

Prognozowanie możliwości wystąpienia stresu cieplnego u bydła mlecznego

Sabina Angrecka, Piotr Herbut

*Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Katedra Budownictwa Wiejskiego,
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków*

Wstęp

Dobrostan to pojęcie określające taki system hodowli zwierząt, który w najszerszym zakresie zaspokaja ich potrzeby życiowe i gwarantuje dobre samopoczucie. Jego zewnętrznymi objawami są normalne dla danego gatunku formy zachowania. Ze względu na to, że bydło mleczne w wolnostanowiskowym systemie utrzymania często spędza całe życie w oborze, zadaniem hodowcy jest stworzenie w niej odpowiednich warunków mikroklimatycznych. Mają one zapewnić krowom właściwy komfort bytowania. Mikroklimat obory kształtowany jest przez wiele czynników. Najważniejszymi są parametry powietrza: temperatura, wilgotność względna, prędkość przepływu oraz zanieczyszczenia chemiczne i bakteriologiczne.

Wraz ze zmieniającymi się podczas poszczególnych pór roku warunkami atmosferycznymi, w oborze wolnostanowiskowej silnym wahaniom podlega temperatura powietrza.

Temperatura wraz z wilgotnością względną powietrza tworzą różne kombinacje, z których bardzo istotne dla zdrowia krów są m.in. niska wilgotność względna i wysoka temperatura, wysoka wilgotność względna i niska temperatura oraz wysoka wilgotność względna i wysoka temperatura.

Wysoka temperatura w połączeniu z niską wilgotnością względną powietrza powodują osuszanie błony śluzowej dróg oddechowych, przyczyniając się do zmniejszenia odporności krów na infekcje wirusowe i bakteryjne (Romaniuk i in., 2005). Jak podaje Armstrong (1994), krowy wysoko produkcyjne przy temperaturze powietrza powyżej 27°C oraz niskiej wilgotności

względnej narażone są na utratę komfortu przebywania w oborze. Na podstawie przeprowadzonych badań zostały określone maksymalne wartości temperatury, które według Westa (2003) wynoszą 25–26°C, a według Broučka i in. (2009) 24–27°C, po przekroczeniu których krowy mleczne narażone są na pogorszenie dobrostanu.

W niskiej temperaturze krowy szybciej oddają ciepło do otoczenia, a straty energetyczne uzupełniają poprzez zwiększenie poboru paszy. W takich warunkach wysoka wilgotność względna powietrza, oddziałująca na organizmy produkujące duże ilości ciepła, może wywołać stany zapalne wymion oraz dróg oddechowych (Mroczek, 2008).

Występowanie wysokich temperatur i wysokich wilgotności względnych powietrza uniemożliwia odprowadzenie z organizmu krowy nadmiaru ciepła. Doprowadza to do jego kumulacji w organizmach zwierząt i wzrostu ich temperatury ciała, co w efekcie zaburza termoregulację. W wyniku problemów z termoregulacją może dojść do wystąpienia zjawiska stresu cieplnego (Romaniuk i in., 2005).

Stres cieplny u bydła

Badania nad zjawiskiem stresu cieplnego podejmowane były przez wielu naukowców w różnych krajach, m in. w: Argentynie (de la Casa i Ravelo, 2003), Stanach Zjednoczonych i Gruzji (Bohmanova i in., 2007), Polsce (Jaśkowski i in., 2005; Herbut i Angrecka, 2012) i Chorwacji (Gantner i in., 2011).

Na wystąpienie stresu cieplnego u bydła

bezpośredni wpływ mają temperatura i wilgotność względna powietrza, prędkość ruchu powietrza oraz natężenie promieniowania słonecznego (Kadzere i in., 2002; West i in., 2003). Istotne są również takie czynniki, jak: zagęszczenie obsady w oborze, izolacyjność okrywy włosowej, rasy bydła i ilość wytwarzanego przez nie ciepła (Berman, 2005).

Pierwsze objawy stresu cieplnego u bydła to: ospałość, nadmierna potliwość i wydzielanie śliny oraz szybszy oddech, które mogą wystąpić już przy temperaturze niewiele większej od 20°C. Krowy, aby zmniejszyć produkcję ciepła, ograniczają lub całkowicie zaprzestają pobierania paszy, obniża się intensywność pracy żwacza, co wpływa na spadek produktywności mlecznej (West, 2003). Reakcja organizmu krow na stres cieplny przejawia się również w zdrowotności i zdolnościach reprodukcyjnych poprzez zmniejszenie wskaźnika zacieleń, mniejszą liczbę inseminacji przeliczaną na jedną krowę, wcześniejszą śmiertelność zarodkową, wydłużenie czasu między wycieleniami i przedłużony przestój poporodowy. W wyniku wystąpienia stresu cieplnego spada również u bydła poziom

progesteronu i estradiolu we krwi, przez co czas trwania rui jest krótszy nawet o 8 godzin, a jego objawy są trudniej zauważalne (St. Pierre i in., 2003; Jaśkowski i in., 2005). W skrajnych warunkach stres cieplny może doprowadzić do śmierci zwierząt.

Skutki stresu cieplnego odczuwają nie tylko zwierzęta, ale również właściciele gospodarstw. Straty finansowe, jakie ponoszą z racji pokrywania kosztów leczenia i mniejszych zysków ze sprzedaży mleka, odniesione do skali całych rejonów dają olbrzymie sumy (St. Pierre i in., 2003).

W celu zapobieżenia skutkom stresu cieplnego stosowane są różne rozwiązania, poprawiające warunki cieplno-wilgotnościowe w oborze. Zalicza się do nich zraszacze niskociśnieniowe, wentylację mechaniczną oraz zaciemnienia (Hahn i in., 2009). Często rozwiązania te stosowane są łącznie.

Zraszacze niskociśnieniowe montowane są zwykle na poczekalniach oraz przy wejściach do hal udojowych. Mają za zadanie spryskać krowy wodą pod niskim ciśnieniem i przez to ochłodzić powierzchnie ich ciał.



Fot. 1. Mieszacze powietrza (źródło własne) – Fot. 1. Air mixing fan (own source)

Zacienienia w postaci pasów zadrzewień lub wiat są rozwiązaniem najczęściej stosowanym na pastwiskach. Ich zadaniem jest redukcja bezpośredniego wpływu natężenia promieniowania słonecznego na wypasane bydło. Na fermach bydła mlecznego w oborach wolnostanowiskowych również coraz większe znaczenie przypisywane jest odpowiedniemu zacienieniu boksów legowiskowych. W tym celu stosowane są: zadrzewienia, przedłużanie okapów dachu, montaż siatek redukujących nasłonecznienie. Zacienienia w postaci zadrzewień i okapów są rozwiązaniami trwałymi, natomiast w przypadku siatek istnieje możliwość ich okresowego montażu, np. tylko na okres letni

W Polsce najczęstszym oraz najbardziej efektywnym rozwiązaniem obniżającym temperaturę odczuwalną krów jest stosowanie wentylacji mechanicznej, która w oborach i poczekalniach ma postać mieszaczy powietrza (fot. 1). Jak podają Mitloehner i in. (2009), w warunkach wysokich temperatur krotność wymiany powietrza w oborze powinna zagwarantować wilgotność względną powietrza mniejszą niż 80%.

1. Bianca (1962)

$$\text{THI} = (0,35 \cdot T_{\text{db}} + 0,65 \cdot T_{\text{wb}}) \cdot 1,8 + 32$$

2. National Research Council (1971)

$$\text{THI} = (1,8 \cdot T_{\text{db}} + 32) - (0,55 - 0,0055 \cdot \text{RH}) \cdot (1,8 \cdot T_{\text{db}} - 26)$$

3. Yousef (1985)

$$\text{THI} = T_{\text{db}} + (0,36 \cdot T_{\text{dp}}) + 41,2$$

gdzie:

T_{db} – temperatura termometru suchego (°C),

T_{dp} – temperatura punktu rosy (°C),

T_{wb} – temperatura termometru mokrego (°C),

RH – wilgotność względna powietrza (%).

Wzory 1 i 3 zostały określone w komorach klimatycznych, natomiast wzór 2 opracowano dla bydła przebywającego na zewnątrz obory (Bohmanova i in., 2007).

Wartości wskaźnika są często obliczane jako średnie dobowe lub średnie godzinowe. W przypadku, gdy istnieje potrzeba obliczenia maksymalnego dobowego THI, uwzględnia się maksymalną temperaturę powietrza oraz jego minimalną wilgotność względną z danego dnia.

Uruchomienie mieszaczy powietrza powinno być równoczesne z wystąpieniem niekorzystnych dla bydła warunków cieplno-wilgotnościowych, w przeciwnym wypadku zamiast poprawić warunki bytowania, możemy je jeszcze pogorszyć.

Prognozowanie stresu cieplnego

W celu określenia ryzyka wystąpienia stresu cieplnego został sformułowany wskaźnik THI – temperature humidity index (Thom, 1959). Początkowo jego wartości zostały określone dla ludzi, lecz na przestrzeni lat zaczął być stosowany również dla różnych gatunków zwierząt (Lendelova i Botto, 2011).

Obliczenia wskaźnika THI opierają się na pomiarach temperatur termometru suchego, mokrego lub temperatury punktu rosy oraz wilgotności względnej lub bezwzględnej (Dikmen i Hansen, 2008).

Przykładowe wzory do obliczeń THI dla bydła podają Bohmanova i in. (2007):

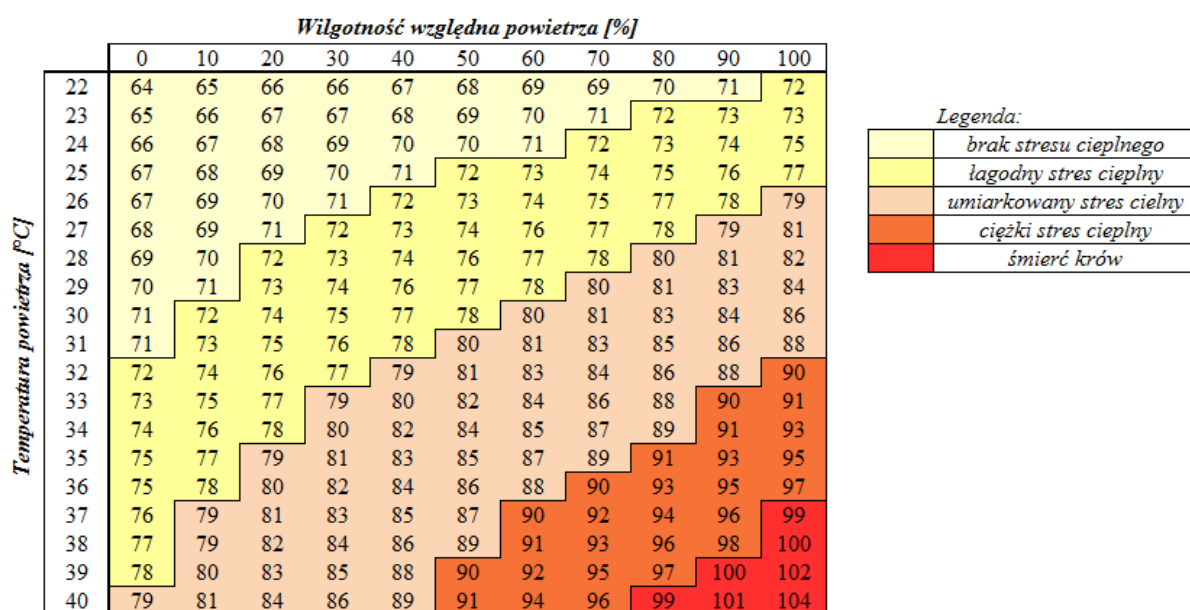
W obliczeniach minimalnego dobowego THI podstawia się minimalną temperaturę powietrza oraz jego maksymalną wilgotność względną (Vitali i in., 2009). Dla obliczeniowych wartości THI wyznaczone zostały również wartości graniczne, świadczące o wystąpieniu stresu cieplnego (fot. 2).

W większości opracowań wartość THI równa się 72 i jest przyjmowana jako dolna granica, po przekroczeniu której widoczne są

pierwsze objawy stresu cieplnego (Armstrong, 1994; Ravagnolo i Misztal, 2000; West i in., 2003). Akyuz i in. (2010) podali przedziały wartości THI, określające stopnie stresu cieplnego, tj.: stres łagodny 72–79, umiarkowany 79–89 oraz ciężki >89. Zbliżone przedziały wskaźnika podał także Armstrong (1994), powiększając je o dodatkowy, w którym powyżej wartości THI

wynoszącej 98 następuje śmierć zwierzęcia.

Badania przeprowadzone przez Vitali i in. (2009) wykazały, że krowy narażone są na śmierć, gdy THI osiąga wartość powyżej 80. Podają oni również, że wartości wskaźnika równe 77 i 87 są to, kolejno: wartości minimalna i maksymalna, powyżej których zachodzi zwiększone ryzyko śmiertelności zwierząt.



Fot. 2. Wartości THI dla bydła mlecznego z określonymi poziomami stresu cieplnego (opracowanie własne za Armstrongiem, 1994)

Fot. 2. THI values for dairy cattle with ranges of heat stress levels (authors' own compilation based on Armstrong, 1994)

Jak podaje Armstrong (1994), krowy o wysokiej produktywności mlecznej są najbardziej narażone na stres cieplny. Przy wzroście produktywności mleka z 35 na 45 kg·d⁻¹, próg wrażliwości bydła na temperaturę spada o 5°C (Berman, 2005). Znajduje to odzwierciedlenie w wartościach THI odniesionych do produktywności mlecznej. Hahn i in. (2009) podali dla krów o wysokiej produktywności mlecznej wartość minimalną THI wynoszącą 72, natomiast dla bydła o niskim poziomie produkcji równą 74. Można również przyjąć za Carterem i in. (2011), że dla krów wysoko produkcyjnych stres cieplny pojawia się, gdy średnie dzienne THI przekracza 68 lub kiedy minimalne dzienne THI jest większe od 65.

Swoją klasyfikację stresu cieplnego w oparciu o THI podali również Brouček i in. (2009). Wartość THI wynosząca 70–72 jest ostrzeżeniem, mówiącym o możliwości wystąpienia stresu cieplnego, a mleczność zaczyna być powoli hamowana. Pierwsze spadki wydajności mlecznej są widoczne już przy wartości wskaźnika THI równej 72. Największy spadek produkcji mleka następuje jednak po przekroczeniu wartości 76–78. Spadek mleczności następuje zwykle po dwóch (West, 2003; Spiers i in., 2004) do czterech (Herbut i Angrecka, 2012) dniach od wystąpienia stresu cieplnego i wynosi 0,20 kg na jednostkę THI (Ravagnolo i Misztal, 2000), 0,88 kg na jednostkę THI

(West, 2003) oraz od 0,18 do 0,36 kg na jednostkę THI (Herbut i Angrecka, 2012).

Hahn i in. (2009) podali, że zastosowanie zraszaczy, sterowanie cieniem oraz zwiększona wentylacja mogą podnieść dolną granicę THI do wartości 78. Brak takich rozwiązań może wywołać stres cieplny przy wartości THI mniejszej od 72. Brouček i in. (2009) zalecają zastosowanie zwiększonej wentylacji już przy THI wynoszącym 70–72. Powyżej 78 wentylowanie musi odbywać się w każdej części obory. Pomimo tego, że THI jest powszechnie używanym wskaźnikiem stresu cieplnego, nie uwzględnia jednak natężenia promieniowania słonecznego oraz prędkości ruchu powietrza. Czynniki te mogą wpływać na zwiększenie lub zmniejszenie wartości obliczeniowej wskaźnika THI. Ruch powietrza w obo-

rach jest bardzo istotny ze względu na konwekcyjne chłodzenie bydła, a w połączeniu z natężeniem promieniowania słonecznego ma bardzo duży wpływ na regulację równowagi termicznej krów (Davis i Mader, 2003).

Wpływ natężenia promieniowania słonecznego i ruchu powietrza został określony w 1970 r. we wzorze na LWSI – the Livestock Weather Safety Index (Eigenberg i in., 2007). Wykorzystywany był do prognozowania i łagodzenia ciężkich warunków środowiskowych w gospodarstwach prowadzących hodowlę bydła, szczególnie opasów, a także w przypadku transportu zwierząt (Hahn i in., 2009).

W odniesieniu do LWSI, Mader i in. (2006) stworzyli wskaźnik określany jako adjusted THI – THI_{adj} i obliczany ze wzoru:

$$THI_{adj} = 4,51 + THI - (1,992 \cdot WSPD) + (0,0068 \cdot RAD)$$

gdzie:

WSPD – prędkość ruchu powietrza ($m \cdot s^{-1}$),

RAD – natężenie promieniowania słonecznego ($W \cdot m^{-2}$).

Dla wskaźnika adjusted THI również zostały określone przedziały wartości, które klasyfikują poziom stresu cieplnego. Wartości <74 informują o braku stresu, w zakresie 75–78 pojawia się stan alarmowy, 79–83 to wartości określające stan niebezpieczny dla zdrowia krów, natomiast >84 świadczy o wystąpieniu sytuacji zagrożenia życia krów (Hahn i in., 2009).

Podsumowanie

Wpływ promieniowania słonecznego oraz ruchu powietrza na warunki panujące w oborze nie został jeszcze w sposób wystarczający zbadany. Przeprowadzone badania własne wykazały dużą zmienność warunków mikroklimatycznych, występujących nawet w obrębie tej

samej grupy technologicznej. Praktycznie, każda obora może charakteryzować się odmiennymi warunkami mikroklimatycznymi, przy podobnych warunkach atmosferycznych. Uzależnione jest to od konstrukcji i typu obory, jej lokalizacji na terenie fermy i względem stron świata. W przypadku obór już istniejących uwzględnienie natężenia promieniowania słonecznego i prędkości ruchu powietrza stwarza możliwość prognozowania stresu cieplnego w poszczególnych grupach technologicznych.

Umożliwi to dopasowanie optymalnych rozwiązań, redukujących wpływ niekorzystnych warunków cieplno-wilgotnościowych na zdrowie oraz produktywność bydła. Pozwoli również określić lepsze wytyczne do projektowania nowych obór z efektywniejszymi systemami wentylacyjnymi.

Literatura

- Akyuz A., Boyaci S., Cayli A. (2010). Determination of critical period for dairy cows using temperature humidity index. *J. Anim. Vet. Adv.*, 9 (13): 1824–1827.
- Armstrong D.V. (1994). Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.*, 77: 2044–2050.
- Berman A. (2005). Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *J. Anim. Sci.*, 83: 1377–1384.
- Bohmanova J., Misztal I., Cole J.B. (2007). Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *J. Dairy Sci.*, 90: 1947–1956.
- Brouček J., Novák P., Vokřálová J., Šoch M., Kišac P., Uhrinčat' M. (2009). Effect of high temperature on milk production of cows from free-stall housing with natural ventilation. *Slovak J. Anim. Sci.*, 42 (4): 167–173.
- Carter B.H., Friend T.H., PAS, Sawyer J.A., Garey S.M., Alexander M.B., Carter M.J., Tomaszewski M.A. (2011). Effect of feed-bunk sprinklers on attendance at unshaded feed bunks in drylot dairies. *Prof. Anim. Sci.*, 27: 127–132.
- Davis S., Mader T. (2003). Adjustments for wind speed and solar radiation to the temperature-humidity index. *Nebraska Beef Cattle Rep.*, 224: 48–51.
- De la Casa A.C., Ravelo A.C. (2003). Assessing temperature and humidity conditions for dairy cattle in Cordoba, Argentina. *Int. J. Biometeorol.*, 48: 6–9.
- Dikmen S., Hansen P.J. (2008). Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? *J. Dairy Sci.*, 92: 109–116.
- Eigenberg R.A., Brown-Brandl T.M., Nienaber J.A. (2007). Development of a livestock weather safety monitor for feedlot cattle. *Appl. Engin. Agricult.*, 23 (5): 657–660.
- Gantner V., Mijić P., Kuterovac K., Solić D., Gantner R. (2011). Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. *Mljekarstvo*, 61 (1): 56–63.
- Hahn G.L., Gaughan, J.B., Mader T.L., Eigenberg R.A. (2009). Thermal Environment and Livestock Energetics. Thermal indices and their applications for livestock environments. USA. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 122 pp.
- Herbut P., Angrecka S. (2012). Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn during the period of summer heat. *Anim. Sci. Pap. Rep.*, 30, 4: 363–372.
- Jaśkowski J.M., Urbaniak K., Olechnowicz J. (2005). Stres cieplny u krów – zaburzenia płodności i ich profilaktyka. *Życie Wet.*, 80 (1): 18–21.
- 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.
- Lendelova J., Botto L. (2011). Evaluation of thermal-humidity index in animal housing. *Bioclimate: Source and Limit of Social Development International Scientific Conference*. Topoľčianky, Slovakia.
- Mader T.L., Davis M.S., Brown-Brandl T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *J. Dairy Sci.*, 84: 712–719.
- Mitloehner F.J., Swarengen J., Jacobson L., Goch C.A., Ndegwa P. (2009). Chapter 3: Husbandry, Housing, and Biosecurity. In: *Guide for the care and use of agricultural animals in agricultural research and teaching*. *Feder. Anim. Sci. Soc.*, 14: 16–29.
- Mroczek J.R. (2008). Mikroklimat budynków inwentarskich jako element dobrostanu bydła. *Hod. Bydła*, 11.
- Ravagnolo O., Misztal I. (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle, Parameter estimation. *J. Dairy Sci.*, 83: 2126–2130.
- Romaniuk W., Overby T. i in. (2005). Systems of maintenance of cattle. Reference book. *Praca zbiorowa. Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego*, Warszawa.
- St. Pierre N.R., Cobanov B., Schnitkey G. (2003). Economic losses from heat stress by us livestock industries. *J. Dairy Sci.*, 86: (E. Suppl.): E52–E77.
- Spiers D.E., Spain J.N., Sampson J.D., Rhoads R.P. (2004). Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. *J. Thermal Biol.*, 29: 759–764.

Thom E.C. (1959). The discomfort index. *Weatherwise*, 12: 57–59.

Vitali A., Segnalini M., Berocchi L., Bernabucci U., Nardone A., Lacetera N. (2009). Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature-humidity index in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 92: 3781–3790.

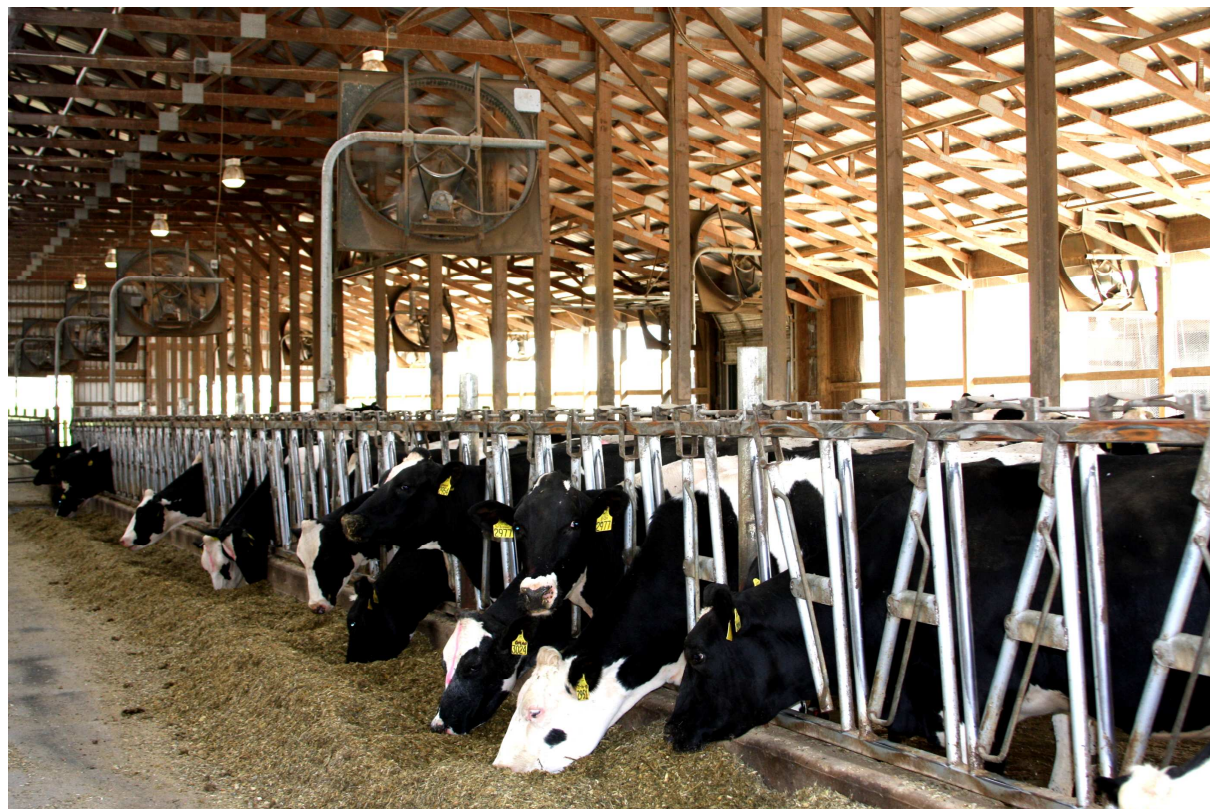
West J.W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J Dairy Sci.*, 86: 2131–2144.

West J.W., Mullinix B.G., Bernard J.K. (2003). Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake and milk yield of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 86: 232–242.

PREDICTING THE POSSIBILITY OF OCCURRENCE OF HEAT STRESS IN DAIRY CATTLE

Summary

The paper presents results of research on the possibility of predicting heat stress in dairy cattle. Threats to the health and welfare of dairy cows and milk productivity resulting from an increase in temperature and relative humidity during the hot weather were indicated. The methods of cooling the animals associated with the use of sprinklers, air mixing fans, and shading of barns were presented. Attention was paid to the fact that air movement and solar radiation are not adequately reflected in the THI formula. The need to extend our knowledge about barn microclimate in the context of building structure, ventilation systems, building's location on the farm and orientation to the four directions was noticed.



Krowy rasy HF w oborze – *HF cows in cows-shed* (fot. Z. Choroszy)