

A MESTERSÉGES TERMÉKENYÍTÉS ÉS AZ EMBRIÓ-ÁTÜLTETÉS EREDMÉNYESSÉGÉT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK NAGY TEJTERMELÉSŰ SZARVASMARHA ÁLLOMÁNYOKBAN

ZUBOR TIBOR - HOLLÓ GABRIELLA - PÓSA ROLAND - NAGY-KISZLINGER HENRIETTA -
VIGH ZSÓFIA - HÚTH BALÁZS

ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat célkitűzése a mesterséges termékenyítés és az embrió-átültetés eredményességének összehasonlítása hazai nagy tejtermelésű állományokban, két egymást követő év nyári hőstresszes időszakában. A kísérleteket 5 nagy tejtermelésű hazai állományban végezték el, összesen 1633 beavatkozást értékeltek. A statisztikai elemzéssel az alkalmazott reprodukciós eljárás, az állatcsoport (üsző, tehén), a rektális hőmérséklet és a hónap hatását értékelték. Megállapították, hogy a vemhesülési arány csökkenésével párhuzamosan nőtt a rektális hőmérséklet minden kísérleti csoportban. A tehenek esetében július hónapban, az üszőknél szeptemberben volt a leggyengébb a vemhesülési százalék. A vemhesülési százalék a 39,1 °C-alatti rektális hőmérséklet esetén az embrió-átültetésnél meghaladja a 92 %-t, míg ez az arány a mesterséges termékenyítés során az üszők esetében 48%, a teheneknél pedig 16%. A 39,1 °C-nál nagyobb rektális hőmérsékletű mesterségesen termékenyített üszőket szignifikánsan rosszabb termékenyítési index jellemezte, mint az embrió-átültetéssel vemhesített üszőket. Összességében megállapítható, hogy a nyári hőstresszes időszakban az üszőknél a mesterséges termékenyítéssel szemben embrió-átültetéssel kedvezőbb vemhesülési eredmények érhetők el. A rektális hőmérséklet ismerete elősegíti a megfelelő reprodukciós eljárás kiválasztását.

SUMMARY

Zubor, T. - Holló, G. - Pósa, R. - Nagy-Kiszlinger, H. - Vigh, Zs. - Húth, B.: FACTORS INFLUENCING EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL INSEMINATION AND EMBRYO TRANSFER TECHNIQUES IN HIGH MILK PRODUCING CATTLE HERDS

This study aimed to evaluate the effectiveness of artificial insemination (AI) or embryo transfer (ET) techniques during hot summer period in two consecutive years. The experiments were conducted on 5 high producing dairy farms in Hungary, where 1631 data were examined. With the usage of statistical methods the effects of reproductive management technique, animal group (heifer, cow), rectal temperature and month were analysed. It was established, in line with the decrease of pregnancy rate increased the rectal temperature in all groups; the lowest value for cows and heifers was observed in July and in September. More than 92% of ET, 48% and 16% of inseminated heifers and cows were pregnant up to the category of 39.1 °C of rectal temperature. Inseminated heifers with rectal temperature greater than 39.1 °C significantly higher services per conception can be observed contrary to ET heifers. Findings reveals ET may become a more effective strategy to improve pregnancy success in heifers compared to AI during hot summer period. Based on rectal temperature the appropriate technique can be chosen.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A környezeti hőmérséklet emelkedése, nyári időszakban egyre fontosabb kérdés az állattenyésztésben is. A hőstressz olyan környezeti hatásként határozható meg, ami az állat testhőmérsékletét a fajra jellemző állandó hőmérséklet fölé emeli (Hansen, 2009). A hőstressz a szarvasmarha szaporodásbiológiájára is jelentős negatív hatással van. Már az 1990-es években többen beszámoltak arról, hogy nyári időszakban a mesterségesen termékenyített tejelő állományokban a vemhesülési százalék jelentősen csökken (De Rensis, 2017). Ennek fő oka a hőstressz miatt megemelkedett testhőmérséklet, ami káros következményekkel jár a tejelő tehenek reprodukciós képességeire, a petefészekben a tüszőnövekedésre, a petesejtek minőségére, az ivarzási viselkedésre, a méhben pedig az embrió egészségére (Sakatani, 2017) gyakorol negatív hatást.

Balogh és mtsai (2012) vizsgálatában Magyarországon a nyári időszakban (május-augusztus) a Provsynch-kezelést követő vemhesülési százalék 8,7% és 48,9% között változott, míg télen (októbertől januárig) ez az arány lényegesen jobb: 38,9% és 65,4% közötti. A hőstressz okozta meddőség a hímivarban a téli időszakban gyűjtött és fagyasztott sperma felhasználásával kiküszöbölhető. A nőivarban azonban ez a kérdés jóval bonyolultabb (Hansen és mtsai, 2001).

Korábban Ealy és mtsai (1993) igazolták, hogy a szarvasmarha embrió a fejlődése során ellenállóbbá válik a hőstresszel szemben, és az embrióátültetés sikeres anösztruszos tehenek esetében (Al-Katanani és mtsai, 2002). Később bizonyítást nyert az is, hogy az embrió jól tolerálja a megnövekedett környezeti hőmérsékletet, ami képessé teszi a nagyobb ellenállásra a jövőbeli hőstressz hatásával szemben (Hansen, 2009). A programozott mesterséges termékenyítéssel összehasonlítva a nem fagyasztott, *in vitro* embriók beültetésével hőstresszes időszakban javítható a vemhesülési százalék (Al-Katanani és mtsai, 2002), különösen a nagy termelésű állatok esetében, amelyek már eleve nehezebben termékenyíthetőek, és rosszabbak a fertilitási mutatóik is (Demétrio és mtsai, 2007).

A szarvasmarha testhőmérsékletének monitorozására számos új és régi technológia használható, mint például a bendőkapcsolók, a fülbe vagy a tőgybe ültetett hőérzékelők, a fejőberendezések érzékelői, infravörös termográfia, rektális és vaginális hőmérők. A rektális hőmérséklet a legelterjedtebb módszer a testhőmérséklet mérésére, köszönhetően egyszerűségének és a digitális hőmérők alacsony költségének. Megjegyzik azonban, hogy a mérés pontossága a kezelőtől és a hőmérő mérési mélységétől jelentősen függ (Suthar és mtsai, 2013). Kou és mtsai (2017) újabban azt állapították meg, hogy a rektális hőmérséklet szorosan összefügg a szarvasmarha testfelületének teljesen automatizált módon mért hőmérsékletével, és mindkét paramétert szignifikánsan befolyásolja az évszak.

A kísérletünk fő célkitűzése annak vizsgálata, hogy a mesterséges termékenyítés és az embrió átültetés mennyire bizonyul eredményes eljárásnak a nyári időszakban nagy tejtermelésű állományokban, valamint a rektális hőmérséklet hatása milyen befolyással van a tejhasznú szarvasmarha fertilitási mutatóira (vemhesülési százalék, termékenyítési index).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Helyszín, állatok és takarmányozás

A kísérletet 5 magyarországi tejtermelő tehenészet fajtatiszta Holstein-fríz tehén és üsző állományában végeztük el. A tehenek átlagos tejtermelése 10 000 kg/laktáció feletti volt. A tehenek tartása kötetlen, takarmányozásuk komplett takarmánykeverék (TMR), amely abrakkal (búza, kukorica, árpa, repce és napraforgó) kiegészített kukoricaszilázsból, fűszénázsból és lucernaszénából állt. A teheneket fejőgéppel naponta háromszor fejték. A termékenyítési index a kísérleti időszakban a tehenek és az üszők esetében 5,3-9,7 és 2-2,24 között változott.

A kísérleti időszak alatt a 2017-es és 2018-as évek júliusa és a szeptembere között összesen 1633 vemhesítési adatot értékeltünk (üsző mesterséges termékenyítésű: 282, tehén mesterséges termékenyítésű: 1183, üsző embrió-átültetésű: 168).

Magyarország a mérsékelt éghajlati övezetben fekszik, és erre a régióra a mérsékelt meleg, mérsékelt száraz éghajlati zóna a jellemző (OMSZ, 2019). A vizsgált időszakban az átlagos napi középhőmérséklet 15,5 °C (2017. szeptember) és 23,2 °C között változott (2018. augusztus) (OMSZ, 2019).

A rektális hőmérséklet mérése

A rektális hőmérsékletet háromszor, közvetlenül a mesterséges megtermékenyítés és az embrió beültetése előtt, digitális hőmérővel (AET-F101, Alicn Medical Co., Ltd) mértük meg. A három mérés átlagát tekintettük az adott egyed rektális hőmérsékletének. A méréseket, és így a vemhesítéseket is reggel 9:00-11:00 óra között végezték.

Szaporodásbiológiai program és vemhességvizsgálat

A telepeken ultrahang-vizsgálatokra és hormon-kezelésekre alapuló menedzsmentet alkalmaznak (Easy-Scan 4; BCF; IBEX Go). A dupla-Ovsynch szinkronizációs protokollt a laktáció 41. napján alkalmazzák, melynek során meghatározott időközönként, összesen 4 alkalommal kapnak az állatok GnRH-t (75 µg gonadorelin injekció intramuszkulárisan, OVARELIN, Ceva) és kétszer PGF_{2α}-t (500 µg kloprostenol injekció intramuszkulárisan, ESTRUMATE MSD Animal Health). Az utolsó GnRH-t az időzített mesterséges termékenyítés előtt 12 órával kapják az állatok. Az erre nem megfelelően reagáló anösztrozusos teheneknél progeszteron kiegészítést alkalmaznak (1,38 g progeszteron implantátum, Zoetis). Az üszők tenyésztésbevétele 360 kg-os élősúly és 127 cm-es marmagasság elérése után történik. Az ivarzás detektálása üszőknél megfigyeléssel, míg a teheneknél aktivitásmérő segítségével történik, az ivarzó állatokat külön válogatják és termékenyítik. Az üszők esetében nincsen szinkronizálás, de az ivarzási tüneteket nem mutató állatokat kezelik egyedileg vagy proszttaglandinnal (sárgatest jelenlétekor) vagy ha nincs kóros elváltozás GnRH (0. nap) + proszttaglandin-nal (7. nap). Az embrióátültetésnél a recipiensek előkészítése sárgatest-fázisban adott egyszeri proszttaglandinnal (500 µg kloprostenol intramuszkuláris injekció, MSD Animal Health) történik. Az álló ivarzás időpontját MontaPlus® matricával

és vizuálisan észlelik, majd az adatokat számítógépen rögzítik. A biopsziázott és genomvizsgált Holstein-fríz embriókat a Semex Alliance OPU-IVF (Ovum Pick Up - In Vitro Production) technikával állította elő. Az embriók a Nemzetközi Embrió-Átültető Társaság (IETS) minősítése szerint 1. osztályba sorolhatók, fejlettségük a morulától az expandált blasztocisztáig terjedt. Minden esetben fagyasztott embriók beültetése történt, 0,25-ös műszalmába töltve, direkt transzferes eljárással. Az embriókat 7 nappal az ivarzás után, ultrahangos és manuális sárgatest kontrollt követően, a sárgatestnek megfelelően ipsilaterálisan ültették be a recipiensekbe. A beültetéseket megfelelő gyakorlattal rendelkező, ugyanazon személy végezte.

A vemhesség diagnosztizálása a reprodukciós technika alkalmazását követő 28. és a 30. napon rektális módon 5-7 MHz-es frekvencián lineáris fejjel végzett ultrahangos vizsgálattal történik, (Easy-Scan 4; BCF; IBEX Go), illetve a vemhesnek diagnosztizált állatok ismételt vizsgálatát a 60. napon rektális módon ellenőrzik.

Statisztikai analízis

A hónap, a módszer (mesterséges termékenyítés, embrió-átültetés) / állatcsoportok (üsző, tehenek) hatását a rektális hőmérsékletre GLM teszttel végeztük el a SAS program használatával (9.4 verzió, SAS Institute, Inc., Cary, NC), ugyanakkor a vemhesülési százalékra gyakorolt hatást logisztikus regresszióval elemeztük. A szignifikancia szint $p < 0,05$ volt. A rektális hőmérséklet alapján 0,2 °C-ként hőmérséklet kategóriákat képeztünk és az egyes kategóriákban a vemhesülési százalékat és a termékenyítési index alakulását elemeztük.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A Magyar Meteorológiai Szolgálat (OMSZ, 2019) adatai szerint 2017 és 2018-ban Magyarországon az átlagos havi középhőmérséklet 0,7-2,6 °C-al magasabb volt, mint 1981-2010 között. Az adatok szerint 2017-18 júliusában, augusztusában és szeptemberében az átlagos középhőmérséklet 21,5 °C, 22,6 °C és 16,4 °C volt. Előzőleg *Hegedűsova és mtsai* (2009) számoltak be arról, hogy a fogamzáshoz szükséges optimális hőmérséklet a tejhasznú szarvasmarhában 16-20 °C közötti hőmérséklettartományban van.

Számos országban, köztük Magyarországon is megfigyelhető a modern tejelő szarvasmarhák termékenységeinek csökkenése is az elmúlt 30 évben (*Szenci és mtsai*, 2019). Először *Ulberg és Burfening* (1967) számolt be arról, hogy minden 1 °C-os testhőmérséklet növekedés körülbelül 25%-kal csökkenti a vemhesülési százalékat. Az 1. táblázat szemlélteti, hogy a vemhesülési százalék szignifikánsan alacsonyabb volt a mesterségesen termékenyített teheneknél (16%), kiváltképpen júliusban (10%), míg az üszőknél a legalacsonyabb értékeket a másik két hónapban figyeltük meg (mesterségesen termékenyítésű: 43% és embrió-átültetéses: 54%). Közismert, hogy a hőstressz hatással van a szarvasmarha testhőmérsékletére (*Hahn*, 1999; *Kadzeree és mtsai*, 2002), és ez a válaszreakció előbb jelentkezik, mint a takarmányfelvétel csökkenése. A rektális hőmérséklet, mint élettani paraméter felhasználható a komfortzóna és a környezeti hőmérséklethez történő alkalmazkodás jellemzésére (*Hemsworth és mtsai*, 1995).

1. táblázat

A hónap hatása a vemhesülési százaléokra és a rektális hőmérsékletre mesterségesen termékenyítésű és embrió-átültetésű csoportokban

Hónap (1)	Üsző, mesterséges termékenyítésű (2)		Tehén, mesterséges termékenyítésű (3)		Üsző, embrió-átültetésű (4)	
	rektális hőmérséklet, °C (5)	vemhesülési százalék, % (6)	rektális hőmérséklet, °C (5)	vemhesülési százalék, % (6)	rektális hőmérséklet, °C (5)	vemhesülési százalék, % (6)
Július (7)	38,2 ± 0,3 ^{a,A}	54,5 ^A	39,1 ± 0,6 ^{a,B}	10,4 ^{B,**}	38,5 ± 0,4 ^{a,A}	65,2 ^A
Augusztus (8)	38,4 ± 0,5 ^{b,A}	44,1 ^A	38,8 ± 0,6 ^{b,B}	19,2 ^{B,*}	39,2 ± 1,0 ^{b,C}	52,4 ^A
Szeptember (9)	38,3 ± 0,4 ^{b,B}	42,7 ^A	38,6 ± 0,5 ^{c,A}	18,9 ^{B,**}	38,8 ± 0,3 ^{ab,A}	53,8 ^A
Átlag (10)	38,3 ± 0,4 ^A	47,1 ^{A,+}	38,8 ± 0,6 ^B	16,7 ^B	38,8 ± 0,5 ^B	57,1 ^{A,++}

^{A, B, C} szignifikáns különbséget jelöl ($p < 0.0001$) soronként, ^{A, B, C} means significant differences ($p < 0.0001$) between rows

^{a, b, c} szignifikáns különbséget jelöl ($p < 0.0001$) oszloponként, ^{a, b, c} means significant differences ($p < 0.0001$) between columns

^{+, ++} szignifikáns különbséget jelöl ($p < 0.05$) soronként, ^{+, ++} means significant differences ($p < 0.05$) between rows

^{*, **} szignifikáns különbséget jelöl ($p < 0.05$) oszloponként, ^{*, **} means significant differences ($p < 0.05$) between columns

Table 1. Effect of month on pregnancy rate and rectal temperature in artificially inseminated and embryo-transferred groups

month (1); heifer; artificially inseminated (2); cow; artificially indóseminated (3); heifer; embryo-transferred (4); rectal temperature (5); pregnancy rate (6); July (7); August (8); September (9); mean (10)

Polsky és mtsai (2017) szerint a testhőmérséklet mérése a leghatékonyabb a hőstressz értékelésére, ugyanis nem találtak érdemi összefüggést a környezeti hőmérsékletet és páratartalmat is magába foglaló un. HPI index (hőmérséklet páratartalom index) és a hüvelyben mért testhőmérséklet között. Ezen korreláció hiánya, véleményük szerint az egyedi érzékenységgel magyarázható, ami valószínűleg az adott egyed környezeti hőmérséklet/páratartalom ingadozásával szembeni ellenállóképességét is jelzi.

A vizsgált állományunk testhőmérséklete széles skálán 37,7- 40,6 °C között változott. Kísérletünkben az átlagos rektális hőmérséklet a mesterségesen termékenyített üszőknél és teheneknél 38,3 és 38,8 °C volt, míg az embrió-átültetéssel vemhesített üszőknél 38,8 °C. Irodalmi adatok szerint a tejelő szarvasmarha testhőmérséklete 38,6 ± 0,5 °C (Andersson és Jónasson, 1993), napi 0,8-1,8 °C-os ingadozással (Piccione és Refinetti, 2003). A nyári testhőmérséklet pedig magasabb, mint a téli (Sartori és mtsai, 2002). Suthar és mtsai (2013) kísérletében a laktáló tehenek átlagos rektális hőmérséklete kissé alacsonyabb (38,4 °C), mint a mi teheneinké (38,8 °C). Figyelembe kell venni azonban azt, hogy a fenti tanulmányban a környezeti hőmérséklet alacsonyabb volt (17,2 °C), mint vizsgálatunk során.

Az üszőknél a rektális hőmérséklet a nyár során folyamatosan emelkedett, és mindkét csoportban (embrióátültetés, mesterséges termékenyítés) hasonló ten-

dencia volt megfigyelhető; a legmagasabb értékeket augusztusban, azt követően szeptemberben, majd júliusban mérték. Ezzel szemben a teheneknél a rektális hőmérséklet júliusban szignifikánsan magasabb volt, mint a másik két hónapban.

Ismeretes, hogy a laktáció során keletkező hő nagy mennyisége megnehezíti a tejtermelő nőivarú egyedek testhőmérséklet-szabályozását, különösen a meleg nyári időszakban (*Nabenishi és mtsai*, 2011). Továbbá az üszők kevésbé érzékenyek a hőstresszre a tehenekhez képest (*Sartori és mtsai*, 2002), a tehenek ugyanis nagyobb hőmérséklet-emelkedést mutattak a környezeti hőmérséklet növekedésekor, mint az üszők. Tanulmányunkban a teheneknél a legmagasabb rektális hőmérsékleteket júliusban mértük, az üsző csoportoknál a rektális hőmérséklet emelkedése egy hónappal később történt a tehenekhez képest. A mesterségesen termékenyített üsző csoportban mértük a vizsgált időszak alatt a legalacsonyabb rektális hőmérsékletet, ez is jelzi az üszők jobb hőmérsékletszabályozó képességét tehenekkel szemben.

Az adatok alapján megállapítható, hogy a rektális hőmérséklet növekedésével együtt csökkent a vemhesülési százalék minden csoportban. A rektális hőmérséklet 38,2 °C-ról 0,2 °C-kal történő növekedése a mesterségesen termékenyített üsző csoportban a vemhesülési százalék 10%-os csökkenését eredményezte (54,5% v. 44,1%). A mesterségesen termékenyített tehen csoportban a vemhesülési százalékban körülbelül 9%-os csökkenés volt megfigyelhető (18,9% v. 10,4%), a rektális hőmérséklet 0,3-0,5 °C-kal emelkedése esetén. A legmagasabb rektális hőmérsékletet az embrió-átültetésű üsző csoportban mértük, hasonlóan a másik csoportokhoz a magasabb rektális hőmérséklet ez esetben is negatívan befolyásolta a vemhesülési százalékot; a júliusi értékhez képest szeptemberben 12%-kal volt kisebb. Az ET üsző rektális hőmérséklete júliusban átlagosan 38,5 °C ekkor a vemhesülési arány 65%, míg augusztusban a legmagasabb 39,2 °C ekkor a vemhesülési arány 52,4%.

A rektális hőmérséklet növekedése 3,5-szöröse, mint a mesterséges termékenyítésű üszőknél mért, ugyanakkor a vemhesülési arány kisebb mértékű romlást mutatott a másik csoporthoz képest. Másrészt kiemelendő az is, hogy a legrosszabb vemhesülési százalék (53%) az embrió-átültetésű üsző csoportban megfigyelt, a mesterséges termékenyítésű üszőknél tapasztalt legjobb vemhesülési százalékkal (54%).

Összegezve az eredményeket megállapítható, hogy a tehenek a magas metabolikus hőtermelésük miatt nehezen viselik a hirtelen jött kánikulát. A vemhesülési eredmények szerint egy hónapra van szükségük az alkalmazkodásra. Az üszők ideális energiamérlege nem okoz plusz hőtermelést, ezért csak a környezeti hősoknak vannak kitéve. Korábban *Hansen* (2009) jegyezte le, hogy a hőstressz 20-26 nappal az ivarzás előtt befolyásolja a tüsző működését, vizsgálatunkban az üszők csökkent őszi termékenysége ezzel magyarázható. Az üszők első két hónapot jól tolerálják, a hőstressz hatása a második kánikulai hónap végére tetőzik, s még ezután három hétig fejt ki káros hatását. Így a harmadik hónapban a csökkenő külső hőmérséklet ellenére tovább emelkedik a rektális hőmérséklet, csökken a vemhesülési százalék, vagyis a hőstressz okozta káros hatások később jelentkeznek, mint a teheneknél. Eredményeink megerősítik *Mellado és mtsai* (2014) korábbi megállapításait, nevezetesen az üszők és a tehenek legrosszabb vemhesülési százaléka az év során eltérően alakul, az üszőké legrosszabb szept-

tember hónapban, míg a teheneké júliusban. Egy közelmúltban publikált magyar tanulmányban (Novotni-Dankó és mtsai, 2017) adatainkkal megegyezően is azt tapasztalták, hogy a tehenek vemhesülési százaléka májustól kezd romlani és júliusban és augusztus hónapban a legrosszabbak az eredmények.

A 2. táblázatban jól látható, hogy a különböző rektális hőmérséklet-kategóriákra vonatkozó kumulatív vemhességi arányok is szignifikánsan eltértek a csoportok között. A 38 °C-nál alacsonyabb és 39,1 °C-nál magasabb rektális hőmérséklet kategóriába tartozó teheneket alacsonyabb vemhesülési százalék jellemzi, mint a 38-39,1 °C közötti hőmérséklet kategóriába sorolt egyedeket.

2. táblázat

A vemhes állatok megoszlása rektális hőmérséklet kategóriánként

Rektális hőmérséklet kategória, °C (1)	Vemhes állatok gyakorisága, % (2)			Vemhes állatok kumulatív százalékos gyakorisága, % (3)		
	Üsző, AI (4)	Tehén, AI (5)	Üsző, ET (6)	Üsző, AI (4)	Tehén, AI (5)	Üsző, ET (6)
37,7-37,9	5,67	0,51	0	5,67	0,51	0
38,0-38,2	13,48	3,21	34,31	19,15	3,72	34,31
38,3-38,5	16,31	4,73	36,28	35,46	8,45	70,59
38,6-38,8	9,93	4,31	12,74	45,39	12,76	83,33
38,9-39,1	2,13	3,47	8,83	47,52	16,23	92,16
39,2-39,4	0	1,52	1,96	47,52	17,75	94,12
39,5-39,7	0	0,59	1,96	47,52	18,34	96,08
39,8-40,0	0	0,09	2,94	47,52	18,43	99,02
40,1-40,3		0,17	0		18,60	99,02
40,4-40,6					18,68	100,00

Table 2. Percentage of pregnant females according to rectal temperature categories

rectal temperature category (1); percentage of pregnant animals (2); cumulative percentage of pregnant animals (3); heifer; artificially inseminated (4); cow; artificially inseminated (5); heifer; embryo-transferred (6)

Nabenishi és mtsai (2011) szerint a mesterséges termékenyítéskor mért testhőmérséklet és a fogamzási arány között negatív korreláció állt fenn, eredményeik szerint a testhőmérséklet 38,7 °C-ról 0,6 °C-kal történő növekedése a vemhesülési százalék 11,6%-os csökkenését eredményezte. Az embrió-átültetés esetén a magasabb testhőmérséklettel rendelkező tehenek szintén kisebb valószínűséggel vemhesülnek Vasconcelos és mtsai (2006) eredményei szerint, és a rektális hőmérséklet emelkedésével csökkent a vemhesülési százalék.

Polsky és mtsai (2017) szerint a 39,1 °C feletti testhőmérséklet jelzi a hőstresszt. Eredményeink szerint a 39,1 °C-os rektális hőmérséklet-kategóriáig, az embrió-átültetéssel vemhesített üszőknél az egyedek több mint 92%-a vemhes lett, a mesterséges termékenyítésű üszőknél ez az arány 48%, míg teheneknél 16%. Ezen túlmenően az is megfigyelhető, hogy a mesterségesen termékenyített üsző

és tehén csoportoknál a 39,1 °C feletti rektális hőmérséklet-kategóriákban a vemhesülési százalékok számottevően már nem változtak, míg az embrió-átültetéskor a vemhesülési százalék tovább javult a 39,1 °C feletti kategóriákban is, vagyis az egyes eljárások eredményessége hőmérséklet kategóriánként eltérő. A korábbi külföldi véleményekkel összhangban (Stewart és mtsai, 2011) azt tapasztaltuk, hogy az embrió-átültetés növeli a vemhesülési százalékot a nyári hőstresszes időszakban. Vélhetően annak köszönhetően, hogy az embriók kevésbé érzékenyek a hőstresszre. Eredményeink megerősítették, hogy a mesterséges termékenyítéssel vemhesített tehenek és üszők esetében 39,1 °C feletti rektális hőmérséklet-kategóriákban csökken a fertilitás a mesterségesen termékenyített csoportokban, míg ez nem figyelhető meg az embrió-átültetéssel vemhesített üszők esetében.

A tejelő állományok szaporodásbiológiai teljesítményének értékeléséhez több indexet is használnak (Fodor és Özsvári, 2015). A 1. ábrán a termékenyítési index látható a különböző hőmérséklet-kategóriákban, csoportonként. A termékenyítési index meghatározásakor az összes termékenyítés számát osztottuk el a vemhes egyedek számával.

Novotni-Dankó és mtsai (2017) az üszőknél - 1,6-2,5 termékenyítési indexet mértek, hasonlóan kísérletünkben szereplő azon csoportoknál, melyek rektális hőmérséklete alacsonyabb volt, mint 39,1 °C. A 39,1 °C feletti rektális hőmérséklet-kategóriákban szignifikánsan magasabb értékek figyelhetők meg a mesterségesen termékenyített csoportokban, míg lényeges eltérést nem tapasztaltunk az embrió-átültetéses üsző csoportban. A 38 °C alatti rektális hőmérsékletű egyedek kevésbé voltak termékenyek, különösen a 37,7-37,9 °C közötti kategóriákban:

1. ábra Termékenyítési index alakulása rektális hőmérséklet kategóriánként

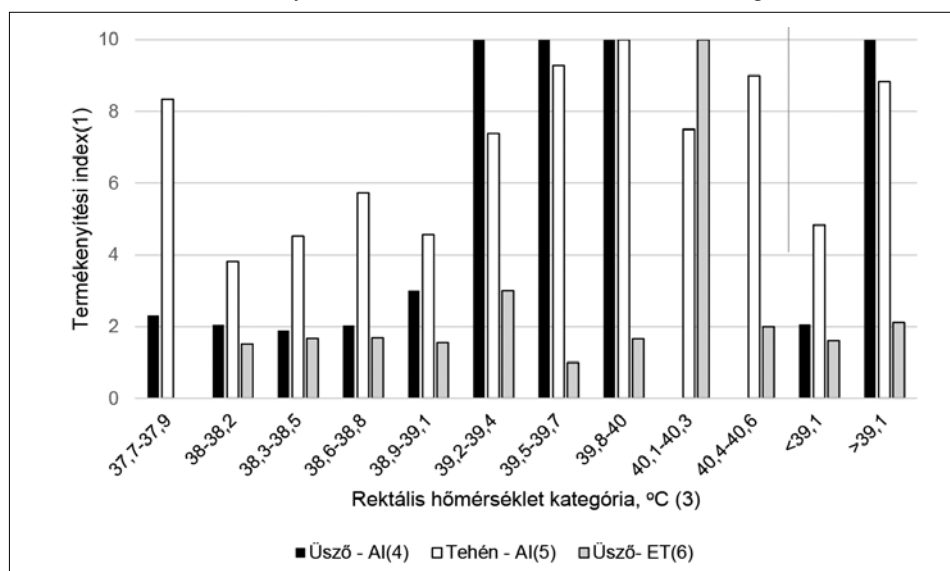


Figure 1. Services per conception according to rectal temperature categories

services per conception (1); optimal range (2); rectal temperature category (3); heifer; artificially inseminated (4); cow; artificially inseminated (5); heifer; embryo-transferred (6)

a teheneknél több termékenyítés szükséges a fogamzáshoz. A 39,1 °C-nál alacsonyabb rektális hőmérsékleti kategóriájú mesterségesen termékenyített üszők és tehenek vemhesítéséhez szükséges termékenyítések száma 2; 4,8, míg az embrióátültetésű üsző csoportban 1,6 volt. Efölött a vemhesítéshez szükséges kezelések száma jelentősen magasabb mesterségesen termékenyített teheneknél (8,8), míg az embrió-átültetésű üszőknél lényegében változatlan (2,1).

KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A jelenlegi eredmények azt mutatják, hogy az embrió-átültetés a nyári szezonban javíthatja a tejelő szarvasmarhák reprodukciós/szaporodásbiológiai teljesítményét. Úgy tűnik, hogy az embrió transzfer hatékonyabb stratégiává válhat a tejtermelő teheneknél a nyári időszakban, mint a mesterséges termékenyítés.

A rektális hőmérséklet ellenőrzése közvetlenül a termékenyítés vagy embrió-beültetés előtt gyors és költséghatékony módszer, és segíthet a tejelő állatok megfelelő reprodukciós technikájának a kiválasztásában.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatást a GINOP 2.3.4-15-2016-00005 finanszírozta.

IRODALOMJEGYZÉK

- Al-Katanani, Y.M. - Drost, M. - Monson, R.L. - Rutledge, J.J. - Krininger III, C. E. - Block, J. - Thatcher, W.W. - Hansen, P.J. (2002): Pregnancy rates following timed embryo transfer with fresh or vitrified *in vitro* produced embryos in lactating dairy cows under heat stress conditions. *Theriogenology*, 58. 171–182.
- Andersson, B.E. - Jónasson, H. (1993): Temperature regulation and environmental physiology. pp. 886–895 in *Dukes' Physiology of Domestic Animals*. 11th ed. Swenson M. J. and Reece W. O., ed. Cornell University Press, Ithaca, NY
- Balogh, O.G. - Fébel, H. - Huszenicza, Gy. - Kulcsár, M. - Abonyi-Tóth, Zs. - Endrődi, T. - Gábor, Gy. (2012): Seasonal fertility differences in synchronised dairy cows: ultrasonic, metabolic and endocrine findings. *Acta Vet. Hung.*, 60. 131–143.
- De Rensis, F. - Lopez-Gatius, F. - García-Isperto, I. - Morini, G. - Scaramuzzi, R.J. (2017): Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season. *Theriogenology*, 91. 145–153.
- Demétrio, D.G.B. - Santos, R.M. - Demétrio, C.G.B. - Vasconcelos, J.L.M. (2007): Factors affecting conception rates following artificial insemination or embryo transfer in lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 90. 5073–5082.
- Ealy, A.D. - Drost, M. - Hansen, P.J. (1993): Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. *J. Dairy Sci.*, 76. 2899–2905.
- Fodor, I. - Ózsvári, L. (2015): The evaluation of reproductive performance in dairy herds. *Proc. 5th Inter. Conf. Management, Management, leadership and strategy for SME's competitiveness*. Szent Istvan University Publish. House, Gödöllő. 461–466.
- Hahn, G.L. (1999): Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Anim. Sci.*, 77. (E-Suppl_2) 10–20.
- Hansen, P.J. - Drost, M. - Rivera, R.M. - Paula-Lopes, F.F. - Al-Katanani Y.M. - Krininger C. E. - Chase C.C. Jr. (2001): Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. *Theriogenology*, 55. 91–103.
- Hansen, P.J., (2009): Effects of heat stress on mammalian reproduction. *Philos. T. Roy. Soc. B.*, 364. 3341–3350.

- Hegedűsová, Z. - Holásek, R. - Slezáková, M. - Dufek A. - Kubica J. (2009): Effect of environmental temperature on embryo production and conception rates in beef and dairy cattle. Proceedings of the Annual Conference of the International Embryo Transfer Society, San Diego, California, USA, 3–7 January 2009. In: *Reproduction, Fertility and Development*, 21. 170.
- Hemsworth, P.H. - Barnett, J.L. - Beveridge, L. - Matthews, L.R. (1995): The welfare of extensively managed dairy cattle: a review. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 42. 161-182.
- Kadzere, C.T. - Murphy, M.R. - Silanikove, N. - Maltz, E. (2002): Heat stress in lactating dairy cows: A review. *Livest. Prod. Sci.*, 77. 59–91.
- Kou, H. - Zhao, Y. - Ren, K. - Chen, X. - Lu, Y. - Wang, D. (2017): Automated measurement of cattle surface temperature and its correlation with rectal temperature. *PLoS ONE*12. e0175377. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175377>
- Mellado, M. - Sepulveda, E. - Macias-Cruz, U.L. - Avendaño, J.E. - Garcia, F. - Veliz, G. - Rodríguez, A. (2014): Effects of month of breeding on reproductive efficiency of Holstein cows and heifers inseminated with sex-sorted or conventional semen in a hot environment. *Trop. Anim. Health Prod.*, 46. 265–269.
- Nabenishi, H. - Ohta, H. - Nishimoto, T. - Morita, T. - Ashizawa, K. - Tsuzuki, Y. (2011): Effect of the temperature-humidity index on body temperature and conception rate of lactating dairy cows in southwestern Japan. *J. Reprod. Develop.*, 57. 450–456.
- Novotni-Dankó, G. - Rónai, Á. - Tóth, P.P. - Szabó, D. - Balogh, P. - Kovács-Koncz, N. (2017): Nyári meleg okozta hőstressz hatásának vizsgálata a tejelő szarvasmarha szaporodásbiológiai mutatóira. *Magy. Allatorvosok*, 139. 717-727.
- OMSZ (2019): www.met.hu/
- Piccione, G. - Refinetti, R. (2003): Thermal chronobiology of domestic animals. *Front. Biosci.*, 8. 258-64.
- Polsky, L.B. - Madureira, A.M.L. - Filho, E.L.D. - Soriano, S. - Sica, A.F. - Vasconcelos, J.L.M. - Cerri, R.L.A. (2017): Association between ambient temperature and humidity, vaginal temperature, and automatic activity monitoring on induced estrus in lactating cows. *J. Dairy Sci.*, 100. 8590–8601.
- Sakatani, M. (2017): Effects of heat stress on bovine preimplantation embryos produced in vitro. *J. Reprod. Develop.*, 63. 347–352.
- Sartori, R. - Rosa, G.J. - Wiltbank, M.C. (2002): Ovarian structures and circulating steroids in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J. Dairy Sci.*, 85. 2813–2822.
- Stewart, B.M. - Block, J. - Morelli, P. - Navarett, A.E. - Amstalden, M. - Bonilla, L. - Hansen, P.J. - Bilby, T.R. (2011): Efficiency of embryo transfer in lactating dairy cows during summer using fresh or vitrified embryos produced in vitro with sexsorted semen. *J. Dairy Sci.*, 94. 3437-3445.
- Suthar, V. - Burfeind, O. - Maeder, B. - Heuwieser W. (2013): Agreement between rectal and vaginal temperature measured with temperature loggers in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 80. 240-245.
- Szenci, O. - Szelényi, Z. - Lénárt, L. - Buják, D. - Kezér, F.L. - Han, B. - Horváth, A. (2019): Importance of monitoring the periparturient period in dairy farms. *Magy. Allatorvosok*, 139. 707-716.
- Ulberg, L.C. - Burfening, P.J. (1967): Embryo death resulting from adverse environment on spermatozoa or ova. *J. Anim. Sci.*, 26. 571-577.
- Vasconcelos, J.L.M. - Demétrio, D.G.B. - Santos, R.M. - Chiari, J.R. - Rodrigues C.A. - Sá Filho, O.G. (2006): Factors potentially affecting fertility of lactating dairy cow recipients. *Theriogenology*, 65. 192-200.

Érkezett: 2019. május

Szerzők címe: Zubor T. - Holló G. - Pósa R. - Nagy-Kiszlinger H. - Vigh Zs. - Húth B.
Kaposvári Egyetem. Agrár- és Környezettudományi Kar
Authors' address: Kaposvár University, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences
H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.
hollo.gabriella@ke.hu