

Stres cieplny u krów – zaburzenia płodności i ich profilaktyka

Jędrzej M. Jaśkowski, Krzysztof Urbaniak, Jan Olechnowicz

z Katedry Weterynarii Rolniczej Wydziału Hodowli i Biologii Zwierząt w Poznaniu

Negatywne skutki stresu cieplnego (heat stress – HS) w odniesieniu do płodności krów znane są nie od dziś. U krów narażonych na działanie wysokiej temperatury otoczenia obserwowano znaczące obniżenie wskaźnika zacieleń, zmniejszenie liczby inseminacji w przeliczeniu na krowę, podwyższoną częstość wczesnej śmiertelności zarodkowej oraz przedłużenie przestoju poporodowego i okresu międzywycieleniowego (1, 2, 3). U krów narażonych na stres cieplny obniżeniu ulega poziom progesteronu i estradiolu we krwi, w efekcie czas trwania rui skraca się nawet poniżej 8 godzin (2, 4). Słabiej wyrażone objawy rui utrudniają jej rozpoznanie (1). Thather i Collier (5) donoszą, że odsetek niedostrzeżonych rui u krów mlecznych na Florydzie wynosił 75, podczas gdy

zimą nie przekraczał 50. Bardziej szczegółowe badania ultrasonograficzne jajników wykazały równocześnie zaburzenia wzrostu pęcherzyków podczas cyklu rujowego, zmniejszenie średnicy pęcherzyka dominującego pierwszej fali oraz opóźnioną owulację pęcherzyka dominującego drugiej fali (3, 6). Wymienione zaburzenia płodności nazywane są przez niektórych tzw. letnią niepłodnością krów (7). Dotyczą one przede wszystkim krów ras mlecznych w warunkach klimatów tropikalnego i subtropikalnego (1). Krowy mleczne, obciążone dodatkowo wysoką produkcją, cechuje słaba adaptacja do warunków stresu cieplnego. Przyspieszona przemiana materii, a w konsekwencji trudności z odprowadzeniem nadmiaru wyprodukowanej energii cieplnej, powodują zaburzenia

przepływu krwi, hipertermię środowiska macicznego i ryzyko okresowej niepłodności (1, 3). Podobne zaburzenia płodności o różnym stopniu nasilenia notowane są także w naszej strefie klimatycznej od czerwca do sierpnia (8).

Stosunkowo wcześniej stwierdzono znaczne sezonowe różnice w odniesieniu do wskaźnika zacieleń u krów biorczyń zarodków (1, 9). Z obserwacji krajowych wynika, że najmniej biorczyń zaciełało się w lipcu i sierpniu, odpowiednio 32 i 41% biorczyń świeżych zarodków, a najczęściej w grudniu i kwietniu, odpowiednio od 47 do 52% biorczyń (9). W analogicznych warunkach klimatycznych letni spadek wskaźnika zacieleń był jednak u biorczyń zarodków niższy niż u krów inseminowanych (1). Fakt ten wskazywał, że 6-, 7-dniowe zarodki wprowadzane do macicy biorczyń mogą być w mniejszym stopniu wrażliwe na działanie czynnika termicznego niż zarodki młodsze.

Podobne sezonowe relacje notuje się u krów dawczyń zarodków w odniesieniu do reakcji na egzogenne gonadotropiny, liczbę ciałek żółtych po superowulacji, całkowitą liczbę zarodków i niezapłodnionych komórek jajowych oraz liczbę

zarodków przydatnych do transferu (1, 10, 11). Mniej zarodków pozyskiwano w miesiącach letnich. Reakcję dawczyni na gonadotropiny, a tym samym liczbę zarodków zmienia ponadto ich wysoka wydajność mleczna. Narażone na stres cieplny krowy wysoko mleczne reagowały gwałtownym zmniejszeniem liczby dobrych jakościowo zarodków w porównaniu do krów ras mięsnych (1). Równocześnie u tych pierwszych znacząco wzrastał odsetek zdegenerowanych zarodków i niezaplodnionych komórek jajowych.

Z wielu badań wynika, że od krów narażonych na stres cieplny pozyskuje się poubojowo albo aspiruje przyżyciowo mniejszą liczbę zarodków. Podobnie stres cieplny powoduje zaburzenia rozwoju pęcherzyków, a w konsekwencji zmniejsza liczbę pozyskiwanych poubojowo lub przyżyciowo oocytów (12). Liczba pęcherzyków, z których pozyskiwano oocyty była latem niższa niż zimą, odpowiednio 5 i 7,5 (12). Podobnie mniejsza była także liczba aspirowanych z pęcherzyków oocytów (13). Zmianom ilościowym towarzyszyły także zmiany morfologii pozyskiwanych oocytów. Jakość oocytów pozyskiwanych latem jest gorsza od jakości oocytów pozyskiwanych zimą. Jednocześnie liczba aspirowanych poubojowo dobrych jakościowo oocytów obniżała się od maja do sierpnia (14). Z innych badań wynika, że oocyty pozyskiwane od krów w sezonie letnim cechuje słabsza kompetencja rozwojowa podczas ich hodowli *in vitro* (15). Do stadium 4- i 8-komórkowego rozwijało się 32 wobec 58% oocytów pozyskanych odpowiednio latem i zimą. (12). Podobnie zimą hodowano *in vitro* więcej zarodków do stadium moruli i blastocysty niż latem (1). Wpływ podwyższonej temperatury w znaczącym stopniu wydaje się zależeć od wieku zarodka. Świadczą o tym badania Rutledge'go i wsp. (16) oraz Pauli-Lopes i wsp. (17), w których zarodki hodowano w temperaturze 38,6 lub 40°C. Ustalono, że zarodki poddawane stresowi w pierwszym dniu lub od pierwszego do trzeciego dnia miały obniżoną przeżywalność, przeniesione zaś do macicy biorczyń dawały niski odsetek cielien (16). Z kolei skutki stresu cieplnego były mniej dotkliwe, jeśli na podwyższoną temperaturę ekspozycja zarodki 3-, 5- lub 7-dniowe (2). Badania te wskazują, że tolerancja termiczna jest proporcjonalna do wieku zarodka. Obecnie przypuszcza się, że rosnąca tolerancja termiczna związana z wiekiem jest ogólnym fenomenem obserwowanym także u innych gatunków zwierząt. Paula-Lopes i wsp. (17) wykazali ponadto, że zarodki krów różnych ras różnią się opornością na stres cieplny. Krowy dawczyni oocytów synchronizowano według protokołu GnRH-PGF-GnRH i ubijano 3 dni później (2 dni po rui). Oocyty pu-

lowano parami, a w 4 dniu po inseminacji embriony były dzielone na dwie grupy: 4–8 i >9-komórkowe, a następnie ekspozycja na temperaturę 38,5°C w sposób stały lub przez 6 godzin stosowano wzrost temperatury do 41°C i następnie obniżano ją do 38,5°C. Gorzej na wysoką temperaturę reagowały zarodki 4–8-komórkowe niż więcej niż 9-komórkowe. Więcej blastocyst hodowano z oocytów krów rasy brahman – naturalnie dobrze zaadaptowanych do gorącego klimatu niż rasy holsztyńskiej.

Do oziębiania krów celem przeciwdziałania stresowi cieplnemu używano różnych metod. Do najczęściej wymienianych należy zaliczyć stosowanie wentylatorów, zraszaczy powietrza, zacienianie miejsc przebywania krów lub kombinacji tych sposobów (18, 19). Należy przypomnieć, że temperatura komfortowa dla bydła wynosi od –7°C do 18°C przy wilgotności względnej wynoszącej od 60 do 80%. Dla krów w laktacji jest nieznacznie wyższa i wynosi od 4 do 16°C, w zależności od wilgotności względnej powietrza, natomiast w temperaturach powyżej 22°C pogarsza się wykorzystanie paszy i osłabione jest przeżuwanie. Powyżej 30°C wydajność mleczna obniża się nawet o 20% i często towarzyszy jej podwyższona liczba komórek somatycznych w mleku (19).

Przy temperaturze zewnętrznej około 10°C blisko 80% wyprodukowanego ciepła oddawana jest bezpośrednio do środowiska. Pozostała część energii oddawana jest poprzez wzmożone oddychanie oraz z potem. Przy temperaturze 30°C ilość wyparowywanej wody jest wyższa niż 30 l/dzień. Jeśli temperatura powietrza jest wyższa, drastycznie obniża się bezpośrednie oddawanie ciepła.

Pierwszym środkiem zaradczym jest w przypadku bydła przebywającego w oborze szerokie otwarcie okien i drzwi (19). Pomimo to w warunkach klimatu umiarkowanego latem zdarza się co najmniej kilka dni, kiedy bierne wietrzenie nie jest wystarczające. Standardowym sposobem obniżenia stresu cieplnego i wywołanego nim spadku płodności są stosowane w Stanach Zjednoczonych wentylatory. Coraz częściej używane są także w Niemczech i Holandii. Poprzez odpowiedni strumień powietrza można odprowadzić nadmiar ciepła z ciała zwierząt. Jeśli istnieje taka konieczność, szybkość chłodzenia można zwiększać. Według wskazań niemieckich latem wystarcza wymiana około 40–60 l powietrza/godzinę. W piśmiennictwie podawane wartości wynoszą od 500 do 2000 m³/godzinę/krowę. Wentylatory są przeważnie wykorzystywane wtedy, kiedy temperatura zewnętrzna wynosi ponad 20°C. Duży wentylator, o średnicy 1 m i maksymalnym strumieniu powietrza około 2000 m³/godzinę, wystarcza z powo-

Fertility disturbances caused by heat stress in cows – prophylactic measurements

Jaśkowski J.M., Urbaniak K., Olechnowicz J.

• Department of Agricultural Veterinary, Faculty of Breeding and Animals Biology, Agricultural University, Poznań.

Summer infertility in cows is manifested by lower conception rates, delayed service period and high percentage of pregnancy losses. High summer temperatures can upset oestrus behavior, lower fertilization rate and reduce embryos quality. These signs reflect the deficiencies in follicular growth and development and also in luteolytic mechanisms in heat stressed cows. The luteolysis is delayed and the ovulation of second wave dominant follicles is interrupted. Oocytes collected either directly from donor cows or from ovaries removed in the slaughterhouse are low in number and quality. Administering the antioxidants like β -carotene and vitamin E may help to reduce the undesirable effect of heat on reproductive performance in cows. Also simple and natural methods like using fans and sprinklers short before and after insemination may improve the conception rate. This article presents approaches in developing strategies of diminishing the influence of summer heat on fertility in cows.

Keywords: cows, heat stress, fertility.

dzeniem dla 20 krów. Krowy poprzez zastosowanie wentylatorów w gorące dni unikają utraty od około 1/2 do 3/4 litra mleka. Wentylatory montowane są około 2,5 m nad ziemią. Ustawienie wentylatorów pod określonym kątem poprawia ich efektywność, w szczególności w odniesieniu do zwierząt leżących. Jest to szczególnie ważne, ponieważ zwierzęta leżące mają około 25% mniejszą powierzchnię ciała w porównaniu do zwierząt stojących. **Rycina 1** przedstawia wentylator zamontowany w oborze.

Stosowanie wentylatorów jest skuteczne wówczas, kiedy strumień powietrza jest skierowany na miejsca, w których krowy podczas upałów spędzają większość czasu w ciągu dnia. Niekorzystne natomiast jest chłodzenie krów zasuszonych. U krów chłodzonych przed wycieleniem obniżeniu ulega produkcja mleczna w pierwszym miesiącu laktacji wówczas, kiedy krowy cielili się wczesnym latem (20). Zastosowanie wentylatorów w pomieszczeniach dla krów zasuszonych jest związane ze zmniejszeniem pobierania paszy i obniżoną aktywnością ruchową w porównaniu do krów przebywających w cieniu. Istnieje hipoteza, że chłodzenie krów przed wycieleniem może opóźnić adaptację termiczną. Z kolei krótkotrwałe ochładzanie krów w 1–7 dniu po inseminacji, to jest w okresie najwyższej wrażliwości zarodków na stres cieplny, wywiera korzystny wpływ na wskaźnik zacie-



Ryc. 1. Wiatrak elektryczny zainstalowany w oborze

leń. Ochładzanie krów przez 8 dni po inseminacji spowodowało poprawę wskaźnika zacielen z 6 do 16% (2).

Zraszanie zwierząt ma umiarkowany wpływ na prawdopodobieństwo zacielenia latem w warunkach wysokiej (81%) wilgotności i temperatury w granicach 38°C. Przypuszcza się, że wysoka wilgotność może utrudniać oddawanie ciepła przez parowanie (18).

Korzystny wpływ na późniejsze wyniki zacielen ma odpowiednie zacienienie miejsc przebywania krów zasuszonych (1, 18).

Stosunkowo niewiele wiadomo odnośnie do wpływu sposobów wykrywania rui u krów w stanie stresu cieplnego skuteczność zacielen. Wprowadzenie tailplantów spowodowało zwiększenie odsetka wykrywanych rui z 24 do 43 (21). Podobnie korzystny wpływ na wykrywanie rui wywiera stosowanie pedometrów.

Z czynników o charakterze organizacyjnym korzystny wpływ podczas letnich upałów miało unasiwienie młodych krów, cechujących się niską produkcją. W wielu krajach w sezonie letnim rezygnowano z unasiwienia krów cechujących się wysoką produkcją oraz pozyskiwania i przenoszenia zarodków (22). Rozmiary letniej niepłodności krów może zmniejszyć zastosowanie metod synchronizacji rui i owulacji – OvSynch (22, 23, 24). Krowy poddawane latem synchronizacji rui i owulacji w okresie 120 dni po wycieleniu miały wyższy wskaźnik zacielen niż inseminowane, z pominięciem tego protokołu. Podobnie więcej krów nie zachodziło w ciążę w grupie krów inseminowanych niż w grupie poddanych programowi OvSynch (24). Zmniejszenie negatywnych skutków stresu cieplnego w odniesieniu do płodności krów uzyskiwano także, podając w okresie letnim

progesteron, hCG lub bST (5). Zastosowanie FSH u krów narażonych na stres cieplny powoduje zwiększenie liczby pęcherzyków o średnicy 3–5 mm oraz poprawę cech morfologicznych oocytów u krów poddawanych stresowi cieplnemu (12).

W celu przeciwdziałania skutkom stresu cieplnego oraz wywołanym nim nadmiarem wolnych rodników próbowano podawać w postaci iniekcji lub *per os* niektóre antyoksydanty (25). Zarówno jednak podanie witaminy E, jak i β -karotenu nie wywierało znaczącego wpływu na płodność krów. Dłuższe podawanie β -karotenu krowom w warunkach stresu cieplnego od maja do sierpnia powodowało u krów na Florydzie poprawę płodności (3, 5). Krótkotrwałe podawanie antyoksydantów – witaminy E lub karotenu – nie miało większego wpływu na wyniki zacielen, natomiast długotrwałe (>90 dni) podawanie z paszą karotenu od maja do sierpnia powodowało u krów na Florydzie poprawę wskaźnika zacielen z 21% notowanych u krów w stanie stresu cieplnego do 35% (26).

Prawdopodobnie jednak przyszłość zwalczania skutków stresu cieplnego u krów związana będzie z konkretnymi zabiegami hodowlanymi i genetycznymi. Nie od dziś wiadomo, że rasy bydła przystosowane do klimatów subtropikalnego lub tropikalnego, nie reagują spadkiem płodności w wyniku wzrostu temperatury zewnętrznej (1, 17, 27, 28). Większość ras wywodzących się z obszarów klimatu gorącego wykazuje oporność na stres na poziomie komórkowym. Na przykład stres cieplny powoduje u krów ras brahman i sanepol mniejszy spadek liczby limfocytów niż u krów ras holenderskiej i angus (13). Bydło ras nawiązyjących do tropiku w sposób bardziej plastyczny reaguje na

stres cieplny niż bydło ras europejskich. Ma ono niższy metabolizm od krów mlecznych, niższą około 0,8°C temperaturę wewnętrzną, większe są u nich gruczoły potowe, cieńsza skóra, która absorbuje mniej promieni słonecznych. Tym zdolnościom adaptacyjnym przypisuje się m.in. lepszą jakość oocytów aspirowanych od *Bos indicus* w porównaniu do *Bos taurus* (29). Zarodki zebrzy są bardziej odporne na podwyższoną temperaturę niż zarodki bydła europejskiego (30). Z kolei zarodki bydła ras brahman i sanepol, eksponowane *in vitro* na wysoką (42°C) temperaturę rozwijały się znacznie lepiej niż zarodki ras holenderskiej i angus (18).

Najprostszym zabiegiem hodowlanym, jakim jest krzyżowanie bydła niewrażliwego na wysoką temperaturę z krowami wrażliwych ras bydła mlecznego i mięsnego, nie przyniósł jednak zadowalających rezultatów. Przyczyny tego niepowodzenia upatruje się w nie do końca określonej charakterystyce genetycznej ras bydła używanych do krzyżowania (30). Niewykluczone, że już w najbliższej przyszłości, wraz z identyfikacją genów odpowiedzialnych za wrażliwość na stres cieplny, możliwa będzie odpowiednia selekcja lub modyfikacja genotypu krów. Dowodem jest gen *slick* wykryty niedawno u bydła rasy sanepol zwiększający zdolności termoregulacyjne oraz warunkujące długość włosów u tej rasy bydła (28, 30). Ponadto do genomu bydła podatnego na wysoką temperaturę wprowadzane będą termotolerancyjne geny pochodzące od takich ras, jak zebrzy czy sanepol, mogące zmodyfikować reakcje bydła europejskiego na stres cieplny.

Piśmiennictwo

- Hansen P.J., Drost M., Rivera R.M., Paula-Lopes F.F., Al-Katanani Y.M., Krininger III.C.E., Chase C.C.: Adverse impact of heat stress on embryo production causes and strategies for mitigation. *Theriogenology* 2001, **55**, 91–103.
- Wolfenson D., Lew B.J., Thatcher W.W., Graber Y., Meidan R.: Seasonal and acute heat stress effects on steroid production by dominant follicles in cows. *Anim. Reprod. Sci.* 1997, **47**, 9–19.
- Wolfenson D., Thatcher W.W., Badinga L., Savio J.D., Meidan R., Lew E., Braw-Tal R., Berman A.: Effects of heat stress on follicular development during the estrus cycle in lactating dairy cattle. *Biol. Reprod.* 1995, **51**, 1106–1113.
- Abilay T.A., Johnson H.D., Madan M.: Influence of environmental heat on peripheral plasma progesterone and cortisol during the bovine estrous cycle. *J. Anim. Sci.* 1975, **58**, 1836–1840.
- Thatcher W.W., Collier R.J.: Effects of climate on bovine reproduction. W: *Current Therapy in Theriogenology: diagnosis, treatment and prevention of reproductive disorders in small and large animals*. 2nd edit. D.A. Morrow & Saunders, Philadelphia 1986, s. 301–309
- Wilson S.J., Kirby C.J., Koenigsfeld A.T., Kislir D.H., Lucy M.C.: Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 2. Heifers. *J. Dairy Sci.* 1998, **81**, 2132–2138.
- Thompson J.A., Magee D.D., Tomaszewski M.A., Wilks D.L., Fourdiane R.H.: Management of summer infertility in Texas holstein dairy cattle. *Theriogenology* 1996, **46**, 547–558.
- Jaśkowski J.M.: Płodność krów w roku mokrym i suchym. *Medycyna Wet.* 1983, **39**, 617–621.

9. Jaśkowski J.M., Znanięcki R., Zbylut S.: Seasonal results of transfer of fresh and frozen embryos and the effectiveness of superovulation in cows. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 1996, **40**, 45–48.
10. Gordon I., Boland M.P., MvGovern H., Lynn G.: Effects of season on superovulatory responses and embryo quality in Holstein cattle in Saudi Arabia. *Theriogenology* 1987, **27**, 231.
11. Znanięcki R., Jaśkowski J.M.: Czynniki opisujące efektywność superowulacji i wyniki pozyskiwania zarodków u krów mlecznych. *Medycyna Wet.* 1997, **53**, 454–457.
12. Roth Z., Arav A., Braw-Tal R., Bor A., Wolfenson D.: Effect of treatment with follicle stimulating hormone or bovine somatotropin on the quality of oocytes aspirated in the autumn from previously heat-stressed cows. *J. Dairy Sci.* 2002, **85**, 1398–1405.
13. Archiwa.F., Abilay T.A., Johnson H.D., Madan M.: Influence of thermotolerance of preimplantation embryos. *Biol. Reprod.* 1996, **52**, 1296–1301.
14. Łoboda M.: *Wpływ kondycji na liczbę i jakość pozyskiwanych oocytów u krów*. Praca magisterska, AB, Bydgoszcz 2004.
15. Sugiyama S., MvGowan M., Mojtaba K., Philips N., Young M.: Effects of increased ambient temperature on the development of *in vitro* derived bovine zygotes. *Theriogenology* 2003, **60**, 1039–1047.
16. Rutledge J.J.: Use of embryo transfer and IVF to bypass effects of heat stress. *Theriogenology* 2001, **55**, 105–111.
17. Paula-Lopes F.F., Chase C.C., Al-Katanai Y.M.Jr, Krininger C.E. III., Rivera R.M., Tekin S., Majewski A.C., Ocon O.M., Olson T.A., Hansen P.J.: Breed differences in resistance of bovine preimplantation embryos to heat shock. *Theriogenology* 2001, **55**, 436.
18. Flamenbaum I., Wolfenson D., Mamen M., Berman A.: Cooling dairy cattle by a combination of sprinkling and forced ventilation and its implementation in the shelter system. *J. Dairy Sci.* 1986, **69**, 3140–3147.
19. Lautner M., Miller A.M.: Kuehe lieben keine heissen Tage sondern kuhlen Kopf. *Nachrichtsblatt. Besamungsbv Neustadt a.d.Aisch.* 2003, **149**, 23–25.
20. Wolfenson D., Flamenbaum J., Braman A.: Dry period heat stress relief effects on prepartum progesterone, calf birth weight, and milk production. *J. Dairy Sci.* 1988, **71**, 809–818.
21. Nebel R.L., Jobst S.M., Dransfield M.B.G., Pandofil S.M., Bailey T.L.: Use of radio frequency data communication system, Heat Watch, to describe behavioral estrus in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 1997, **80** (Supl. 1), 179.
22. Baruselli P.C., Reis E.L., Marques M.O., Nasser L.F., Bo G.A.: The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Anim. Reprod. Sci.* 2004, **82–83**, 479–485.
23. Arechiga C.F., Staples C.R., McDowell L.R., Hansen P.J.: Effects of timed insemination and supplemental beta-carotene on reproduction and milk yield of dairy cow under heat stress. *J. Dairy Sci.* 1998, **81**, 390–402.
24. Sota de la R.L., Burke J.M., Risco C.A., Moreira F., DeLorenzo M.A., Thatcher W.W.: Evaluation of timed insemination during summer heat stress in lactating dairy cattle. *Theriogenology* 1998, **49**, 761–770.
25. Trout J.P., McDowell L.R., Hansen P.J.: Characteristics of the estrus cycle and antioxidant status of lactating Holstein cows exposed to heat stress. *J. Dairy Sci.* 1998, **81**, 1244–1250.
26. Ealy A.D., Arechiga C.F., Bray D.R., Risco C.A., Hansen P.J.: Effectiveness of short-term cooling and vitamin E for elevation of infertility induced by heat stress in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 1994, **77**, 3601–3607.
27. Hammond A.C., Olson T.A., Chase C.C.Jr, Bowers E.J.H., Randel R.D., Murphy C.N., Vogt D.W., Towolde A.: Heat tolerance in two tropically adapted Bos taurus breeds, Sanepol and Romosinuano, compared with Brahman, Angus and Hereford cattle in Florida. *J. Anim. Sci.* 1996, **74**, 295–303.
28. Olson T.A., Hammond A.C., Chase C.C.Jr: Evidence for the existence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in Sanepol cattle. *J. Anim. Sci.* 1997, **75** (Supl. 1), 147.
29. Rocha A., Randel R.D., Broussard J.R., Lim J.M., Blair R.M., Roussel J.D., Godko R.A., Hansel W.: High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in Bos taurus but not in Bos indicus cows. *Theriogenology* 1998, **49**, 657–665.
30. Hansen P.J.: Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Anim. Reprod. Sci.* 2004, **82–83**, 349–360.