

Examination of the effect of heat stress on reproduction performances of dairy cows

G. Novotniné Dankó^{1*}
 Á. Rónai¹
 P. P. Tóth¹
 D. Szabó¹
 P. Balogh²
 N. Kovácsné Koncz¹

1. Debreceni Egyetem,
 Mezőgazdasági, Élelmiszertudományi-
 és Környezetgazdálkodási Kar,
 Állattenyésztési Tanszék
 4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.

*e-mail: novotnine@agr.unideb.hu

2. Debreceni Egyetem,
 Gazdaságtudományi Kar, Ágazati
 Gazdaságtan és Módszertani Intézet,
 Kutatásmódszertan és Statisztika
 nem önálló Tanszék

Nyári meleg okozta hőstressz hatásának vizsgálata a tejelő szarvasmarha szaporodásbiológiai mutatóira

Novotniné Dankó Gabriella^{1*}, Rónai Ákos¹, Tóth Péter Pál¹, Szabó Dávid¹,

Balogh Péter², Kovácsné Koncz Nóra¹

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők vizsgálatukban holstein-fríz állományok szaporodásbiológiai mutatóit elemezték különös tekintettel a nyári időszakra. A termékenyítési index májustól kezdve folyamatosan emelkedni kezdett, augusztusban érte el a legnagyobb értéket, a teheneké akár 8,8 is lett, míg az üszőké sokkal kiegyenlítettebb (1,6 – 2,5) volt egész évben. A hőstressz vemhes napok számára gyakorolt hatásának vizsgálatakor megfigyelhető, hogy az üszőknél és a teheneknél is hamarabb történik meg az ellés, akár már a 273. napon. A két ellés között eltelt napok száma 450 is lehet azoknál az egyedeknél, amelyeknek a szervizperiódusa nyárra esik, a rosszabb fogamzás miatt.

SUMMARY

Background: The Hungarian climate has continental character, the average temperature is 10 to 11 °C and the annual average temperature is in line with global trends. The warmest period of the year is the end of July and the beginning of August. According to the data of the National Meteorological Service year 2015 was significantly warmer than usual.

Objectives: Heat stress is a major contributing factor to the low fertility of dairy cows inseminated in the late summer months.

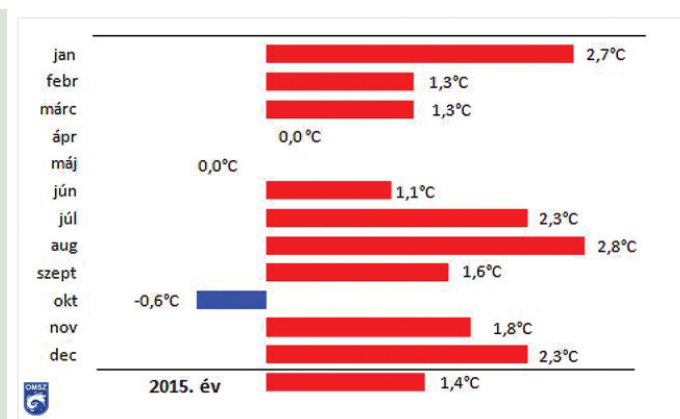
Materials and methods: We examined the reproductive performances of cows and heifers on Holstein-Friesian farms, with particular regard on hot summer months. We focused mostly on the year 2015, which was the warmest globally since 1850.

Results and discussion: Based on our results the conception rate of lactating cows in summer months was poor. However the fertility index of the heifers was equally good throughout the year (between 1.6-2.5), the cow's fertility index increased from May, and the worst was in August (8.8). Examining the effect of heat stress on gestation length we observed that parallel with the monthly average temperature rising, calving began earlier. In summer period the calving may start even on day 273 of gestation. There were up to 13 more day differences in gestation length between the winter and summer calving animals. The calving interval can be 450 days of animals which service period is in the hottest summer time, because of the poor fertility. Our results demonstrated in the hottest months of the year that the conception rate was very low. Therefore, we suggest not to do the insemination process routinely, but paying particular attention on physiological condition and age of the animals, on weather (temperature, front-effects), and so on. Insofar the circumstances are inadequate we may decide to postpone the insemination, not to waste time, money and energy.

SZARVASMARHA

Magyarország éghajlata kontinentális, éves középhőmérsékleteinek időszora a globális folyamatokkal összhangban alakul, azonban a kisebb terület miatt nagyobb változékonyságot mutat. Az évi középhőmérséklet 10–11 °C. Az elmúlt évszázadban Magyarországon is melegebb lett az éghajlat. A melegebbé válást leginkább a nyarak hőmérséklete tükrözi, a múlt század elejétől napjainkig az emelkedés 1,17 °C-ot tesz ki. A nyarak átlaghőmérséklete 1971–2000 között 19,7 °C, az év legmelegebb időszaka július vége és augusztus eleje. Az Országos Meteorológiai Szolgálat adatai alapján 2015-ben egy kivétellel (október) az összes hónap jelentősen melegebb volt a megszokottnál (1. ábra). Egész nyáron hosszantartó hőhullámok és hőségriasztások voltak, a nyár középhőmérséklete melegebbnek bizonyult a sokéves átlagnál. A 2015-ös augusztus országos átlagban 2,8 °C-kal melegebb volt az 1981–2010-es évek átlagánál. 2015 a harmadik legmelegebb év hazánkban a meteorológiai szolgálat adatsorainak 1901-es kezdete óta, és a legmelegebb év globálisan 1850 óta (38).

Hazánkban a nyarak átlaghőmérséklete múlt század elejétől napjainkig 1,17 °C-ot emelkedett



1. ÁBRA. Az országos havi középhőmérséklet eltérése a sokévi (1981–2010-es) átlagtól 2015-ben (15 állomás homogenizált, interpolált adatai alapján) (Forrás: www.met.hu)

FIGURE 1. The differences of average monthly temperature in 2015 from the average of years 1981–2010, in Hungary (Based on 15 stations' homogenized interpolated data)

Akkor beszélhetünk hőstresszről, ha a környezeti hőmérséklet meghaladja azt az értéket, amelyet a szarvasmarha szervezete még kompenzálni képes

Páratartalom függő, de Magyarországon általában 26 °C-os hőmérséklet felett van ez az érték

Gazdasági állataink – így a szarvasmarha is – állandó testhőmérsékletű homeoterm fajok. Testhőmérsékletük csak szűk határok között változik, és viszonylag független a környezet hőmérsékletétől, ez azonban csak úgy valósulhat meg, ha az állat több-kevesebb energiát mindig testhőmérsékletének fenntartására fordít. Bizonyos hőmérsékleti tartományon belül nem kell külön energiát fordítania a test hűtésére vagy fűtésére. A tejelő szarvasmarha esetében ez a 0 és +20°C közötti tartomány. Az állatok létfenntartása minden esetben „elsőbbiséget élvez” a termeléssel szemben, vagyis szervezetük a takarmánnyal felvett energiát elsősorban létfenntartásra használja, és az ezen felül rendelkezésre álló energiahányad hasznosul csak a termékképzésben. A termelés gazdaságossága szempontjából tehát igen lényeges kérdés, hogy állataink mennyi energiát kényszerülnek a létfenntartásra felhasználni. A létfenntartás energiaszükségletét számos tényező befolyásolja (faj, testtömeg, életkor, ivar, termelés), de legfontosabb ezek közül a környezet hőmérséklete. Komfortzónának nevezzük azt a hőmérsékleti tartományt, amelyben az állat a legkevesebb energiát fordítja a test-

hőmérséklet fenntartására, egyúttal ebben a tartományban legjobb az állataink közérzete. A tejtermelő tehén komfortzónája –15 és +26°C között van (27).

Általánosságban akkor beszélhetünk hőstresszről, ha a környezeti hőmérséklet meghaladja azt az értéket, amelyet a szarvasmarha szervezete még kompenzálni képes (18). Úgy definiálhatjuk, hogy a tejelő tehénre jutó hőmennyiség már meghaladja az állat hőleadó képességét, tehát a környezeti hőmérséklet, a relatív páratartalom, a napsugárzás és a légmozgás hatására olyan környezeti körülmények jönnek létre, amely nem fedik a tehén termoneutrális zónáját. A hőstresszt kiváltó környezet páratartalom függő, de Magyarországon általában 26 °C-os hőmérséklet felett van a határ (23). A hőmérséklet nem az egyetlen környezeti tényező, amely a hőstressz intenzitását befolyásolja. A tehén hőleadása változik a környező hőmérséklet változásának hatására. Ha a környező levegő 18–21 °C-os, azaz a környezet jóval hűvösebb, mint a tehén, akkor a tehén saját hőjének mintegy 60–70 %-át képes leadni száraz hőleadással. A levegő hőmérsékletének emelkedésével a hőfelesleg egyre nagyobb hányadát nedves hőleadással kényszerül leadni az állat. Ha a hőmérséklet eléri a 33 °C-ot – amely

Az úgynevezett hőmérséklet/páratartalom index a tehen komfortérzetére utal, és a hőterhelés intenzitását adja meg

A hőstressz következtében elsőként az állatok szaporodásának zavarai jelennek meg

Kihat a tüszőérésre, a tüszőérési hullámok dinamikájára, a sárgatest fejlődésére, a petesejt és embrió minőségére

A hőstressz csökkenti az ivarzás hosszát és intenzitását, ami nehezebbé teszi az ivarzásmegfigyelést

A hőstressz káros hatását fokozza a laktáció elején kialakuló negatív energiamérleg

közel azonos a tehen felületi hőmérsékletével – akkor a nedves hőleadás aránya eléri a 80–90 %-ot. Ezáltal az istállóban emelkedni kezd a páratartalom, amely gátolja a nedves hőleadást, a tehenet hőstressz éri. A hőmérséklet és a relatív páratartalom alapján egy úgynevezett hőmérséklet/páratartalom indexet (HPI) (temperature humidity index – THI) lehet megállapítani, ami a tehen komfortérzetére utal (31).

A THI a hőterhelés intenzitását adja meg, amely a környezeti hőmérséklet és relatív páratartalom együttes hatását méri (1, 17). A szakirodalomban több THI-határérték található, ill. ugyanazon képlet használata esetén is eltérhetnek azok a határértékek, amelyek feletti THI-értékek már veszélyes mértékű hőstresszt jelentenek. REICZIGEL és mtsai (2009) hazai üzemi adatokkal végzett vizsgálata szerint Magyarországon a hőstressz legérzékenyebb indikátora BOHMANOVA és mtsai (2007) ajánlása szerinti számítás, 68-as küszöbértékkel (4, 24).

A hőstressz kiváltotta élettani változások közül elsőként az állatok szaporodásának zavarai jelennek meg. Bár gazdasági állataink többsége elveszítette szaporodása évszakra korlátozódó jellegét, a szaporodás bizonyos fokú szezonálisága még a korszerű, intenzíven termelő fajták esetében is kimutatható. A hőstressz felboríthatja a szervezet hormonális egyensúlyát, ami értelemszerűen a nemi hormonok szintjét is érinti.

A normál spermiogenezishez a testhőmérsékletnél kisebb hő szükséges, újabb eredmények szerint azonban a tüszőérés is hőmérséklet-érzékeny folyamat. A nyári hőstressz kihat a tüszőérésre, a tüszőérési hullámok dinamikájára, a sárgatest fejlődésére, a petesejt és embrió minőségére. Az ivari ciklusban érésre kiválasztódott tüszők közül kevésbé érett domináns tüszők alakulnak ki, ami miatt a theca és granulosa sejtek szexuálissteroid-termelése is zavart szenved. A vérben egyrészt kisebb lesz az ösztrogénszint, másrészt pedig a plazma progesteronszintje attól függően növekszik vagy csökken, hogy a hőstressz heveny vagy idült-e, ill. milyen az állat anyagcsere-állapota. Ezek a hormonális változások csökkentik a tüszőaktivitást, befolyásolják az ovulációt, rontják a petesejt és az embrió minőségét. A méhbeli környezet is változik, ami szintén rontja az embrió minőségét. A hőstressz csökkenti az ivarzás hosszát és intenzitását, ami nehezebbé teszi az ivarzásmegfigyelést is. A hőstressz termékenyülésre gyakorolt hatása nemcsak a nyári (júliustól szeptemberig tartó) kisebb fogamzási arányban mutatkozik meg, de valószínűleg őszi (október–november) is kihat. Ez annak az elhúzó hatásonak az eredménye, amit a nyári meleg okozott azokban a tüszőkben, melyek 49–50 nap múlva válnak domináns tüszővé (7, 37).

A stresszor jelenlétét a központi idegrendszer érzékeli, és beindítja az általános adaptációs szindrómát, amelynek szakaszai a riasztási reakció, az ellenállási és a kimerülési fázis. A folyamatban alapvető szerepet játszik a mellékvese velőállományának hormonja, az adrenalin, amely leginkább az első fázisért, a vészreakcióért felelős, míg a mellékvesekéreg hormonja, a kortizol a második és harmadik fázisért. Ilyenkor a hipotalamus–hipofízis–mellékvesekéreg rendszer aktiválódik, a CRF–ACTH hormonok hatására a mellékvesében a kortizolelválasztás fokozódik. A megemelkedett ACTH-szint pedig csökkenti az ösztadiol által kiváltott ivarzási tüneteket (13).

A hőstressz káros hatását fokozza, hogy a laktáció elején minden tehenénél kialakul a negatív energiamérleg, a metabolikus stressz. Az energiahány miatt a zsírmobilizáció fokozódik, nő a ketonanyagok koncentrációja vérben, s akár már a szubklinikai ketózisnak is jelentős negatív hatása lehet a szaporodásbiológiai teljesítményre. Azok a tüszők ugyanis, amelyek – ketózisos állat esetében – magas glükóz, BHB és NEFA koncentrációnak vannak kitéve kevésbé érzékenyek az LH-ra, kevesebb ösztadiolt termelnek és kisebb az esélyük a domináns stádium elérésére, az ovulációra (19). ANDREU (2016) vizsgálatai szerint a nyáron ellő tehenek között 1,4-szer gyakoribb a ketózis előfordulása, mint télen ellők között.

A hőstressz káros hatásaival hozható kapcsolatba a vemhes napok számának csökkenése

Az ellés után első és második héten is fennálló szubklinikai ketózis esetén 50%-kal kisebb a vemhesülés esélye. Vizsgálataiban az elléstől a fogamzásig eltelt idő ketózis esetén közel negyven nappal hosszabb volt, mint a nem ketózisos állatoknál (187,6 vs. 148,4 nap) (2).

A hőstressz káros hatásaihozható kapcsolatba a vemhes napok számának csökkenése is. A vemhesség késői szakaszában a hosszantartó termoneutrális zónán felüli hőmérséklet hatással van az anyai és a magzati anyagcserére és a stressz következtében módosítják a hormonrendszer működését (6). Az ellés megindulásának folyamatát kiváltó magzati stressz hamarabb jelentkezik, az ellés korábban megindul.

Az állattenyésztés szinte minden ágazatában foglalkoznak valamilyen szinten a hőstressz hatásával és az ellene való védekezéssel. A meleg nyári hónapok idején az elsődleges cél, hogy fenntartsuk a tehén homeosztázisát, a termelését, és elkerüljük a szaporodásbiológiában bekövetkező hullámvölgyet. A tejelő szarvasmarhatartásban, különösen az intenzív tejhasznosításnál a hőstressz káros hatásának kivédése a nyári időszakban napi feladatot jelent. A javasolt intézkedések alapvetően két csoportba sorolhatók, a tartástechnológiai, ill. takarmányozási módszerek közé. A kétféle eljárás nem helyettesíti, hanem kiegészíti egymást (3, 27). Felmerülhet az igény molekuláris genetikai vizsgálatokra is az állatok hőstresszérzékenysége szempontjából való csoportba sorolására hőszokk-rezisztencia genetikai polimorfizmusok alapján (26).

SAJÁT VIZSGÁLATOK

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat a hajdúszoboszlói Köseley Zrt.-nél, az emődi Mezőgazdasági Zrt.-nél és a harsányi Szirmaterm Kft.-nél végeztük. A telepeken 350–520-as tehénlétszámok közötti, 8–9,5 ezer literes laktációs átlaggal termelő holstein-fríz fajtájú állományok vannak. A tartástechnológia nyitott, kötetlen mélyalmos tartás. Az adatokat a telepek Riska telepírányítási rendszereiből gyűjtöttük. A szaporodásbiológiai mutatók közül a termékenyítési indexet, a vemhesülési százalékot, a vemhesség idejét és a két ellés közötti időszakot értékeltük. Eredményeink

főként a 2015 évi adatokból származnak, amely különösen meleg év volt az utóbbi évek, sőt évszázadok adatai alapján. A hőmérsékleti adatokat az Országos Meteorológiai Szolgálattól kértük, ill. a telepek saját mérőállomásaitól kaptuk.

A HPI-index számítását McDOWELL és mtsai (1976) (21) ajánlása alapján végeztük:

$HPI (THI) = 0,72 \times (W + D) + 40,6$ ahol W a nedves, D pedig a száraz hőmérséklet °C -ban.

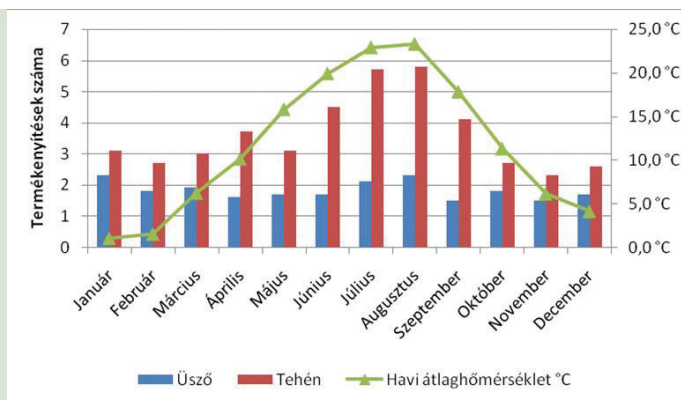
Statisztikai elemzés: a telepeken mért havi átlaghőmérsékletek és az üszők, ill. tehének termékenyítési indexei közötti összefüggés vizsgálatot korrelációs együtthatók számításával végeztük. A hőmérséklet emelkedésének hatását a vemhes napok számának csökkenésére egytényezős varianciaanalízissel vizsgáltuk, az átlagok többszörös összehasonlításra a Tukey-tesztet használtuk ($p < 0,05$).

EREDMÉNYEK

A hőstressz hatása a termékenyítési indexre

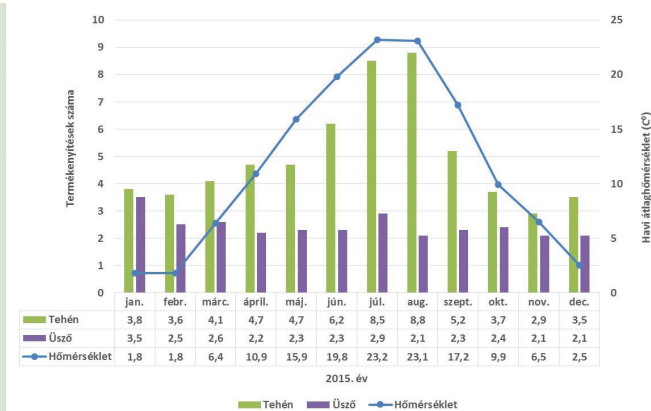
A termékenyítési index az adott időszakban végzett összes termékenyítés arányát mutatja a következ-

A vizsgálatokat 3 hazai holstein-fríz fajtájú tehénállományban végezték



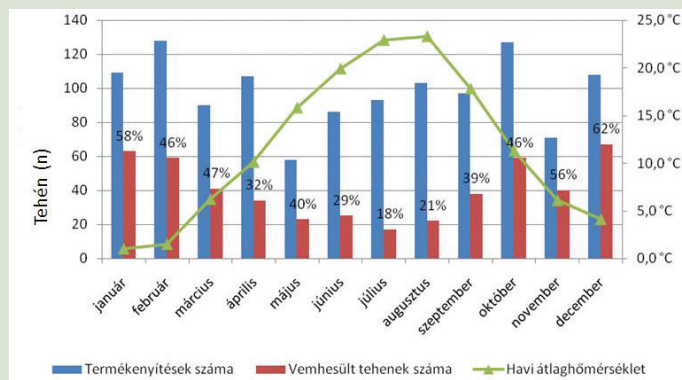
2. ÁBRA. Az üszők és a tehének termékenyítési indexe és a havi átlaghőmérsékletek alakulása 2015-ben a hajdúszoboszlói telepen (Forrás: Köseley Zrt., Hajdúszoboszló)

FIGURE 2. Fertility index of heifers (blue column) and cows (red column) and the monthly average temperature (green line) in 2015 on Köseley Dairy Cow Farm, Hajdúszoboszló



3. ÁBRA. A havi átlaghőmérséklet (°C) és az üszők és tehenek termékenyítési indexeinek alakulása 2015-ben az emődi telepen (Forrás: Szirmaterm Kft., Harsány)

FIGURE 3. The monthly average temperature (°C; blue line) and the fertility index of heifers and cows in 2015 on Szirmaterm Dairy Cow Farm, Emőd (purple column: heifers; green column: cows; blue line: average temperature)



4. ÁBRA. A havi átlaghőmérséklet (°C), valamint a termékenyítések és a vemhesült tehenek számának havi %-os aránya a hajdúszoboszlói telepen 2015 évben (Forrás: Kösely Zrt., Hajdúszoboszló)

FIGURE 4. The monthly average temperature (°C) and the cows' fertility rate in different months in 2015 (number of inseminations: blue column; number of conception: red column; average temperature: green line) (Kösely Ltd, Hajdúszoboszló)

Az év eleji 47–58% közötti vemhesülési arány júliusban és augusztusban 20% körüli értékre esett vissza

A 4. ábra mutatja, hogy az év eleji 47–58% közötti vemhesülési arány júliusban és augusztusban 20% körüli értékre esett vissza. Az áprilisi csökkenés (32%) azzal magyarázható, hogy tavasszal változékonyabb az időjárás, meleg és hidegfrontok váltakozhatnak, ami megviseli a tehenek szervezetét. Ilyenkor gyakoribb a csendes ivarzás és az ivarzás kimaradása is. Szeptemberben a havi átlaghőmérséklet 5,5 °C-al csökkent az előző hónaphoz képest, így a vemhesülésben is javulás figyelhető meg. Az őszi hónapokban változatos folyamatok mutatkoztak, ami a frontokkal és a csapadékos, változékony időjárással magyarázható. Az év utolsó hónapjában volt a legjobb vemhesülés, 62%-os aránnyal.

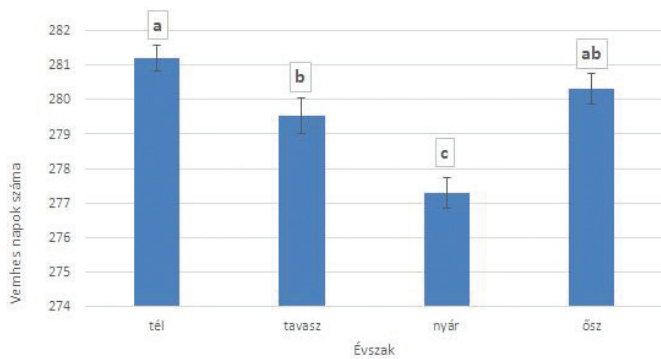
ményes vemhesülések számához képest (24). A hajdúszoboszlói telepen végzett vizsgálatokból a legszembetűnőbb különbség a termékenyítési indexben az üszők és a tehenek között figyelhető meg. A 2. ábrán jól látszik, hogy az üszők termékenyítési indexe sokkal kiegyenlítettebb egész évben, stabilan tartja az 1,6 – 2,3 közötti értékeket. (Üszöknél ezért is használnak szexált szaporítóanyagot). Az üszők termékenyítési indexe és a havi átlaghőmérséklet között nem volt szoros korreláció ($r = 0,13$; $P = 0,68$), bár júliusban és augusztusban emelkedett az index, de a tehenekéhez képest elenyésző mértékben. A tehenek esetében az emelkedő hőmérséklet és a romló termékenyítési index között szoros korrelációt találtunk ($r = 0,88$; $p < 0,001$). Májustól kezdve, ahogy a havi átlaghőmérséklet elérte a 16 °C-ot, folyamatosan emelkedni kezdett a sikeres vemhesüléshez szükséges termékenyítések száma. Augusztusban érte el a legnagyobb értéket (átlagosan 5,8), még szeptemberben is 4-es volt, majd csak november-decemberre csökkent a 2,5-re.

Az ország északi részén, Harsányban a termékenyítési index tekintetében szintén eltérő eredményeket láthatunk a tehenek és a növendékek között. A 3. ábrán jól megfigyelhető a hőstressz hatására kialakult különbség főleg a nyári hónapoknál. A tehenek termékenyítési indexe a nyári hónapokban akár a 8,8-at is elérte, az üszöknél itt sem volt nagyobb változás, szinte egész évben 2,1 és 2,9 közötti volt az értéke. Ez is igazolja, hogy a hőstressz nagyobb hatással van az idősebb, többször ellett tehenekre (tehen $r = 0,88$; $p < 0,001$; üsző $r = 0,21$; $p = 0,50$).

A hőstressz hatása a termékenyülésre

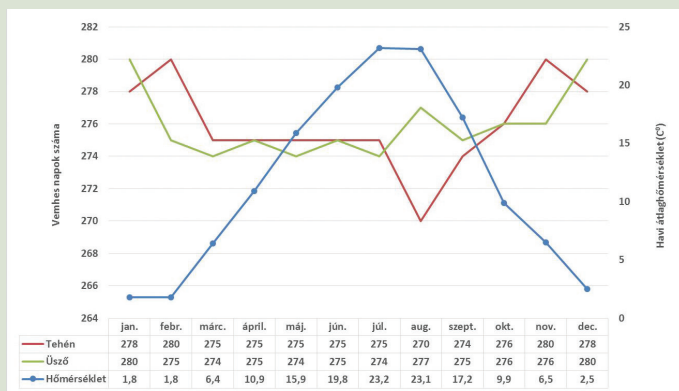
A vemhesülési százalék (fertilítási index) azt fejezi ki, hogy az adott időszakban (pl. egy hónapban) összesen termékenyített nőivarú szarvasmarha közül hány százalék vemhesül (15).

A hajdúszoboszlói telepen a tehenek vemhesülési %-át vizsgálva szoros negatív korreláció igazolható a nyári melegedés és a fertilítási index romlása között ($r = -0,88$; $p < 0,001$).



5. ÁBRA. Átlagos vemhességi napok hossza a különböző évszakokban 2002–2012 közötti felmérésben (Forrás: Mezőgazdasági Zrt., Emőd). A különböző betűk a statisztikailag eltérő átlagokat jelentik ($p < 0,05$)

FIGURE 5. The average gestation length (days) in different seasons between 2002 and 2012 (Agricultural Ltd, Emőd). Different letters means statistically significant differences ($p < 0,05$)



6. ÁBRA. A havi átlaghőmérséklet (°C) és a tehének és elsőborjas üszők vemhességi ideje (nap) 2015-ben a harsányi telepen (Forrás: Szirmaterm Kft., Harsány)

FIGURE 6. The monthly average temperature (°C; blue line) and the gestation length (days) of cows (red line) and first parity heifers (green line) in 2015 (Szirmaterm Dairy Farm, Harsány)

A július-augusztusi nagy melegben a tehének vemhességi ideje rövidült, az üszőké viszont nem

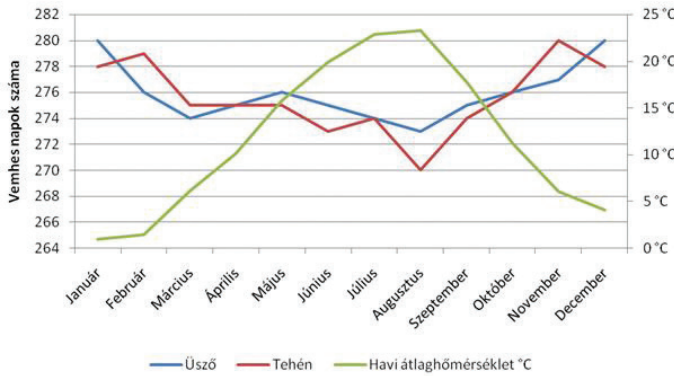
A hőstressz hatása a vemhesség idejére

Az ellés a borjú megszületését jelenti, de tágabb értelemben még ide tartozik az anyaállat felkészülése az ellésre, az elléssel kapcsolatosan az anyagcsere áthangolódása, a hormonális és morfológiai változások, a magzataburok eltávozása és az involúció megindulása. Az ellést 10–14 nappal megelőzően megkezdődik a szülőút fokozatos ellazulása, amely hormonális hatások következménye. A folyamatot megindító impulzus a fokozott magzati kortikoidfunkció („magzati stressz”) eredményként jön létre. A magzati kortizol a placentába, majd az anyai vérkeringésbe átjutva végső soron csökkenti a progeszteronszintet, a méhizomzat fokozatosan visszanyeri spontán aktivitását és oxitocin iránti érzékenységét. Szabályos vemhességi idő elteltével érett és életképes magzat születik. A vemhesség 260. napja után születő borjak nevelhetőek fel általában. Az ellés alapvetően meghatározza a továbbiakban az anyaállat sorsát, vagyis egészségi állapotát, az involúció lefolyását, az újraivarzást, a fogamzást, a két ellés közötti időszak hosszát, a szaporodási ciklust, ill. a hasznos élettartamot (14, 30).

Az emödi Mezőgazdasági Zrt. holstein-fríz telepén a 2002–2012 évek között elemeztük a vemhességi napok hosszát. A tizenegy évet átfogó vizsgálatban a vemhességi napok hossza átlagosan az 5. ábra szerint alakultak a különböző évszakokban. A leghosszabb vemhességi időket a téli hónapokban (november-február) ellő teheneknél regisztráltuk, átlagosan 281,2 nap volt. A legrövidebb vemhességi idők a nyári hónapokban, június-augusztus között ellőknél voltak, átlagosan ebben az időszakban 277,3 nap volt. Varianciaanalízissel statisztikailag igazolható különbséget tudunk kimutatni a téli és nyári vemhességi napok számának átlagai között ($F = 14,178$; $p < 0,001$). A vizsgált 11 évben a leghosszabb vemhességi idő 286 nap, a legrövidebb 273 nap volt, ami 13 napos különbséget jelent a vemhesség időtartamában.

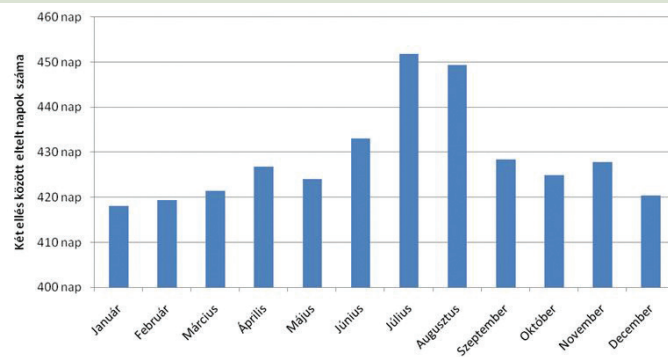
A harsányi telepen a 2015-ös évben a tehének és az vemhes üszők vemhességi napjainak a számait hasonlítottuk össze. A teheneknél az augusztusban ellőknél 270 nap, míg a vemhes üszőknél a májusban ellőknél volt a legrövidebb vemhességi időszak (274 nap). A 6. ábra jól szemlélteti a hőmérséklet hatását a különböző korcsoportú szarvasmarhákra. Érdekes módon a július-augusztusi nagy melegben a tehének vemhességi ideje rövidült (270 nap), az üszőké viszont nem (277 nap). Megfigyeléseink arra engednek következtetni, hogy a hőmérséklet egyértelműen nagyobb hatással van a tehénekre, míg az üszők szervezetét kevésbé befolyásolja.

2015-ben a hajdúszoboszlói telepen vizsgálva a vemhes napok számát jól megfigyelhető, hogy egyik hónapban sem éri el a 285 napot (7. ábra). Májustól augusztusig, a havi átlaghőmérséklet emelkedésével párhuzamosan pedig 270 napra csökken a tehének és 273 napra az üszők (elsőborjas tehének)



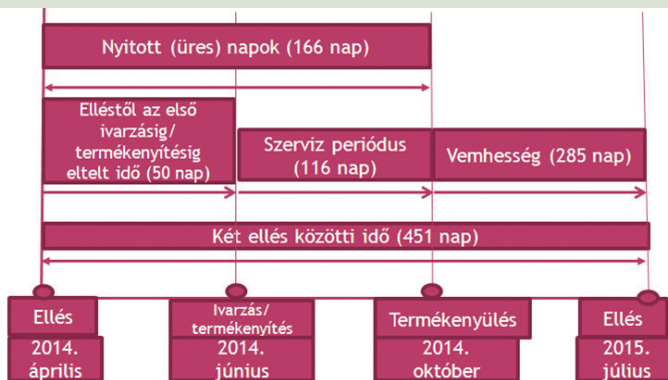
7. ÁBRA. A havi átlaghőmérséklet és a tehenek és üszők vemhes napjainak száma a hajdúszoboszlói telepen 2015-ben (Forrás: Kösely Zrt., Hajdúszoboszló)

FIGURE 7. The monthly average temperature (°C; green line) and the gestation length (days) of cows (red line) and first parity heifers (blue line) in 2015 (Kösely Ltd., Hajdúszoboszló)



8. ÁBRA. A két ellés között eltelt napok száma az adott hónapban ellett teheneknél a hajdúszoboszlói telepen 2015-ben (Forrás: Kösely Zrt., Hajdúszoboszló)

FIGURE 8. The average calving interval of cows (calved at the given month) in 2015 (Kösely Ltd, Hajdúszoboszló)



9. ÁBRA. A két ellés közti idő főbb szakaszai a példa adatai alapján

FIGURE 9. The main parts of the calving interval according to the example (illustration)

vemhes napjainak száma. Ez a rövidebb vemheségi időszak szeptemberig figyelhető meg, majd novemberben éri el a 280 napos évi maximumot.

A hőstressz hatása a két ellés között eltelt időszakra

A hajdúszoboszlói telepen a két ellés közötti időszakot a 2015-ös évben a 8. ábra mutatja.

Elemézve a 8. ábrát, például a július hónapban ellő egyedek két ellés közötti ideje átlagosan 451 nap (15 hónap) volt, tehát 2014. április közepén ellettek előzőleg ezek a tehenek. Ha ezt követte egy nagyjából 50 napos involúciós időszak, akkor az állatoknak körülbelül 2014. május végén, június elején kezdődött a szervizperiódusa.

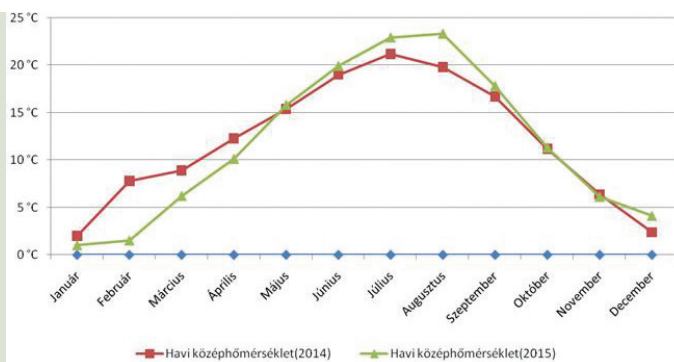
A 9. ábra a két ellés közötti idő főbb szakaszait mutatja, amelyen a július közepi ellésből átlagos vemhességi idővel (285 nap) visszszámolva a vemhesülés ideje 2014. október elejére tehető, a szervizperiódus (kb.116 nap) pedig június eleje és október vége közé.

A 2015-ben a két ellés között eltelt napok számának alakulására válasz a 2014-es, és 2015-ös első félévi hőmérséklet adatokban keresendő, ugyanis a 2014. június és október között mért havi átlaghőmérsékleteken (10. ábra) látható, hogy az év legmelegebb időszakában termékenyítették, ill. kellett volna termékenyülni a teheneknek. Ez alatt a négy hónap alatt akár négyszer-öttször is termékenyítették az egyedeket, tehát a termékenyítési index is igen nagy, a felhasznált szaporítóanyag pedig felesleges kiadást jelentett. Az októberi termékenyülés valószínűleg a nyári hőstressz tüszőérésre gyakorolt elhúzó hatásának eredménye.

Az üres napok száma a meleg miatti sikertelen termékenyítések hatására megnőtt 166 napra, ezzel magyarázható a július és augusztus hónapban tapasztalt 450 nap körüli két ellés közötti időszak állomány szinten. Mivel a 2015-ös havi középhőmérséklet június és szeptember között még melegebb volt, mint a 2014 évi (10. ábra), ezért a 2016-os két ellés közötti időknél is hasonló eredményekre számíthatunk.

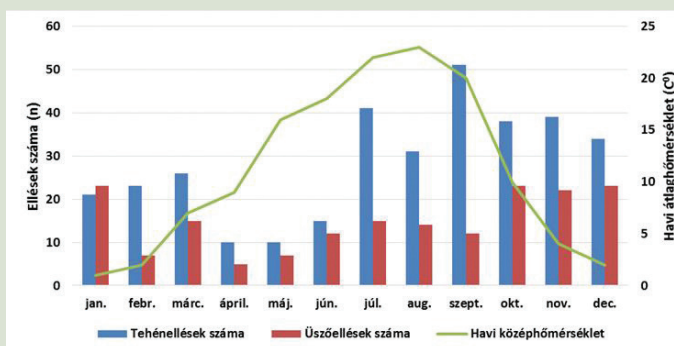
Hőstressz hatása az ellések számára, és azok megoszlására

Az ellések száma 2015 évben egyenlőtlenül alakult a hajdúszoboszlói telepen (11. ábra) Azonnal kitűnik az áprilisi és a májusi nagyon kicsi érték, mind a tehén, mind pedig üszőellés tekintetében. Ez azzal magyarázható, hogy az áprilisban és májusban ellett tehenek termékenyítése az előző év két legmelegebb hónapjára, júliusra és augusztusra esett, amikor is (előzőekben bemutatott eredményeink szerint is) kicsi volt a fogamzási arány.



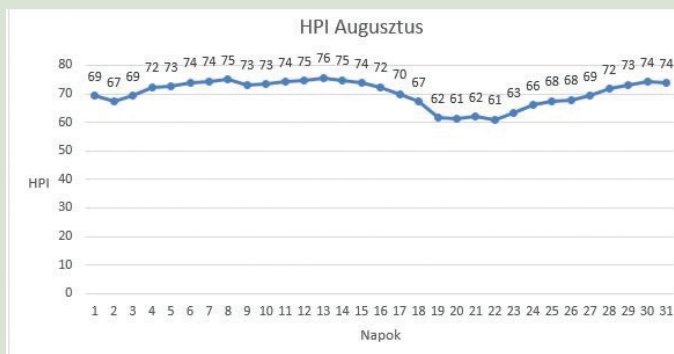
10. ÁBRA. A 2014 és 2015 évi havi átlaghőmérsékletek alakulása a hajdúszoboszlói térségben (Forrás: OMSZ)

FIGURE 10. The monthly average temperature in 2014 (red line) and 2015 (green line) in Hajdúszoboszló region (Source: Hungarian Weather Service)



11. ÁBRA. A havi középhőmérsékletek alakulása, valamint az üszők és tehénellések száma havi bontásban a hajdúszoboszlói Köselly Zrt.-nél 2015-ben

FIGURE 11. The monthly average temperature and the number of monthly calving of cows (red column) and first parity heifers (blue column) in Köselly Ltd, Hajdúszoboszló, 2015



12. ÁBRA. A HPI érték alakulása a harsányi Szirmaterm Kft telepén 2015 augusztusában

FIGURE 12. The THI index on Szirmaterm Dairy Cow Farm (Harsány) in August 2015

A másik kiugró adat a júliusi tehénellések száma. Az előzőekben is láthattuk, hogy a meleg hatására csökken a tehének vemhességi ideje, hamarabb indul meg az ellés. Ebben az esetben is a július hónapban ellett tehének egy részének a következő hónapban kellett volna elleniük. Szeptembertől emelkedik a havi ellések száma (ezen állatok november-február között termékenyültek), bár az üszőké kisebb mértékben. Az egész évben kisebb mértékben ingadozó üszöellések száma is azt mutatja, hogy jobban tűrik a magasabb hőmérsékletet és az időjárás változást, mint a tehének.

A HPI és a szaporodásbiológiai mutatók közötti kapcsolat

A meteorológiai szolgálat és a Szirmaterm Kft. által biztosított adatok alapján kiszámoltuk a harsányi telep hőmérséklet-páratartalom indexét június, július és augusztusi hónapokra. Az általunk végzett számítási módszer (22) alapján a 72 vagy afelletti HPI-határérték jelezte a hőstressz veszélyét. A telepen júniusban 2, júliusban 13 és augusztusban 17 nap volt, ami meghaladta ezt a 72-es HPI-értéket. Az eddig taglalt szaporodásbiológiai mutatók és a HPI-érték között észrevehetőek a párhuzamok. A 12. ábrán az augusztusi HPI-értékeket ábrázoltuk, amin jól látszik, hogy azok majdnem két hétig (aug. 4 és 16 között) 72 felett voltak. A tehének termékenyítési indexe július és augusztus hónapokban volt a legnagyobb, 8,5 ill. 8,8. A vemhes napok száma a július-augusztusi nagy melegben a tehének esetében 275, majd 270 napra csökkent.

MEGVITATÁS

Korábbi irodalmi adatoknak megfelelően (5, 7, 16, 32, 35) jelen kutatásban is igazolást nyert, hogy tejelő tehéneknél a hőstressz a szaporodásbiológiai mutatók romlásában is megnyilvánul.

A termékenyítési index kívánatos értéke: 2,0–2,5 között van, üszők termékenyítésekor rendszerint kevesebb (1,5–1,8) (15). Az általunk vizsgált telepeken a termékenyítési index a június-augusztus hónapokban termékenyített tehéneknél 6,2–8,8 között volt, míg üszőknél egész évben kiegyenlítettebb volt évszaktól és hőmérséklettől függetlenül, 2,1 és 2,9-es értékek között. Az emelkedett termékenyítési indexszel összefügg a romló vemhesülési százalék is.

Megfelelő körülmények között az első termékenyítés után a vemhesülések aránya tehéneknél hazánkban 50–55% körül van, üszőállományokban kedvezőbb, 60–65% (15). Ez az általunk vizsgált hajdúszoboszlói telepen a téli hónapokban közelítette meg az irodalmi értéket (46–62 % között), július-au-

A romló vemhesülési arányok komoly költség-növekedést jelentenek

gusztus hónapokban pedig 20% volt. Ez az érték hosszú távon komoly költség-növekedést jelent, hiszen a rossz vemhesülési százalék szükségessé teszi az újabb inszeminálást.

A kedvezőtlen mutatók hátterében a legtöbb szerző szerint a korai embrionális veszteségek állnak (11, 20, 28, 29).

Az ivarzás körül a petesejt érzékenyebbé válik a melegebb hőmérsékletre, és könnyebben károsodik (7, 25, 36) továbbá a hőstressznek kitett tehén magas méhúri hőmérséklete hátráltatja az embrió fejlődését, amely rontja az embrió beágyazódásának esélyeit (16, 35). Több kutatás a hőstressz embriót károsító hatásának okaként a csökkent mértékű fehérjeszintézist (8, 9), ill. az alacsony LH- és ösztadiolszintet jelöli meg (7). A gátolt embrionális fejlődés tehát mindenképpen összefüggésben van a környezeti hőmérséklettel.

Akár 7–13 nappal hamarabb is megindul az ellés a nyári időszakban, mint télen

Az általunk megfigyelt adatokból jól látszik az emelkedő hőmérséklet hatása az idő előtt bekövetkező ellésre. Akár 7–13 nappal hamarabb is megindul az ellés a nyári időszakban, mint télen. Mind a három telepnél azt tapasztaltuk, hogy a július-augusztus hónapokban ellet tehének vemhességi ideje rövidült, az üszőkre viszont nem volt jelentős hatással a hőmérséklet.

Az üszők jobban tűrik a magas hőmérsékletet és az időjárás változást, mint a tehének

Összességében elmondható, hogy az üszők jobban tűrik a magas hőmérsékletet és az időjárás változást, mint a tehének, jobb szaporodásbiológiai tulajdonságokkal rendelkeznek, jobban viselik a hőstresszt. Figyelembe kell azonban venni, hogy az üszők szervezete kevésbé van terhelve, nincs tejtermelésük, nincsenek se fejéssel, se pedig a felhajtással járó stressznek kitéve.

Azoknál a teheneknél, amelyek szervizperiódusa a nyári időszakra esett, a fogamzás nehezen történt meg, a két ellés közti időszak 450 napra is kitolódott.

A késői termékenyülésnek valószínűleg a legfőbb oka hogy a tartós hőség fennállása esetén csökkent az ivarzó állatok száma, az ivarzás hossza és intenzitása is (10, 17) – mivel a hőstressz negatívan befolyásolja a tüszőfejlődést (7, 33, 35) – amely növeli a két ellés közötti üres napok számát.

Nyári hőstressznek kitett tejelő teheneknél csökken a szárazanyag-felvétel

Egyes szerzők azt is megállapították, hogy a nyári hőstressznek kitett tejelő teheneknél csökken a szárazanyag-felvétel. Ennek következtében az ellés utáni állatoknál súlyosbodik a negatív energiaegyensúlyi állapot, ami a plazma inzulin, az IGF-I-koncentrációjának, ill. glükózsint csökkenéséhez vezet (7, 34, 35), amely csökkenti a tejelő tehének ellés utáni fogamzóképeségét. A csökkent takarmányfelvétel növeli az acidózis kialakulásának veszélyét is (12).

Az árnyékolás és a mesterséges légmozgás kombinációját alkalmazó párástó berendezés a tehének hűtésének leghatékonyabb módszere

A hőségnapok az állatok jólétére, a szaporodásbiológiai mutatókra és a termelési eredményekre gyakorolt káros hatásai különböző tartástechnológiai módszerekkel mérsékelhetők. A mai technológiák mellett lehetőségünk van szabályozni az istálló hőmérséklet- és páratartalmát, ugyanis ez az egyik legfontosabb tényező, amely növeli a tejelő tehének ellés-fogamzási intervallumát az év forró évszakában. Különböző kísérleteket tettek a hőstressz termékenységre gyakorolt hatásainak leküzdésére, beleértve az árnyékolást, a mesterséges szellőzést, a megfelelően méretezett ventilátorokat, ill. párástó berendezéseket (7). Hazai és külföldi tapasztalatok alapján az árnyékolás és a mesterséges légmozgás kombinációját alkalmazó párástó berendezés a tehének hűtésének leghatékonyabb módszere (18).

A hűtőrendszerek meleg időben történő használata kedvező hatással jár, de ezek önmagukban nem állítják helyre a termékenységet. A nyári meddőség enyhíthető a jó minőségű takarmánnyal a negatív energiamérleg leküzdésére és a hormonális kezeléssel a normális ciklus kiváltására (7).

Az általunk vizsgálat telepeken az istállókat korszerűsítik, tetőszellőzőket alakítanak ki, nagy teljesítményű ventilátorokat telepítenek, az etetők fölé párástó berendezést helyeznek fel. Javasolható, hogy ahol még nem történtek meg ezek a beruházások, minél előbb tegyék meg a telepek ne csak a termelő istállóban, de a vemhes üszők, a termékenyítendő üszők, és a szárazonálló tehének istálló-

A nyári hónapokban javasolható, hogy a termékenyítést a kora reggeli órákra időzítsék

jában is. Ahol a fejőház várakozója nyitott ott problémát okozhat a kora délutáni (3 és 4 óra közötti) fejés. Ekkor még nagyon meleg van, nincs jó hatással az állatokra, ha árnyékmentes, szűk területre zsúfolják össze az állományt. Ilyen helyen mindenképp fontos a várakozó lefedése, akár teljes mértékben, akár csak raschel hálóval is. Rendkívül fontos a megfelelő minőségű és elegendő mennyiségű ivóvíz biztosítása. Manapság a hőségnapokra való figyelmeztetésben nagy segítséget nyújt az internetes időjárás-előrejelzés. A MACKEI és MTSAI (2017) által kifejlesztett kárpát-medencei hőstressz előrejelzési rendszer minden nap, a következő hat napra vonatkozólag hoz létre hőstressz-előrejelzési térképet, mely az észlelést, a lehetséges kockázatok felismerését segíti az állattartó telepeken dolgozó szakemberek számára (21).

Van olyan telep, ahol a termékenyítést 14–15 óra között végzik a nyári hónapokban is. Ilyenkor legmelegebb időben zavarják fel a teheneket az istállóban, amit az állatok nehezen viselnek. Javasolható, hogy a termékenyítést a kora reggeli órákra időzítsék vagy akár hagyják ki! Eredményeink is bizonyítják, hogy a legforróbb hónapokban nagyon gyengék a termékenyítési eredmények, csak időt, pénzt, energiát használunk fel, a termékenyülés pedig elmarad. Ezért ne rutinnál végezzük a termékenyítéseket ebben az időszakban, hanem átgondoltan, még inkább odafigyelve az állatok általános élettani állapotára, korára, ivarszárára, az időjárásra, a hőmérsékletre, a fronthatásra, valamint a termékenyítés körülményeire.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetünket fejezzük ki a hajdúszoboszlói Köseley Zrt.-nek, az emődi Mezőgazdasági Zrt.-nek és a harsányi Szirmaterm Kft.-nek a vizsgálathoz szükséges adatok biztosításáért. Köszönjük DR. BÉRI BÉLA egyetemi docens (Debreceni Egyetem MÉK, Állattenyésztéstani Tanszék) szakmai segítségét.

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOM

- ALLEN, J. D. – ANDERSON, S. D. et.al.: Managing Heat Stress and Its Impact on Cow Behavior. *Western Dairy Management Conference*, 2013. <http://www.wdmc.org>
- ANDREU, C.: Tejelő tehenek ketózisa: előfordulás, rizikófaktorok és következmények. Előadás, 22. *Szaporodásbiológiai Találkozó*, 2016. Összefoglalók. 9–10.
- BÉRI B.: Tartástechnológia. A hőstressz hatás a tejelő tehenek termelésére. 2011. <http://www.tankonyvtar.hu>
- BOHMANOVA, J. – MISZTAL, I. – COLE, J. B.: Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 2007. 90. 1947–1956.
- CHATTERJEE, A. – THIRUMEIGNANAM, D. – SINGH, A. K.: Heat stress in dairy: heat stress takes toll on dairy animal. 2012. <http://en.engormix.com/MA-dairy-cattle/management/articles/heat-stress-in-dairy-t2165/124-p0.htm>
- COLLIER, R. J. – BEEDE, D. K. et.al.: Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. Dairy Sci.*, 1982. 65. 2213–2227
- DE RENSIS, F. – SCARAMUZZI, R. J.: Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review. *Theriogenology*, 2003. 60. 1139–1151.
- EDWARDS, J. L. – EALY, A. D. et.al.: Ontogeny of temperature-regulated heat shock protein 70 synthesis in preimplantation bovine embryos. *Mol. Reprod. Dev.*, 1997. 48. 25–33.
- EDWARDS, J. L. – HANSEN, P. J.: Elevated temperature increases heat shock protein 70 synthesis in bovine two-cell embryos and compromises function of maturing oocytes. *Biol. Reprod.*, 1996. 55. 340–346.
- GERGÁCZ Z.: A Tejelő tehenek kondícióváltozásának, tejtermelésének és termékenységeinek összefüggései. *PhD értekezés. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Állattudományi Intézet, Mosonmagyaróvár*. 2009. 168.
- GRIMARD, B. – FRERET, S. et.al.: Genetic and environmental factors influencing first service conception rate and late embryonic/foetal mortality in low fertility dairy herds. *Anim. Reprod. Sci.*, 2006. 91. 31–44.
- GYULAI Gy.: A Holstein Genetika Kft. kiadványa. 2014. 7. 3. 14–15.
- HANSEN, P. J. – ARÉCHIGA, C. F.: Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.*, 1999. 77. 36–50
- HARASZTI J. – ZÖLDÁG L.: A háziállatok szülészete és szaporodásbiológiája. *Mezőgazda Kiadó, Budapest*, 1993. 301–304., 400–401.

15. HORN P. (SZERK.): Állattenyésztés 1. Szarvasmarha, juh, ló. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 1995. ISBN: 963-9239-46-1. 80.
16. JORDAN, E. R.: Effects of heat stress on reproduction. *J. Dairy Sci.*, 2003. 86. 104-114.
17. KADZERE, C. T. – MURPHY, M. R. et.al.: Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Prod. Sci.*, 2002. 77. 59-91.
18. KOVÁCS L. – KOVÁCS A.: A hőstressz megelőzésének és mérséklésének módszerei a tejelő szarvasmarhatartásban. 1. Közlemény: A hőstressz jelei és következményei. Irodalmi áttekintés. *AWETH*, 2012. 8.1.
19. LEROY, J. L. – VANHOLDER, T. et.al.: The In Vitro Development of Bovine oocytes after Maturation in Glucose and β -Hydroxybutyrate Concentration Associated with Negative Energy Balance in Dairy Cows. *Repr. Dom. Anim.*, 2006. 41. 2. 119-123.
20. LÓPEZ-GATIUS, F. – SANTOLARIA, P. et.al.: Timing of early foetal loss for single and twin pregnancies in dairy cattle. *Repr. Dom. Anim.*, 2004. 39. 429-433.
21. MACKEI M. – BARCZA Z. – PÉNTEK G. – GÁBOR GY. – REIBLING T. – SOLYMOSSI N.: Kárpát-medencei hőstressz előrejelzési rendszer. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 2017. 139. 337-343.
22. McDOWELL, R. E. – HOOVEN, N. W. – CAMOENS, J. K.: Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation. *J. Dairy Sci.*, 1976. 59. 965-973.
23. OROSZ SZ. – LATOS S.: A hőstressz hatása tejelő szarvasmarhában. *Holstein Magazin*, 2006. 4. 43-44.
24. ÓZSVÁRI L.: Hogyan értékeljük teheneink szaporodásbiológiai teljesítményét? Szaporodásbiológiai Találkozó, Cegléd 2017. október 13-14. Összefoglalók 9-10 p.
25. PUTNEY, D. J. – DROST, M. – THATCHER, W. W.: Influence of summer heat stress on pregnancy rates of lactating dairy cattle following embryo transfer or artificial insemination. *Theriogenology*, 1989. 31. 765-778.
26. REICZIEGEL J. – SOLYMOSSY N. – KÖNYVES L. – MARÓTI-AGÓTS Á. – KERN A. – BARTYIK J.: A hőstressz okozta tejtermelés-kiesés vizsgálata hőmérséklet – páratartalom indexek alkalmazásával. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 2009. 131. 137-144
27. RIBÁCS A.: Hőmérsékleti szélsőségek hatása a gazdasági állatokra. *Őstermelő – Gazdálkodók Lapja*. 2012. 4. <http://ostermelo.com/rovatok/allattenyesztes>
28. SANTOS, J. E. P. – THATCHER, W. W. et.al.: The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Anim. Repr. Sci.*, 2004. 82-83. 513-535.
29. SCHRICK, F. N. – HOCKETT, M. E. et.al.: Influence of Subclinical Mastitis During Early Lactation on Reproductive Parameters. *J. Dairy Sci.*, 2001. 84. 1407-1412.
30. SZENCI O.: A háziállatok szaporodása és mesterséges termékenyítése. *Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*. 1984. 41-43.
31. TAKÁCS D.: Istálló klímatechnikai vizsgálata. BME Áramlástan Tanszék. 2003. 4-5. <http://www.mm.bme.hu/~takacs/tudomany/istallo.pdf>
32. THATCHER, W. W. – COLLIER, R. J.: Effects of climate on bovine reproduction. In: MORROW, D. A. (ed.) *Current therapy in theriogenology*, 1986. 301-309. W.B. Saunders, Philadelphia.
33. THOMPSON, J. A. – MAGEE, D. D. et.al: Management of summer infertility in Texas Holstein dairy cattle. *Theriogenology*, 1996. 46. 547-558.
34. TROUT, J. P. – McDOWELL, L. R. – HANSEN, P. J.: Characteristics of the estrous cycle and antioxidant status of lactating Holstein cows exposed to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 1998. 81. 1244-1250.
35. WEST, J. W.: Effects of heat stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 2003. 86. 2131-2144.
36. WILSON, S. J. – MARION, R. S.: Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 1998. 81. 2124-2131.
37. WOLFENSON, D. – ROTH, Z. – MEIDAN, R.: Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.*, 2000. 60-61., 535-547.
38. www.met.hu
- Közlésre érk.: 2017. máj. 31.