

Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar  
Állathigiéniái, Állomány-egészségtani és Állatorvosi Etológiai Tanszék

**Embrionális és magzati veszteségek alakulása egyes környezeti tényezők  
függvényében egy intenzív tejelő szarvasmarha állományban**  
**Study on embrional and fetal losses relating to some environmental factor in an  
intensive dairy herd**



**Készítette:** dr. Rózsa Botond

**Témavezetők:** dr. Könyves László, egyetemi docens, tanszékvezető  
dr. Solymosi Norbert, egyetemi adjunktus

SZIE-ÁOTK

Budapest, Szombathely

2015

## Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék .....	2
Rövidítések jegyzéke .....	3
1. Bevezetés.....	4
2. Irodalmi áttekintés.....	6
2.1 A magzati fejlődés definíciója .....	6
2.1.1. A fejlődés szakaszai .....	6
2.1.2. A fertilitás .....	8
2.1.3. A korai és késői embrionális mortalitás .....	9
2.1.4. A magzati veszteségek .....	12
2.2 A magzatvesztést befolyásoló tényezők.....	14
2.2.1. Az éghajlat .....	14
2.2.2. Szezonális hatások.....	15
2.2.3. Fontosabb kiváltó okok a gyakorlatban.....	21
3. Eredmények .....	23
3.1 Anyagok és módszerek.....	23
3.1.1. Szaporodásbiológia vizsgálati módszerek.....	23
3.1.2. Időjárási frontok.....	27
3.1.3. Objektív front.....	28
3.1.4. Meteorológiai állomási adatok a hőstressz és hőmérséklet hatásának vizsgálatához ....	30
3.1.5. A THI számítása, értékelése .....	31
3.1.6. Minimum és maximum hőmérséklet.....	32
3.1.7. Paraméter konverziók.....	32
3.1.8. Statisztikai elemzések.....	33
3.1.9. Időjárási frontok.....	33
3.1.10. Hőstressz.....	34
4. Eredmények .....	35
4.1. Szezonális .....	35
4.2. Hőstressz– hőmérséklet.....	36
4.3. Frontok .....	38
6. Megbeszélés.....	39
7. Összefoglaló .....	42
8. Summary.....	44
9. Irodalomjegyzék .....	45
10. Köszönetnyilvánítás .....	58

## Rövidítések jegyzéke

°C	Celsius fok
CI	konfidencia intervallum
ECMWF	European Centres for Medium range Weather forecasts
°F	Fahrenheit fok
GnRH	gonadotrop releasing hormon
HS	hőstressz (heat stress)
LH	luteinizáló hormon
mtsai	munkatársai
NCDC	National Climatic Data Center
OR	esélyhányados (odds ratio)
p	p érték
q <sub>w</sub>	nedves potenciális hőmérsékleti
RH	relatív páratartalom (%)
T	hőmérséklet (°C)
TAI	programozott termékenyítési eljárás (timed artificial insemination)
T <sub>db</sub>	száraz hőmérséklet (°C)
T <sub>dp</sub>	harmatpont (°C)
TFP	thermal front paraméter
T <sub>h</sub>	harmatpont (°C)
THI	hőmérséklet-páratartalom index (temperature humidity index)
T <sub>wb</sub>	nedves hőmérséklet (°C)
UH	ultrahang

## 1. Bevezetés

A tejtermelő ágazat az elmúlt évtizedekben megváltozott. A szakszerű menedzsment, a jobb színvonalú takarmányozás és az intenzívebb genetikai szelekció eredményeként az egy tehénre eső tejtermelés határozottan emelkedett. A még nagyobb tejtermelés felé történő elmozdulás és az egyre növekvő állománylétszámok a szaporodásbiológia hatékonyságának csökkenésével járnak. A 21. század követelménye, hogy egy tehén minél több tejet termeljen egy olyan telepen, ahol egyre több tehén található (Lucy, 2001).

A tejtermelő tehénállományok jövőjét kétségtelenül befolyásolni fogja a fogamzási arány és a szaporodási teljesítmény hatékonyságának csökkenése. Ismert, hogy a legnagyobb termelésű tehenek esetében csökken legnagyobb mértékben a fogamzása aránya. Tanulmányok szerint a tejtermelésen kívül más tényezők is gyengítik a szaporodásbiológia hatékonyságát tejtermelő állományainkban. A tejtermelő tehén szaporodásbiológiai élettana az elmúlt 50 évben megváltozott és a szaporodási eredmények romlása részben magyarázható csak a magas termeléshez történő élettani alkalmazkodás eredményével. Az alapvető ok valószínűleg változatos élettani és menedzsment-tényezők együttes hatása, melyek hozzájárulnak a szaporodásbiológia hatékonyságához. Vitatható az egyes tényezők infertilitást okozó hangsúlya, de együttes hatásuk a tejtermelő ágazat hatékonyságát és jövedelmezőségét egyértelműen rontják (Lucy, 2001).

A gyenge reprodukciós hatékonyság világszerte probléma tejtermelő tehenészetekben (Lucy, 2001). A reprodukció a legfontosabb előfeltétele a tenyésztőknek a komoly bevételt hozó magas tej- és hústermelés eléréséhez (Puklova és mtsai, 2011). A fogamzás tulajdonképpen eredménye a borjú, az ellés folyamata pedig elindítja az új laktációt (Riha, 2000). Reprodukció nélkül tehát nincsen produkció, azaz termelés (Bouska, 2006). Megfontolva azt, hogy az egész agrárágazat a tejelő tehén termékenyítésének gazdasági eredményeitől függ, szükségszerűnek tűnik megkeresni és kihasználni minden lehetőséget és tartalékot annak érdekében, hogy a gazdasági mutatókat e téren javítsuk (Puklova és mtsai, 2011).

A kétezres években két tanulmány is megállapította, hogy a gazdasági károkért közvetlenül a terméketlenség a felelős. Azt is leírták, hogy ebben döntő szerepe az embrionális mortalitásnak van (Riha, 2000; Burdych és Vřetečka, 2004). Hammond már 1914-ben felismerte, hogy az embrionális és magzati mortalitás az állatállományokban létező jelenség (Hammond, 1914). Az elmúlt száz év kutatásai azonban még mindig nem tették

teljesen megérthetővé a veszteségek alapvető okait (Romano, 2004). Az utóbbi évek felmérései is azt mutatták, hogy a tejtermelő állatoknál közvetlen az összefüggés a gazdasági mutatók és az embrionális mortalitás között. A vizsgálatok hangsúlyozták, hogy az ellést megelőző veszteség kétségtelenül azok között a legfontosabb tényezők között szerepel, mely meghatározza a reprodukció eredményességét, utóbbi pedig a következményes jövedelmezőséget (Burdych és Vřetečka, 2004; Garcia-Ispuerto és mtsai, 2006).

Számos tanulmányban foglalkoztak az embrionális mortalitás okainak feltérképezésével, a kutatások eredményei ennek ellenére azt mutatják, hogy a kiváltó ok a legtöbb esetben nem ismert: az Egyesült Államokban 3812 abortuszból mindössze 23,3%-ban sikerült az okokat felderíteni (Hubbert és mtsai, 1973), egy másik felmérés szerint 2544 abortuszból 35,3%-ban (Kiskrbride és mtsai, 1973). Ausztráliában 37%-ban volt csak felderített (Jerrett és mtsai, 1984), Kanadában 23%-ban ismert oktanú (Mitchell, 1960), egy angol tanulmány alapján azonban nagy hányaduk esetén a kiváltó okok ismeretlenek (Johnson, 1983).

Napjainkban Magyarországon is intenzíven használják már az ultrahangos képalkotó eljárásokat a szaporodásbiológiai diagnosztikában, hiszen a gazdaságok célja a minél korábbi vemhességi diagnózis felállítása, és az esetleges veszteségek mihamarabbi felderítése a szervizperiódus lerövidítése érdekében. Ez a technológiai áttörés forradalmasította a szarvasmarha szaporodásbiológiájának megértését. A vemhesség és a magzat életképességének meghatározása a termékenyítés után nem sokkal lehetővé teszi azon tehenek felismerését, akik nem termékenyültek. Ezáltal csökken a szervizperiódus és javul a fertilitás (Fricke, 2002).

Dolgozatom célja az volt, hogy felfrissítse az embrionális és magzati mortalitásról szóló ismereteket, megvizsgáljon egyes környezeti tényezőket, melyek kisebb vagy nagyobb mértékben befolyásolják a termékenyítés utáni veszteségek előfordulási gyakoriságát.

Kutatásunk egy magyarországi tejelő szarvasmarha tehenészetben valósult meg. Vizsgálatunk arra irányult, hogy minél informatívabb eredményeket kapjunk a gazdasági károkat okozó embrionális, illetve magzati mortalitás időjárással (hőmérséklet, fronthatások) összefüggésbe hozható okairól és mértékéről, és eredményeinket összehasonlítsuk a külföldi szakirodalmi adatokkal. Vitatott téma jelenleg a termékenyülés utáni veszteség nagysága, valamint a környezeti tényezők közötti összefüggés helyessége. Ezekre is kerestük a választ.

Az embrionális és magzati veszteség megismerése a jövőben talán mutat olyan lehetőségeket, melyek segítségével az előidézett károk csökkenthetőek. A veszteségek

mérséklése, a fogamzási arány jobb kihasználása megváltoztathatja a tehenekkel való bánásmódot, a tehenekkel szembeni gondolkodásmódot, a tehenészetek menedzsmentjét.

## 2. Irodalmi áttekintés

### 2.1 A magzati fejlődés definíciója

#### 2.1.1. A fejlődés szakaszai

<i>Az embrionális időszak fontosabb fejlődési lépései</i>	
<i>termékenyítés óta eltelt napok</i>	<i>esemény</i>
0-1. nap	termékenyülés, zigóta a petevezetőben
2. nap	8 sejtes állapotig osztódás, az embrionális genom aktivációja
3-4. nap	az embrió a méhbe érkezik
5-6. nap	a 16-32 sejtes embrió morula állapotba alakul
7-8. nap	a blasztocöl kialakulása, az embrionális sejtek differenciálódása
9-10. nap	a blasztociszta növekedése és kijutása a zona pellucidából
11-15. nap	a blasztociszta megnyúlása
14-19. nap	a vemhesség anyai felismerése
19-20. nap	az implantáció kezdete
21. nap	a méhpogácsák megjelenése
22-41. nap	az implantáció folyamatban
42. nap	az implantáció befejeződik

1. táblázat: Az embrionális fejlődés fontosabb fejlődési lépései (Morris és Diskin, 2008; Hafez, 1993)

Az embrió az egyed olyan fejlődési formája, mely az ivarsejtek egyesülése, azaz a termékenyülés esetén indul fejlődésnek és az implantációval, illetve a szervek differenciálódásával ér véget (Puklova és mtsai, 2011).

A reprodukció eredménytelensége a gyenge fogamzásból vagy az embrió gyenge túlélési képességéből ered. Miután a termékenyítés megtörtént, az embrió és a magzat túlélésétől, az öt optimális körülmények között is elpusztító hatásoktól függ a vemhesség sikeressége. 1972-ben a 'Committee on Bovine Reproductive Nomenclature' ismertette, hogy a termékenyítés és a differenciálódás állapotának végéig embrionális, az ezt követő, kb. a 42. naptól az ellésig tartó időszakot a magzati fejlődés szakaszának nevezzük. Korai embrionális

mortalitásnak nevezzük, ha a mortalitás a ciklus 15-17. napja előtt bekövetkezik, az ún. sárgatest fázis fenntartása előtt (Santos és mtsai, 2004). Az embrionális fejlődés kezdeti szakaszában, a termékenyítés utáni 16. és 20. nap között az elongálódó embrió a vemhesség anyai felismerése céljából termeli az interferon-tau-t (Thatcher és mtsai, 1995; Berg és mtsai, 2009). Késői az embrionális mortalitás, ha az a sárgatest fennmaradása és a differenciálódás időszaka (kb. 42. nap) között történik (Santos és mtsai, 2004). Az embrió fejlődése számos szerző leírása alapján a 42. napon véget ér (Garcia-Isperto és mtsai, 2006; Lopez-Gatius és Hunter, 2005). Szarvasmarhában az embrionális időszak hossza tehát relatíve rövid, ennek ellenére a vemh életben maradása szempontjából ez a legkritikusabb időszak (Humblot, 1986). Ugyanakkor a szerzők egy része ezt a határt a 45. napra teszi (Bouska, 2006; Reece, 1988). Az embrionális mortalitással Burdych és Všetečka is foglalkoztak 2004-ben. Szerintük a termékenyítés utáni 42. napig történő embrió elhalást nevezhetjük így, mikor a szervei már differenciálódtak és a magzatburok is felépült (Burdych és Všetečka, 2004). Számos kutató leírta ugyanezt a megállapítást, de nem feltétlenül értenek egyet a pontos időpont meghatározással (Puklova és mtsai, 2011).

Az embrionális mortalitás tehát korai és késői szakaszra osztható. Santos és munkatársai a termékenyítést követő 24 napon belüli korainak, a 24. és a 42-50 nap közötti mortalitást késői embrionális elhalásnak nevezik (Santos és mtsai, 2004).

Gyakorlati szempontból fontos megállapítás, hogy az embrionális mortalitás által előidézett luteolízis kb. három nap késleltetéssel jelentkezik (Kastelic és mtsai, 1991). Ugyanakkor a luteolízis által kiváltott embrió elhalás után a visszaivarzás jelentkezésének ideje a tüszőnövekedés nagyságától, mértékétől függ. Humblot vizsgálatai szerint a termékenyítést követő 24 napon belüli visszaivarzás a korai embrionális mortalitás következménye. Ha a visszaivarzás a 24. nap után jelentkezik, a mortalitás valószínűleg a termékenyítés utáni 16. nap után következett be (Humblot, 2001).

Santos és munkatársai 2006-ban azt feltételezték, hogy a termékenyítés 50. napjáig fejlődik az embrió. Az ötvenedik nap környékétől magzatvesztésről beszélhetünk, de ez jóval ritkábban figyelhető meg. A legtöbb veszteség tejelő teheneiben a korai embrionális időszakban következik be, de jelentős mértékben megfigyelhető a későbbi, 42-56. nap közötti időszakban is (Santos és mtsai, 2004).

Az embrionális mortalitás in vivo meghatározása azonban meglehetősen nehézkes. A nehézség azon a tényen alapszik, hogy az elhalt embriók a nemi traktusban felszívódnak és a külvilágon ritkán észlelhetőek (Kudlač és Elečko, 1987).

### 2.1.2. A fertilitás

Az embrionális mortalitás megértéséhez, megítéléséhez ismerni kell a fogamzási arányt. Számos tanulmány foglalkozott a termékenyülés hatásfokával üszőkben és közepes tejtermelésű tehenekben. A fogamzási arány mesterséges termékenyítés esetén 90-100%, ha jó minőségű, fertilis bikát használunk. Ezzel ellentétben a nagy termelésű tejelő tehen fogamzásával viszonylag kevés publikáció foglalkozott (Diskin és Morris, 2008; Ryan és mtsai, 1993; Sartori és mtsai, 2002; Wiebold, 1988).

A termékenyülés és az embrionális mortalitás megismerését, időpontjának pontosabbá tételét segítették az embrió kinyerésével foglalkozó tanulmányok. Wiebold 1988-ban 23 tejelő tehénből nem sebészi úton nyert ki 25 embriót az ivarzás utáni 7 napon. Öt évvel később Ryan körülbelül 80% -os fertilitást vizsgált magas és alacsony környezeti hőmérsékletek mellett, szignifikáns különbséget nem találva (82,4% ill. 79,5%). Sartori 2002-ben magas hőmérsékleti tényezők mellett alacsony fertilitást talált (55,6%), míg a hidegebb időjárási viszonyok mellett a tejelő és nem tejelő tehenek fogamzása magasabb (87,8% illetve 89,5%) volt (Diskin és Morris, 2008; Ryan és mtsai, 1993; Sartori és mtsai, 2002; Wiebold, 1988).

Dunne 2000-es tanulmánya alapján általánosan elfogadott tény, hogy a fogamzási arány 90%, az embrióvesztés a termékenyülés után 29-39% és a legtöbb vesztés a 8-16. nap között jelentkezik (Dunne és mtsai, 2000). Henricks 1971-ben tanulmányozott üszöket, a fertilitás 89% volt, de a 42. napon csak az embriók 60%-a maradt életben (Henricks és mtsai, 1971). Tíz évvel később egy nagyobb volumenű kísérletben Diskin és munkatársai szintén 90%-os fertilitást tapasztaltak, 62%-a élt az embrióknak a 42. napon és a 16. nap előtt pusztult el a zömük (Diskin és Sreenan, 1980). Egy hasonló tanulmányban Roche 80%-os fogamzási arányt ért el húshasznú üszőkben, az embriók 60%-a maradt életben a 18. napra és nem tapasztalt további mortalitást a 28. napig (Roche és mtsai, 1981). A fenti tanulmányok azon alapultak, melyik napon vizsgálták az embrionális mortalitás mértékét a termékenyülés után.

Összegzésként elmondható, hogy üszőkben a legnagyobb mértékű embrióvesztés a 18. nap előtt következett be (Dunne és mtsai, 2000). Egy korábbi vizsgálatban Ayalon (1978) leírta, hogy első laktációs üszőkben a fogamzási probléma 0,0-3,4% között van, míg tehenekben 15,0-17,0 % között (Ayalon, 1978).

Tejelő tehenben a fogamzási arány kissé alacsonyabb. Sok publikációban értékelték a tejelő és nem tejelő tehenek reprodukcióját. Ezekben a leírásokban a fogamzás mértékét 67-90%-ra becsülték (Cerri és mtsai, 2009; Dalton és mtsai, 2001; DeJarnette és mtsai, 1992; Sartoris és mtsai, 2002). A fogamzási arány közepes és alacsony tejtermelésű állatoknál



hasonló, az ellési arány a magas termelésű állatoknál azonban szignifikánsan alacsonyabb (Diskin és Morris, 2008). Számos tanulmány foglalkozott a fertilitás mértékével húsmarhában is, ők ennek mértékét 76-94%-ra tették (Ahmad és mtsai, 1995; Diskin és Sreenan, 1980; Smith és mtsai, 1982). Összesítve az adatokat megállapítható, hogy a fogamzás aránya húsmarhában és tejelő tehen esetén is meglehetősen magas és a vemhesülés csak kismértékben nem valósul meg termékenyítés után.

### *2.1.3. A korai és késői embrionális mortalitás*

A magas tejtermelésű állatok esetében a korai embrionális mortalitás aránya jóval magasabb, mint alacsonyabb produktumú tehenek vagy üszők esetében. Míg a korai veszteségek felderítése nehéz, a késői embrionális elhalás mértékének és pontos időpontjának a diagnózisa ma már az ultrahangvizsgálatok segítségével viszonylag könnyű (Diskin és Morris, 2008).

Burdych and Vřetečka 2004-ben feltételezték, hogy holstein-fríz tehenekben az embrionális mortalitás 10-20% között mozog (Burdych and Vřetečka, 2004). Ez hasonló Kudlač megállapításával, aki szerint jó termékenyítési körülmények ellenére a megtermékenyült petesejtek 20%-a elpusztulhat számos ok miatt. Ez a mérték teljesen normális, okai lehetnek örökletes letális faktorok, poliploidia, kromoszóma rendellenességek, anya-magzat összeférhetetlenség vagy éppen a nem megfelelő környezet a méhben (Kudlač és Elečko, 1987). Számos tanulmány szerint a magzatok 7-33%-a pusztul el a termékenyítés utáni 28-98 nap között, ezek zöme a 45. nap előtt (Starbuck és mtsai, 2004). Puklova vizsgálatai szerint az embriók 26%-a tűnik el a 26-42. nap között (Puklova és mtsai, 2011). Chebel 2003-ban, Moreira 2001-ben, Santos 2001-ben és 2004-ben megállapította, hogy a termékenyítés utáni 27-31., ill. 41-45. nap között az embrionális veszteség akár 10-21% között mozoghat (Chebel és mtsai, 2003; Moreira és mtsai, 2001; Santos és mtsai, 2001; Santos és mtsai, 2004b). Cartmil szerint néhány esetben a vehemvesztés akár a 21%-ot is meghaladhatja, sőt hőstressz idején akár 60% fölé is mehet fix idejű termékenyítések esetén (Cartmil és mtsai, 2001a, 2001b).

Az embrióvesztés többsége a vemhesség anyai felismerésének ideje, azaz a vemhesség 16. napja előtt következik be. Emiatt a ciklus hossza tulajdonképpen nem változik (Maurer és Chenault, 1984; Humblot és Dalla Porta, 1984). Dunne és munkatársai 2000-ben azt tapasztalták, hogy a 14. napig az embriók 22%-a pusztul el, de a 30. napig ez a szint nem változik. A 30. nap és az ellés között mindössze 4,5% a magzatvesztés (Dunne és mtsai,

2000). Ez egybecseng korábban publikált adatokkal (Boyd és Reed, 1961; Diskin, 1987; Sreenan és Diskin, 1986). Silke és munkatársai 2001-ben 1046 tejelő tehén és 162 vemhes üszőt vizsgált a termékenyítés utáni 28-84. nap között, s megállapították, hogy az embrióvesztés közel azonos a tehenekben (7,2%), mint az üszőkben (6,1%). A regisztrált veszteség közel fele (47,5%) a 28. és a 42. nap között történt (Silke és mtsai, 2001). Horan és munkatársai hasonló megállapításra jutottak: a késői embrionális mortalitás 7,5% volt a termékenyítést követő 30. és 67. nap között (Horan és mtsai, 2004). Mindkét esetben legelőre alapozott volt a tartásmód és ezek az értékek jóval alacsonyabbak a más szerzők által publikált eseteknél (Silke és mtsai, 2001).

Humblot megállapítása szerint a termékenyítés, a korai és késői embrionális és a magzati mortalitás összesített következménye a fogamzási arány és ezek mindegyikének óriási szerepe van a vemhesség létrejöttében. Az ő számításai alapján a termékenyülés hiánya és a korai embrionális mortalitás 20-45%, a késői embrionális és a magzatvesztés 8-17,5%, míg a késői vetélés 1-4%-ban befolyásolják a vemhesülési eredményeket (Humblot, 2001).

A magzatvesztések, vetélések alacsonyabb előfordulási gyakoriságuk ellenére jelentős gazdasági hatással bírnak, hiszen egy késői visszaivarzás esetén az állat gyakran selejtezésre is kerülhet (Seegers és Malher, 2003).

Ultrahang készülék segítségével korábban lehet megállapítani a vemhességet a hagyományos kézzel végzett rektális vizsgálatához viszonyítva. Minél korábban történik a vemhességi diagnózis, annál magasabb a magzatvesztés aránya is. A 28. napon történt vemhesség vizsgálatához képest 10-16%-kal kevesebb a vemhes állat több szerző tanulmánya szerint az 56. nap tájékán (Fricke és mtsai, 1998; Mee és mtsai, 1994; Vasconcelos és mtsai, 1997). Ezért mindenképpen javasolható a gyakorlatban a vemhesség ellenőrző vizsgálata a termékenyítés utáni 60. nap környékén. Ebben az időszakban az embrionális veszteség már jelentősen csökken (Vasconcelos és mtsai, 1997).

Egy nemrég készült tanulmányban Sreenan kiértékelte, hogy üszők és közepes termelésű tehenek esetében a fogamzási arány kb. 90%, az ellési arány viszont 55%. Ezek alapján az embrionális mortalitás 40%-os. Sreenanék szerint mindössze néhány embrió pusztul el a termékenyítést követő napokban egészen a nyolcadik napig. Ezzel szemben a 8-16. nap között veszik el az embriók 70-80%-a, további kb. 10% a 16-42. nap között és 5-8% a 42. nap után. Megállapították azt is, hogy a vemhesítés utáni negyedik hét után a magas termelésű tehenekben magasabb az embrióvesztés üszökhöz és közepes termelésű állatokhoz viszonyítva (Sreenan és mtsai, 2001). Ayalon szerint az embriók zöme a 16. nap után pusztul el (Ayalon, 1978). Egy korábbi tanulmány szerint a tehenek fogamzási aránya 85%,

ugyanakkor a 26. napra már csak az embriók 70%-a van életben (Ryan és mtsai, 1993). Húsmarhában a fogamzás aránya nagyon magas (közel 90%) és az elpusztult embriók (kb. 10%) zöme a 13. nap előtt elpusztul (Boyd és mtsai, 1969).

A szakirodalom szerint „repeat breeder” tehenek nevezük azt az egyedat, melyet számos alkalommal történő termékenyítés ellenére sem sikerül vemhesíteni. Ayalon korábbi széleskörű vizsgálatában ezek a tehenek abban különböztek a normál tehenektől, hogy magasabb arányban fordult elő körükben embrionális mortalitás. Az embrióelhalás közvetlenül a termékenyítés után vagy egy későbbi szakaszban következett be. Utóbbi esetben az embriók kisebbek voltak és nem voltak képesek a luteolízis folyamatát megakadályozni. A kisebb embriók valamilyen defektus következtében alakultak ki vagy a méh nem volt képes őket táplálni megfelelően (Ayalon, 1978). Gustaffson és Larsson kutatásai szerint embrióátültetéskor a „repeat breeder” tehenektől kapott embriók normál tehenekbe történő beültetése után a fogamzási arány normális volt. Tehát a repeat breeder tehenek és a modern tejelő tehen esetében a méhben nem optimálisak a körülmények. Egyelőre nem tudni, hogy egy egyébként klinikailag egészséges tehenben miért áll meg az embrió fejlődése (Gustaffson és Larsson, 1985). Még normál, egészséges tehenekben is lehet magas az embrionális veszteség Mann megfigyelése szerint a fogamzás és az azt követő 17-19. nap között (Mann és mtsai, 1999).

A veszteségek a korai periódus után meglehetősen kisebbek, de mindazonáltal befolyásolják a vemhesülés arányát. Az ultrahangvizsgálatok és egyéb, korai vemhesség megállapítására alkalmas módszerek segítségével lehetővé vált a késői embrionális mortalitás idejének és gyakoriságának a feltérképezése (Beal és mtsai, 1992). Humblot 2001-ben azt tapasztalta 44 francia állományban, hogy a korai embrionális veszteség 31,6%, a késői 14,7% (Humblot, 2001). A késői veszteség Silke vizsgálatai alapján 3,2% a 27. nap után írországi közepes termelésű állományokban (Silke és mtsai, 2002). Az embrionális mortalitás klasszikus tanulmánya szerint (Kummerfeld) a vemhesség 28. és 75. napja között a veszteség kb. 10%-os (Kummerfeld és mtsai, 1978). Ayalon és Casida szerint az embrionális veszteség repeat breeder tehenekben sokkal magasabb (Ayalon, 1978; Casida, 1961). Az ultrahang segítségével végzett legújabb kutatások alapján az embrionális veszteség 20% körül lehet a termékenyítés utáni 28. és 60. nap között (Pursley és mtsai, 1998; Vasconcelos és mtsai, 1997). Szenci és munkatársai 2000-ben vizsgálták a késői embrionális, ill. a magzati mortalitás nagyságát termékenyítés utáni 26-58. nap között. A 29. napon egy, a 33. napon három, a 37. napon három, a negyvenedik napon kettő, a 44. és az 56. napon egy-egy állatnál diagnosztizáltak nem vemhes állapotot, tehát összesen a tehenek 8%-nál (11/138) (Szenci és mtsai, 2000).

<i>vehes tehenek (db)</i>	<i>első* vizsgálat (nap)</i>	<i>második* vizsgálat (nap)</i>	<i>intervallum (nap)</i>	<i>magzatvesztés (%)</i>	<i>szerző</i>
256	28	38-58	~20	28	Cartmill, 2001
110	27-30	40-50	~16	42,7	Cartmill, 2001
261	30	44	14	12,5	Cerri, 2003
195	28	42	14	17,9	Chebel, 2003
74	31	45	14	10,8	Chebel, 2003
1465	31	45	14	12,5	Chebel, 2004
251	27	41	14	17,5	Galvao, 2004
167	28	39	11	11,4	Juchem, 2002
139	27	45	18	20,7	Moreira, 2001
172	28	45	17	9,3	Santos, 2001
372	31	45	14	11,4	Santos, 2004
215	27	41	14	9,9	Santos, 2004
705	28	42	14	3,2	Silke, 2002
488	28	42	14	10,5	Vasconcelos, 1997
<i>Összesen</i>	<i>Átlag</i>				
4870	27-31	38-50	~15	<b>12,8</b>	

2. táblázat: Késői embrionális mortalitás tejelő tehenekben (Santos és mtsai, 2004)

\* A vemhesség ideje a diagnózis időpontjában

A fenti táblázat részletesen elemzi a vehem veszteségeket a termékenyítés után kb. a 30-45. nap között számos szerző megfigyelését összesítve. Ezek alapján a késői embrionális mortalitás tejelő tehenben átlagosan 12,8%, ami jóval magasabb, mint azt húsmarhában Beal megfigyelte (Beal és mtsai, 1992; Santos és mtsai, 2004).

#### 2.1.4. A magzati veszteségek

Szarvasmarhában a magzati veszteségek ritkábbak az embrionális kieséseknél és az okok nem teljesen ismertek. Egy kaliforniai egyetemen 1998 és 2001 között vizsgált közel 1500 vetélt magzat 44%-ban nem sikerült fertőző ágens kimutatni. A magzati veszteségek nagysága meglehetősen változatos képet mutat és attól is függ, mikor történik a vemhesség megállapítása. Ha a termékenyítés utáni 35. napon belül végzünk vizsgálatot, akkor a

veszteség nagysága számottevő. Ennek oka, hogy a 35-42. nap közötti késői embrionális kiesés meglehetősen magas.

Az alábbi összesítő táblázatok (3. és 4. táblázat) szerint a magzati veszteség kb. 10 százalékos. Első ellésű tejelő üszőkben a késői embrionális és a magzatvesztés összesen 2,5 százalékos kiesést jelent (Santos és mtsai, 2004).

<i>vemhes tehenek (db)</i>	<i>első* vizsgálat (nap)</i>	<i>második* vizsgálat (nap)</i>	<i>intervallum (nap)</i>	<i>magzatvesztés (%)</i>	<i>szerző</i>
1547	35-48	180	~139	9,9	Ettema és Santos, 2004
89	28	56	28	13,5	Fricke, 1998
86	28	64	36	12,8	Gümen, 2003
601	38-44	90-96	~52	10,7	Lopez-Gatius, 2002
3162	41	120-150	~84	9,6	Labernia, 1996
285	25-35	ellés	~250	22,0	Pursley, 1998
156	45	90	45	8,3	Santos, 2001
57	25-32	60-66	~34	18,6	Sartori, 2003
64	26-58	ellés	~238	8,6	Szenci, 1998
148	28	98	70	18,9	Vasconcelos, 1999
<i>Összesen</i>	<i>Átlag</i>				
6195	25-70	56-ellésig	28-250	<b>10,7</b>	

3. táblázat: Késői embrionális és magzati veszteségek tejelő tehenekben (Santos és mtsai, 2004)

<i>vemhes üszők (db)</i>	<i>első* vizsgálat (nap)</i>	<i>második* vizsgálat (nap)</i>	<i>intervallum (nap)</i>	<i>magzatvesztés (%)</i>	<i>szerző</i>
72	30	ellés	~250	4,2	Dunne, 2000
1933	35-48	ellés	~238	1,5	Ettema és Santos, 2004
1050	41	120-150	84	2,8	Labernia, 1996
147	30	75	45	10,2	Rivera, 2004
131	28	84	56	6,1	Silke, 2002
<i>Összesen</i>	<i>Átlag</i>				
3333	28-58	75-ellésig	45-250	<b>2,52</b>	

4. táblázat: Késői embrionális és magzati veszteségek üszőkben (Santos és mtsai, 2004)

\* A vemhesség ideje a diagnózis időpontjában

Talán a legmeglepőbb oka a reprodukciós veszteségnek a nagyszámú látszólag egészséges embrió elhalása. Az ún. normál, klinikailag egészséges tehenek esetében is magas az embrionális veszteség, de még magasabb akkor, ha az inszeminálás ideje nem a legmegfelelőbb és akkor, ha fix termékenyítésű idejű protokollt használunk (TAI, timed artificial insemination). Az embrionális és magzati veszteség okainak alaposabb megismerése, a veszteségek mérséklése a telepi menedzsment sikerességét is meghatározhatja a jövőben (Lucy, 2001).

## **2.2 A magzatvesztést befolyásoló tényezők**

### *2.2.1. Az éghajlat*

A klímaváltozás, mely hosszú távon a szokásos időjárási körülmények (hőmérséklet, sugárzás, szél, esőzés) adott területen megfigyelhető megváltozását jelenti, az emberiség legnagyobb kihívása a jövőben. Ezen tényezők ingadozása komoly veszélyt jelent minden háziállat számára, azok növekedésére és termelésére. A nagy páratartalommal társuló magas környezeti hőmérséklet további diszkomfortot jelent az állatok számára, ezzel nő a stressz-kitétségük. Ezek együttesen az élettani és anyagforgalmi állapotát és termelési színvonalát is károsítják az állatnak (Ganaie és mtsai, 2013).

A stresszhatásokkal számos szerző foglalkozott már. Dobson és munkatársai leírása szerint stressz esetén az állat nem tud megbirkózni bizonyos környezeti hatásokkal, s ez abban nyilvánul meg, hogy nem tud genetikai képességeinek megfelelően termelni, növekedni (Dobson és Smith, 2000).

A stresszorok közül a hőstressz az a tényező, mely leginkább rontja az állatok termelőképességét (Silanikove és mtsai, 1997). Hőstressz esetén számos élettani (endokrin rendszer, kardiovaszkuláris rendszer, immunrendszer) és viselkedésbeli reakció mind intenzitásában, mind időtartamában változhat: izzadás, magas respirációs hányados, vazodilatáció, emelkedett véráramlás a testfelszíni erekben, magas rektális hőmérséklet, csökkent metabolikus aktivitás, csökkent szárazanyagfelvétel, megváltozott takarmányhasznosítás, megváltozott víz metabolizmus (Altan és mtsai, 2003). Ezek együttesen bírnak jelentős hatással a tejelő szarvasmarha termelésére és szaporodásbiológiájára (West és mtsai, 1999).

A hőstressz már a kontinentális területeken is komoly gondot okoz a globális klímaváltozás miatt (Nardone és mtsai, 2010). Az alkalmazkodás mértéke annál gyorsabban

következhet be, minél jobban meg tudjuk változtatni az állatok mikrokörnyezetét, ezáltal javítjuk a jólét, a termelés és a szaporodásbiológia hatékonyságát (Est, 2003; Mader és mtsai, 2006).

A fontossága ellenére az utóbbi évtizedekben mindössze néhány stratégiai, technológiai újítás került csak bevezetésre, hogy az állatok egészségét és a termelést befolyásoló hőstressz hatásait mérsékeljük. A legtöbb innováció tökeigényes, nem túl hatékony és egyelőre csak a kis és közepes méretű tejtermelő tehenészetek számára kidolgozott: árnyékolók, vízpermetezők, légkondicionáló, ventilátorok, itatók (Ganaie és mtsai, 2013).

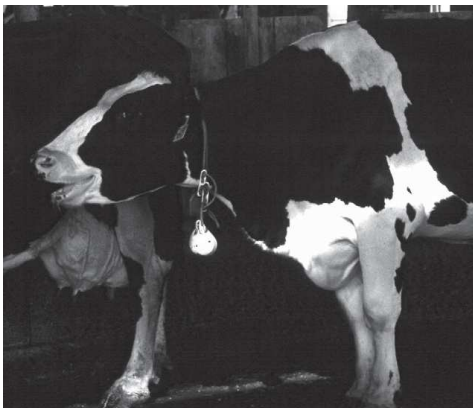
### 2.2.2. Szezonális hatások

#### 2.2.2.1. A hőstressz definíciója

Az állattartás figyelmet érdemlő tényezőjévé vált a globális felmelegedés következtében a magas hőmérséklet által előidézett stressz hazánkban is (Reiczigel és mtsai, 2009).

A tejelő tehén leginkább az 5°C és 28°C közötti környezeti hőmérséklet mellett érzi jól magát, azaz az ún. termoneutrális zónában (Roefeldt, 1998). 26°C fok feletti környezeti hőmérséklet felett a tehén eléri azt a kritikus pontot, amelynél már nem képes hűteni magát és jelentkezik a hőstressz (1.a, 1.b kép). A termoregulációs mechanizmusok a testhőmérsékletet 1°C fokos eltérésen belül képesek tartani mindaddig, míg komoly hőstressz nem lép fel (Bak és Pazsiczki, 2008; Bligh, 1973).

1.(a,b) kép: Hőstresszes tehenek hiperventillációja.



(a)



(b)

Az ún. hőmérséklet-páratartalom index (temperature-humidity index, azaz THI) a hőmérsékleti, klimatikus viszonyok leírására alkalmas. Kiszámítása a nedves és száraz hőmérsékleti értékek ismeretében lehetséges (ld. 3.1.5. fejezet). 68-70 alatti THI index esetén

beszélhetünk komfortzónáról, ezt meghaladó értékek esetében a tehenek stressz-kitétsége folyamatosan emelkedik (McDowell és mtsai, 1976).

A termoneutrális zónában a definíció szerint a tehén normális rektális hőmérséklet mellett nem termel hőt. McDowell leírta, hogy a belső testhőmérséklet apró lépésekben történő emelkedése is komoly hatással van a szövetekre és az endokrin funkciókra, ennek következtében csökken a reprodukció színvonala, a növekedés, a (tej)termelés és munkára való képesség (McDowell és mtsai, 1976). A nem megfelelően alakított környezet, a rossz technológia a termelési eredményeket csökkentheti (Bak és Pazsiczki, 2004).

#### *2.2.2.2 Magas környezeti hőmérséklet*

A vemhesség a petesejt és a spermium egyesülésével kezdődik. Minden olyan hatás, mely a gaméták egészségét befolyásolja, hatással bír az embrió fejlődésére (Lucy, 2001). Britt 1994-ben írta le azt a teóriát, hogy az ovulációt megelőző hosszú tüszőnövekedési fázis meghatározó a petesejt fejlődésében. Ezért azok a fertőző és nem fertőző hatások, melyek az ellés körüli időszakban kezdődnek, negatív hatásúak a tüszőn belüli petesejtre. A hőstressz jó példája ennek az ún. utóhatásnak (Britt, 1994).

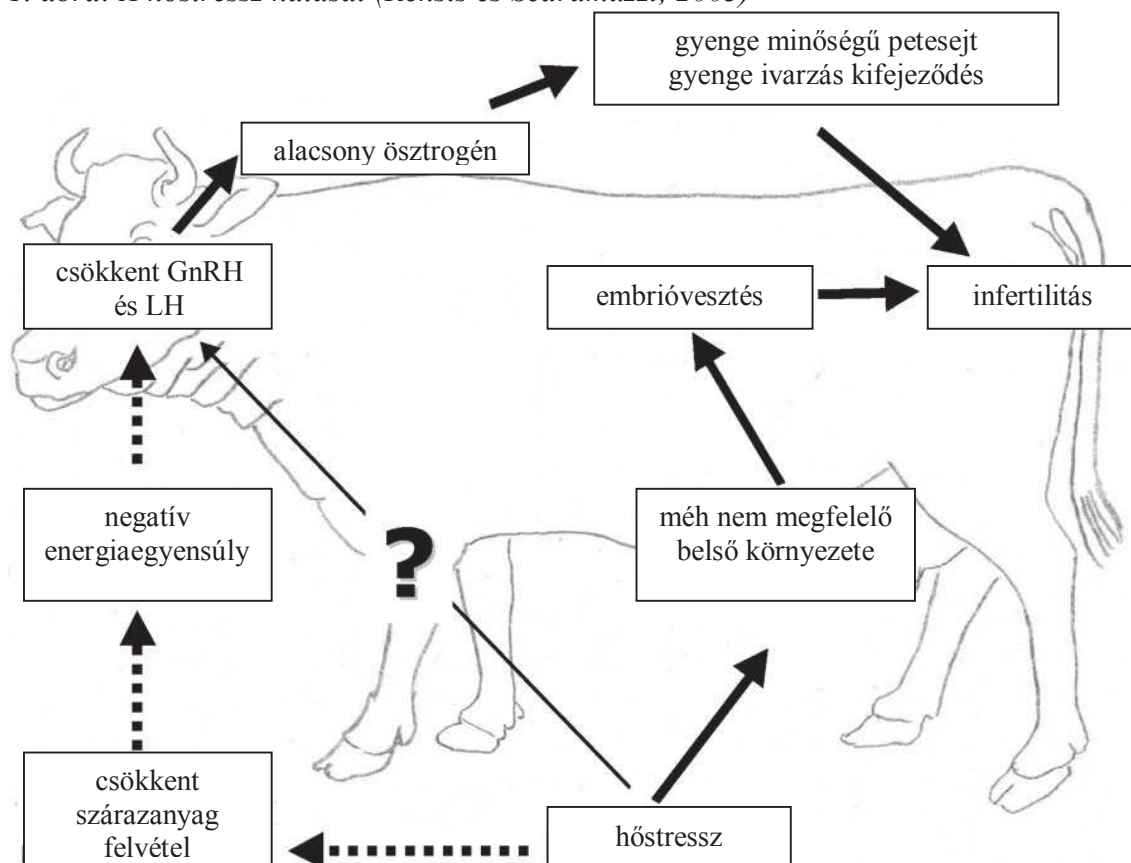
A laktáció alatt a tehenek magas hőmérséklettel szembeni tűrőképessége nagymértékben csökken. Ennek oka, hogy a nagy tejtermelés magas szárazanyagfelvételt követel. Az intenzív anyagforgalom miatti belső hőtermelés emiatt fokozódik. A magas környezeti hőmérséklet veszélyezteti a tejelő tehén reprodukciós színvonalát a hőstressz fertilitást károsító és az embrió túlélési esélyét csökkentő hatásai miatt (Hansen és Arechiga, 1999; Wolfenson és mtsai, 2000). A termékenyítés időpontja meghatározó a vemhesülés és a vehem életképessége, túlélése tekintetében. A reprodukciós hatékonyságot nagymértékben befolyásolja a magas környezeti hőmérséklet és az ún. hőstressz (Ingraham és mtsai, 1974; Stott, 1961). Az utóbbi években számos tanulmány foglalkozott tej- és húshasznú üszők, húshasznú tehenek és tejtermelő tehenek fertilitásának összehasonlításával. Számos tényező befolyásolja ezek alapján a reprodukció sikerességét, azonban a legrosszabb eredményt tejtermelő tehenek hőstressz hatása éri el (Santos és mtsai, 2004).

A nyári meleg hónapokban termékenyített tehenek fogamzási aránya alacsonyabb. Számos tényező szerepet játszik ebben. A legfontosabb, hogy az emelkedett hőmérséklet és páratartalom következtében az ivarzás kifejeződése mérsékelt, emellett csökken az étvágy és a szárazanyag-felvétel. A hőstressz a domináns tüsző minőségét rontja, a vérplazma ösztrogén koncentrációját csökkenti. A plazma progeszteron koncentrációja lehet csökkent vagy



emelkedett mértékű is. Ez a tehén metabolikus állapotától függ és attól, hogy a hőstressz akut vagy krónikus hatású. Ezek az endokrin változások mérséklék a tüszők növekedését és befolyásolják az ovulációt. Együttes hatásuk a petesejt és az embrió életképességének csökkenéséhez vezetnek. A méh belsőkönyezete szintén változik (1. ábra), romlik az embrió implantációjának esélye (Fabio De Rensis, 2003).

1. ábra: A hőstressz hatásai (Rensis és Scaramuzzi, 2003)



Amikor a vérplazma progeszteron koncentrációja a hőstressz következtében csökken, az is komoly hatással bír a fertilitásra. A termékenyítést megelőző ciklusban mért alacsony progeszteron koncentráció károsítja a tüszőfejlődést, abnormális petesejt éréshez vezet és korai embrióelhalást okoz (Ahmad és mtsai, 1995).

A spermium és a petesejt egyesülésének folyamata hőmérsékletfüggő. A megfelelő spermatogenezishez a belső testhőmérsékletnél alacsonyabb hőmérséklet szükséges. Bizonyítékok vannak arra nézve is, hogy a petesejtek fejlődése is hőmérsékletre érzékeny (Rutledge és mtsai, 1999). A hőstressz fertilitást befolyásoló hatása tehát a petefészek magas hőmérsékletének a petesejt minőségét rontó hatásában nyilvánul meg.

A hőstressz embriót károsító hatása a preimplantációs időszakban a legnagyobb, azon belül is a vemhesülés utáni első nap (1-2 sejtes állapot) a legkritikusabb az embrió megmaradása szempontjából (Ealy és mtsai, 1993; Edwards és Hansen, 1997). Ebben az időszakban a petesejt megtermékenyülésre való alkalmassága is csökkent lehet, hiszen a magas környezeti hőmérséklet az ivarzás körüli petesejtet könnyebben károsítja (Putney és mtsai, 1989).

A petesejt és a korai stádiumú embrió különösen érzékeny a hőstresszre, ugyanakkor a 3 napos vagy idősebb embriók már sokkal ellenállóbbak (Drost és mtsai, 1999; Hansen és Arechiga, 1999). Drost és munkatársai bizonyították, hogy a fagyasztott embriók beültetése hőstressz idején a fogamzási arányt javította a normál termékenyítésekhez képest (Drost és mtsai, 1999). Hőstresszben nem szenvedő tehenek esetében ez a különbség kiegyenlítődik Sartori megfigyelései szerint. Eszerint ha nem hőstresszben szenvedő tehenek hét napos embrióját ültetjük be hőstresszes tehénbe, a fogamzási arány emelkedik (Sartori és mtsai, 2003).

A méh belső környezete szintén veszélyeztetett hőstressz idején: a méh belső vérellátása csökken, a méh hőmérséklete emelkedik (Gwazdauskas és mtsai, 1975; Roman-Ponce és mtsai, 1978). Ezek a hatások akadályozzák az embrió fejlődését (Rivera és Hansen, 2001), növelik a korai embrionális veszteséget és csökkentik a fogamzási arányt. A hatás nagysága egyre csökken, ahogy az embrió fejlődik (Ealy és mtsai, 1993). A hőstressz befolyásolja az endometrium prosztaglandin szekrécióját is, így luteolízishez és embrióvesztéshez vezethet (Putney és mtsai, 1989). Ezért emelkedik az embrionális mortalitás is a nyári hónapokban (Rocha és mtsai, 1998).

Hőstresszben a legnagyobb arányú embrióvesztés a 42. nap előtt következik be Vasconselos megfigyelései alapján (Vasconselos és mtsai, 1998). Embrió átültetési kísérletekben kimutatták, hogy hőstressz idején a korai embrionális mortalitás a vemhesülés utáni 7 napon belül a legvalószínűbb (Monty és Racowsky, 1987; Putney és mtsai, 1988).

Egy másik tanulmányban az embrionális veszteség nem különbözött az első hét napban hideg és meleg környezeti hőmérsékletek mellett. Azonban 7 és 14 nap között a hőstressz határozottan emelte az embrióelhalás esélyét (Ryan és mtsai, 1993). Grimard és munkatársai 2006-ban ugyanezt figyelték meg, hogy az évszaknak különös hatása van a késői embrionális vagy magzati veszteségre. A késői embrionális veszteség vizsgálataik szerint azonban alacsonyabb nyáron, mint az év többi részében (Grimard és mtsai, 2006). Silke és munkatársai hasonló megállapításra jutottak, számításaik szerint kb. 7,2%-a tűnik el az embrióknak magas

tejtermelésű, legeltetésre alapozott rendszerben tartott tehenekben (Silke és mtsai, 2002). Legeltetett tehenekben Michel azt figyelte meg, hogy március és szeptember közötti időszakban a késői embrionális mortalitás megemelkedik (Michel és mtsai, 2003). Ezt támasztja alá egy újabb publikáció is, mely a májustól szeptemberig tartó melegebb periódusban szignifikánsan magasabb számú korai embrióelhalásokról számol be, mint az októbertől ápriliséig terjedő időszakban (Garcia-Isperto és mtsai, 2006). Utóbbi időszakon belül Silva del Río és munkatársai az októbertől decemberig tartó intervallumot találták kritikusabbnak az embrió túlélése szempontjából (Silva del Río és mtsai, 2009).

Santos 2004-es publikációja szerint a hőstressz meghatározza a késői embrionális mortalitás mértékét, ugyanakkor ez eltérhet az egymást követő években (Santos és mtsai, 2004).

A tehenek fogamzása Wolfenson szerint is gyengébb nyáron és nem éri el a normál fogamzási értéket csak sokkal a hőstresszes időszak után, késő ősszel (Wolfenson és mtsai, 2000). Garcia-Isperto felismerte, hogy az abortusz előfordulási gyakorisága melegben fogamzott tehenekben magasabb (egyves vehem és ikervehem esetén is), mint a téli időszakban termékenyült állatoknál (Garcia-Isperto és mtsai, 2006). Biggers 1987-ben a termoneutrális zóna (22°C) és a hőstressz hatásait hasonlította össze. Utóbbi esetben a luteális szövet nagysága, valamint a fogamzási arány is csökkent (Biggers és mtsai, 1987). Ryan hasonlóképpen észrevette, hogy a nem sebészi úton a termékenyítés utáni 6-7. napon kinyert embriók 58%-a volt életképes, a 13-14. napon kapott embrióknál az arány 27,1% volt. Téli időszakban 51,6 ill. 59,5% ugyanez a mérőszám (Ryan és mtsai, 1993).

Bár az évszak embrionális mortalitási rátára gyakorolt hatásaival kapcsolatban még nem minden kérdés tisztázott, a legtöbb kutató a nyári hónapokban fellépő hőstresszt tartja felelősnek a gyakoribb embrionális veszteségekért (Schrack és mtsai, 2001; Santos és mtsai, 2004; López-Gatius és mtsai, 2004b; Grimard és mtsai, 2006).

Cartmill kutatása szerint a hőstresszes tehenekben a magzatvesztés határozottan magasabb volt (42,7%), mint amit hőstressznek nem kitett tehenekben figyeltek meg (Cartmill és mtsai, 2001b). Ezek az eredmények megerősítik, hogy a hőstressz negatívan befolyásolja a petesejt minőségét, ami gyengíti a fertilitást és az embrió életképességét, továbbá súlyosbítja a vehem elvesztésének arányát (Santos és mtsai, 2004).

A magas környezeti hőmérséklet befolyásolja a szteroid hormonok termelődését és a petesejtek életképességét is (Echternkamp és Gregory, 1993), rontja a petesejtek minőségét (Fricke, 2002) és csökkenti a fertilitást (Sartori és mtsai, 2002). Chebel megfigyelte, hogy a

termékenyítés előtt hőstressznek kitett tehenek közel egyharmaddal gyengébben vemhesültek nem hőstresszes társaikhoz képest (Chebel és mtsai, 2004).

Érdekesség Chebel 2004-es megállapítása, miszerint a hőstresszes tehenek magzatvesztési aránya nem különbözött a hőstresszben nem szenvedőkéétől. Megállapították, hogy a hőstressz akár a termékenyítés előtt, akár utána érte az állatot, a 31 napos magzatban a hőstressz nem befolyásolta a magzatvesztés arányát. A 31 napos magzat már túljutott a kritikus fejlődési pontokon, amikor még érzékenyebb volt a hőmérséklet befolyására (Chebel és mtsai, 2004). Ha egyszer a magzat elérte a 31. napot, valószínűtlen, hogy a hőstressz befolyásolni tudja a magzat túlélési esélyét a következő 14 napban (Hansen és Arechiga, 1999). Cartmill azt is megfigyelte, hogy hőstresszes időben az ovsynch protokoll során termékenyített tehenek 60,5%-a magzatvesztést szenvedett 27-30., ill. 40-50. nap között (Cartmill és mtsai, 2001a). Nem hőstresszben időszakban tehát a szinkronizálási protokollok eredményesebbek. Chebel ugyanakkor nem talált összefüggést a fix idejű protokollok és a hőstressz között (Chebel és mtsai, 2004).

#### *2.2.2.4 Alacsony környezeti hőmérséklet*

Számos szerző foglalkozott már a meleg környezeti hőmérséklet hatásaival. A hideg, mint környezeti tényező nem sok esetben került leírásra.

Mercier és Salisbury vizsgálta Kanada keleti részén a fogamzás arányát. A legalacsonyabb értéket februárban, a legmagasabbat júliusban mérték. Feltételezéseik szerint a környezeti hőmérséklet vagy a nap hossza befolyásolhatja a fertilitást (Mercier és Salisbury, 1947). Gwazdauskas és munkatársai megfigyelték a fertilitás csökkenését már akkor, mikor a legmagasabb nappali hőmérséklet 10°C alatt volt a termékenyítés utáni napon. Hasonló eredményeket írtak le kansasi kutatók (Gwazdauskas és mtsai, 1980; Stevenson és mtsai, 1983; Stevenson és mtsai, 1983).

A szerzők magyarázata mindegyik esetben feltételezés. Összefüggésbe hozták a hideg okozta megváltozott metabolikus és endokrin rendszer megváltozásával (Christopherson és mtsai, 1979), illetve a spermák elszenvedte hideg sokkhatással (Stevenson és mtsai, 1983).

Puklova és munkatársai mindegyik szezonban vizsgálták a fertilitást és a mortalitást. Az embrionális mortalitás szignifikánsan alacsonyabb volt tavasszal (28,4%) és ősszel (28,9%), mint télen (38,8%) és nyáron (47,1%). Nem volt azonban szignifikáns különbség a télen és nyáron termékenyített tehenek embrionális mortalitása között (Puklova és mtsai, 2011).

### 2.2.3. Fontosabb kiváltó okok a gyakorlatban

Az adott telep (a technológia, a menedzsment, stb.) hatása egyértelműen megfigyelhető a vemhesség elvesztésében, számos kutató foglalkozott ezzel a kérdéssel (Forar és mtsai, 1995; Thompson és mtsai, 1994). A kiváltó ok általában több is lehet, mint pl. takarmányozási, állategészségügyi- és szaporodásbiológiai-menedzsment hibák, ugyanakkor gyakran egy konkrét kiváltó ok szerepel a veszteségek előidézésében (Romano, 2004).

1995-ben egy 26 tanulmányt feldolgozó publikációban ötven évre visszamenően vizsgálták az embrionális, ill. magzati veszteségek okait és rengeteg különbséget tapasztaltak egyes telepek között (Forar és mtsai, 1995). A kísérletbe vont állatok összetétele, az embrionális- és magzatvesztés meghatározásának módja, a veszteségek feltérképezésének mértéke, a vizsgálatok kivitelezése voltak a legfőbb okai a tapasztalt eltéréseknek. Egyéb tényezők is hozzájárultak az eredményekhez: a menedzsment, a vemhesség vizsgálat végrehajtása, a kontroll vizsgálatok ideje, a fajták különbözősége, az eltérő technológiák. A felsorolt okok és azok kapcsolata megnehezíti az összehasonlítást és a következtetések levonását (Romano, 2004).

Az embrionális- és magzatvesztést befolyásoló tényezők közül korábban az alábbiakat publikálták már tanulmányokban:

- ' kromoszóma és genetikai defektus (Bishop, 1964; Mylrea, 1963; King, 1990; Kawarsky és mtsai, 1996),
- ' takarmányozás (Dunne és mtsai, 1999; Laven és Drew, 1999),
- ' anya életkora (Ball, 1978; Erb és Holtz, 1958),
- ' környezeti tényezők (Ryan és mtsai, 1993; Wise és mtsai, 1988),
- ' apai hatás (Bishop, 1964; Hawk és mtsai, 1955a),
- ' az inszeminálás időpontja (Pursley és mtsai, 1998),
- ' hormonális problémák (Ayalon, 1978; Lafrance és mtsai, 1989),
- ' fertőző okok (Drost és Thatcher, 1994),
- ' méh belső környezete (Ayalon, 1978; Wiebold, 1988),
- ' iatrogén ártalmak,
- rektális vizsgálat (Abbitt és mtsai, 1978),
- vemhes tehenek termékenyítése (Weaver és mtsai, 1989),
- prostaglandin F-2 $\alpha$  adása (Cavestany és Foote, 1985),
- ' ikervemhesség (Day és mtsai, 1995; Lopez Gatiús és mtsai, 2002).

Számos kísérlet történt annak a céljából is, hogy sikeresen meg lehessen előzni a veszteségeket:

- ' hormonkezelés progeszteronnal (Robinson és mtsai, 1989; Wiltbank és mtsai, 1956),
- ' interferon kezeléssel (Nephew és mtsai, 1990),
- ' GnRH adásával (MacMillan és mtsai, 1986),
- ' human chorionic gonadotrophin adásával (Breuel és mtsai, 1989; Nishigai és mtsai, 2002).

Az elmúlt sok- sok év kutatásai ellenére a reprodukciós sikertelenség okai nem teljesen feltártak még. A legtöbb vizsgálat az embrionális és a magzati veszteségek jelentőségét is alulbecsüli. Az okokat keresve megállapítható, hogy a patológusok fertőző okokat keresnek, az endokrinológusok a hormonális zavarral magyarázzák a veszteségeket, a genetikusok kromoszóma rendellenességeket tárnak fel és így tovább. Mindegyik kutatás ad némi magyarázatot az embrionális és magzati veszteségek lehetséges élettani és patológiai okaira, de egyik sem foglal határozottan állást a kiváltó okokról (Romano, 2004).

Amíg nem ismerjük fel teljesen a veszteséget előidéző tényezőket, nem lehetséges a reprodukció hatékonyságának növelése, a megelőző és gyógyító stratégiák kidolgozása valamint a gazdasági károk kivédése sem (Romano, 2004).

### 3. Eredmények

#### 3.1 Anyagok és módszerek

Vizsgálatunk célja az volt, hogy az embrionális mortalitás és magzatvesztés egyes biometeorológiai összefüggéseit megismerjük. Az adatokat a Sárvári Mg. Zrt. lajosmajori tehenészeti telep RISKÁ telepirányító rendszeréből gyűjtöttük ki 2010. január 1. és 2014. december 31. közötti időszakra vonatkozóan.

##### 3.1.1. Szaporodásbiológia vizsgálati módszerek

A telepen alkalmazott technológia szerint hetente végzünk ultrahang (UH) készülékkel rektális, a vemhesség felderítésére irányuló vizsgálatokat (2-3. kép).

2-3. kép: Ultrahangos rektális vemhesség vizsgálat (saját felvétel)



2. kép: A vizsgálat kivitelezése



3. kép: A készülék

A vizsgálat során a transducerre gélt kell rakni, és azt a rectumba helyezni, a cervix dorsalis felszínére illesztve. Ezután a méh test és a méhszarvak szisztematikus végigtekintése szükséges posterior irányból az anterior felé, folyamatos kismértékű jobb – bal oldali rotációval. A szövetek visszatükrözik az ultrahang hullámain és világos területként jelennek meg a képen. Minél sűrűbb egy szövet, annál világosabb a kép. A folyadék elnyeli a hullámokat, így sötét terület látszik a képernyőn. A tiszta folyadék fekete.

Az ultrahangvizsgálat már egészen korán, akár a vemhesség 26-27. napjától alkalmas mind az egyes (4-5. kép), mind az ikervemhesség előrejelzésére (Ecternkamp és Gregory, 1993).

4-5. kép: Termékenyítés után 26-27 nappal a vemhes méh ultrahangos képe (saját felvételek)



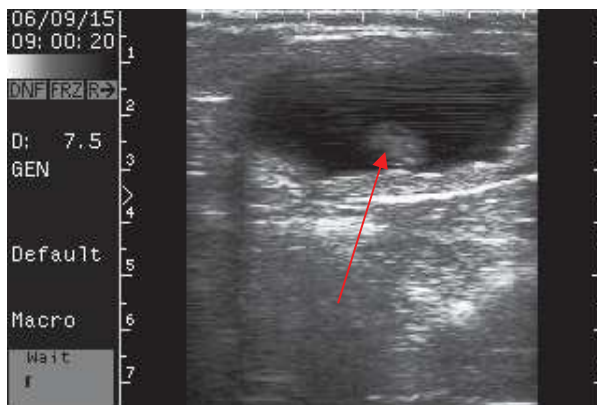
4. kép: A vemhes méhszarv



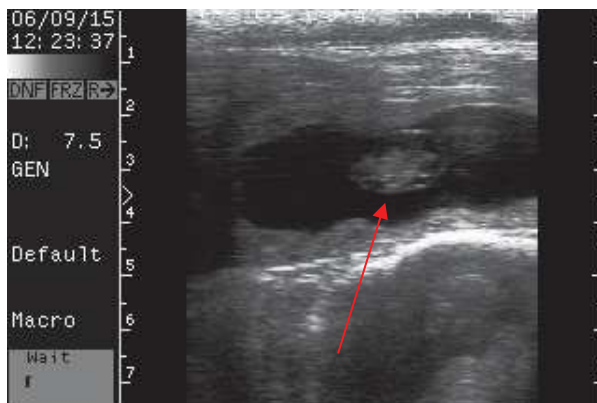
5. kép: Vemhes méhszarv az embrióval

Lajosmajorban a 29-35. napon vizsgáljuk ultrahang készülékkel (Tringa linear) a vemhességre váró állatokat (6-11. kép). Amennyiben a vizsgálat nem ad egyértelműen pozitív vagy negatív eredményt, esetleg az állat nem kerül kifogásra, egy hét múlva újra megvizsgáljuk a 36-42. napon. Ebben az időszakban már a késői embrionális mortalitás is könnyen megállapítható (18-22. kép).

6. kép: Termékenyítés után 29 napos vemhes méh ultrahangos képe (saját felvétel)

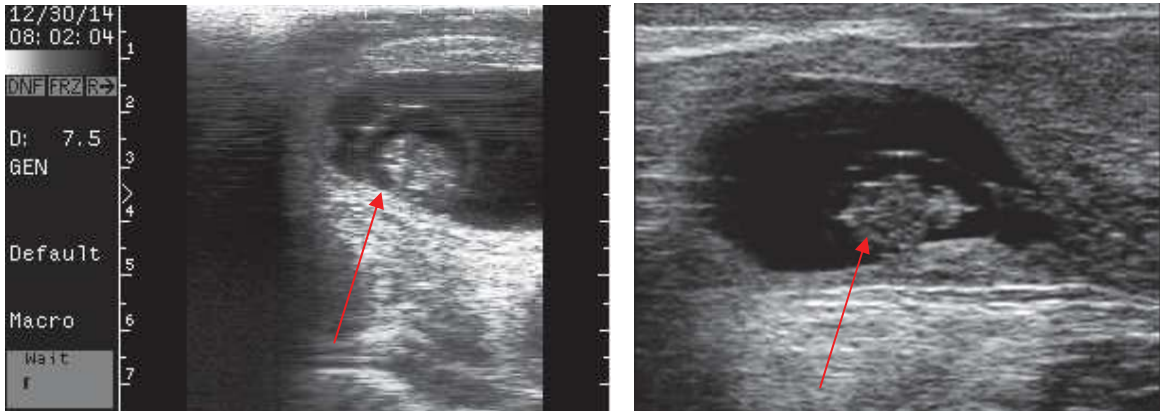


7. kép: Termékenyítés után 30 napos vemhes méh ultrahangos képe (saját felvétel)

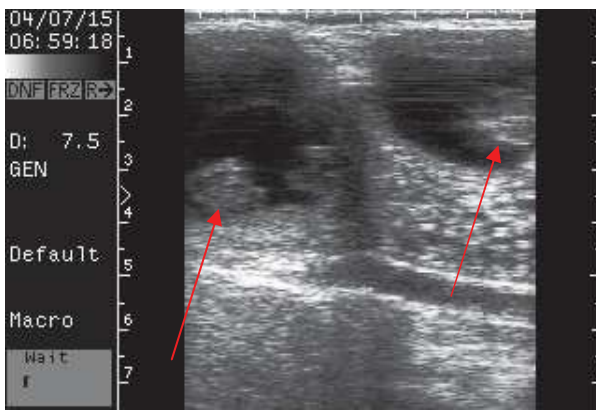




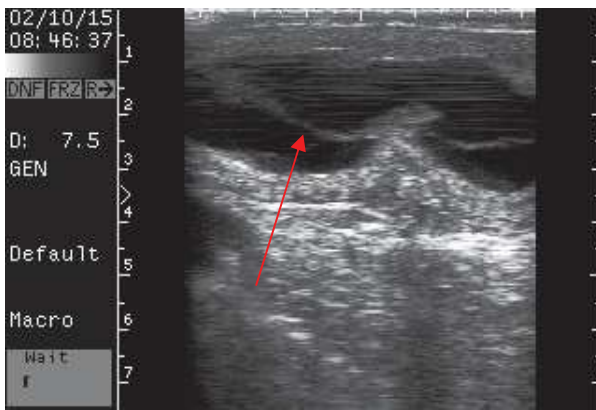
8-9. kép: Termékenyítés után 32 napos vemhes méh ultrahangos felvétele (saját felvételek)



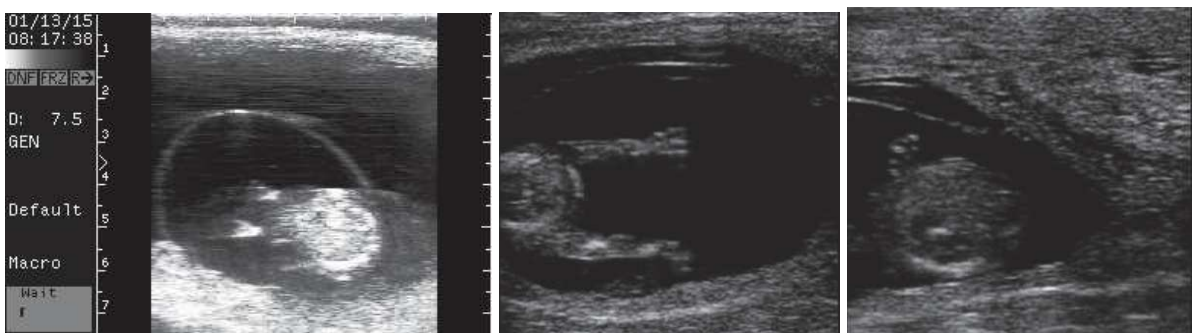
10. kép: Ikervemhes embriók a 32. napon (saját felvételek)



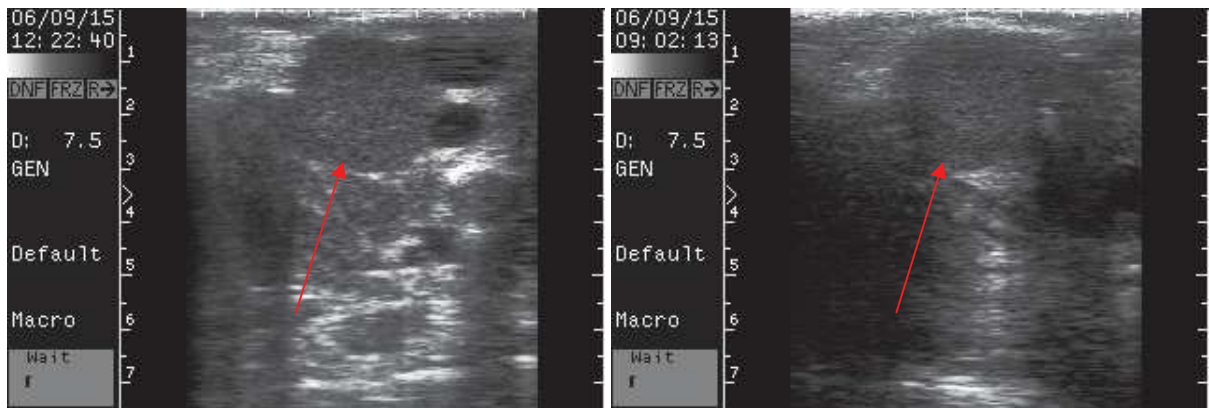
11. kép: Köldökszinór az ikermagzatok között (saját felvétel)



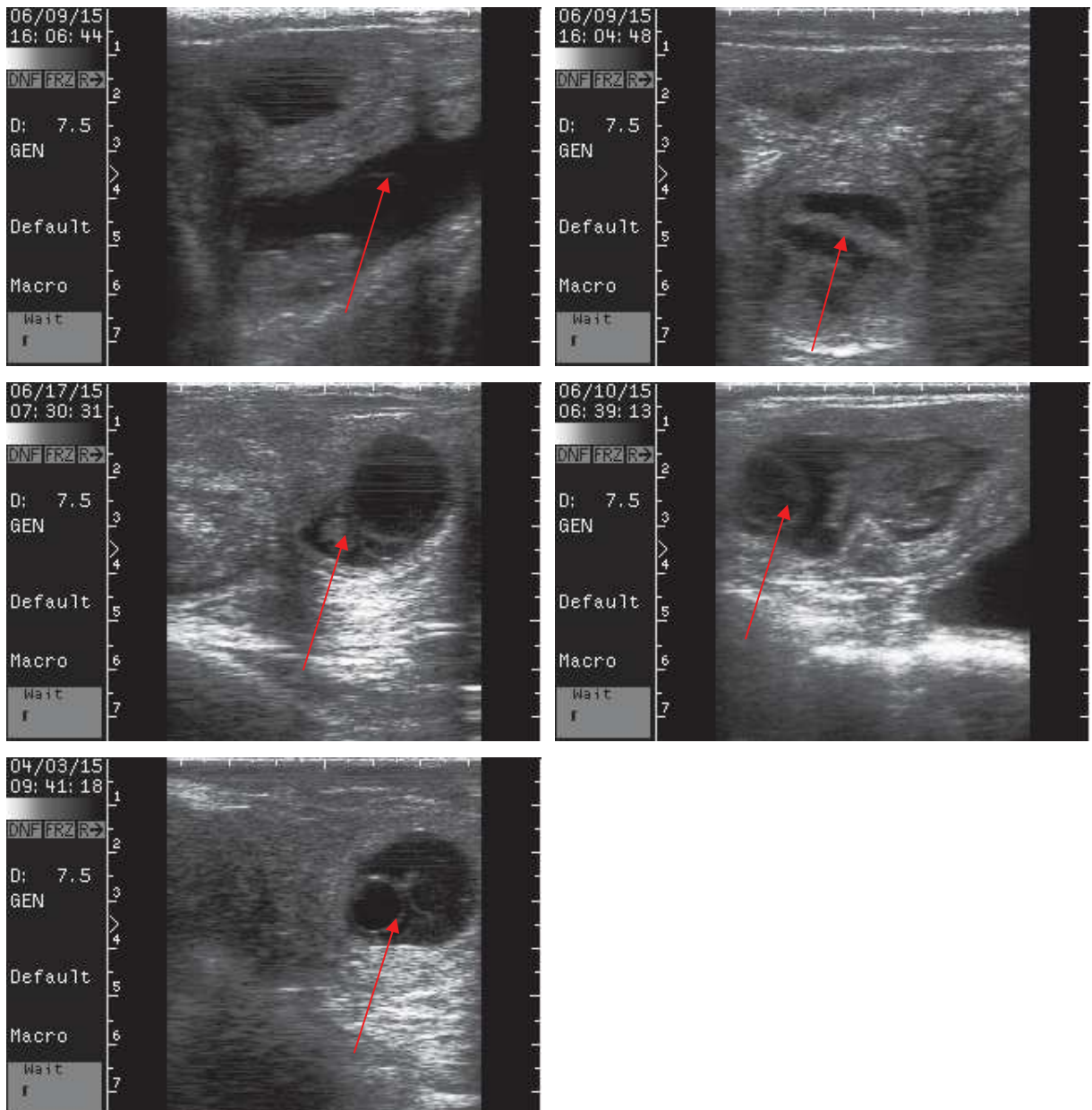
12-14. kép: Termékenyítés után 60 napos vemhes méh ultrahangos felvétele (saját felvételek)



15-17. kép: Vemhességi sárgatestek (saját felvételek)

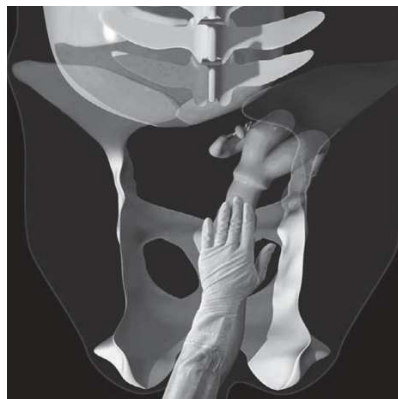
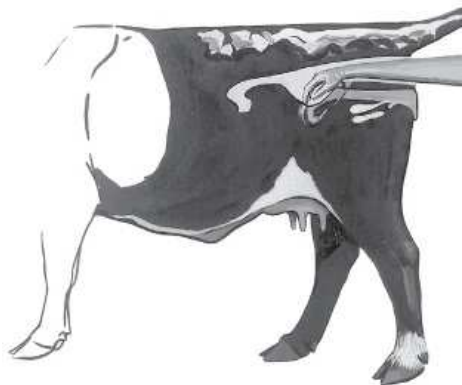


18-22. kép: Embriónális mortalitás a 35. nap körül (saját felvételek). Jól látható a szétesett magzatburok, az elhalt magzat és a szövettörmelék.



A telepi technológia következő fontos eleme a megállapított korai vemhesség ellenőrzése. Ezt az állatorvos ultrahang készülékkel (12-14. kép) vagy a nagy gyakorlattal rendelkező inszeminátorok kézzel (23-24. kép) végzik az 57-70. napon.

23. és 24. kép: Rektális manuális vizsgálat az 57-70. napon



(forrás: [www.animalscience-old.tamu.edu](http://www.animalscience-old.tamu.edu))

A vizsgált időszakban 181 olyan eset volt, aminél az első vemhességi vizsgálat során vemhesnek talált állatot a második vemhességi vizsgálaton üresnek bíráltuk. Ugyanezt a vizsgálati protokollt használva 3560 olyan vemhességet azonosítottunk az adatbázisban, amelyek során mind az első, mind a második vizsgálat pozitív eredményű volt. Az adatbázisban az egyes kezelésekre vonatkozó információkat az 'r5term.dbf' állomány tartalmazza. A két vizsgálat között 30-40 nap is eltelhet, és nem tudjuk pontosan, hogy a magzatvesztés melyik napon következett be. Emiatt a biometeorológiai változókat nem egyes napokra, hanem e tartományra vonatkozóan kapcsoltuk a vemhességekhez. Mindegyik vemhességhez (akár magzatvesztéssel járt, akár nem) a második diagnózist megelőző időszakot társítottunk. A magzatvesztéses esetekhez a két eltérő diagnózis közötti időszakot, míg a másodjára is vemhesnek talált esetekhez a második időpontot megelőző 50 napot használtuk.

### 3.1.2. Időjárási frontok

A meteorológiai szakirodalomban az utóbbi évtizedben egyre többet foglalkoznak azzal a kérdéssel, hogyan lehet automatizáltan, valamilyen algoritmus alapján meghatározni a frontokat. Érdeemes megjegyezni, hogy ezekkel az objektív frontokkal szemben a széleskörben alkalmazott szinoptikus megközelítéssel meghatározott frontok nagyban függenek attól, mely

meteorológiai szolgálat készíti azokat. A bemutatott munkánkban egy objektív front azonosító módszert használtunk.

A légköri front nagyon összetett időjárási jelenség. A hidegfront közeledtével a nehezebb hideg levegő a könnyebb meleg levegő alá ékelődik. A csökkenő légnyomás a hidegfront után rohamosan emelkedik. Meleg front esetén a könnyű meleg levegő a hidegebb és sűrűbb levegőtömegekre emelkedik. A csökkenő légnyomás a front átvonulása után változatlan marad. A légnyomás-változás a vegetatív idegrendszerre hatással van: csökkenése a paraszimpatikus, növekedése a szimpatikus vegetatív tónust helyezi előtérbe (Ahrens, 2008).

### *3.1.3. Objektív front*

A frontok meghatározását ún. objektív front algoritmus alapján végeztük. Erre vonatkozóan több módszer is létezik a meteorológiai gyakorlatban. Mi az ún. thermal front paraméter (TFP) módszerrel azonosítottuk a frontokat (Hewson, 1998; Renard és Clarke, 1965). A TFP számításához a '850 hPA' légnyomású légrétegre vonatkozó nedves potenciális hőmérsékleti ( $q_w$ ) adatokat használtuk (Berry és mtsai, 2011; Hewson, 1998). Berry és munkatársai (2011) javaslatának megfelelően a front azonosításhoz a '8 K m<sup>2</sup>' határértéket használtuk. Az elemzésekben a European Centres for Medium range Weather forecasts (ECMWF) ERA-Interim reanalíziséből (Dee és mtsai, 2011) származó meteorológiai adatokat használtunk fel. A bemutatott vizsgálatokat 0.75° \_ 0.75° térbeli felbontású adatok alapján végeztük (2. ábra).

Az ECMWF adatokat az 1997. május és 2015. március közötti időszakra vonatkozóan gyűjtöttük össze. Ezen adatok időbeli felbontása 6 órás, ami azt jelenti, hogy adattal rendelkezünk a 0, 6, 12, 18 órára vonatkozóan. A front vonalak azonosítása úgy történt, hogy a telep környékén lévő kilenc cellára, a napi négy időpontra egyenként kiszámoltuk aTFP értéket és azt, hogy a határérték alapján azonosítható-e front a cellákban.

2. ábra. Az ECMWF ERA Interim reanalízis adatok 0.75°-os térbeli felbontású rácsa, a pont a vizsgált telep földrajzi helyét jelzi.



Csak akkor azonosítottuk frontként a vizsgált cellákban megfigyelt TFP-mintázatot, ha az legalább három szomszédos cellában meghaladta az említett határértéket (Hope és mtsai, 2014). További feltétel volt, hogy a három cella egyike az a cella, amelyik a telepet is tartalmazza. Mivel előfordulnak nagyon gyorsan változó TFP-mintázatok, csak azokat a napokat tekintettük frontos napnak, amelyek négy vizsgált időpontjából legalább kettőben azonosítható volt három, legalább három cellából álló front (Hope és mtsai, 2014). Hewson (1998) módszerével ellentétben a front hideg vagy meleg jellegét nem '850 hPa'-on vizsgáltuk, hanem Simmonds és munkatársainak (2012) megközelítésének megfelelően '2m' magasságra vonatkozó két nap közötti hőmérsékletváltozás alapján. Amennyiben az adott nap frontos nap volt, az aznapi és az előző napi hőmérsékleti minimum között számított különbséget vettük alapul a hideg vagy meleg jelleg megállapítására. Hidegfrontnak tekintettük, ha a frontos napon lehülés, melegfrontnak, ha felmelegedés volt kimutatható. A lehülés és felmelegedés mértékét 0-3 °C tartományban fokenként vizsgáltuk.

### 3.1.4. Meteorológiai állomási adatok a hőstressz és hőmérséklet hatásának vizsgálatához

Csányi (2014) megfigyelése szerint azokban a szarvasmarha állományokban, ahol az istállók, a tartási körülmények hőkélesztető hatása minimális, a helyi mérések helyettesíthetők közeli meteorológiai mérőállomási mérésekkel. Ennek megfelelően a telephez legközelebbi meteorológiai mérő állomás, a szombathelyi állomás mérési adatait használtuk a vizsgálatainkban. Az Egyesült Államok 'National Oceanic and Atmospheric Administration' szervezete által működtetett, szabadon elérhető National Climatic Data Center (NCDC) adattárából töltöttük le a Szombathelyen mért napi meteorológiai adatokat:

' <http://www.ncdc.noaa.gov/>; a letöltés ideje: 2015.04.09.

A letöltött adatállományok paramétereire vonatkozó rövid leírás (overview): „*The following is a description of the global surface summary of day product produced by the National Climatic Data Center (NCDC) in Asheville, NC. The input data used in building these daily summaries are the Integrated Surface Data (ISD), which includes global data obtained from the USAF Climatology Center, located in the Federal Climate Complex with NCDC. The latest daily summary data are normally available 1-2 days after the date-time of the observations used in the daily summaries. The online data files begin with 1929, and are now at the Version 7 software level. Over 9000 station's data are typically available.*

<i>The daily elements included in the dataset</i>	' <i>Maximum temperature (.1 Fahrenheit)</i>
<i>(as available from each station) are:</i>	' <i>Minimum temperature (.1 Fahrenheit)</i>
' <i>Mean temperature (.1 Fahrenheit)</i>	' <i>Precipitation amount (.01 inches)</i>
' <i>Mean dew point (.1 Fahrenheit)</i>	' <i>Snow depth (.1 inches)</i>
' <i>Mean sea level pressure (.1 mb)</i>	<i>Indicator for occurrence of:</i>
' <i>Mean station pressure (.1 mb)</i>	' <i>Fog</i>
' <i>Mean visibility (.1 miles)</i>	' <i>Rain or Drizzle</i>
' <i>Mean wind speed (.1 knots)</i>	' <i>Snow or Ice Pellets</i>
' <i>Maximum sustained wind speed (.1</i>	' <i>Hail</i>
<i>knots)</i>	' <i>Thunder</i>
' <i>Maximum wind gust (.1 knots)</i>	' <i>Tornado/Funnel Cloud</i>

*For details on the contents of the dataset, see the format documentation shown below.”*

*(forrás: ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/gsod/readme.txt)*

### 3.1.5. A THI számítása, értékelése

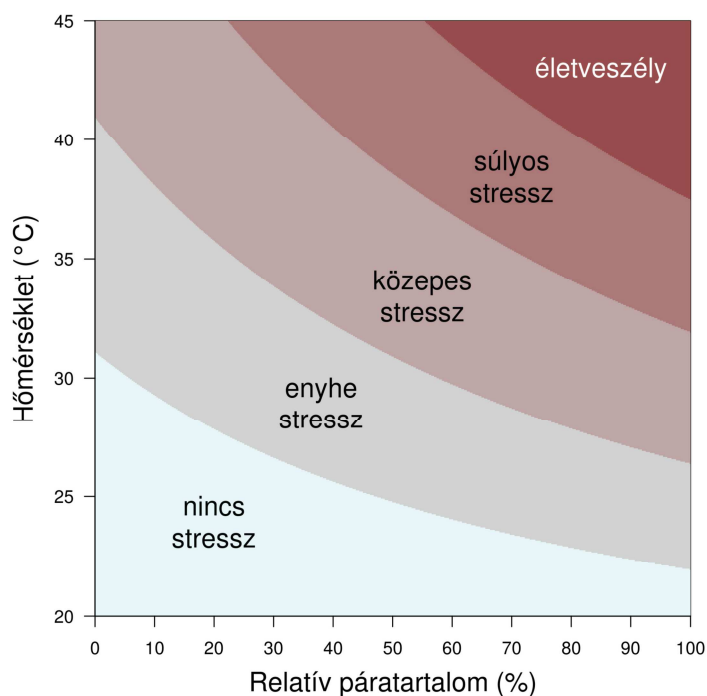
A hőmérséklet-páratartalom index (THI) számításához az 3. táblázatban látható formulákat használják leggyakrabban a szakirodalomban. Reiczigel a hazai használat szempontjából legjobbnak a THI<sub>1</sub>, illetve THI<sub>2</sub> számítást javasolja, mi ezek közül a THI<sub>1</sub>-el számoltunk és a Reiczigel (Reiczigel és mtsai, 2009) által megadott határértéket (68) alkalmaztuk.

$THI_1 = (0,15 \times T_{db} + 0,85 \times T_{wb}) \times 1,8 + 32$
$THI_2 = (0,35 \times T_{db} + 0,65 \times T_{wb}) \times 1,8 + 32$
$THI_3 = (0,40 \times (T_{db} + T_{wb})) \times 1,8 + 32 + 15$
$THI_4 = (0,55 \times T_{db} + 0,2 \times T_{dp}) \times 1,8 + 32 + 17,5$
$THI_5 = (T_{db} + T_{wb}) \times 0,72 + 40,6$
$THI_6 = T_{db} + 0,36 \times T_{dp} + 41,2$

$T_{db}$ : száraz hőmérséklet (°C);  $T_{wb}$ : nedves hőmérséklet (°C);  $T_{dp}$ : harmatpont (°C)

5. táblázat: Hőmérséklet- páratartalom indexek számítási formulái (Solymosi és mtsai, 2010)

3. ábra. THI index értékelése (Solymosi és mtsai, 2010)



index	hőstressz	intervallum	Bohmanova		T <sub>wb</sub> / T <sub>db</sub>
			magas RH	száraz	
THI <sub>1</sub>			68	73	5-7
THI <sub>2</sub>			69	74	1,9
THI <sub>3</sub>			78	83	1,0
	enyhe stressz	70-74			
	közepes stressz	75-79			
	súlyos stressz	80 felett			
THI <sub>4</sub>			79	82	1,2
THI <sub>5</sub>			72	75	1,0
THI <sub>6</sub>			71	74	1,2
	veszélyes	79-83			
	életveszélyes	84 felett			
THI	enyhe stressz	72-79			
	közepes stressz	80-89			
	súlyos stressz	90 felett			

6. táblázat: THI index határértékei (Bohmanova és mtsai, 2007; Solymosi és mtsai, 2010)

### 3.1.6. Minimum és maximum hőmérséklet

A második vizsgálatot megelőző időszak minimum és maximum hőmérsékletét úgy számítottuk, hogy az adott időszak napi átlaghőmérsékletének minimumát, illetve maximumát vettük az időszak jellemzésére.

### 3.1.7. Paraméter konverziók

A THI számításához szükségünk van a száraz és a nedves hőmérsékleti adatokra (1. táblázat). A nedves hőt mind az állomási adatok esetén származtattuk. A nedves hő (T<sub>wb</sub>) számításához a következő formulát használtuk (Stull, 2011):

$$T_{wb} = T \times \arctan(0,151977 \times (RH + 8.313659)^{1/2}) + \arctan(T + RH) - \arctan(RH - 1.676331) + 0.00391838 \times RH^{3/2} \times \arctan(0.023101 \times RH) - 4.686035$$



Stull vizsgálatai szerint a formula által számított értékek az alábbi tartományban érvényesek:  $-20^{\circ}\text{C} < T < 50^{\circ}\text{C}$ ;  $5\% < \text{RH} < 99\%$ . Az így kapott nedves hő becslések átlagos hibája  $0.3^{\circ}\text{C}$  ( $-1^{\circ}\text{C}$ -tól +  $0.65^{\circ}\text{C}$ -ig terjedő tartományban). Az NCDC-adatok között nincsen relatív páratartalom paraméter, a levegő nedvességtartalmának számszerűsítésére a harmatpontot tartalmazza (Stull, 2011). A harmatpontból a relatív páratartalom kiszámítható, ehhez az alábbi formulát használtuk (Lawrence, 2005):

$$\text{RH} = 100 \times \frac{\exp\left(\frac{a \times T_h}{b + T_h}\right)}{\exp\left(\frac{a \times T}{b + T}\right)}$$

,ahol  $T$  és  $T_h$  a levegő hőmérséklete, illetve a harmatpont  $^{\circ}\text{C}$ -ban,  $\text{RH}$  a relatív páratartalom %-ban, a két állandó értéke pedig  $a = 17.625$ ,  $b = 243.04$ . A számított értékek az alábbi feltételek mellett megbízhatók:  $0^{\circ}\text{C} < T < 60^{\circ}\text{C}$ ;  $1\% < \text{RH} < 100\%$ ;  $0^{\circ}\text{C} < T_h < 50^{\circ}\text{C}$ .

Mivel az NCDC adatállományban Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) hőmérsékleti értékeket vannak, viszont az előző formulák  $^{\circ}\text{C}$ -t használnak, ezek között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$^{\circ}\text{C} = 0,55556 \times (^{\circ}\text{F} - 32)$$

### 3.1.8. Statisztikai elemzések

Minden adatelőkészítést és statisztikai elemzést az R-környezet és nyelv alkalmazásával végeztünk (R Core Team, 2014).

### 3.1.9. Időjárási frontok

Az időjárási frontok és a korai magzatvesztés összefüggésének elemzését logisztikus regresszióval végeztük (Gelman és Hill, 2006). A logit modellben binomiális függő változóként kezeltük azt, hogy az adott vemhesség pozitív vagy negatív kimenetelű volt-e. A modell egyetlen magyarázó változója az volt, mennyi hideg- vagy melegfront fordult elő a megelőző időszakban. A TFP alapján azonosított front jelenléte, a hőmérsékletváltozás iránya (negatív/pozitív) és mértéke (0, 1, 2,  $3^{\circ}\text{C}$ ) alapján vett fel igen vagy nem értékeket.

Amennyiben a hőmérsékletváltozás iránya negatív volt (lehülés) és a változás határértéke  $0^{\circ}\text{C}$  volt, akkor ennek a magyarázata a következő: a frontos nap akkor hidegfront, ha a lehülés  $0^{\circ}\text{C}$  vagy annál nagyobb mértékű. Abban az esetben, ha a határérték  $-1^{\circ}\text{C}$ , akkor azt a frontos napot tekintjük hidegfrontnak, mikor a hőmérséklet csökkenése meghaladja az  $1^{\circ}\text{C}$ -t. A melegfrontos napok azonosítása ugyanígy történt, csak pozitív hőmérsékletváltozás irányában.

### *3.1.10. Hőstressz*

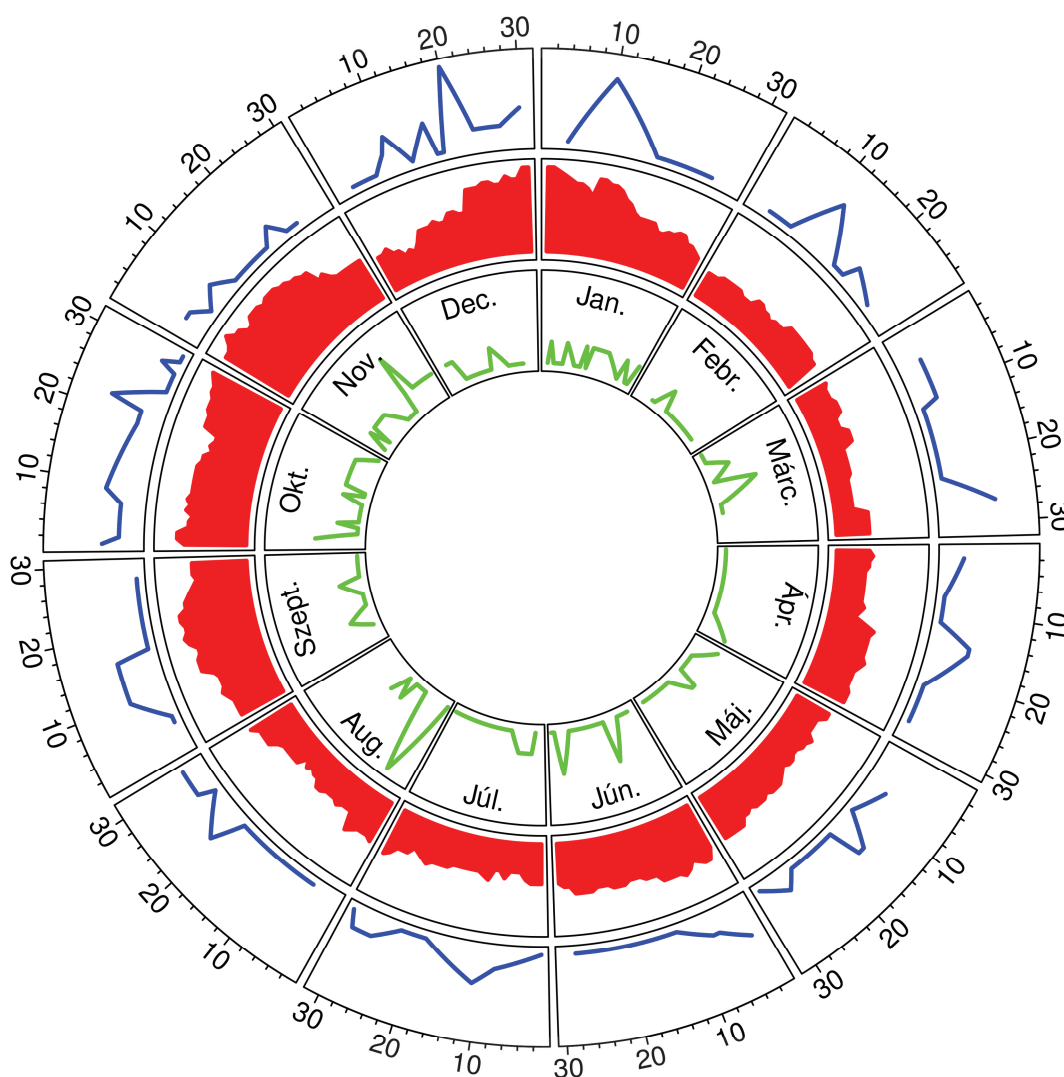
A hőstressz összefüggéseinek vizsgálata során megvizsgáltuk, hogy a második diagnózis előtti időszakbeli hőstresszes napok száma hogyan befolyásolja a vemhesség kimenetelét. A kedvező vagy kedvezőtlen kimenetek hőstresszes napok számától való függését szintén logisztikus regresszióval vizsgáltuk. A magyarázó változó attól függően vett fel igen vagy nem értéket, hogy a második vizsgálatot megelőző időszakban előfordult hőstresszes napok száma meghaladta-e a határértéket (0-9 nap).

## 4. Eredmények

### 4.1. Szezonális

Az egyik kérdésünk az volt, hogy megfigyelhető-e valamilyen szezonális a kedvezőtlen kimenet előfordulásában. Ennek vizsgálata céljából a 2010.01.01. és 2014.12.31. közötti időszak eseteit ún. circo-ábrán ábrázoltuk (4. ábra). A belső körsávon azoknak a vizsgálatoknak napi gyakoriságát ábrázoljuk, amikor az állatot vemhesnek találtuk. A külső körsávon azoknak a napoknak a gyakoriságát, amelyeken üresnek, azaz nem vemhesnek találták az állatokat. A kettő közötti, középső sávon a két időpont közti összes napot leszámítottuk és azok gyakoriságát ábrázoltuk.

4. ábra. A két vemhességvizsgálat közötti embrió- és magzatvesztés (2010.01.01.- 2014.12.31.)



A fenti, 4. ábra alapján úgy tűnik, hogy a két diagnózis közötti napok gyakrabban fordulnak elő a hidegebb időszakokban, míg tavasszal ritkábban. Ugyanakkor júniusban is észlelhető egy nagyobb gyakoriságot mutató időszak.

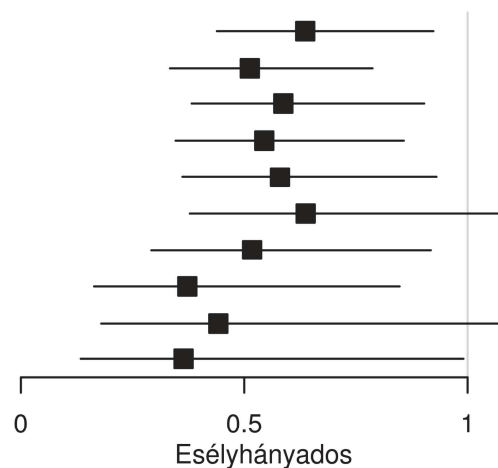
#### 4.2. Hőstressz– hőmérséklet

A hőstresszel, a minimum és maximum hőmérséklettel kapcsolatos összefüggéseket ún. forest-ábrával mutatjuk be az 5-7. ábrákon.

Az 5. ábra alapján egy nagyon meglepő eredményt fogalmazhatunk meg. Úgy tűnik, hogy minél több hőstresszes nap van a második diagnózist megelőző időszakban, annál kisebb az esélye a kedvezőtlen kimenetelnek. Ha a hőstresszes napok száma több mint nulla, akkor az esélyhányados (OR) 0.64 (95%CI: 0.44-0.92,  $p=0.017$ ); ha több mint kilenc, akkor az OR: 0.36 (95%CI: 0.13-0.99,  $p=0.048$ ). Lehetséges, hogy a hőstresszes napokon, ill. annak környékén az istálló klimatizálás kifejezetten kedvező körülményeket teremt.

5. ábra. Az első és a második vemhességvizsgálat közötti hőstresszes napok számának hatása

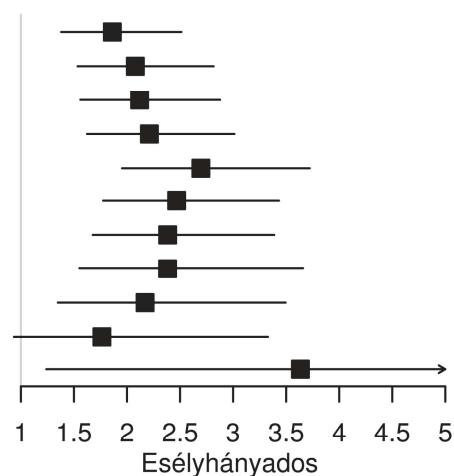
Hőstresszes napok száma	OR	95% CI	p-érték
>0	0.64	0.44 - 0.92	0.017*
>1	0.51	0.33 - 0.79	0.002*
>2	0.59	0.38 - 0.90	0.015*
>3	0.54	0.35 - 0.86	0.009*
>4	0.58	0.36 - 0.93	0.024*
>5	0.64	0.38 - 1.07	0.091
>6	0.52	0.29 - 0.92	0.024*
>7	0.37	0.16 - 0.85	0.019*
>8	0.44	0.18 - 1.09	0.075
>9	0.36	0.13 - 0.99	0.048*



A 6. ábra alapján úgy tűnik, hogy minél alacsonyabb a második vizsgálatot megelőző időszak napi átlaghőmérsékletének maximuma, annál nagyobb az esélye a magzatvesztésnek. Ha a maximum hőmérséklet alacsonyabb, mint 15°C, akkor az OR: 1.86 (95%CI: 1.38-2.51,  $p<0.001$ ). Ha a maximum hőmérséklet alacsonyabb, mint 10°C, akkor az OR: 2.47 (95%CI: 1.77-3.43,  $p<0.001$ ). Ha a maximum hőmérséklet alacsonyabb, mint 5°C, akkor az OR: 3.63 (95%CI: 1.24-10.66,  $p=0.019$ ).

6. ábra. Az első és a második vemhességvizsgálat közötti hideg környezeti hőmérséklet hatása

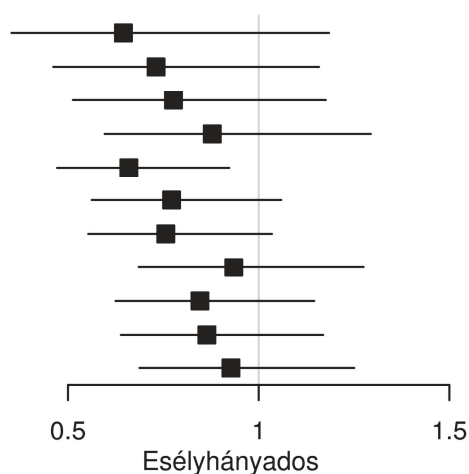
Maximum hőmérséklet (°C)	OR	95% CI	p-érték
<15	1.86	1.38 - 2.51	0.000*
<14	2.08	1.53 - 2.82	0.000*
<13	2.12	1.56 - 2.88	0.000*
<12	2.21	1.62 - 3.01	0.000*
<11	2.70	1.95 - 3.72	0.000*
<10	2.47	1.77 - 3.43	0.000*
<9	2.38	1.68 - 3.39	0.000*
<8	2.38	1.55 - 3.66	0.000*
<7	2.17	1.35 - 3.50	0.001*
<6	1.76	0.93 - 3.33	0.080
<5	3.63	1.24 - 10.66	0.019*



A 7. ábra az előző kettővel harmonizál. Úgy tűnik, hogy ha a második vizsgálatot megelőző időszak napi átlaghőmérsékleteinek minimuma minél magasabb, annál kisebb az esélye az embrió-, ill. magzatvesztésnek. Az összes hőmérsékleti határérték közül egyedül a 11°C érték jelent olyan határértéket, amivel szignifikáns hatás mutatható ki (OR: 0.66, 95%CI: 0.47-0.92, p=0.015).

7. ábra. Az első és a második vemhességvizsgálat közötti meleg környezeti hőmérséklet hatása

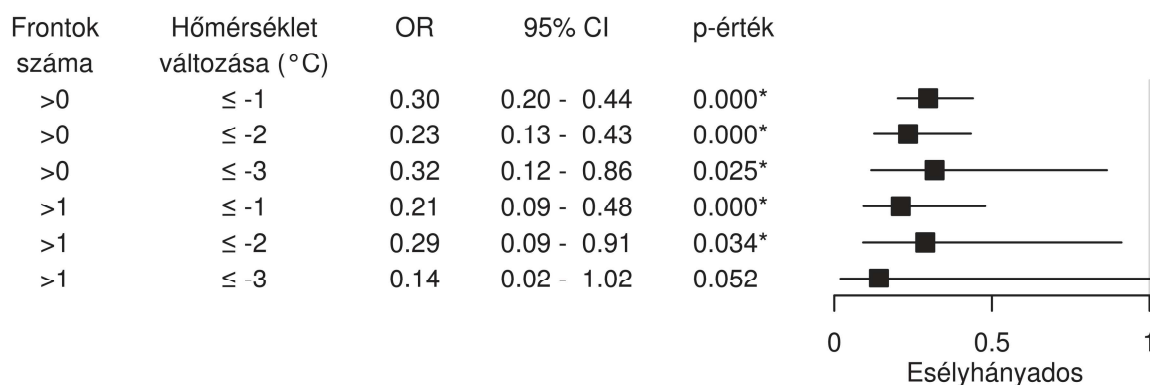
Minimum hőmérséklet (°C)	OR	95% CI	p-érték
>15	0.65	0.35 - 1.18	0.158
>14	0.73	0.46 - 1.16	0.182
>13	0.78	0.51 - 1.18	0.232
>12	0.88	0.60 - 1.29	0.512
>11	0.66	0.47 - 0.92	0.015*
>10	0.77	0.56 - 1.06	0.109
>9	0.76	0.55 - 1.03	0.081
>8	0.93	0.69 - 1.27	0.670
>7	0.85	0.62 - 1.15	0.280
>6	0.86	0.64 - 1.17	0.344
>5	0.93	0.69 - 1.25	0.621



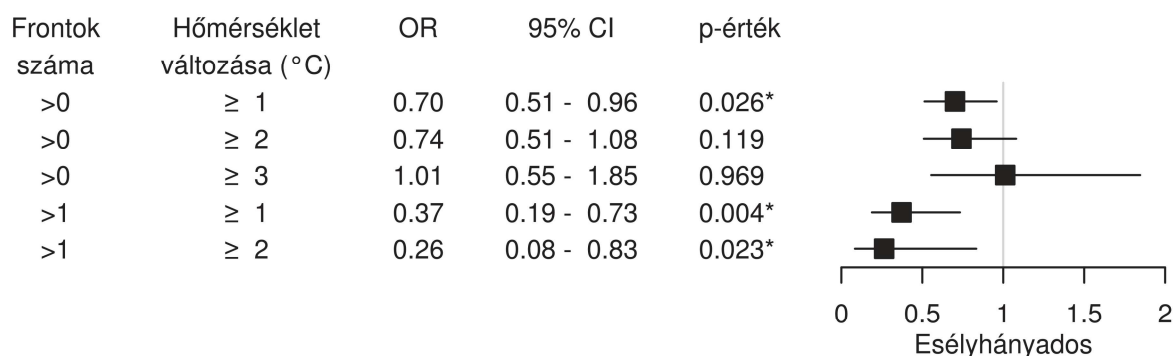
### 4.3. Frontok

Az elemzések alapján mind a hideg- (8. ábra), mind a melegfrontok (9. ábra) csökkentik a magzatvesztés esélyét. Mindkét front típusnál kaptunk szignifikáns hatásokat. Általánosságban megfogalmazható, hogy minél nagyobb a hőmérsékletváltozás mértéke a frontos napokon, annál kisebb az embrió- és magzatvesztés esélye. Mivel ez az eredmény meglehetősen meglepő, megvizsgáltuk, hogy pusztán a frontok, hőmérsékletváltozás nélkül milyen hatást mutatnak. Ezen vizsgálat azt mutatja, hogy a második vizsgálatot megelőző időszakban nullánál több időjárási front hatása csökkentheti az embrió- és magzatvesztés esélyét, de ez statisztikailag nem szignifikáns (OR: 0.94, 95%CI: 0.63-1.39, p=0.748). Amennyiben a második vizsgálatot megelőző időszakban több mint egy front azonosítható, akkor a veszteség esélye szignifikánsan csökken (OR: 0.35, 95%CI: 0.25-0.47, p<0.001).

8. ábra: A hidegfront hatása



9. ábra: A melegfront hatása



## 6. Megbeszélés

Jelen dolgozat célja az volt, hogy kiderítse, vajon a környezeti tényezők milyen mértékben befolyásolják a magzat elvesztését a 29-42. és az 57-70. nap között. Összesen 3741 termékenyítés adatait gyűjtöttük össze egyetlen állományból, öt egymást követő évben. A vehem elvesztésének tekintettük, ha az első ultrahangos pozitív vemhesség vizsgálatot követően a második rektális vizsgálat negatív eredményű lett.

A vizsgált időszakban 181 embrió-, ill. magzatvesztéses esetet találtunk, ami 4,83%-nak felel meg. A szakirodalomban meglehetősen eltérő adatokat olvashatunk a fenti intervallumban. Puklova szerint az embriók 26%-a tűnik el a 26-42. nap között (Puklova és mtsai, 2011), Silke vizsgálataiban a 28-84. nap között 7,2% (Silke és mtsai, 2001). Horan kutatásaiban 7,5% volt a veszteség a termékenyítést követő 30. és 67. nap között (Horan és mtsai, 2004), ugyanakkor a 28. napon történt vemhesség vizsgálatához képest 10-16%-kal kevesebb a vemhes állat több szerző tanulmánya szerint az 56. nap tájékán (Fricke és mtsai, 1998; Mee és mtsai, 1994; Vasconselos és mtsai, 1997). Pursley adatai alapján az embrionális veszteség 20% körül lehet legalább a termékenyítés utáni 28. és 60. nap között (Pursley és mtsai, 1998; Vasconselos és mtsai, 1997), Szenci és munkatársai publikációjában 8% az elveszett embrió és magzat a termékenyítés utáni 26-58. nap között (Szenci és mtsai, 2000).

Az embrionális és magzati veszteség mértékének meghatározása mellett a szezonális befolyását vizsgálva megállapítottuk, hogy az embrionális és magzati veszteség gyakrabban fordul elő a hidegebb időszakokban, ritkábban tavasszal. Megfigyelhető júniusban egy nagyobb gyakoriságot mutató időszak. A hőmérséklet alakulása alapján kijelenthető, hogy az utóbbi években felépült istállóban a klimatizálás (leereszthető függöny, ventilátorok, etetőút feletti permetező berendezések, megfelelő itatók) kifejezetten kedvező körülményeket teremt az állatoknak, így a második, negatív eredményű vemhességi diagnózis esélye kisebb akkor is, ha a hőstresszes napok száma emelkedik a két vizsgálat között.

Érdekes eredményt állapítottunk meg a csökkenő hőmérsékleti értékekkel összefüggésben. Minél alacsonyabb a második vizsgálatot megelőző időszak napi átlaghőmérsékletének maximuma, annál nagyobb az esélye az embrió-, ill. magzatvesztésnek.

További elemzések alapján azt tapasztaltuk meglepő módon, hogy mind a hideg-, mind a melegfrontok csökkentik az embrió- és magzatvesztés esélyét és az eredmény szignifikáns.

Vizsgálataink során kapott eredmények nem egyeznek a legtöbb szakirodalmi eredménnyel. Számos szerző igazolta a korábban felismert törvényszerűséget, hogy az

embrionális veszteségek aránya magasabb hőstressz idején (Ealy és mtsai, 1993; Cartmill és mtsai, 2001b; Garcia-Ispuerto és mtsai, 2006; Grimard és mtsai, 2006; Lopez-Gatius és mtsai, 2004b; Michel és mtsai, 2003; Putney és mtsai, 1989; Rivera és Hansen, 2001; Rocha és mtsai, 1998; Ryan és mtsai, 1993; Santos és mtsai, 2004; Schrick és mtsai, 2001; Vasconcelos és mtsai, 1998).

Puklova és munkatársai vizsgálataik során azonban azt tapasztalták, hogy a nyáron termékenyített tehenek embrionális mortalitása nem magasabb a téli időszakban fogamzott állatokénál (Puklova és mtsai, 2011). Hasonló eredményeket tapasztalt Chebel is 2004-ben: kutatásaik során a hőstresszes tehenek magzatvesztési aránya nem különbözött a hőstresszben nem szenvedőkéitől (Chebel és mtsai, 2004). Grimard 2006-os megállapítása szerint a késői embrionális mortalitás volt nyáron alacsonyabb, mint az év többi időszakában (Grimard, 2006).

Ealy és munkatársai 1994-ben a termékenyítés előtti és utáni napokban jobb klimatikus környezetet biztosítottak a tehenek részére. Eredményeik szerint a korai embrionális mortalitás a fokozott ventilláció és a jászol feletti vízpermetezők használatának köszönhetően jelentősen csökkent (Ealy és mtsai, 1994). Davison megfigyelése szerint a húsz liter felett termelő teheneknél árnyékolás, klimatizált istállótechnológia esetén magasabb THI értéknél figyelhetőek meg a hőstressz jelei, pl. a termelés csökkenése (Davison, 1996). 2009-ben Iránban üszöket helyeztek ventillátorokkal és permetezőkkel ellátott istállókba, a vemhesülési arányuk szignifikánsan magasabb volt a klímátizálásban nem részesülő állatokhoz képest (Moghaddam és mtsai, 2009).

25. kép: Vízpermetezők



(forrás: [www.hoards.com](http://www.hoards.com))

26. kép: Istálló ventillátorok



(forrás: [www.dpagri.co.uk](http://www.dpagri.co.uk))



27. kép: Automata istálló függöny



(forrás: [www.agricurtains.com](http://www.agricurtains.com))

28. kép: Megfelelő itató



(forrás: [www.agri-pro.co.nz](http://www.agri-pro.co.nz))

Mindezek alapján kijelenthető, hogy a nyári időszakban, mikor a szaporodásbiológia színvonala romló tendenciát mutat, a jó technológia (25., 26., 27. és 28. kép) mérsékelheti a környezeti tényezők hatásait és az eredmények javulása érhető el.

Ugyanezek a mérséklő hatások a téli, hideg időszakban nem tapasztalhatóak. A hideg környezeti hőmérséklet hatásait, következményeit, az embrionális és magzati veszteségek előfordulását a téli hónapokban tovább kell kutatni, mert szinte nincsen ezzel kapcsolatos szakirodalmi adat.

## 7. Összefoglaló

Vizsgálatunk célja az volt, hogy az embrionális mortalitás és magzatvesztés egyes biometeorológiai összefüggéseit megismerjük. Az adatokat a Sárvári Mg. Zrt. lajosmajori tehenészeti telep RISKÁ telepirányító rendszeréből gyűjtöttük ki 2010. január 1. és 2014. december 31. közötti időszakra vonatkozóan. A biometeorológiai adatgyűjtés során a telephez legközelebbi meteorológiai mérő állomás, a szombathelyi állomás mérési adatait használtuk fel.

A telepen alkalmazott technológia szerint hetente végeztünk ultrahang készülékkel rektális, a vemhesség felderítésére irányuló vizsgálatokat 29-35. napon. A telepi technológia következő lépéseként a megállapított korai vemhességet a termékenyítés utáni 57-70. napon ellenőriztük.

A vizsgált időszakban 181 olyan eset volt (4,83%), aminél az első vemhességi vizsgálat során vemhesnek talált állatot a második vemhességi vizsgálaton üresnek bíráltuk. Ugyanezt a vizsgálati protokollt használva 3560 olyan vemhességet azonosítottunk az adatbázisban, amelyek során mind az első, mind a második vizsgálat pozitív eredményű volt.

Egyik kérdésünk az volt, hogy megfigyelhető-e valamilyen szezonális a kedvezőtlen kimenet előfordulásában. Eredményeink szerint az embrió- és magzatvesztések gyakrabban fordulnak elő a hidegebb időszakokban, míg tavasszal ritkábban. Ugyanakkor júniusban is észlelhető egy nagyobb gyakoriságot mutató időszak.

A hőstresszel, a minimum és maximum hőmérséklettel kapcsolatos nagyon meglepő összefüggést fogalmazhatunk meg.

A hőstressz hatásának vizsgálata során megvizsgáltuk, hogy a második diagnózis előtti időszaki hőstresszes napok száma hogyan befolyásolja a vemhesség kimenetelét. Úgy tűnik, hogy minél több hőstresszes nap van a második diagnózist megelőző időszakban, annál kisebb az esélye a kedvezőtlen kimenetelnek.

Fontos megállapításunk, hogy minél alacsonyabb a második vizsgálatot megelőző időszak napi átlaghőmérsékletének a maximuma, annál nagyobb az esélye az embrió- és magzatvesztésnek.

Összegezve elmondhatjuk, hogy a második vizsgálatot megelőző időszak napi átlaghőmérsékleteinek minimuma minél magasabb, annál kisebb az esélye az embrionális és magzati veszteségeknek.

A frontok meghatározását ún. objektív front algoritmus alapján végeztük. Hidegfrontnak tekintettük, ha a frontos napon lehülés, melegfrontnak, ha felmelegedés volt kimutatható. Az elemzések alapján mind a hideg-, mind a melegfrontok csökkentik az embrió- és magzatvesztés esélyét. Mindkét front típusnál kaptunk szignifikáns hatásokat. Általánosságban megfogalmazható, hogy minél nagyobb a hőmérsékletváltozás mértéke a frontos napokon, annál kisebb az embrió- és magzatvesztés esélye.

A legtöbb szerző szerint az embrionális és magzati veszteségek előfordulási gyakorisága magas környezeti hőmérséklet mellett a legmagasabb. Eredményeink részben ellentétesek a szakirodalom eddigi megállapításaival, ezért további vizsgálatok szükségesek a következtetések levonásához.

## 8. Summary

The aim of this study was to find out correspondences between biometeorological factors and embryonic or fetal losses. We collected data from RISKÁ herd management computer system in the period of 01.01.2010- 12.31.2014. Biometeorological data were used from the meteorological station (Szombathely) that is located closest to the farm.

According to protocol on the farm rectal examinations by ultrasound were done between day 29 and 35 after insemination to diagnose pregnancy status. After that we controlled pregnancy between day 57 and 70.

We regarded embryonic or fetal loss, when the first pregnancy check was positive and the second one was negative. In the monitored period 181 embryonic fetal losses were founded, that is 4.83 percent of total pregnancies. We found also 3560 pregnant cows (pregnancy diagnosis was positive both times).

Our first question was to specify effects of season when embryonic or fetal losses were diagnosed. Higher prevalence of embryonic and fetal losses was observed in the period of winter time and in June according to our survey.

We found interesting correlation between losses and high or low ambient temperatures.

We checked influence of the length of heat stress (HS) between day 29-35 and 57-70. We noticed that the longer is the duration of heat stress; the lower is the prevalence of embryonic and fetal losses.

It has to be emphasized that the lower is the maximum of daily average temperature before second rectal palpation; the greater is the chance for embryonic or fetal losses.

Summarizing it can be declared that if the minimum of daily average temperature is higher before second pregnancy diagnosis, the prevalence of losses is lower.

Fronts were defined according to objective front algorithm. We regarded cold front when we observed temperature cooling down, we regarded warm front when we noticed temperature warming up on days of observation. According to our results the prevalence of losses are lower when fronts were detected in the observed period. Results are significant.

According to most of the surveys the losses of embryos and fetuses are highest under high ambient temperature. Our results in this study are in contrast with most of results in veterinary literature. Therefore further researches are required to draw more exact conclusions.

## 9. Irodalomjegyzék

ABBITT B., BALL L., KITTO G.P., SITZMAN C.G., WILGENBURG B., RAIM L.W. AND SEIDEL G. E., 1978: Effect of three methods of palpation for pregnancy diagnosis per rectum on embryonic and fetal attrition in cows., *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 173. p.973-977.

AHMAD N., SCHRICK F. N., BUTCHER R. L., AND INSKEEP E. K., 1995: Effect of persistent follicles on early embryonic losses in beef cows., *Biology of Reproduction*, 52. p.1129–1135.

AHRENS C.D., 2008: Essentials of meteorology: an invitation to the atmosphere., *The Thompson Corporation*, Belmont, California, USA

ALTAN O., PABUCCUOGLU A., ALTAN A., KONYALIOGLU S., BAYRAKTAR H., 2003: Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers., *British Poultry Science*, 44. p.545-550.

AYALON N., 1978. A review of embryonic mortality in cattle., *Journal of Reproduction and Fertility*, 54. p.483–493.

BAK J., PAZSICZKI I., 2004: Szarvasmarha istállók természetes szellőztetése., *FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Szaktanácsadási füzetek, Gödöllő*, pp.27.

BAK J., PAZSICZKI I., 2008: Tehénedvesítéses hőstresszmérséklés, módszerek, hatékonyság., *Animal Welfare, Etológia és Tartástechnológia*., 4. p.69-77.

BALL, P.J.H., 1978: The relationship of age and stage of gestation to the incidence of embryo death in dairy cattle., *Research in Veterinary Science*, 25. p.120-124.

BAUMAN D. E., CURRIE, W. B., 1980: Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis., *Journal of Dairy Science*, 63. p.1514–1529.

BEAL W. E., PERRY R.C., CORAH L.R., 1992: The use of ultrasound in monitoring reproductive physiology of beef cattle., *Journal of Animal Science*, 70. p.924–929.

BEEREPOOT, G. M., DYKHUIZEN A.A., NIELEN M., SCHUKKEN Y.H., 1992: The economics of naturally occurring twinning in dairy cattle., *Journal of Dairy Science*, 75. p.1044–1051.

BERG D.K., VAN LEEUWEN J., BEAUMONT S., BERG M., PFEFFER P.L., 2009: Embryo loss in cattle between Days 7 and 16 of pregnancy., *Agresearch, Ruakura Campus*, Hamilton, New Zealand

BERRY G., REEDER M. J., JAKOB, C., 2011: A global climatology of atmospheric fronts. *Geophysical Research Letters*, 38(4)., L04809.

- BIGGERS B. G., GEISERT R. D., WETEMAN R. P., BUCHANAN D. S., 1987: Effect of heat stress on early embryonic development in the cow., *Journal of Animal Science*, 64. p.1512–1518.
- BISHOP, M.W.H., 1964: Paternal contribution to embryonic death., *Journal of Reproduction and Fertility, Supplement*, 7. p.383-396.
- BLIGH, J., 1973. In: Bligh, J. (Ed.), *Temperature Regulation in Mammals and Other Vertebrates.*, North Holland, Amsterdam, pp.351–354.
- BOHMANOVA J., MISZTAL I., COLE J.B., 2007: Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress., *Journal of Dairy Science*, 90(4). p.1947–1956.
- BOUŠKA, J. A kol., 2006: Chov dojeného skotu. *Profi Press, s. R. O.*, Praha, 186 s. ISBN 80-86726-16-9.
- BOYD H., REED H.C.B., 1961: Investigations into the incidence and causes of infertility in dairy cattle: Infertility variations., *British Veterinary Journal*, 117. p.18–35.
- BOYD J., BACSICH P., YOUNG A., MCCRACKEN. J.A., 1969: Fertilization and embryonic losses in dairy cattle., *Br. Vet. J.* 125. p.87–97.
- BRADLEY R., 2000: 1000 years of climate change., *Science*, 288. p.1353–1355.
- BREUEL K.F., SPITZER J.C. AND HENRICKS D.M., 1989: Systemic progesterone concentration following human chorionic gonadotropin administration at various time during the estrous cycle in beef heifers., *Journal of Animal Science*, 67. p.1564-1572.
- BRITT J.H., 1994: Follicular development and fertility: potential impacts of negative energy balance., *Pages 103–112 in the Proc. Natl. Reprod. Symp.*, Pittsburgh, PA.
- BURDYCH V., VŠETEČKA J.A. kol., 2004: Reprodukce ve stádech skotu. Chovservis a. S., *Hradec Kralove*, 72 s.
- BUTLER W.R., SMITH R.D., 1989: Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle., *Journal of Dairy Science*, 72. p.767–783.
- CARTMILL J.A., EL ZARKOUNY S.Z., HENSLEY B. A., LAMB G.C., STEVENSON J.S., 2001a: Stage of cycle, incidence, and timing of ovulation, and pregnancy rates in dairy cattle after three timed breeding protocols., *Journal of Dairy Science*, 84. p.1051–1059.
- CARTMILL J.A., EL-ZARKOUNY S.Z., HENSLEY B.A., ROZELL T.G., SMITH J.F., STEVENSON J.S., 2001B: An alternative AI breeding protocol for dairy cows exposed to elevated ambient temperatures before or after calving or both., *Journal of Dairy Science*, 84. p.799–806.
- CASIDA L.E., 1961: Present status of the repeat-breeder cow problem., *Journal of Dairy Science*, 44. p.2323–2329.

CAVESTANY D., FOOTE, R.H., 1985: Prostaglandin F-2 $\alpha$  induced estrus in open cows and presumed abortion in pregnant cows with unobserved estrus in a herd monitored by milk progesterone assay., *Cornell Veterinarian*, 75. p.393-397.

CERRI R. L.A., JUCHEM S.O., CHEBEL R.C., RUTIGLIANO H.M., BRUNO R.G.S., GALVÃO K.N., THATCHER W.W., SANTOS P., 2009: Effects of fat source differing in fatty acid profile on metabolic parameters, fertilization, and embryo quality in high-producing dairy cows., *Journal of Dairy Science*, 92. p.1520–1531.

CHEBEL R.C., SANTOS J.E.P., CERRI R.L.A., GALVAO K.N., JUCHEM S.O., THATCHER W.W., 2003: Effect of resynchronization with GnRH on day 21 after artificial insemination on pregnancy rate and pregnancy loss in lactating dairy cows., *Theriogenology*, 60. p.1389–1399.

CSÁNYI T., 2014: A hőstressz hatása a tejelő tehenek termelésére. *Master's thesis*, Szent István Egyetem, Állatorvos-tudományi Kar Állathigiéniai, Állomány-egészségtani és Állatorvosi Etológiai tanszék.

CHEBEL R.C., SANTOS J.E.P., REYNOLDS J.P., CERRI R.L.A., JUCHEM S.O., OVERTON M., 2004: Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows., *Animal Reproduction Science*, 84. p.239-255

CHRISTOPHERSON R.J., GONYOU H.W., THOMPSON J.R., 1979: Effects of temperature and feed intake on plasma concentration of thyroid hormones in beef cattle., *Canadian Journal of Animal Science*, 59. p.655.

DALTON J. C., NADIR S., BAME J. H., NOFTSINGER M., NEBEL R. L., SAACKE R. G., 2001: Effect of time of insemination on number of accessory sperm, fertilization rate, and embryo quality in nonlactating dairy cattle., *Journal of Dairy Science*, 84. p.2413–2418.

DAY J.D., WEAVER L.D., FRANTI C.E., 1995: Twin pregnancy diagnosis in Holstein cows: Discriminatory powers and accuracy of diagnosis by transrectal palpation and the outcome of twin pregnancies., *Canadian Veterinary Journal*, 36. p.93-97.

DAVISON T., MCGOWAN M., MAYER D., YOUNG B., JONSSON N., HALL A., MATSCHOSS A., GOODWIN P., GOUGHAN J., LAKE M., 1996: Managing hot cows in Australia., *Queensland Department of Primary Industry*, 58 pp.

DEE D.P., UPPALA S.M., SIMMONS A.J., BERRISFORD P., POLI P., KOBAYASHI S., ANDRAE U., BALMASEDA M.A., BALSAMO G., BAUER P., BECHTOLD P., BELJAARS A.C.M., VAN DE BERG L., BIDLOT J., BORMANN N., DELSOL C., DRAGANI R., FUENTES M., GEER A.J., HAIMBERGER L., HEALY S. B., HERSBACH H., HÓLM E.V., ISAKSEN L., KÅLLBERG P., KÖHLER M., MATRICARDI M., MCNALLY A.P., MONGE-SANZ B.M., MORCRETTE J.-J., PARK B.-K., PEUBEY C., DE ROSNAY P., TAVOLATO C., THÉPAUT J.-N., VITART F., 2011: The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system., *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 137(656). p.553–597.

- DEJARNETTE J.M., SAACKE R.G., BAME J., VOGLER C.J., 1992: Accessory sperm: Their importance to fertility and embryo quality, and attempts to alter their numbers in artificially inseminated cattle., *Journal of Animal Science*, 70. p.484–491.
- DISKIN M.G., SREENAN J. M., 1980: Fertilization and embryonic mortality rates in beef heifers after artificial insemination., *Journal of Reproduction and Fertility*, 59. p.463–468.
- DISKIN M.G., 1987: Studies related to embryonic mortality in the cow., *PhD thesis*, National University of Ireland
- DISKIN M.G., MORRIS D.G., 2008: Embryonic and Early Foetal Losses in Cattle and Other Ruminants., *Reproduction in Domestic Animal*, 43. p.260–267, doi: 10.1111/j.1439-0531.2008.01171.x, ISSN 0936-6768
- DOBSON H., SMITH R.F., 2000: What is stress and how does it affect reproduction?, *Animal Reproduction Science*, 60. p.743-752.
- DROST M., AMBROSE J.D., THATCHER M.J., CANTRELL C.K., WOLFSDORF K.E., HASLER J.F., THATCHER W.W., 1999: Conception rates after artificial insemination or embryo transfer in lactating dairy cows during summer in Florida., *Theriogenology*, 52. p.1161–1167.
- DROST M., THATCHER W.W., 1994: Reducing embryonic death in cattle., *Theriogenology Handout B-13*. Available from Society for Theriogenology.
- DUNNE L.D., DISKIN M.G., SREENAN J.M., 2000: Embryo and foetal loss in beef heifers between day 14 of gestation and full term., *Animal Reproduction Science*, 58. p.39–44
- DUNNE L.D., DISKIN M.G., BOLAND M.P., O.FARRELL K.J. AND SREENAN J.M., 1999: The effect of pre- and post-insemination plane of nutrition on embryo survival in beef heifers., *Animal Science*, 69. p.411-417.
- EALY A.D., DROST M., ROBINSON O.W., BRITT J.H., 1993: Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows., *Journal of Dairy Science*, 76. p.2899–905.
- EALY A.D., DROST M., HANSEN P.J., 1993: Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows., *Journal of Dairy Science*, 76. p.2899-2905.
- EDWARDS J.L., HANSEN P.J., 1997: Differential responses of bovine oocytes and preimplantation embryos to heat shock., *Molecular Reproduction and Development*, 46. p.138-145.
- ECHTERNKAMP S. E., GREGORY K. E., 1993: Identification of Twin Pregnancies in Cattle by Ultrasonography., *Beef Research Program Progress Report.*, 143. vol. 4. no. p.68-70.
- ERB R.E., HOLTZ E.W., 1958: Factors associated with estimated fertilization and service efficiency of cows., *Journal of Dairy Science*, 41. p.1541-1552.



- FORAR A.L., GAY J.M., HANCOCK D.D., 1995: The frequency of endemic fetal loss in dairy cattle: a review., *Theriogenology*, 43. p.989-1000.
- FRICKE P. M., WILTBANK M. C., 1999: Effect of milk production on the incidence of double ovulation in dairy cows., *Theriogenology*, 52. p.1133–1143.
- FRICKE P. M., GUENTHER J. N., WILTBANK M. C., 1998: Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows., *Theriogenology*, 50. p.1275–1284.
- Fricke P.M., 2002: Scanning the Future—Ultrasonography as a Reproductive Management Tool for Dairy Cattle., *Journal of Dairy Science*, 85. p.1918–1926
- GANAIIE A.H., SHANKER G., BUMLA N.A., GHASURA R.S., MIR N.A., 2013: Biochemical and Physiological Changes during Thermal Stress in Bovines., *Journal of Veterinary Sciences*, Technol. 4: 126. doi:10.4172/2157-7579.1000126
- GARCÍA-ISPIERTO I., LÓPEZ-GATIUS F., SANTOLARIA P., YÁNIZ J.L., NOGAREDA C., LÓPEZ-BÉJAR M., DE RENSIS F., 2006: Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle., *Theriogenology*, 65. p.799-807.
- GELMAN A., HILL J., 2006: Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models., *Cambridge University Press*.
- GRIMARD B., FRERET S., CHEVALLIER A., PINTO A., PONSART C., HUMBLLOT P., 2006: Genetic and environmental factors influencing first service conception rate and late embryonic/foetal mortality in low fertility dairy herds., *Animal Reproduction Science*, 91. p.31-44.
- GUSTAFSSON H., LARSSON K, 1985: Embryonic mortality in heifers after artificial insemination and embryo transfer: differences between virgin and repeat breeder heifers., *Research in Veterinary Science*, 39. p.271–274.
- GWAZDAUSKAS F.C., WILCOX C.J., THATCHER W.W., 1975: Environmental and management factors affecting conception rate in a subtropical climate., *Journal of Dairy Science*, 58. p.88–92.
- GWAZDAUSKAS F.C., LINEWEAVER J.A., VINSON W. E., 1980: Rates of conception by artificial insemination of dairy cattle., *Journal of Dairy Science*, 64. p.358.
- GWAZDAUSKAS F.C., 1985: Effects of Climate on Reproduction in Cattle., *Journal of Dairy Sciences*, 68. p.1568-1578
- GWAZDAUSKAS F.C., KENDRICK K.W., PRYOR A.W., BAILEY T. L., 2000: Impact of follicular aspiration on folliculogenesis as influenced by dietary energy and stage of lactation., *Journal of Dairy Science*, 83. p.1625–1634.
- HAFEZ E.S.E., 1993: Reproduction in Farm Animals., *Lea and Febiger*, Philadelphia, Pa, USA, 6th edition

- HAMMOND J., 1914: On some factors controlling fertility in domestic animals., *Journal of Agriculture Science*, 6. p.262-277
- HANSEN P.J., ARECHIGA C.F., 1999: Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow., *Animal Reproduction Science*, 77. (Suppl. 2), p.E37–E50.
- HANSEN L.B., 2000: Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint., *Journal of Dairy Science*, 83. p.1145–1150.
- HAWK H.W., WILTBANK J.N., KIDDER H.E., CASIDA L.E., 1955A: Embryonic mortality between 16 and 34 days post-breeding in cows of low fertility, *Journal of Dairy Science*, 38. p.673-676.
- HENRICKS D.M., LAMOND D.R., HILL J.R., DICKEY J.F., 1971: Plasma progesterone concentrations before mating and in early pregnancy in the beef heifer., *Journal of Animal Science*, 33. p.450–454.
- HEUER C., SCHUKKEN Y. H., DOBBELAAR P., 1999: Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds., *Journal of Dairy Science*, 82. p.295–304.
- HEWSON T. D., 1998: Objective fronts., *Meteorology Applications*, 5(1). p.37–65.
- HOPE P., KEAY K., POOK M., CATTO J., SIMMONDS I., MILLS G., MCINTOSH P., RISBEY J., BERRY G., 2014: A comparison of automated methods of front recognition for climate studies: A case study in Southwest Western Australia., *Monthly Weather Review*, 142(1). p.343–363.
- HORAN B., MEE J.F., RATH M., O'CONNOR P., DILLON P., 2004: The effect of strain of Holstein–Friesian cow and feeding system on reproductive performance in seasonal-calving milk production Systems., *Anim. Sci.*, 79. p.453–467.
- HUBBERT W.T., BOOTH G.D., BOLTON W.D., DUNNE H.W., MCENTEE K., SMITH R.E., TOURTELLOTTE M.E., 1973: Bovine abortions in five northeastern states, 1960-1970, Evaluation of diagnostic laboratory data., *The Cornell Veterinarian*, 63. p.291-316
- HUMBLOT P., DALLA PORTA M.A., 1984: Effect of conceptus removal and intrauterine administration of conceptus tissue on luteal function in the cow., *Reproduction, Nutrition and Development*, 24. p.529-541
- HUMBLOT P., 1986: LA mortalité embryonnaire chez les bovins. In: Henry-Suchet J., Mintz M., Spira A.(eds.), *Recherches récentes sur l'Epidémiologie de la Fertilité*, Société Française pour l'Etude de la Fertilité, Masson Editions, Paris, pp. 213-242.
- HUMBLOT P., 2001: Use of pregnancy specific proteins and progesterone assays to monitor pregnancy and determine the timing, frequencies and source of embryonic mortality in ruminants., *Theriogenology*, 56. p.1417–1433.

- INGRAHAM R.H., GILLETTE D.D., WAGNER W.D., 1974: Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate., *Journal of Dairy Science*, 52. p.476-481.
- JERRETT I.V., MCORIST S., WADDINGTON J., BROWNING J.W., MALECKI J.C., MCCAUSLAND I.P., 1984: Diagnostic studies of the fetus, placenta and maternal blood from 265 bovine abortions, *The Cornell Veterinarian*, 74. p.8-20.
- JOHNSON, F.W.A., 1983: Chlamydiosis., *British Veterinary Journal*, 139. p.93-101.
- KASTELIC J.P., NORTHEY D.L., GINTHER O.J., 1991: Spontaneous embryonic death on days 20 to 40 in heifers., *Theriogenology*, 35. p.351–363.
- KAWARSKI S.J., BASRUR P.K., STUBBINGS R.B., HANSEN P.J., KING W.A., 1996: Chromosomal abnormalities in bovine embryos and their influence on development., *Biology of Reproduction*, 54. p.53-59.
- KING W.A., 1990: Chromosome abnormalities and pregnancy failure in domestic animals, *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*, 34. p.229-250.
- KIRKBRIDE C.A., BICKNELL E.J., REED D.E., ROBL M.G., KNUDTSON W.V., WOHLGEMUTH K., 1973: A diagnostic survey of bovine abortion and stillbirth in the Northern Plains, *States Journal of the American Veterinary Medical Association*, 162. p.556-560
- KUDLAČ, E., ELEČKO, J. A kol., 1987: Veterinarni porodnictvi a gynekologie., *SZN Praha*, 576 s.
- KUMMERFELD H.L., OLTENACU E.A., FOOT R.H., 1978: Embryonic mortality in dairy cows estimated by nonreturns to service, estrus, and cyclic milk progesterone patterns., *Journal of Dairy Science*, 61. p.1773–1777.
- LAFRANCE M., GOFF A.K., GUAY P., HARVEY D., 1989: Failure to maintain luteal function: A possible cause of early embryonic loss in a cow., *Canadian Journal of Veterinary Research*, 53. p.279-284.
- LAVEN R.A., DREW S.B., 1999: Dietary protein and the reproductive performance of cows., *The Veterinary Record*, 145. p.687-695.
- LAWRENCE M.G., 2005: The Relationship between Relative Humidity and the Dewpoint Temperature in Moist Air: A Simple Conversion and Applications., *Bulletin of the American Meteorological Society*, 86. p.225–233.
- LOEFFLER S.H., DE VRIES M.J., SCHUKKEN Y.H., 1999A: The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows., *Journal of Dairy Science*, 82. p.2589–2604.
- LÓPEZ-GATIUS F., SANTOLARIA P., YÁNIZ J., RUTLLANT J. AND L. LÓPEZ-BÉJAR M., 2002: Factors affecting pregnancy loss from gestation day 38 to 90 in lactating dairy cows from a single herd, *Theriogenology*, 57. p.1251-1261.

LÓPEZ-GATIUS F., SANTOLARIA P., YÁNIZ J.L., GARBAYO J., HUNTER R.H.F, 2004B: Timing of early foetal loss for single and twin pregnancies in dairy cattle., *Reproduction of Domestic Animals*, 39. p.429-433.

LOPEZ-GATIUS F., HUNTER R. H. F., 2005: Spontaneous reduction of advanced twin embryos: its occurrence and clinical relevance in dairy cattle., *Theriogenology*, 63. p.118-125.

LUCY, M.C., 2001: Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End?, *Journal of Dairy Science*, 84. p.1277-1293

MACMILLAN K.L., TAUFU V.K., DAY A.M., 1986: Effects of an agonist of gonadotrophin releasing hormone Busereline in cattle., III. Pregnancy rates after a post-insemination injection during metoestrus or dioestrus., *Animal Reproduction Science*, 11. p.1-10.

MADER T.L., DAVIS M.S., BROWN-BRANDL T., 2006: Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle., *Journal of Animal Science*, 84. p.712-719.

MANN G.E., LAMMING G.E., ROBINSON R.S., WATHES D. C., 1999: The regulation of interferon-tau production and uterine hormone receptors during early pregnancy., *Journal of Reproduction and Fertility, Suppl.*, 54. p.317-328.

MAURER R.R. CHENAULT J.R., 1983: Fertilization failure and embryonic mortality in parous and non-parous beef cattle, *Journal of Animal Science*, 56. p.1186-1189.

MCDOWELL R.E., HOOVEN N.W., CAMOENS J.K., 1976: Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation., *Journal of Dairy Science*, 59. p.965-973.

MEE J. F., RYAN D. P., CONDON T., 1994: Ultrasound diagnosis of pregnancy in cattle., *Veterinary Record*, 134. p.532.

MERCIER E., SALISBURY G.W., 1947: Seasonal variations in hours of daylight associated with fertility level of cattle under natural breeding conditions., *Journal of Dairy Science* 30. p.747.

MICHEL A., PONSART C., FRERET S., HUMBLLOT P., 2003: Influence de la conduite de la reproduction sur les resultats `a l'insemination en periode de paturage., *Rencontre Recherche Ruminants*, 10. p.131.

MITCHELL D., 1960: Bovine abortion on analysis of 227 cases, *Canadian Veterinary Journal*, 1. p.337-343.

MONTY D.E., RACOWSKY C., 1987: In vitro evaluation of early embryo viability and development in summer heat-stressed superovulated dairy cows., *Theriogenology*, 3. p.451-465.

MOREIRA F., ORLANDI C., RISCO C.A., MATTOS R., LOPES F., THATCHER W.W., 2001: Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a time artificial insemination protocol in lactating dairy cows., *Journal of Dairy Science*, 84. p.1646-1659.

MORRIS D., DISKIN M., 2008: Effect of progesterone on embryo survival, *Animal*, vol. 2, 8. pp.1112–1119.

MYLREA P.J., 1963: A suspected genetic cause of abortion in cattle, *Australian Veterinary Journal*, 39. p.35-36.

NARDONE A., RONCHI B., LACETERA N., RANIERI M.S., BERNABUCCI U., 2010: Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems., *Livestock Science*, 130. p.57-69.

NEPHEW K.P., MCCLURE K.E., DAY M.L., XIE S., ROBERTS R.M., POPE W.F., 1990: Effects of intramuscular administration of recombinant bovine interferon-alpha 1 during the period of maternal recognition of pregnancy, *Journal of Animal Science*, 68. p.2766-2770.

NISHIGAI M., KAMOMAE H., TANAKA T., KANEDA Y., 2002: Improvement of pregnancy rate in Japanese black cows by administration of hCG to recipients of transferred frozen-thawed embryos, *Theriogenology*, 58. p.1597-1606.

PUKLOVA P., ŠUBRT J., SKRIP D., FILIPČI, R., 2011: Embryonic mortality in Holstein cows on one's farm., *Acta Univ. Agric. Et silvic. Mendel. Brun.*, LIX, No. 1, pp.211–218

PURSLEY J.R., SILCOX R.W., WILTBANK M.C., 1998: Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows., *Journal of Dairy Science*, 81. p.2139–2144.

PUTNEY D.J., DROST M., THATCHER W.W., 1988: Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperatures between Days 1 to 7 post insemination, *Theriogenology*, 3. p.195-207.

PUTNEY D.J., MULLINS S., THATCHER W.W., DROST M., GROSS T.S., 1989: Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between the onset of estrus and insemination., *Animal Reproduction Science*, 19. p.37–51.

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., *Theriogenology*, 31. p.765-778.

REECE W. O., 1998: Fyziologie domácich zvířat., *Grada, Praha*, 1. Vyd., 456 s. ISBN 80-7169-547-5.

R. CORE TEAM, 2014: A Language and Environment for Statistical Computing., *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria.

REICZIGEL J., SOLYMOSI N., KÖNYVES L., MARÓTI-AGÓTS Á., KERN A., BARTYIK J., 2009: A hőstressz okozta tejtermelés-kiesés vizsgálata hőmérséklet-páratartalom indexek alkalmazásával., *Magyar Állatorvosok Lapja*, 3. p.137.

- RENARD R.J., CLARKE L.C., 1965: Experiments in numerical objective frontal analysis., *Mon. Wea. Rev.*, 93. p.547–556.
- RENSIS F.D., SCARAMUZZI R.J., 2003: Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review., *Theriogenology*, 60. p.1139–1151
- ŘIHA J. A., 2000: Reprodukce v procesu šlechtění skotu., *Asociace chovatelů masných plemen rapotín*, 144 s. ISBN 80-903143-5-X.
- RIVERA R.M., HANSEN P.J., 2001: Development of cultured bovine embryos after exposure to high temperatures in the physiological range., *Reproduction*, 121. p.107–15.
- ROBINSON N.A., LESLIE K.E., WALTON J.S., 1989: Effect of treatment with progesterone on pregnancy rate and plasma concentrations of progesterone in Holstein cow., *Journal of Dairy Science*, 72. p.202-207.
- ROCHA A., RANDEL R.D., BROUSSARD J.R., LIM J.M., BLAIR R.M., ROUSSEL J.D., GODKE R.A., HANSEL W., 1998: High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in *Bos Taurus* but not in *Bos indicus* cows., *Theriogenology*, 49. p.657-665.
- ROCHE J.F., BOLAND M.P., MCGEADY T.A., 1981: Reproductive wastage following artificial insemination in cattle., *Veterinary Record*, 109. p.95–97.
- ROENFELDT S., 1998: You can't afford to ignore heat stress., *Dairy Manage*, 35. p.6–12.
- ROMANO J. E., 2004.: Early pregnancy diagnosis and embryo/fetus mortality in cattle. *A Dissertation*: Submitted to the Office of Graduate Studies of Texas A&M University in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy
- ROMAN-PONCE H., THATCHER W.W., CANTON D., BARRON D.H., WILCOX C.J., 1978: Thermal stress effects on uterine blood flow in dairy cows., *Journal of Animal Science*, 46. p.175–80.
- RUTLEDGE J.J., MONSON R.L, NORTHEY D.L., LEIBFRIED-RUTLEDGE M.L., 1999: Seasonality of cattle embryo production in a temperate region., *Theriogenology*, 51. p.330 [abstract].
- RYAN D.P., PRICHARD J.F., KOPEL E., GODKE RA., 1993: Comparing Early embryo mortality in dairy cows during hot and cool seasons of the year., *Theriogenology*, 39. p.719–737.
- SANTOS J.E.P., THATCHER W.W., POOL L., OVERTON M.W., 2001: Effect of human chorionic gonadotropin on luteal function and reproductive performance of high producing lactating Holstein dairy cows., *Journal of Animal Science*, 79. p.2881–2894.
- SANTOS J.E.P, THATCHER W.W., CHEBEL R.C., CERRI R.L.A., GALVÃO K.N. (2004): The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs., *Animal Reproduction Science*, 82-83. p.513-535.

- SANTOS J.E.P., JUCHEM S.O., CERRI R.L.A., GALVÃO K.N., CHEBEL R.C., THATCHER W.W., DEI C., BILBY C., 2004A: Effect of bST and reproductive management on reproductive and lactational performance of Holstein dairy cows., *Journal of Dairy Science*, 87.
- SANTOS J.E.P., CERRI R.L.A., BALLOU M.A., HIGGINBOTHAM G.E., KIRK J.H., 2004B: Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows., *Animal Reproduction Science*, 80.
- SARTORI R., SARTOR-BERGFELT R., MERTENS S.A., GUENTHER J.N., PARISH J.J., WILTBANK M.C., 2002: Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter., *Journal of Dairy Science*, 85. p.2803–2812.
- SARTORI R., GUMEN A., GUENTHER J.N., SOUZA A.H., WILTBANK M.C., 2003: Comparison of artificial insemination (AI) versus embryo transfer (ET) in lactating dairy cows., *Journal of Dairy Science*, 86. (Suppl. 1), 238 (Abstract).
- SCHRICK F.N., HOCKETT M.E., SAXTON A.M., LEWIS M.J., DOWLEN H.H., OLIVER S.P., 2001: Influence of Subclinical Mastitis During Early Lactation on Reproductive Parameters., *Journal of Dairy Science*, 84. p.1407-1412.
- SEEGERS H., MALHER X., 2003: How to summarize the reproductive performance of dairy cow herds?, *Reproduction in Domestic Animal*, 38. (4), 359 (abstract).
- SILANIKOVE N., MALTZ E., HALEVI A., SHINDER D., 1997: Metabolism of Water, Sodium, Potassium and Chloride by High Yielding Dairy Cows at the Onset of Lactation., *Journal of Dairy Science*, 80. p.949-956.
- SILKE V., DISKIN M.G., KENNY D.A., BOLAND M.P., DILLON P., MEE J.F., SREENAN J.M., 2001: Extent, pattern and factors associated with late embryonic loss in dairy cows., *Animal Reproduction Science*, 15. p.1–12.
- SILKE V., DISKIN M.G., KENNY D.A., BOLAND M.P., DILLON P., MEE J.F., SREENAN J.M., 2002: Extent, pattern and factors associated with late embryonic loss in dairy cows., *Animal Reproduction Science*, 71. p.1–12.
- SILVA DEL RÍO N., COLLOTON J., FRICKE P., 2009: Factors affecting pregnancy loss for single and twin pregnancies in a high-producing dairy herd., *Theriogenology*, 71. p.1462-1471.
- SIMMONDS I., KEVIN K., TRISTRAM B., 2012: Identification and climatology of southern hemisphere mobile fronts in a modern reanalysis., *Journal of Climate*, 25. p.1945–1962.
- SMITH M.F., NIX K.J., KRAEMER D.C., AMOSS M.S., HERRON M.A., WILTBANK J.N., 1982: Fertilization rate and early embryonic loss in Brahman crossbred heifers., *Journal of Animal Science*, 54. p.1005–1011.

SOLYMOSI N., TORMA C., KERN A., MARÓTI-AGÓTS Á., BARCZA Z., KÖNYVES L., REICZIGEL J., 2010: Az évenkénti hőstresszes napok számának változása Magyarországon a klímaváltozás függvényében., In *36. Meteorológiai Tudományos Napok: Változó éghajlat és következményei a Kárpát-medencében*, (pp.~15). Budapest, Hungary.

SREENAN J.M., DISKIN M.G., 1986: The extent and timing of embryonic mortality in cattle. In: Sreenan J.M., Diskin, M.G., *Embryonic Mortality in Farm Animals.*, Martinus Nijhoff, CEC, pp. 142–158.

SREENAN J.M., DISKIN M.G., MORRIS D.G., 2001: Embryo survival rate in cattle: a major limitation to the achievement of high fertility., *Animal Science*, Vol. 1. Occasional Publication No. 26, pp.93–104.

STARBUCK M. J., DAILEY R. A., KEITH INSKEEP E., 2004: Factors affecting retention of early pregnancy in dairy cattle., *Animal Reproduction Science*, 84. p.27–39.

STEVENSON J.S., SCHMIDT M.K., CALL E.P., 1983: Estrous intensity and conception rates in Holsteins., *Journal of Dairy Science*, 66. p.275.

STEVENSON J.S., SCHMIDT M.K., CALL E.P., 1983: Factors affecting reproductive performance of dairy cows first inseminated after five weeks postpartum., *Journal of Dairy Science*, 66. p.1148.

STEVENSON, J.S., 2000: Are your cows cycling; if not why?, *Hoard's Dairyman*, 145. p.202–203.

STOTT G.H., 1961: Female and breed associated with seasonal fertility variations in dairy cattle., *Journal of Dairy Science*, 1698-1704.

STULL R., 2011: Wet-Bulb Temperature from Relative Humidity and Air Temperature., *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 50. p.2267–2269.

STURMAN H., OLTENACU E.A., FOOTE R.H., 2000: Importance of inseminating only cows in estrus., *Theriogenology*, 53. p.1657–1667.

SZENCI O., HUMBLLOT P., BECKERS J.F., SULON J., SASSER G., BAALTUSEN R., VARGA J., BAJCSY CS., TAVERNE M.A.M., 2000: Plasma profiles of progesterone and conceptus proteins in cows with spontaneous embryonic/ fetal mortality as diagnosed by ultrasonography., *The Veterinary Journal*, 159. p.287-290.

THATCHER W.W., MEYER M.D., DANET-DESNOYERS G., 1995: Maternal recognition of pregnancy., *Journal of Reproduction and Fertility*, 49. p.15-28.

THOMPSON J.A., MARSH W.E., CALVIN JA., ETHERINGTON W.G., MOMONT H.W., KINSEL M.L., 1994: Pregnancy attrition associated with pregnancy testing by rectal palpation., *Journal of Dairy Science*, 77. p.3382-3387.

THURMOND M.C., PICANSO J.P., 1990: A surveillance system for bovine abortion., *Preventive Veterinary Medicine*, 8. p.41-53.



- VASCONCELOS, J.L.M., SILCOX R.W., LACERDA J.A., PURSLEY J.R., WILTBANK M.C., 1997: Pregnancy rate, pregnancy loss, and response to heat stress after AI at 2 different times from ovulation in dairy cows., *Biology of Reproduction*, 56(Suppl.1). p140. (Abstr.)
- WEAVER L.D., DALEY C.A., BORELLI C.L., 1989: Effect on pregnancy rate of nonestrus insemination in previously inseminated dairy cows., *Theriogenology*, 32. p.603-606.
- WEST J.W., HILL G.M., FERNANDEZ J.M., MANDEBVU P., MULLINIX B.G., 1999: Effects Of Dietary Fiber On Intake, Milk Yield, And Digestion By Lactating Dairy Cows During Cool Or Hot, Humid Weather., *Journal of Dairy Science*, 82. p.2455-2465.
- WEST J.W., 2003: Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle., *Journal of Dairy Science*, 86. p.2131-2144.
- WIEBOLD J.L., 1988: Embryonic mortality and the uterine environment in first service lactating dairy cows., *Journal of Reproduction and Fertility*, 84. p.393-399.
- WILTBANK J.N., HAWK H.W., KIDDER H.E., BLACK W.G., ULBERG L.C., CASIDA L.E. (1956): Effect of progesterone therapy on embryo survival in cows of lowered fertility., *Journal of Dairy Science*, 39. p.456-461.
- WISE M.E., RODRIGUEZ R.E., ARMSTRONG D.V., HUBER J.T., WIERSMA F., HUNTER R., 1988: Fertility and hormonal responses to temporary relief of heat stress in lactating dairy cows., *Theriogenology*, 29. p.1027-1035.
- WOLFENSON D., ROTH Z., MEIDAN R., 2000: Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects., *Animal Reproduction Science*, 60-61. p.535-547.

## **10. Köszönetnyilvánítás**

Köszönet illeti témavezetőmet, Dr. Könyves Lászlót, aki mindvégig felügyelte és segítette munkámat.

Külön köszönetemet szeretném kifejezni Dr. Solymosi Norbertnek, aki az átláthatatlan adatokból is átlátható összefüggéseket varázsolt.

Köszönöm Neuliszt András munkatársam technikai segítségét.

Köszönöm családom mindenkori támogatását.

Édesapám áldozatos szakmai munkája nélkül ez a dolgozat nem született volna meg.

## HuVetA - SZIA

### ELHELYEZÉSI MEGÁLLAPODÁS ÉS SZERZŐI JOGI NYILATKOZAT\*

**Név:** Dr. Rózsa Botond

**Elérhetőség (e-mail cím):** rozsabotond@gmail.com

**A feltöltendő mű címe:** Embrionális és magzati veszteségek alakulása egyes környezeti tényezők függvényében egy intenzív tejelő szarvasmarha állományban (Study on embrional and fetal losses relating to some environmental factor in an intensive dairy herd)

**A mű megjelenési adatai:** 2015.

**Az átadott fájlok száma:** 1

---

Jelen megállapodás elfogadásával a szerző, illetve a szerzői jogok tulajdonosa nem kizárólagos jogot biztosít a HuVetA és a SZIA számára, hogy archiválja (a tartalom megváltoztatása nélkül, a megőrzés és a hozzáférhetőség biztosításának érdekében) és másolásvédett PDF formára konvertálja és szolgáltassa a fenti dokumentumot (beleértve annak kivonatát is).

Beleegyezik, hogy a HuVetA és a SZIA egynél több (csak a HuVetA és a SZIA adminisztrátorai számára hozzáférhető) másolatot taroljon az Ön által átadott dokumentumból kizárólag biztonsági, visszaállítási és megőrzési célból.

Kijelenti, hogy az átadott dokumentum az Ön műve, és/vagy jogosult biztosítani a megállapodásban foglalt rendelkezéseket arra vonatkozóan. Kijelenti továbbá, hogy a mű eredeti és legjobb tudomása szerint nem sérti vele senki más szerzői jogát. Amennyiben a mű tartalmaz olyan anyagot, melyre nézve nem Ön birtokolja a szerzői jogokat, fel kell tüntetnie, hogy korlátlan engedélyt kapott a szerzői jog tulajdonosától arra, hogy engedélyezhesse a jelen megállapodásban szereplő jogokat, és a harmadik személy által birtokolt anyagrészt mellett egyértelműen fel van tüntetve az eredeti szerző neve a művön belül.

A szerzői jogok tulajdonosa a hozzáférés körét az alábbiakban határozza meg (**egyetlen, a megfelelő négyzetben elhelyezett x jellel**):

- engedélyezi, hogy a HuVetA-ban/SZIA-ban tarolt művek korlátlanul hozzáférhetővé váljanak a világhálón,
- a Szent István Egyetem belső hálózata (IP címeire) korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- a SZIE Állatorvos-tudományi Könyvtárban található, dedikált elérést biztosító számítógépre korlátozza a feltöltött dokumentum(ok) elérését,
- csak a dokumentum bibliográfiai adatainak és tartalmi kivonatának feltöltéséhez járul hozzá (korlátlan hozzáféréssel),
- nem engedélyezi a feltöltött dokumentum(ok) elérését és a dokumentum bibliográfiai adatainak nyilvánossá tételét a HuVetA-ban/SZIA-ban.

\* Jelen nyilatkozat az 5/2011. számú, *A Szent István Egyetemen folytatott tudományos publikációs tevékenységgel kapcsolatos adatbázis kialakításáról és alkalmazásáról* című rektori utasításhoz kapcsolódik, illetve annak alapján készült.

Kérjük, **nyilatkozzon a négyzetben elhelyezett jellel a helyben használatról is:**



Engedélyezem a dokumentum(ok) nyomtatott változatának helyben olvasását a könyvtárban.

Amennyiben a feltöltés alapját olyan mű képezi, melyet valamely cég vagy szervezet támogatott illetve szponzorált, kijelenti, hogy jogosult egyetérteni jelen megállapodással a műre vonatkozóan.

A HuVetA/SZIA üzemeltetői a szerző, illetve a jogokat gyakorló személyek és szervezetek irányában nem vállalnak semmilyen felelősséget annak jogi orvoslására, ha valamely felhasználó a HuVetA-ban/SZIA-ban engedéllyel elhelyezett anyaggal törvénytörő módon visszaélne.

Budapest, 2015. június 23.

---

aláírás

szerző/a szerzői jog tulajdonosa

---

*A HuVetA Magyar Állatorvos-tudományi Archívum – Hungarian Veterinary Archive a Szent István Egyetem Állatorvos-tudományi Könyvtár, Levéltár és Múzeum által működtetett szakterületi online adattár, melynek célja, hogy a magyar állatorvos-tudomány és történet dokumentumait, tudásvagyonát elektronikus formában összegyűjtse, rendszerezze, megőrizze, kereshetővé és hozzáférhetővé tegye, szolgáltatassa, a hatályos jogi szabályozások figyelembe vételével.*

*A HuVetA a korszerű informatikai lehetőségek felhasználásával biztosítja a könnyű, (internetes keresőgépekkel is működő) kereshetőséget és lehetőség szerint a teljes szöveg azonnali elérését. Célja ezek révén*

- a magyar állatorvos-tudomány hazai és nemzetközi ismertségének növelése;
- a magyar állatorvosok publikációira történő hivatkozások számának, és ezen keresztül a hazai állatorvosi folyóiratok impakt faktorának növelése;
- az Állatorvos-tudományi Kar és az együttműködő partnerek tudásvagyonának koncentrált megjelenítése révén az intézmények és a hazai állatorvos-tudomány tekintélyének és versenyképességének növelése;
- a szakmai kapcsolatok és együttműködés elősegítése,
- a nyílt hozzáférés támogatása.

*A SZIA Szent István Archívum a Szent István Egyetemen keletkezett tudományos dolgozatok tára.*