

ZMIANY KLIMATU JAKO POTENCJALNY CZYNNIK RYZYKA W PRODUKCJI MLEKA W WIELKOPOLSCE

Ryszard Chaberski¹, Izabela Hoft², Izabela Lipińska²✉, Marian Lipiński²

¹Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe „Agropol” Sp. z o.o. we Wrześni

²Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Abstrakt. Badania miały charakter pilotażowy. Ich celem było dokonanie wstępnego rozpoznania, czy w wielkopolskich warunkach klimatycznych krowy o dużej wydajności, często przekraczającej produkcję 40 kg mleka dziennie, zależnie od stadium laktacji inaczej reagują na sezonowe zmiany wskaźników THI, charakteryzujących warunki temperaturowo-wilgotnościowe otoczenia. Wyniki badań wskazują, że dobowa produkcja mleka surowego i procentowe zawartości w nim tłuszczu i białka zależą nie tylko od stadium laktacji, ale i od wartości wskaźników THI. Wyższym wartościom THI towarzyszy spadek masy wydojonego mleka i obniżenie jego przydatności technologicznej. Ocieplający się klimat może eskalować ryzyko spadku produkcji surowca mlecznego w czasie upałów.

Słowa kluczowe: krowa, laktacja, mleko, tłuszcz, białko, THI

WPROWADZENIE

Produkcja rolnicza jest szczególnie narażona na ryzyko związane ze zmianami klimatycznymi. Może ono mieć charakter incydentalny, pojawiający się w określonych porach roku (np. gradobicie, susza itp.) lub długofalowy, wynikający ze zmiany klimatu. Istotnym czynnikiem jest jego ocieplenie, które może wymusić dobór nowych sposobów produkcji, zarówno pod kątem technicznym, jak i technologicznym. Zmiana klimatu ma istotny wpływ na bytowanie bydła mlecznego

i produkcję mleka, wiąże się z ich dobrostanem (Anton i in., 2012). Problem ten został już dostrzeżony przez prawodawcę. Zgodnie z § 7 Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 28 czerwca 2010 roku w sprawie minimalnych warunków utrzymania gatunków zwierząt gospodarskich innych niż te, dla których normy ochrony zostały określone w przepisach Unii Europejskiej, w pomieszczeniach, gdzie utrzymuje się bydło, zarówno temperatura, jak i względna wilgotność powietrza powinny być utrzymywane na poziomie nieszkodliwym dla zwierząt. Normy te są bardzo ogólne, co determinuje różną wrażliwość poszczególnych ras bydła na warunki klimatyczne. Ponadto ich podstawowym celem ma być ochrona zwierząt, a nie zabezpieczenie dochodu producenta mleka.

Zgodnie z przewidywaniami fale upałów będą nawiedzać Europę coraz częściej. Konieczne jest zatem poszukiwanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych obór dla bydła, nawiązujących do pomysłów realizowanych przykładowo na Bliskim Wschodzie, w Izraelu lub w Turcji (Lipiński, 2014). O warunkach bytowania zwierząt i ich stanie decyduje wiele czynników. Należą do nich między innymi: właściwy mikroklimat, prawidłowe rozwiązania techniczne pomieszczeń, oświetlenie, cechy chemiczne i biologiczne powietrza (Pawlak i Lipiński, 2011; Righi i in., 2004).

Negatywny i zarazem silny wpływ ma stres cieplny, skutkujący wyraźnym spadkiem mleczności krów (Chaberski i in., 2012; Walkowiak, 2014). Jest on

✉ dr Izabela Lipińska, Katedra Zarządzania i Prawa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań, Poland, e-mail: lipinska@up.poznan.pl

zagrożeniem realnie występującym w naszym kraju, na co wskazują opublikowane ostatnio badania Hoft i Lipińskiego (2014). Przy wysokich temperaturach i podwyższonych wilgotnościach względnych krowy nie mogą pozbyć się nadwyżek energii cieplnej, by efektywnie chronić się przed przegrzaniem ciała. Wywołuje to stan napięcia o skali adekwatnej do wydajności mlecznej. Knaap (2012) stwierdził, że krowa o wydajności 32 kg mleka dziennie wytwarza o 48% energii więcej od zasuszonej. Przy temperaturze +27°C i wilgotności względnej 65% mleczność krów spada około 10% w stosunku do osiąganą przy temperaturach w zakresie 8–12°C. Wzrost temperatury powietrza do +32°C powoduje obniżenie produkcji mleka o 1/3. Z kolei przy wilgotności względnej powietrza 83–87% krowy dają o 13% więcej mleka niż przy wilgotności 94–96% (Samosiuk i in., 2013).

Temperatura i wilgotność względna powietrza są głównymi czynnikami mikroklimatu. Parametrem, który je łączy, jest wskaźnik stresu cieplnego – indeks THI (Temperature Humidity Index), wprowadzony ponad pół wieku temu. Obecnie na świecie korzysta się aż z ośmiu sposobów obliczania THI (Dikmen i Hansen, 2009). Na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu preferowany jest wzór:

$$THI = 1,8 T + 32 - (0,55 - 0,0055 W) (1,8 T - 26)$$

gdzie:

T – temperatura powietrza (°C)

W – wilgotność względna powietrza (%)

Niektórzy badacze wyliczają lub szacują stres cieplny nie na podstawie wyników pomiarów temperatur i wilgotności powietrza, jak poprzednio, ale temperatur w odbycie lub w pochwie krów (Da Rocha i in., 2012; Cvetkovic i in., 2005). Badania wykazały, że do oceny zależności między parametrami klimatu a produkcją mleka przez krowy wykorzystywać można z powodzeniem również sztuczne sieci neuronowe (Boniecki i in., 2013).

Interpretacje wartości THI na tle zagrożeń krów stresem cieplnym są w literaturze zbieżne, ale nie identyczne. Dolną granicą stresu cieplnego jest zwykle liczba 72 (Ravagnolo i Misztal, 2000; West, 2003; Akyuz i in., 2010; Sanftleben, 2012). Bonnefoy i Noordhuizen (2011) podali, że stres występuje wtedy, gdy THI przekracza 72. Powyżej tego progu każdy przyrost wartości THI o jednostkę skutkuje stratą produkcji od 0,2 do 0,9 kg mleka dziennie na krowę. Brouček i in. (2009)

uważali, że ostrzeżeniem powinno być wystąpienie THI = 70. Z kolei zdaniem Du Preez (2000) ma to być wartość 71 i więcej.

Soler (2012) opisał badania prowadzone w USA (University of Arizona), z których wynikało, że postęp w zakresie wzrostu wydajności krów spowodował przesunięcie progu stresu cieplnego z THI = 72 do THI = 68. Wartość THI = 68 pojawia się przy temperaturze +22°C i wilgotności względnej 45%. Taki stan często występuje w klimacie umiarkowanym. Organizacja DairyNZ, zrzeszająca nowozelandzkich producentów mleka, zwróciła uwagę na rasowe uwarunkowania wrażliwości krów na stres cieplny. Efekty stresu u krów rasy hf występują już przy THI = 68, a u rasy Jersey dopiero przy THI = 75. Jeżeli założyć stałą wilgotność względną powietrza na poziomie 75%, równoważnymi temperaturami są odpowiednio +21,0°C i +25,5°C¹.

Za Sanftlebenem (2012) wartości THI i ich konsekwencje stresowe można sklasyfikować następująco:

- ≤71 – brak stresu
- 72–79 – lekki stres
- 80–90 – silny stres
- 91–99 – bardzo silny stres.

Vitali i in. (2009) trochę inaczej określali zagrożenia. Ich badania wykazały, że niebezpieczny dla życia krów jest już zakres THI między 77 i 87. W Wielkopolsce w 2013 roku incydentalnie stwierdzano pojawianie się poza oborami THI przekraczających wartość 90 (Hoft i Lipiński, 2014).

Stres cieplny u krów ogranicza nie tylko ich wydajność mleczną (Bernabucci i in., 2002; Chaberski i in., 2012; Collier i in., 2012; Gantner i in., 2012; Herbut i Angrecka, 2012; Joksimović-Todorović i in., 2011), ale wpływa też na poziom składników mleka. Powoduje obniżenie zawartości suchej masy mleka, tłuszczu o 0,4%, białka o 0,2% oraz laktozy (Collier i in., 2012). Zmiany zawartości laktozy w mleku zauważyli też Joksimović-Todorović i in. (2011), porównując mleko z kwietnia i maja (4,45%) z pozyskiwanym w lipcu i sierpniu (4,63%). Według Bernabucci i in. (2002) stres cieplny obniża poziom kazeiny w mleku, ale nie dotyczy to frakcji kappa-kazeiny, której jest zawsze tyle samo. Chaberski i Lipiński (2013) również rozpoznali relacje między zmieniającymi się indeksami temperaturowo-wilgotnościowymi (THI) a produkcją mleka. Stwierdzono, że wzrostowi indeksów THI towarzyszą spadki zawartości

¹ www.dairynz.co.nz/page... (dostęp: 23.6.2014)

tluszczu w mleku, białka i mocznika. Osiągnięcia produkcyjne badanej obory były jednak analizowane globalnie, bez rozgraniczania grup technologicznych związanych ze stanami laktacji u krów. Zauważono, że niekiedy występuje reflektoryczne obniżenie produkcji mleka w czwartym dniu po pojawieniu się podwyższonych wskaźników THI. Indeks THI z dnia poprzedniego ma mniejszą ekspresję (Chaberski i Lipiński, 2014).

Celem badań, które miały charakter pilotażowy, było uzyskanie odpowiedzi na pytanie: czy w wielkopolskich warunkach krowy o rekordowych wydajnościach dobowych, często przekraczających 40 kg mleka, zależnie od stadium laktacji, w różny sposób reagują na sezonowo zmieniające się wskaźniki THI? W przeanalizowanej literaturze nie znaleziono informacji o istnieniu takich zależności. Hipotetycznie założono, że skoro wydajność mleczna krów zmienia się w trakcie laktacji, to i w różnych jej okresach skutki oddziaływania klimatu otoczenia mogą implikować zmiany w masach udojów oraz w zawartości tłuszczu i białka w mleku.

METODY

W fermie położonej około 50 km od Poznania utrzymywane jest stado około 230 bardzo wydajnych krów dojnych rasy polskiej hf. Ich liczba podczas badań zmieniała się w zakresie od 207 do 243 sztuk. Uwzględniając jeszcze krowy zasuszone, jałówki, byczki i cielęta, na fermie było łącznie około 700 sztuk bydła. Obiekty inwentarskie wzniesiono tam kilkadziesiąt lat temu (1973 rok), ale w 2008 roku zostały one poddane gruntownej modernizacji. Krowy cały rok korzystają z legowisk zewnętrznych wokół budynków, wykonanych pod wiatami. Zależnie od pory roku ścieli się je słomą lub piaskiem. W badanym gospodarstwie na bydło mleczne oddziałuje zatem głównie klimat zewnętrzny. Wewnątrz pomieszczeń oborowych krowy korzystają ze stołów paszowych. Żywnienie prowadzi się systemem TMR (Total Mixed Ration), który polega na żywieniu ich paszami o stałej wartości pokarmowej, precyzyjnie odmierzanymi i mieszanymi w wozach paszowych. Jest ono optymalizowane w czasie, co wynika ze stosowania bieżących korekt, opartych na analizach chemicznych pasz i wynikach badania poziomu składników mleka. Krowy dobrane są trzykrotnie na dobę w dojarni DeLaval, „bok w bok”, 2×12.

Materiał badawczy obejmował dane meteorologiczne i informacje liczbowe zawarte w dokumentacji z kontroli

użytkowości mlecznej krów. Skorzystano z udostępnionych przez kierownictwo fermy wyników comiesięcznych, kontrolnych badań rutynowych. Analizie poddano liczby z okresu od 18 stycznia do 17 października 2013 roku. Dane z kontroli użytkowości mlecznej (udoje, % tłuszczu i białka) zebrała i usystematyzowała Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka, zgodnie z metodyką oceny A4. Kryterium klasyfikacji było laktacyjne zaawansowanie grup krów. Wyodrębniono cztery przedziały grupowe: ≤ 40 , 41–100, 101–200 i ≥ 201 dni laktacji oraz dodatkowo ogólne dane zbiorcze dla całego stada krów, bez uwzględniania okresu laktacyjnego. Liczebności krów w przedziałach zmieniały się w czasie i tak przykładowo na fermie w początkowej fazie laktacji, czyli do 40 dnia po porodzie, w dniach kontroli użytkowości mlecznej znajdowało się od 18 do 38 sztuk. Przedmiotem badań były nie konkretne sztuki, ale grupy laktacyjne, których skład podlegał ciągłym zmianom wraz z upływem czasu.

Pomiary meteorologiczne prowadziła najbliższa automatyczna stacja kontenerowa w Krzyżówce, zainstalowana w obszarze pozamiejskim, rolniczo-leśnym, oddalonym od badanej fermy około 20 km. Jest ona własnością Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Poznaniu, który prowadzi ciągły monitoring powietrza zgodnie z regulacjami ustawowymi i udostępnia wyniki bezpłatnie w Internecie (Wielkopolski monitoring powietrza). Wykorzystano tylko niektóre zarejestrowane dane: maksymalne temperatury, występujące dwa dni wcześniej i w samym dniu comiesięcznej, rutynowej oceny kontroli użytkowości mlecznej oraz towarzyszące im wtedy wilgotności względne. Zgromadzone dane o wilgotnościach względnych i temperaturach po ich uśrednieniu posłużyły do wyliczenia wskaźników temperaturowo-wilgotnościowych THI, do czego wykorzystywano kalkulator dostępny w Internecie na stronie Dairynz – Temperature humidity index (THI) Calculator.

W sumie obliczono dziewięć THI, bazując na trzech dniach pogody analizowanej w połowie każdego miesiąca, bezpośrednio przed kontrolą użytkowości mlecznej krów. Następnie zestawiono pary danych:

- THI → średnie udoje (dobowe uzyski mleka od krowy)
- THI → średnie procentowe zawartości tłuszczu w mleku
- THI → średnie procentowe zawartości białka w mleku.

Zestawy danych wprowadzono do komputera i wykorzystując narzędzie Microsoft Office Excel, wygenerowano wykresy punktowe z wykreślonymi liniami trendów. Ponadto porównano udoje oraz procentowe zawartości tłuszczu i białka w mleku pochodzącym z kontroli mleczności w styczniu i czerwcu 2013 roku, kiedy odnotowano skrajne wartości THI (32 i 71). W celu zbadania wpływu wartości THI na zróżnicowanie wspomnianych cech produkcyjnych krów zastosowano nieparametryczny test Wilcozona, opisany przez Perkala (1967). Nie zakłada on rozkładu normalnego i jest mniej czuły niż test t, ale jako wygodny w zastosowaniu może być przydatny w badaniach wstępnych – pilotażowych.

WYNIKI

W okresie nieco ponad trzech kwartałów 2013 roku w otoczeniu badanej fermy podczas prowadzenia kontroli użytkowości mlecznej krów odnotowano skrajne wartości wskaźników THI, wynoszące od minimalnie 32 (styczeń) do maksymalnie 71 (czerwiec). Niestety, ze względu na rutynowy harmonogram okresowej kontroli użytkowości mlecznej nie trafiono z badaniami na czas letnich upałów. Równoległa, znacznie szersza analiza wyników pomiarów meteorologicznych zarejestrowanych przez tę samą stację monitoringu powietrza w Krzyżówce – przeprowadzona przez Hoft i Lipińskiego (2014) w celu oszacowania zagrożenia krów stresem cieplnym w całym sezonie letnim – wykazała, że odnotowano tam łącznie 313 godzin z $\text{THI} \geq 72$, natomiast $\text{THI} \geq 76$ było obserwowane w ciągu 78 godzin. Jeżeli uwzględnić informacje Solera (2012), że progami stresu cieplnego u wysoce wydajnych krów mlecznych jest $\text{THI} = 68$, to takie warunki temperaturowo-wilgotnościowe zachodziły podczas badań.

Na rysunku 1 kompleksowo przedstawiono, jak przy różnych wskaźnikach – indeksach THI i odmiennych okresach laktacji krów zmieniają się: dobową produkcja mleka, % tłuszczu i % białka. Zamieszczone na wykresach proste dokumentują obserwowane trendy. Co do wielkości udojów nie uzyskano odpowiedzi jednoznacznych, ale w początkowych okresach, do 100 dnia laktacji, produkcja mleka surowego wyraźnie zmalała wraz ze wzrostem wartości THI. Późniejsze wyniki nie dają pewności co do istnienia tej zależności. Poza wszelką wątpliwością pozostaje ciągle negatywny wpływ rosnących wartości indeksu THI na procentowe zawartości tłuszczu i białka w mleku.

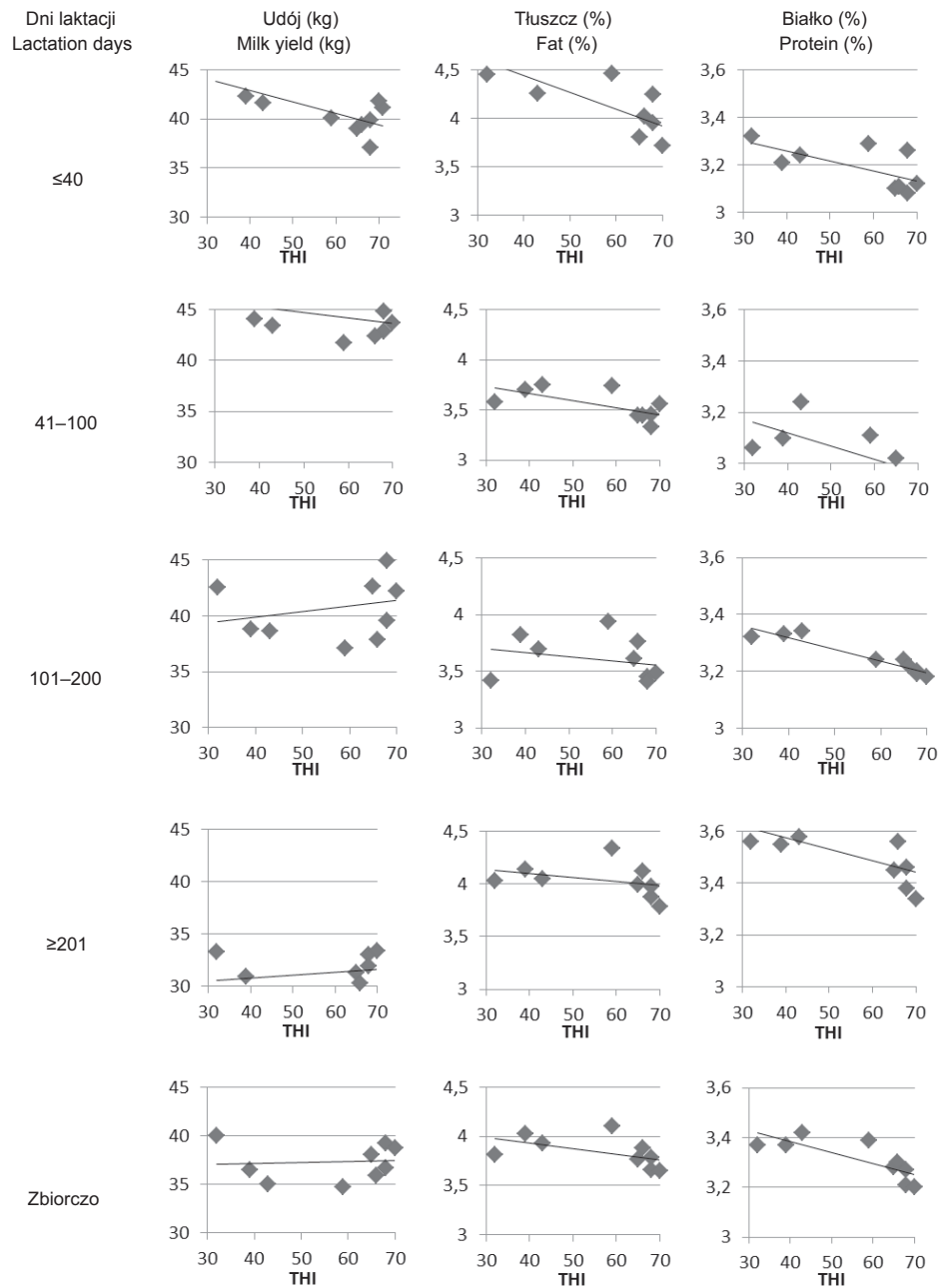
Zauważono różnice w odniesieniu do krów produkcyjnych zimą i latem. W tabeli 1 ujęto porównawczo osiągnięcia produkcyjne krów w grupach laktacyjnych w tych okresach. Różnice są widoczne zarówno pod względem wielkości udojów, jak i procentowych zawartości tłuszczu i białka. Przeprowadzone testy Wilcozona wykazały, że w obu porach roku produkcja mleka oraz zawartość tłuszczu i białka, przy poziomie istotności 95%, znacząco się różnią, a przy mniejszych wartościach THI są wyższe. Tablicowa wartość k_m wynosi 19, a sumy S zawsze ją przekraczają i wynoszą dla udojów 24, a dla procentowej zawartości białka i tłuszczu po 22. Potwierdzają się zatem informacje dostępne w literaturze (Collier i in., 2012; Chaberski i Lipiński, 2013). Można je obecnie uzupełnić o konkluzję, że zjawiska te zachodzą w każdej fazie laktacji, ale z różną intensywnością.

W Polsce sezonowe zmiany zawartości tłuszczu w mleku zauważyły również Sienkiewicz i Górska (2009), co in minus występuje w cieplej porze roku. Stwierdzono też, że sezonowym zmianom w produkcji tłuszczu mlecznego towarzyszą zmiany proporcji kwasów tłuszczowych w mleku (laurynowego, mirystynowego, palmitynowego, stearynowego itd.). Przykładowo latem więcej jest w mleku pożądanych kwasów tłuszczowych UFA o działaniu hipocholesterolemicznym niż zimą. Odwrotnie jest z kwasem laurynowym (Lipiński i in., 2012). Nie ma danych na temat tego, czy stan laktacji również ma tu znaczenie. Wymaga to zatem szczegółowego wyjaśnienia.

WNIOSKI

1. Dobowa produkcja mleka surowego i jego procentowe zawartości tłuszczu i białka zależą zarówno od warunków temperaturowo-wilgotnościowych otoczenia, szacowanych wskaźnikami THI, jak i od stadium laktacji. Wzrostowi wartości THI towarzyszyć może istotny statystycznie spadek masy wydojonego mleka i obniżenie jego wartości technologicznej.

2. Konieczne jest podjęcie interdyscyplinarnych badań nad wyjaśnieniem stwierdzonych zjawisk i relacji. Postępujące procesy ocieplania klimatu powinny skłaniać do opracowania w Polsce strategii ochrony krów przed skutkami stresu cieplnego, z uwzględnieniem ich aktualnego stanu laktacji. Naturalne zróżnicowanie warunków klimatycznych może sprawić, że ryzyko dla produkcji mleka pojawi się w pierwszej kolejności w Polsce południowo-zachodniej, w tym w Wielkopolsce.



Rys. 1. Wartości wskaźników THI a produkcja mleka, tłuszczu i białka krów będących w różnych okresach laktacji

Źródło: opracowanie własne.

Fig. 1. The value of THI factors and production of milk, fat and protein in various lactation stages

Source: own elaboration.

Tabela 1. Osiągnięcia produkcyjne badanych krów jako skutki stanów ich laktacji i wartości wskaźników THI
Table 1. The production achievements of examined cows and the lactation results and THI index

Daty kontroli użytkowości mlecznej i wyliczone wartości THI* Time performance of milk production control and THI index	Dni laktacji Lactation days	Liczba krów Number of cows	Udoje dobowe Daily milk yield (kg)	Tłuszcz Fat (%)	Białko Protein (%)
18.01.2013	≤40	18	45,6	4,45	3,32
THI = 32	41–100	41	48,6	3,58	3,06
	101–200	58	42,5	3,42	3,32
	>200	90	33,3	4,03	3,56
	Razem – Total	207	40	3,81	3,37
18.06.2013	≤40	21	41,1	3,72	3,10
THI = 71	41–100	35	45,3	3,39	2,93
	101–200	64	43,8	3,37	3,18
	>200	95	32,4	3,99	3,40
	Razem – Total	215	38,8	3,68	3,23

* THI wyliczono ze średnich maksymalnych temperatur i towarzyszących im wilgotności względnych powietrza, pochodzących z dwóch poprzedzających dni i z dnia kontroli użytkowości mlecznej.

Źródło: opracowanie własne.

Source: own elaboration.

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.
- Anton, J., Kimura, S., Lankoski, J., Cattaneo, A. (2012). A Comparative Study of Risk Management in Agriculture under Climate Change. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers*, 58, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/5k94d6fx5bd8-en>
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Ronchi, B., Nardone, A. (2002). Effects of the hot season on milk protein fractions in Holstein cows. *Anim. Res.*, 51, 1, 25–33.
- Boniecki, P., Lipiński, M., Koszela, K., Przybył, J. (2013). Neural prediction of cow's milk yield according to environment temperature. *Afr. J. Biotechnol.*, 12, 29, 4707–4712.
- Bonnefoy, J.-M., Noordhuizen, J. (2011). Maîtriser le stress thermique chez la vache laitière. *Bull. GTV*, 60, 77–86.
- 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.
- Chaberski, R., Flamenbaum, I., Lipiński, M. (2012). Wpływ temperatury i wilgotności powietrza zewnętrznego na mleczność wysokowydajnych krów. W: W. Romaniuk (red.), *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i produkcji energii alternatywnej* (s. 34–40). Falenty: Wyd. ITP.
- Chaberski, R., Lipiński, M. (2013). Zmiany indeksu temperaturowo-wilgotnościowego (THI) a produkcja mleka w wybranych wielkopolskich fermach. W: W. Romaniuk (red.), *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i produkcji energii alternatywnej* (s. 44–48). Falenty: Wyd. ITP.
- Chaberski, R., Lipiński, M. (2014). Produkcyjna refleksyjność wskaźników stresu cieplnego THI u krów o wysokiej mleczności. W: M. Lipiński, J. Przybył (red.), *Aktualne problemy inżynierii biosystemów* (s. 138–148). Poznań: Wyd. UP w Poznaniu.
- Collier, R., Hall, L., Rungruang, S., Zimbleman, R. (2012). Quantifying heat stress and its impact on metabolism and

- performance. Pobrano 10 marca 2013 z: dairy.ifas.ufl.edu/rns/2012/6CollierRNS2012a.pdf, 74–84.
- Cvetkovic, B., Smith, J., Harner, J., Brouk, M. (2005). Using vaginal temperature to evaluate heat stress in dairy cattle. Conf. paper. Dairy Day (s. 9–11), Kansas State University: Manhattan.
- Da Rocha, D. R., Salles, M. G. F., Moura, A. A. A. N., de Araújo, A. A. (2012). Índices de tolerancia ao calor de vacas leiteiras na periodo e seco no Ceará. *Rev. Acad. Ciênc. Agrár. Ambient.*, 10, 4, 335–343.
- Dikmen, S., Hansen, P. (2009). Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in subtropical environment? *J. Dairy Sci.*, 921, 109–116.
- Du Preez, J. (2000). Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. Onderstepoort. *J. Vet. Res.*, 67, 4, 263–271.
- Gantner, V., Mijić, P., Jovanovac, S., Raguž, N., Bobić, T., Kuterovac, K. (2012). Influence of temperature-humidity index (THI) on daily production of dairy cows in Mediterranean region in Croatia (vol. 131, s. 71–78). European Federation of Animal Sciences.
- 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. *Mlječarstvo*, 61, 1, 56–63.
- 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.
- Hoft, I., Lipiński, M. (2014). Próba oszacowania skali zagrożenia wielkopolskich krów stresem cieplnym. W: M. Lipiński, J. Przybył (red.), *Aktualne problemy inżynierii biosystemów* (s. 149–162). Poznań: Wyd. UP w Poznaniu.
- Joksimović-Todorović, M., Davidović, V., Hristov, S., Stanković, B. (2011). Effect of heat stress on milk production in dairy cows. *Biotechnol. Anim. Prod. Dairy Cows*, 27, 3, 1017–1023.
- Knaap van der, J. (2012). Hittestress verandert metabolisme van de koe. *Veeteelt*, 1/2, 88–89.
- Lipiński, M. (2014). Krowy w stresie cieplnym. *Hod. Bydła*, 6, 56–61.
- Lipiński, K., Stasiewicz, M., Rafałowski, R., Kaliniewicz, J., Purwin, C. (2012). Wpływ sezonu produkcji mleka na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mlekowego. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość*, 1, 80, 72–80.
- Pawlak, H., Lipiński, M. (2011). *Zootechniczny niezbędnik terminologiczny* (s. 37). Poznań: Wyd. UP w Poznaniu.
- Perkal, J. (1967). *Matematyka dla przyrodników i rolników* (t. 3, s. 109). Warszawa: PWN.
- Ravagnolo, O., Misztal, I. (2000). Genetic component of heat stress in dairy cattle. Parameter estimation. *J. Dairy Sci.*, 83, 2126–2130.
- Righi, F., Quarantelli, A., Bonomi, A., Renzi, M. (2004). L'assunzione di sostanza secca nella vacca da latte: parametri correlati, regdazione fisica e chimica. *Ann. Fac. Medic. Vet. Parma*, 24, 299–315.
- Samosiuk, V., Kitikov, V., Sorokin, E. (2013). *Technologiczne oborudowanie dla produkcji mleka* (s. 35). Wyd. Nacjonalnaja Akademiya Nauk Biełorusi: Mińsk.
- Sanftleben, P. (2012). Massnahmen zur Reduzierung von Hitze bei Milchrindern und deren wirtschaftliche Bedeutung. Pobrano dnia 13 listopada 2013 z: http://www.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Elementbibliothek/Bibliothek Politik und Verwaltung/ Bibliothek LLFG/dokumente/Tierhaltung/vortraege/12_forum_nutztier_sanftleben.pdf.
- Sienkiewicz, J., Górska, M. (2009). Zmiany w zawartości tłuszczu w mleku krowim na przestrzeni roku. *Zesz. Nauk. Ostroł. Tow. Nauk.*, 23, 185–196.
- Soler, P. (2012). El estres por calor: un problema subestimado en las vacas lecheras. *Lallemand Animal Nutrition*. Pobrano dnia 14 listopada 2013 z: <http://www.agrodigital.com/Documentos/lallemandjn12.pdf>.
- Temperature humidity index (THI) Calculator. Pobrano 12 listopada 2013 z: <http://www.dairynz.co.nz/page/pageid/2145857378/>.
- 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.
- Walkowiak, K. (2014). Spadek wydajności krów w okresie wysokich upałów. *Hod. Bydła*, 6, 62–69.
- West, J. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 86, 2131–2144.
- Wielkopolski monitoring powietrza. Pobrano 20 listopada 2013 z: <http://www.poznan.pios.gov.pl>.
- www.dairynz.co.nz/

CLIMATE CHANGES AS THE RISK FACTOR IN MILK PRODUCTION IN WIELKOPOLSKA

Summary. The pilot researches were conducted in Wielkopolska. They aimed initial identification of cows reaction on changing of THI, which are likened to temperature and humidity conditions of air. The subjected cows characterize with high productivity, exceeding 40kg of milk per day, independently from lactation stages. The results display that the day's production of raw milk, as well as fat and protein content, do not only depend on lactation stage but also on the value of THI factors. Higher THI is accompanied by loss in the weight of milk and drop in its technological utility. The climate warming may escalate the risk of production loss during the heats.

Key words: cow, lactation, milk, fat, protein, THI

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

Do cytowania – For citation

Chaberski, R., Hoft, I., Lipińska, I., Lipiński, M. (2015). Zmiany klimatu jako potencjalny czynnik ryzyka w produkcji mleka w Wielkopolsce. *J. Agribus. Rural Dev.*, 2(36), 181–188. DOI: 10.17306/JARD.2015.19