIFFÓ, GY. (1999): Érdemes-e foglalkozni a tehén családokkal? *Holstein Magazin*, 2. 34-35. p.
124. VOELKEL, S. A., HU Y. X., (1992): Use of ethylene-glycol as a cryoprotectant for bovine embryos allowing direct transfer of frozen-thawed embryos to recipient females. *Theriogen.* 37 (3): 687-697.

125. WEAVER, L. D., GALLAND, J., SOSNIK, U., COWEN, P. (1986): Factors Affecting Embryo Transfer Success in Recipient Heifers Under Field Conditions. *J. Dairy Sci.* 69 2711-2717. p.
126. WILLETT, E. L., BLACK, W. G., CASIDA, L. E., STONE, W. H., BUCKER, P. J. (1951): Successful transplantation of a fertilized bovine ovum. *Science* 113. 247. p.
127. WEIGEL, K. A. (2004): Exploring the role of sexed semen in dairy production systems. *J. Dairy Sci.* 87. 120-130. p.
128. WOOLLIAMS, J. A. (1989): Modifications to MOET nucleus breeding schemes to improve rates of genetic progress and decrease rates of inbreeding in dairy cattle. *Anim. Prod.* 49. 1-14. p.
129. YAAKUB H., O'CALLAGHAN D., DUFFY P., DUBY R. T., BOLAND M. P. (1996). Effect of concentrate type and quantity on superovulation in cattle. *Proc. Techniques for gamete manipulation and storage*, June 22-23. 1996. Hamilton, New Zealand. 37. p.
130. YAAKUB H., O'CALLAGHAN D., BOLAND M. P. (1997): In-vitro embryo development from oocytes recovered from follicles in cattle on different diets. *Proc. Agricultural Research Forum. 21st meeting Dublin, 30-31 March 1997*, 267-268. p.
131. ZOMBORSZKY, Z., ZUBOR, T., TÓTH, J. (1994): Possibilities for improving the genetic potential of red deer by biotechnological methods. 3rd International Congress on the Biology of Deer. Edinburgh, p. 60. p.

132. ZOMBORSZKY, Z., SZABARI, M., KANGYALICS, É., TÓTH, R. (2004): Gene preservation in deer species. *Acta agriculture slovenia*, 1, 169-171 pp. 12th Animal Science Day, Bled 2004. szeptember 2-4.
133. ZSILINSZKY, L. (1999): A hazai egyedmodell bevezetése a szarvasmarha-tenyésztésben. *Állatteny. és Tak.* 6. 604-606. p.
134. ZSOLNAI, A., FÉSÜS, L. (1996): Simultaneous analysis of bovine kappa-casein and BLAD alleles by multiplex PCR followed by parallel digestion with two restriction enzymes. *Anim. Genet.* 27. 207-209. p.

12. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉBEN MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

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 tehének szerepe a szarvasmarhatenyésztésben, VIII. Pro Scientia Aranyérmesek Konferenciája, 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 embrióátültetés 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

Szabari M., Stefler J.: Az embriódonor tehének szerepe a szarvasmarhatenyésztésben, VIII. Pro Scientia Aranyérmesek Konferenciája, Pécs, 2006 november 23-25.

Szabari M., Bokor Á., Simai Sz., Stefler J., Sebestyén S.: Az embrióátültetés 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 embrióátültetés 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 szarvasmarha-tenyésztésben. Holstein Magazin, 2006. 3. 54-55. p.

13. A DISSZERTÁCIÓ TÉMAKÖRÉN KÍVÜL MEGJELENT PUBLIKÁCIÓK

Tudományos közlemények

Magyar nyelvű közlemények

Kovács A. Z., Sudár B., **Szabari M.**: Különböző genotípusba tartozó, hústípusú tehenek tejtermelésének és borjainak választási súlyának összehasonlítása. Acta Agraria Kaposvárensis, 2005. 1. 19-30. p.

Idegen nyelvű közlemények

Z. Zomborszky, Sz. Nagy, L. Nánássy, **M. Szabari**, Sz. Bodó: Experiences in deer sperm cryopreservation under practical conditions – a pilot study – Animal Reproduction Science, 2005. (90) 185-190. p. **IF:** 0.838

Proceedingsben teljes terjedelemben megjelent közlemények

Magyar nyelvű közlemények

Szabari M., Nánássy L., Baranyai B., Bali Papp Á., Zomborszky Z., Jávor A., Gócza E., Bodó Sz.: Összefüggések bikasperma in vitro funkcionális minősítési teszt eredményei és in vitro fertilitása között EU Konform Mezőgazdaság és Élelmiszerbiztonság II. Kötet, ISBN 963 9483 2003. 30 3. 77-81. p.

Szabari M., Nánássy L., Baranyai B., Zomborszky Z., Jávor A., Gócza E., Stefler J., Kovács A., Bodó Sz. Összefüggések bikasperma in vitro funkcionális minősítési tesztjei között. Pro Scientia Aranyérmesek VI. Konferenciája, Miskolc, 2003. 171-175. p.

Szabari M., Nánássy L., Kovács A., Zomborszky Z., Gócza E, Bodó Sz.: Spermaértékelés peteburok kötődési teszt segítségével, X. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, 2004 április 29. CD pdf 211

Idegen nyelvű közlemény

Nánássy L., **Szabari M.**, Szabó L, Baranyai B., Petrovics Á., Kovács A., Bali Papp Á., Gócza E., Bodó Sz.: Sperm evaluation with the Micro Swim Up method, Facultatea De Zootehnie Si Biotehnologii, Timisoara academic day 2003 VIII. edition. 521-525. p.

Zomborszky Z., **Szabari M.**, Kangyalics É., Tóth R.: Gene preservation in deer species. Acta agriculture slovenia, 2004. 1. 169-171. p.

A. Z. Kovács, L. K. Kovácsné, **M. Szabari**, R. Zsoldos, T. Garbacz, Á. Csonka: Examination of suckling frequency in beef cattle populations. Acta Agraria Kaposvarensis, 2006. 2. 143-150. p.

Bokor Á., Nagy I., Sebestyén J., **Szabari M.**: Genetic trends in the hungarian racehorse populations (preliminary results), USAMV-Cn Bulletin 2007. 63-63. 143-148. p.

Proceedingsben megjelent abstractok

Magyar nyelvű abstractok

Zomborszky Z., Nagy Sz., **Szabari M.**: Génmegőrzés lehetősége szarvas fajokban, Akadémiai beszámoló 2005. január 24. 115. p.

Idegen nyelvű abstractok

Kobolák, J., I. Majzinger, **M. Szabari**, E. Gócza, Sz. Bodó, Gy. Bicsérdy, G. Palotás and Zs. Bösze Sexing of roe deer (*Capreolus capreolus* L.) by PCR amplification reaction, poszter, EAAP konferencia, 2004, 55th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Bled, Slovenia, Book of Abstract, 62. p.

Sz. Nagy, **M. Szabari**, L. Nánássy, Sz. Bodó, Z. Zomborszky: Fallow deer sperm cryopreservation – first experiences in Hungary. 9th Annual Conference of the European Society for Domestic Animal Reproduction

(ESDAR), Murcia, Spain, 1-3 September, 2005. Reproduction in Domestic Animals, 2005, 40. (4). Abstract 198. p. **IF**: 0.441

Szabari M., G. Pethő., Á. Bokor., J. Sebestyén., N. Boros., G. Bakos., J. Stefler: Effects of dry period length on productive and reproductive indices of subsequent lactations USAMV-CN Bulletin, 2007. 64. 578. p.

Bokor Á., Sebestyén J., **Szabari M.**, Stefler J.: Inbreeding in the hungarian thoroughbreds, Agrár- és Vidékfejl. Szemle 2008. 3. 64. 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-mélyhűtési módszerek, MBK Napok, Gödöllő, 2002. október

Szabari M.: Spermaértékelés Peteburok Kötődési Teszt segítségével, Diákok a tudományos életben konferencia, Kaposvár, 2003. április

Szabari M., Nánássy L., Baranyai B., Bali Papp Á., Zomborszky Z., Jávor A., Gócza E., Bodó Sz.: Összefüggések bikasperma in vitro funkcionális minősítési teszt eredményei és in vitro fertilitása között EU Konform Mezőgazdaság és Élelmiszerbiztonság, 2003. Gödöllő

Szabari M., Nánássy L., Baranyai B., Zomborszky Z., Jávor A., Gócza E., Stefler J., Kovács A., Bodó Sz. Összefüggések bikasperma in vitro funkcionális minősítési tesztjei között. Pro Scientia Aranyérmesek VI. Konferenciája, Miskolc, 2003. november 28-30.

Szabari M., Nánássy L., Kovács A., Zomborszky Z., Gócza E., Bodó Sz.: Spermaértékelés peteburok kötődési teszt segítségével, X. Ifjúsági Tudományos Fórum, Keszthely, 2004. április 29.

Zomborszky Z., Nagy Sz., **Szabari M.**: Génmegőrzés lehetősége szarvas fajokban, Akadémiai beszámoló 2005. január 24.

Szabari M.: A szaporodásbiológiai problémák javításának gyakorlati lehetőségei nagyüzemi tejelő tehenészetekben, IX. Sano Szimpózium, Szaporodásbiológia – a jövő záloga, 2008. május 19-20. Csém

Idegen nyelvű előadások

Nánássy L., **Szabari M.**, Szabó L, Baranyai B., Petrovics Á., Kovács A., Bali Papp Á., Gócza E., Bodó Sz.: Sperm evaluation with the Micro Swim Up method, Facultatea De Zootehnie Si Biotehnologii, Timisoara academic day VIII. edition pp. 521-525. Temesvár, 2003. május 22-23.

Zomborszky Z., **Szabari M.**, Kangyalics É., Tóth R.: Gene preservation in deer species. Acta agriculture slovenia, 12th Animal Science Day, Bled 2004. szeptember 2-4.

A. Z. Kovács, L. K. Kovácsné, **M. Szabari**, R. Zsoldos, T. Garbacz, Á. Csonka: Examination of suckling frequency in beef cattle populations, 2006. 10. 13-15. 14th Animal Science Day, Lillafüred, Magyarország.

Bokor Á., Nagy I., Sebestyén J., **Szabari M.**: Genetic trends in the hungarian racehorse populations (preliminary results), 2007 Kolozsvár

Poszterek

Idegen nyelvű

Szabari M., Nánássy L., Baranyai B., Bali Papp Á., Zomborszky Z., Jávor A., Gócza E., Bodó Sz.: Relationship between result of in vitro fertility and in vitro functional test of sperm samples „Természeti erőforrások és fenntartható fejlődés” nemzetközi tudományos tanácskozás Nagyvárad 2003. május 8-9.

Szabari M., G. Pethő., Á. Bokor., J. Sebestyén., N. Boros., G. Bakos., J. Stefler.: Effects of dry period length on productive and reproductive indices of subsequent lactations, 2007 Kolozsvár

Bokor Á., Sebestyén J., **Szabari M.**, Stefler J.: Inbreeding in the hungarian thoroughbreds, Hódmezővásárhely, 2008. április 24.

Ismeretterjesztő közlemények

Szabari M.: Galloway Magyarországon. AgrárUnió 2004. V. 3. 41. p.

Szabari M.: Tojás. Csak egy kicsit másképp... AgrárUnió 2004. V. 6. 57. p.

Szabari M., Bakos G., Horváth B., Sebestyén J., Boros N.: A szaporodásbiológiai eredetű veszteségek ellen avagy az ultrahangos vemhesség-megállapítás jelentősége egy tejelő tehenészetben, AgrárUnió 2007, 8-9. 55-56. p.

Sebestyén J., **Szabari M.**, Bokor Á.: Hason-ló? Hol tart a lovak klónozása? Lovas Nemzet 2008. 3. 42-43. p.

14. SZAKMAI ÖNÉLETRAJZ

1978. február 16-án születtem Szolnokon. 1996-ban érettségi vizsgát tettem a Szolnoki Széchenyi István Gimnáziumban.

1997-től kezdtem meg tanulmányait az akkori Debreceni Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Főiskolai Karán, Hódmezővásárhelyen, állattenyésztő szakon. 2000-ben sikeres államvizsgát tettem. Ebben az évben inszeminátori vizsgát is tettem.

2000-2002-ig az Alcsi Mg Rt-nél dolgoztam, mint embriológiai-asszisztens, illetve inszeminátor.

2000-től a Kaposvári Egyetem, Állattudományi Karának kiegészítő szakos hallgatója voltam. 2003 júniusában sikeres államvizsgát tettem a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karán. Mindezek mellett 2002-től a Budapesti Gazdasági Főiskola, Pénzügyi és Számviteli Főiskolai Kar, közgazdász szakmérnök szakirányon tanultam, ahol 2006-ban sikeres államvizsgát tettem.

2002-től 2003 szeptemberéig a Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóközpontban dolgoztam. Itt először az Embriológiai labor-, Alkalmazott szaporodásbiológiai munkacsoport, majd a Molekuláris Genetikai labor tagja voltam. Itt spermatólógiai, embriólogiai, in vitro fertilizációs, molekuláris genetikai és mélyhűtési kutatásokban vettem részt. Önálló kutatási feladatokat láttam el az in vitro funkcionális spermaminősítési rendszerben.

2003-ban felvételt nyertem a Kaposvári Egyetem Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskolájának nappali képzésére.

2003-ban a Banat's University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Timisoara-n, Romániában 1 hónapot töltöttem, ahol embriológiai kutatásokat végeztem.

2003-tól regisztrált embrió-átültető vagyok. 2003-ban részt vettem a szegedi G&G kft bejegyzett embriológiai laborjának a létrehozásában. Itt 2004-ig embriológiai munkákat végeztem galloway fajban.

A doktori képzés során részt vettem a „Szarvasmarha-tenyésztés” tantárgy oktatásában. Ezen kívül a szakmai gyakorlatok tartását és ellenőrzését is végeztem. Mindezek mellett az inszeminátori képzés gyakorlati oktatását is vezetem.

A doktori képzés alatt 16 szakdolgozat és 3 tudományos diákköri munka konzulensi feladatait láttam el.

A Baromfi és Társ-állattenyésztési tanszékkel együttműködve szarvas sperma és embriológiai kutatásokat végeztem, illetve részt vettem az egyetem embriológiai és spermatológiai laborjának létrehozásában.

2004-2005-ig a Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Karával öz szaporodásbiológiai kutatásokat végeztem.

2006 szeptemberétől tanszéki mérnök beosztásban dolgozok a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának Nagyállattenyésztési és Termelés technológiai tanszékén.

2007-től az Állattudományi Kar Tudományos Diákköri Tanácsának a titkára vagyok.

2000-ben Hódmezővásárhelyen a kari Tudományos Diákköri Konferencián, 1. helyezést értem el az Állatélettani és Környezetvédelmi Szekcióban. A Dél-Alföldi Regionális Fejlesztési Tanács különdíjban részesített. 2000-ben a Szeged Megyei Jogú Város ösztöndíjában

részesültem.2001-ben részt vettem az OTDK-n Sopronban. 2002-ben, Kaposváron a Kari Tudományos Diákköri Konferencián, 1. helyezést értem el az, Állattudományi Szekcióban. 2003-ban az Egyetemi Tudományos Diákköri Konferencián, 1. helyezett lettem. 2003-ban a kaposvári OTDK-n, 1. helyezést értem el a Bio- és Csúcstechnológia az Állattenyésztésben tagozatban. 2003-ban az Országos tudományos diákköri Tanács Pro Scientia Aranyérem kitüntetésben részesít. 2003-ban megkaptam a Fáy András kutatási ösztöndíját a Fáy András alapítványtól. 2004-ben a Pro Renovanda Cultura Alapítvány ösztöndíjában részesültem.

2001-től a Koncentrált Tejet Termelő Fajták Tenyésztőszövetségének az alapító, pártoló tagja vagyok. 2004-től a Magyartarka Tenyésztők Egyesületének a tagja vagyok.

2003-tól a Pro Scientia Aranyérmesek Társaságának a tagja, 2003-tól a társaság ügyvivő testületének a tagja, 2007 novemberétől alelnöke vagyok. 2004-től a KutDiák mentora vagyok. 2004-től a World Academy of Young Scientists tagja vagyok. 2004-től az AgrárUnió újság szakértője vagyok. 2005-től a Szaporodásbiológiai társaság tagja vagyok. 2005-től a Nemzetközi Embrióátültető Társaság tagja vagyok.

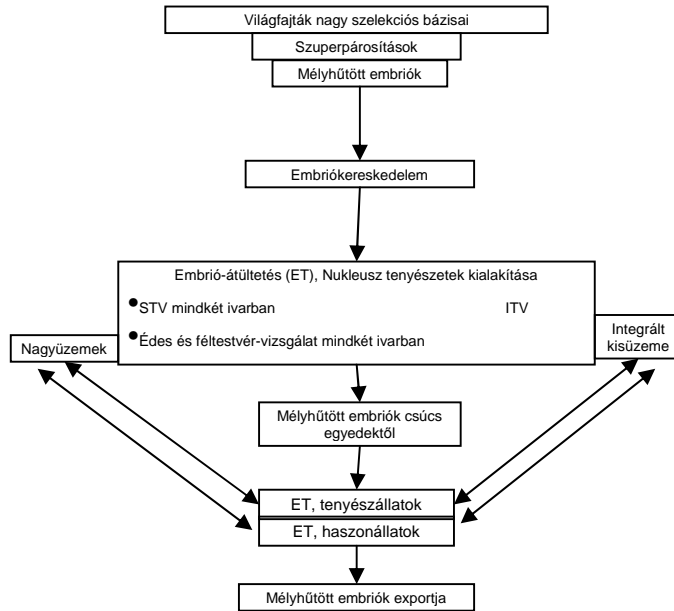
15. MELLÉKLETEK

15. 1 Rövidítések jegyzéke

AI:	artificial insemination, inszeminálás
ART:	asszisztált reprodukciós technikák
BNM:	befejési nap modell
BLAD:	bovine leukocyte adhesion deficiency
BLUP:	Best Linear Unbiased Prediction, Legjobb lineáris torzítatlan becslés
BSE:	bovine spongiform encephalopathy, szarvasmarhák szivacsos agyvelőgyulladás
CTDM:	Canadian Test-Day Model, Kanadai Befejési Nap Modell
DNS:	dezoxiribo-nukleinsav
ECG:	Equine Chorionic Gonadotropin
EG:	ethylene glycol, krioprotektív anyag
EM:	egyed modell
ET:	embryo transfer, embrió-átültetés
FSH:	Follikulus Stimuláló Hormon
GLY:	glycerol, krioprotektív anyag
HFTE:	Holstein-fríz Tenyésztők Egyesülete
IETS:	International Embryo -Transfer Society, Nemzetközi Embrió-átültető Társaság
IM:	intramuscularis, izomba (történő oltás)
ITV:	ivadék teljesítmény vizsgálat
IVF:	in vitro fertilisation, in vitro termékenyítés
IVP:	in vitro production, in vitro embrió-előállítás

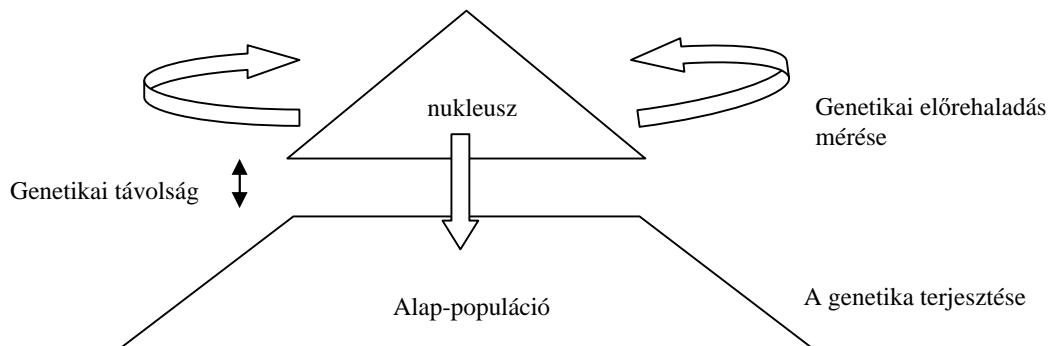
KEKI:	két ellés közötti idő
MGS:	maternal grandsire, anyainagyapa-modell
MgSZH:	Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal
MO:	multiple ovulation, szuperovuláció
MOET:	multiple ovulation and embryo transfer, szuperovulációt követő embrió-átültetés
MT:	mesterséges termékenyítés
OMMI:	Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet
OPU:	ovum pick up, ultrahangos petesejtkinyerés
OSZA:	Országos Szarvasmarha Adatbázis
PBS:	phosphate buffered saline
PMSG:	Pregnant Mare Serum Gonadotropin
RSZKF:	Ragadós száj és körömfájás
SZO:	szuperovuláció
TDM:	Test Day Model, befejési nap modell
TÉ:	tenyészték
TÉB:	Tenyésztékbecslés
Vs:	versus, ellenében, szembeállítva

15. 2 Ábrák, képek

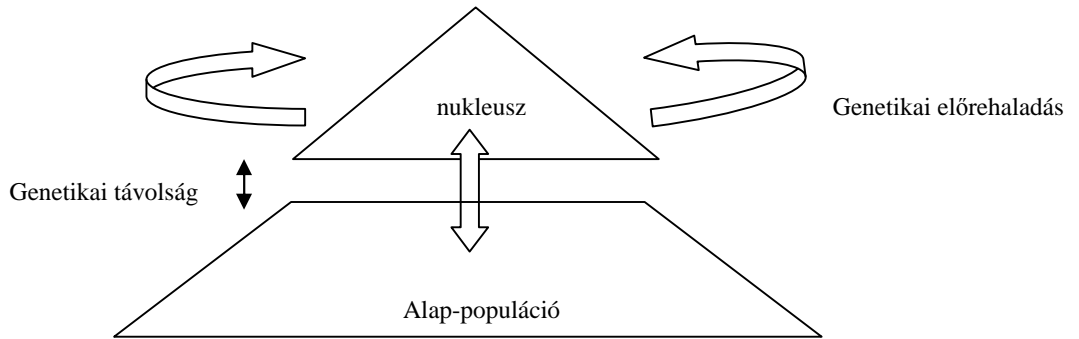


(forrás: DOHY, 1986)

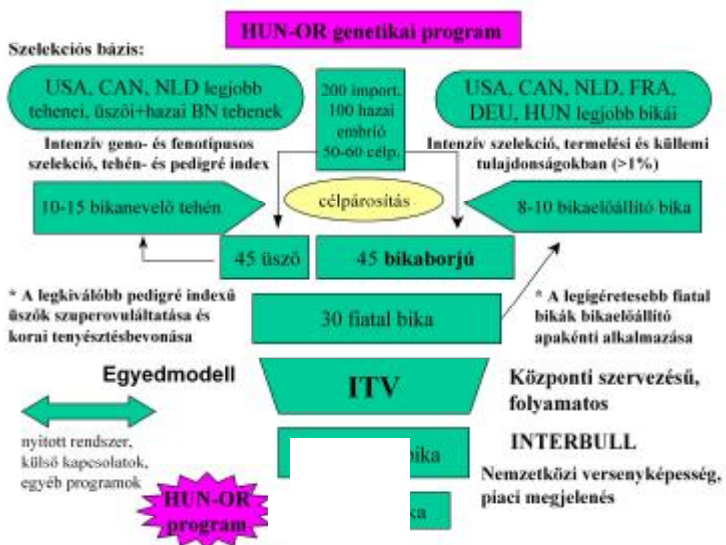
1. ábra: A nukleusz-nemesítési stratégia



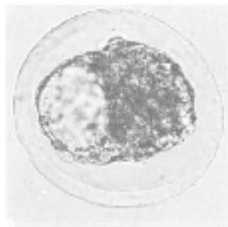
2. ábra: Zárt nukleusz tenyésztési rendszer



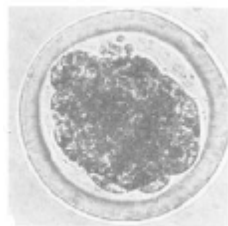
3. ábra: Nyitott nukleusz tenyésztési rendszer



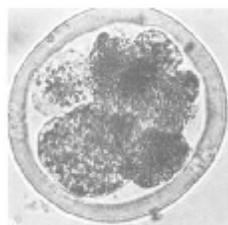
4. ábra: HUN-OR nukleusz-tenyésztési program



1. kép: Kiváló minőségű, blasztociszta fejlettségű embrió



2. kép: Kiváló minőségű, morula fejlettségű embrió



3.kép: Harmad-osztályú, morula embrió

1. táblázat: Az alkalmazott szuperovulációs kezelés metodikája (2,5 ml standard dózisú kezelés)

oltás nap	ciklusnap	kezelés	
		reggel	este
	A ciklus 8-12 napja között		
1		2,5 ml OVAGEN	2,5 ml OVAGEN
2		2,5 ml OVAGEN	2,5 ml OVAGEN
3		2,5 ml OVAGEN + 2 ml ESTRUMATE	2,5 ml OVAGEN
4		2,5 ml OVAGEN	2,5 ml OVAGEN

2. táblázat: A nem embrió-átültetésből származó populáció vizsgált termelési paramétereinek adatai

Szül.év	n	Ped.telj.	F	Tej-305	Tej-305	Tej-305-TE	Tej-305-TE	Feh-305	Feh-305	Feh-305-TE	Feh-305-TE	Zsír-305	Zsír-305	Zsír-305-TE	Zsír-305-TE
		átlag	átlag	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
1990	2070	2,55	0	7106,77	2053,63	9,23	465,22	220,49	71,62	9,77	12,04	247,73	76,53	11,2	13,38
1991	3485	2,84	0,01	8078,71	2174,89	129,8	528,39	249,65	72	10,89	12,77	271,69	72,16	10,57	13,22
1992	4234	3	0,01	7978,85	2058,15	79,41	512,1	252,11	65,42	9,28	12,03	277,17	67,54	10,04	13
1993	5087	3,07	0,01	8368,18	2075,22	142,64	530,74	265,2	65,92	10,67	12,19	282,29	64,81	10,14	12,71
1994	5129	3,21	0,01	8298,23	2030,03	77,35	536,94	265,71	63,85	9,64	12,44	280,6	67,7	10,14	13,41
1995	5239	3,36	0,01	8617,81	1999,61	130,06	531,65	278,61	60,23	9,83	12,29	291,02	66,06	10,42	13,06
1996	5252	3,52	0,01	8679,77	2095,41	134,74	533,56	277,43	63,07	10,12	12,38	293,89	67,22	10,31	13,55
1997	5410	3,73	0,01	8730,05	2161,79	130,44	583,82	277,97	64,4	10,96	12,83	301,4	71,69	11,27	14,45
1998	4885	4,1	0,01	8882,16	1962,59	133,89	566,16	279,86	58,08	10,15	13,03	309,52	69,8	10,84	14,51
1999	4505	4,33	0,02	8832,86	1909,79	145,98	579,65	280,06	55,96	10,34	13,29	312,06	65,81	10,84	14,04
2000	4037	4,52	0,02	8717,37	1864,65	147,3	613,27	274,98	53,41	10,55	13,63	316,1	66,14	10,29	14,27
2001	3402	4,66	0,02	8690,62	1839,53	149,45	580,84	272,16	53,72	10,29	13,11	310,07	63,67	8,93	12,78
2002	3256	4,88	0,02	8419,38	1594,58	87,99	544,77	263,88	47,09	9,44	12,71	297,24	55,08	7,19	11,88
2003	1578	5,13	0,02	8474,36	1505,36	82,1	466	266,26	43,17	7,85	10,42	292,75	49,8	5,54	9,98

3. táblázat: Az embrió-átültetésből származó populáció vizsgált termelési paramétereinek adatai

Szül.év	n	Ped.telj.	F	Tej-305	Tej-305	Tej-305-TE	Tej-305-TE	Feh-305	Feh-305	Feh-305-TE	Feh-305-TE	Zsír-305	Zsír-305	Zsír-305-TE	Zsír-305-TE
		átlag	átlag	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
1990															
1991	17	2,99	0	8642,59	1317,19	255,31	128,34	267,61	39,21	7,88	4,04	288,87	37,06	2,26	3,26
1992															
1993	4	2,59	0	8059,25	1804,57	-38,75	374,18	271,75	60,3	4,51	12,29	294,98	47,46	1,84	7,55
1994	7	4,05	0,03	8628,71	1452,21	69,44	209,4	278,61	43,1	5,69	6,07	304,93	33,28	5,17	6,17
1995	6	3,11	0	9932,33	1466,36	92,8	295,12	330,75	49,42	7,9	10,38	314,68	40,51	3,9	3,81
1996	15	4,33	0,01	8217,13	2690,67	544,11	542,21	267,76	87,6	20,14	15,55	303,13	110,6	22,74	17,01
1997	88	3,59	0,01	8576,48	2199,5	149,63	415,13	279,9	65,88	7,44	10,14	296,66	63,67	7,7	11,22
1998	52	4,01	0,02	9175,12	1892,77	118,65	559,9	296,76	55,71	9,77	14,08	324,32	60,98	10,41	13,01
1999	128	4,17	0,03	9303,67	2004,62	318,48	622,99	295,57	57,18	12,25	15,62	329,61	69,23	13,82	16,25
2000	125	4,54	0,03	9344,19	1641,75	301,54	514,37	297,53	48,95	12,46	14,07	340,06	61,97	12,01	14,36
2001	79	4,61	0,02	10116,38	1673,96	636,24	499,76	310,97	46,93	16,62	12,69	336,94	61,68	10,88	13,34
2002	74	4,67	0,02	8842,61	1891,8	475,15	506,64	281,03	59,07	15,78	14,48	302,99	66,87	11,59	12,42
2003	24	4,86	0,03	8762,17	1487,75	599,75	535,99	268,84	38,92	15,15	13,52	279,94	38,11	6,46	9,24