

Stres cieplny u krów a możliwości poprawy warunków mikroklimatycznych w oborach (część I)

Andrzej Kaczor

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Systemów i Środowiska Produkcji,
32-083 Balice k. Krakowa, andrzej.kaczor@izoo.krakow.pl*

Wraz ze wzrastającą produkcją mleka następuje zwiększanie produkcji ciepła w organizmie krowy. Około 31% energii uzyskanej z przemiany materii jest przekształcane w ciepło. Z organizmu jest ono oddawane w sposób bezpośredni lub pośredni. Bezpośrednie wydzielanie następuje poprzez przewodzenie (kondukcja) i unoszenie ogrzanego powietrza przez strumień powietrza (konwekcja), a także przez promieniowanie (radiacja). Do pośredniego oddawania ciepła dochodzi poprzez parowanie wydychanego wilgotnego powietrza (ewaporacja) i parowanie ze skóry podczas pocenia się. Wielkość wydzielanego bezpośrednio lub pośrednio ciepła jest

uzależniona od temperatury otoczenia. W tabeli 1 przedstawiono ilość oddawanego ciepła i pary wodnej w I fazie laktacji przez krowę o wydajności 10 000 kg/rok. W upalne dni, ze względu na niewielką różnicę pomiędzy temperaturą ciała zwierzęcia a otoczenia, bezpośrednie oddawanie ciepła ulega zmniejszeniu. Krowy próbują taką sytuację częściowo zrekomensować poprzez wzrost temperatury ciała do 39°C. Przy ekstremalnie wysokiej temperaturze powietrza regulacja oddawania ciepła jest realizowana głównie poprzez wydalanie pary wodnej na drodze oddychania i pocenia się. Obserwuje się także zwiększenie liczby oddechów i zianie u zwierząt.

Tabela 1. Wpływ temperatury powietrza na oddawanie ciepła i pary wodnej przez organizm krowy (DIN 18910-1, 2004)

Table 1. Effect of air temperature on radiation of heat and water vapour from the cow's body (DIN 18910-1, 2004)

Temperatura powietrza (°C) <i>Air temperature (°C)</i>	Całkowita ilość oddanego ciepła (W) <i>Total amount of radiated heat (W)</i>	Ciepło oddane bezpośrednio (W) <i>Directly radiated heat (W)</i>	Ciepło oddane pośrednio – para wodna (g) <i>Indirectly radiated heat – water vapour (g)</i>
10	1800	1400	600
20	1730	1120	880
30	1650	540	1640
35	1490	60	2100

Produkcja pary wodnej w płucach i podczas pocenia się jest do pewnego stopnia ograniczona fizjologicznie, a intensywne oddawanie jej do otoczenia powoduje wzrost wilgotności powietrza. Przy temperaturze powietrza wynoszącej 30°C – w porównaniu do temperatury 10°C – ilość ciepła przekazanego bezpośrednio przez krowę do otoczenia zmniejsza się o około 60%, natomiast pary wodnej wzrasta o około 170%.

Problemy związane z oddawaniem ciepła przy wysokiej temperaturze i jednocześnie niekiedy również dużej wilgotności powietrza są ściśle powiązane z występowaniem zjawiska stresu cieplnego u krów, który powoduje istotne obniżenie poziomu ich dobrostanu. Stres cieplny występuje wówczas, kiedy ilość ciepła powstającego podczas przemiany materii i produkcji mleka oraz dostarczonego przez środowisko ze-

wnętrzne jest większa niż ilość ciepła oddanego przez organizm krowy. Celem opracowania jest określenie możliwości przeciwdziałania skutkom stresu cieplnego u krów.

Przez wiele lat za strefę termoneutralną w hodowli bydła uznawano przedział temperatury od 0 do 25°C (Bianca, 1977; Zeeb, 1978). Według Karty Informacyjnej IZ (1977), optymalna temperatura powietrza w oborach uwięziowych i wolnostanowiskowych tradycyjnych (typu zamkniętego) wynosi od 8 do 16°C, natomiast według norm niemieckich od 0 do 20°C (DIN 18910-1, 2004). Zastosowanie obór typu otwartego, nazy-

wanych często kurtynowymi zmieniło ten pogląd, ponieważ w takich budynkach warunki mikroklimatyczne, zarówno latem jak i zimą, są w dużym stopniu zbliżone do zewnętrznych (Kaczor i in., 2010; Brandes, 2011).

Jak dotąd, nie opracowano norm mikroklimatycznych dla bydła utrzymywanego w tego typu pomieszczeniach. Podawane są jedynie wartości zalecane, będące wynikiem badań naukowych lub doświadczeń z praktyki. W tabeli 2 przedstawiono kształtowanie się temperatury powietrza w oborze kurtynowej w zależności od temperatury zewnętrznej w okresie letnim.

Tabela 2. Temperatura powietrza w oborze kurtynowej w okresie letnim (Kaczor i in., 2010)
 Table 2. Air temperature in a curtain-sided barn during the summer period (Kaczor et al., 2010)

Liczba pomiarów (doby) No. of measurements (days)	Średnia dobową wartość i zakres temperatur (°C) Mean daily temperature values and ranges (°C)		Różnica pomiędzy temp. w oborze i na zewnątrz (°C) Differences between inside and outside temperatures (°C)
	na zewnątrz obory outside the barn	w oborze inside the barn	
10	18,7 (13 – 25)	18,0 (14 – 23)	0,7
10	19,6 (15 – 28)	20,0 (15 – 25)	0,4
10	23,3 (17 – 33)	24,1 (18 – 32)	0,8
4	27,2 (22 – 33)	26,9 (22 – 32)	0,7

Według van Ginnekena (2010), występowanie stresu cieplnego u krów ma miejsce przy temperaturze powyżej 21°C, natomiast West (2003) wskazuje na temperaturę 25°C. Resch (2017) podaje, że krowa odczuwa stres cieplny przy temperaturze 24°C i wilgotności powietrza 70%. Należy podkreślić, że na stres cieplny narażone są przede wszystkim krowy wysokowydajne, utrzymywane głównie w oborach wolnostanowiskowych typu otwartego. Podczas występowania stresu cieplnego w organizmie zwierzęcia dokonują się zmiany metabolizmu zmierzające do utrzymania normalnej temperatury ciała. Skutkiem stresu cieplnego jest także ograniczenie pobierania paszy, co w efekcie powoduje zmniejszenie produkcji mleka (Collier i in., 2009). Spadek produkcji mleka u krów ma miejsce na ogół w 4–5 dniu występowania temperatury powyżej 25°C (średnia dzienna) i w zależności od poziomu produkcji waha się od 5 do 8% (Kaczor, 2010). Natomiast przy temperaturze powietrza poniżej 20°C następuje wzrost dziennej produkcji mleka. Hoy i in. (2016) stwierdzili, że przy przekroczeniu średniej dziennej temperatury 25°C następuje spadek pobierania paszy TMR

o 5,3 kg oraz zmniejsza się czas przeżuwania o 84 min, a wydajność mleczna spada o 0,8 kg w ciągu dnia. Podczas występowania stresu cieplnego obserwuje się także pogorszenie wskaźników rozrodu (Wolfenson, 2009). Stres cieplny wywołuje zmiany parametrów fizjologicznych, takich jak częstotliwość oddechów i bicia serca (Fiedler i in., 2012). Następuje również zmiana w zachowaniu się krów (Frazzi i in., 2000). Krowy poszukują w oborze miejsc ze zwiększonym ruchem powietrza, np. przy otwartych wrotach. Przy ekstremalnie wysokiej temperaturze zwierzęta stoją z wyciągniętą szyją, pianą na pysku i wyciągniętym językiem. Czas leżenia krów w ciągu doby ulega zmniejszeniu (Enders i in., 2006). Podczas upałów często obserwuje się wzrost liczby komórek somatycznych w mleku.

Temperatura powietrza najczęściej warunkuje wystąpienie stresu cieplnego u zwierząt. Jednak, przy określaniu warunków termicznych w oborze powinno się uwzględniać pozostałe parametry mikroklimatu, tj. wilgotność względną i prędkość ruchu powietrza (Pache, 2007). W ostatnich latach w określaniu stanu zagrożenia krów stresem cieplnym pomocny jest indeks tem-

peraturowo-wilgotnościowy THI (Temperature-Humidity-Index). Współczynnik ten jest kombinacją zarówno temperatury, jak i wilgotności powietrza w pomieszczeniach inwentarskich (Zimbelman i in., 2009).

Na podstawie danych dotyczących temperatury i wilgotności względnej powietrza można przy pomocy tabeli THI teoretycznie określić spodziewany stres cieplny u krów. Indeks THI nie uwzględnia jednak prędkości ruchu powietrza, a oddawanie ciepła przez organizm zwierzęcy do przepływającego powietrza (konwekcja) ma istotne znaczenie w ograniczaniu skutków stresu cieplnego. Dodatkowo powinno się jeszcze uwzględnić okres trwania niekorzystnych warunków mikroklimatycznych zarówno w ciągu doby, jak i w dłuższym okresie czasu.

Prędkość ruchu powietrza w oborach wolnostanowiskowych zamkniętych (tradycyjnych) nie powinna przekraczać w okresie letnim

0,5 m/s – polskie wytyczne (Karta Informacyjna IZ, 1977). Niemieckie normy DIN 18910 podają dla okresu letniego w budynkach zamkniętych dopuszczalną wartość ruchu powietrza do 0,6 m/s (AEL, 2007). Jak dotąd, nie opracowano norm prędkości ruchu powietrza dla bydła utrzymanego w oborach typu otwartego, do których zaliczamy także obory kurtynowe. Podawane są jedynie wartości zalecane, będące wynikiem badań naukowych lub praktycznych doświadczeń. Według Herknera i in. (2002), w oborze typu otwartego przy temperaturze powietrza wynoszącej 20°C zalecana wartość prędkości ruchu powietrza wynosi 0,4 m/s, natomiast przy temperaturze 25°C – 0,9 m/s, a przy 30°C – 2,5 m/s. Prędkość ruchu powietrza jest obok temperatury i wilgotności powietrza czynnikiem kształtującym temperaturę odczuwalną u zwierząt. Zwiększenie prędkości ruchu powietrza obniża temperaturę odczuwalną (tab. 1).

Tabela 3. Wpływ prędkości ruchu powietrza na temperaturę odczuwalną u zwierząt (Branwell i Rossi, 2002)
Table 3. Effect of rate of air movement on effective air temperature in animals (Branwell and Rossi, 2002)

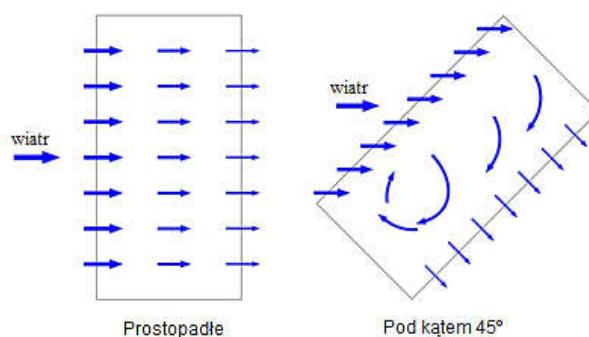
Temp. (°C)	Wilgotność względna (%) <i>Relative humidity</i> (%)	Prędkość ruchu powietrza (m/s) <i>Rate of air movement (m/s)</i>					
		0,000	0,508	1,016	1,524	2,032	2,540
23,9	50	23,9	22,8	21,1	20,0	17,7	16,6
	70	25,5	24,4	23,3	22,2	20,0	18,8
26,6	50	26,6	24,4	22,2	21,1	18,9	18,3
	70	28,3	26,1	24,4	23,3	20,5	19,4
32,2	50	32,2	29,4	25,5	23,8	22,7	21,1
	70	35,5	32,7	28,8	27,2	25,5	23,3

Warunki mikroklimatyczne w oborach odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu komfortu termicznego u krów. Z wyżej wymienionych powodów podejmuje się próby ograniczania przyczyn powstawania stresu cieplnego u krów poprzez montaż urządzeń poprawiających warunki mikroklimatyczne w oborach. W zakresie zwiększenia prędkości ruchu powietrza stosowane są wentylatory-mieszacze, a w zakresie obniżenia temperatury – urządzenia do zamgławiania. Jednak w pierwszej kolejności, na etapie planowania inwestycji należy zwrócić szczególną uwagę na rozwiązania budowlane i usytuowanie

obory. Istotne znaczenie w kształtowaniu mikroklimatu ma kubatura budynku, która w oborach kurtynowych powinna kształtować się na poziomie około 70 m³. Wówczas wysokość do okapu powinna wynosić 4,5–5,0 m, a do kalenicy 11–13 m w zależności od szerokości obory. Skuteczność poprzecznej wymiany powietrza poprzez otwarte ściany boczne w oborach kurtynowych jest uzależniona w pierwszej kolejności od usytuowania budynku w terenie i systemu wentylacji. Usytuowanie budynku decyduje również o możliwości „uzyskania” stosunkowo dobrej, nie wymuszonej prędkości ruchu powietrza wewnątrz

obory. Położenie obory w osi północ-południe jest najbardziej korzystne ze względu na prostopadłe lub zbliżone do prostopadłego kierunku oddziaływania wiatru (rys. 1). Na etapie planowania budowy powinny być preferowane obory wolnostojące bez budowlanych i naturalnych zasłon (fot. 1). Nie bez znaczenia jest tu duża powierzchnia otwarcia ścian bocznych, rodzaj stosowanych kurtyn przeciwwietrznych (najlepiej zwijane od góry i od dołu z podwójnym napędem). Zalecana powierzchnia otwarcia ścian bocznych w oborach wolnostoją-

cych, usytuowanych prostopadle do kierunku wiatru wynosi $0,4 \text{ m}^2/\text{krowę}$, a w oborach położonych w ustawieniu innym niż prostopadle do kierunku wiatru $0,6\text{--}0,8 \text{ m}^2/\text{krowę}$. Należy także zwrócić uwagę na izolację termiczną stropodachu (np. płyty warstwowe). Nie spełnienie ww. warunków, a przede wszystkim prawidłowego usytuowania obory wymaga w upalne dni sztucznego podniesienia prędkości ruchu powietrza przy pomocy wentylatorów lub zastosowania zamglawiania w celu obniżenia temperatury.



wiatr – wind; Prostopadle – At right angle; Pod kątem 45° – At a 45° angle

Rys. 1. Przepływ powietrza w oborach w zależności od usytuowania budynku do przeważającego kierunku wiatru
Fig. 1. Air flow through the barns depending on location of the building with respect to prevailing wind direction



Fot. 1. Prawidłowe ustawienie obory wolnostanowiskowej (północ-południe), duża kubatura, brak naturalnych i budowlanych zasłon oraz wentylatorów mieszaczy powietrza
Phot. 1. Correct situation of a loose barn (north-south), large cubic capacity, no natural or building curtains and farm fans

Literatura

- AEL (2007). Berechnungs- und Planungsgrundlagen für das Klima in geschlossenen Ställen, Heft 17, ss. 1–20.
- Bianca W. (1977). Temperaturreglung durch Verhaltensweisen bei Haustieren. *Der Tierzüchter*, 29, 3: 109–113.
- Brandes C. (2011). Moderne Milchviehställe- wohin geht's in der Zukunft? *Milchpraxis*, 49, 1: 31–34.
- Branwell R., Rossi A. (2002). Maximizing performance during hot weather. *Cobb-Vantress, Inc. Technical Focus*, 1/2002, Pittsburg, Texas.
- Collier R.J., Collier R.J.L., Rhoads R.P., Baumgard L.H. (2009). Invited review: Genes involved in the bovine heat stress response. *J. Dairy Sci.*, 91: 1674–1682.
- DIN 18910-1 (2004). Wärmeschutz geschlossener Ställe – Wärmedämmung und Lüftung. Teil 1: Planungs- und Berechnungsgrundlagen für geschlossene zwangsbelüftete Ställe. Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, s. 43.
- Enders S., Mačuchová J., Haidn B. (2006). Einfluss des Stallklimas auf das Liegeverhalten von Milchkühen. *Landtechnik*, 61, 2: 94–95.
- Fiedler M., Hoffmann G., Loebstin C.H., Berg W., Bobrutzki K., Amon C.H., Amon T., Bobrutzki K. von (2012). Luftgeschwindigkeit und Hitzebelastung im Milchviehstall – Auswirkungen auf das Tierwohl. *Landtechnik*, 67, 6: 421–424.
- Frazzi E., Calamari L., Calegari F., Stefanini L. (2000). Behavior of dairy cows in response to different barn cooling systems. *Transactions of the ASAE*, 43, 2: 387–394.
- Ginneken van R. (2010). Hittestres te lijf Melkveebedrijf, 6: 12–24.
- Herkner S., Lankow C., Heidenreich T. (2002). Mindestsommerluftvolumenströme für Hochleistungskühe. *Landtechnik*, 57, 5: 286–287.
- Hoy S., Halli K., Koch C. (2016). Einfluss der Temperatur auf Futteraufnahme, Wiederkaudauer und Milchleistung. *Milchpraxis*, 50, 3: 20–22.
- Kaczor A. (2010). Effect of temperature on milk yield of cows. *Proc. 3rd International Conference: The impact of environmental conditions – animal welfare, pollutions, economics*, Book of Abstracts, Kraków-Balice, 25–27.05.2010, pp. 43–46.
- Kaczor A., Paschma J., Sowula-Skrzyńska E. (2010). Production response of cows to thermal conditions in the open barn. *Monograph: Welfare and economics aspects of animal production*, Kraków, Uni-Druk, pp. 75–84.
- KARTA INFORMACYJNA do założeń technologicznych produkcji zwierzęcej. Nr karty 1.02.04., Inst. Zoot., Kraków (1977).
- Pache S. (2007). Anforderungen der Milchkühe an sommertaugliche Aussenklimaställe- Untersuchungen zur Thermoregulation, Stallklima und Bauweisen. 8. Tagung Bau Technik und Umwelt in der Landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. KTBL-Verlag, ss. 264–269.
- Resch K. (2017). Teufelskreislauf Hitzestress. *Milchpraxis*, 51, 2: 50–52.
- West J. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 86, 6: 2131–2144.
- Wolfenson D. (2009). Impact of heat stress on production and fertility of dairy cattle. *Proc. 18th Annual Tri-State Dairy Nutrition Conference*, Fort Wayne, 21–22.04.2009, pp. 55–59.
- Zeeb K. (1978). Klima-Wahlverhalten bei Rindern. *Tierärztl. Umschau*, 33: 685–693.
- Zimbelman R.B., Rhoads M.L., Duff G.C., Baumgard L.H., Collier R.J. (2009). A Re-evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. *Department of Animal Sciences The University of Arizona*, p. 186.

HEAT STRESS IN COWS AND POSSIBILITIES TO IMPROVE MICROCLIMATE CONDITIONS IN BARN (PART I)

Summary

The occurrence of heat stress in the summer period is influenced by several factors. One factor are microclimatic conditions, which determine the amount of heat radiated directly and indirectly to the environment by the animal's body. The problems related to radiation of heat at high temperatures, sometimes coupled with high humidity, are closely connected with the occurrence of heat stress in cows, which reduces production and welfare levels. Not only air temperature and humidity, which are included in the temperature-humidity index (THI), but also air movement have a significant effect on the radiation of heat to the environment. Increased air movement reduces the effective temperature in the cows, and thus limits the development of heat stress. For this reason, when air temperature is high, especially in open-type barns, equipment is used to improve the microclimate conditions in terms of air temperature and air speed. In the project planning phase, special attention should also be paid to construction solutions and barn location, which will enable proper exchange of air and relatively good, unforced rate of air movement.

Key words: heat stress, cows, barn microclimate