

MARIAN LIPIŃSKI¹, RYSZARD CHABERSKI², PIOTR BONIECKI¹

¹Inżynierii Biosystemów
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

²Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe „Agropol” Sp. z o.o. we Wrześni

SEZONOWOŚĆ MLECZNOŚCI KRÓW W OBORACH Z ZADASZONYMI LEGOWISKAMI ZEWNĘTRZNYMI

SEASONAL COWS' MILK PRODUCTIVITY
IN THE OUTDOOR REST PLACES BARNS

Streszczenie. Założono, że utrzymywanie w Polsce wysokowydajnych krów mlecznych poza oborą może ograniczyć sezonowość produkcji mleka, której spadki obserwowane są latem. Podjęto próbę ustalenia hierarchii ważności negatywnego oddziaływania na produktywność krów: średniej dobowej temperatury powietrza i maksymalnej temperatury występującej w czasie dnia oraz średniej dobowej wilgotności względnej. W badaniach zastosowano standardowe metody regresji oraz sztuczne sieci neuronowe. Wynika z nich, że umożliwienie krowom całorocznego pobytu poza oborą nie chroni ich latem przed skutkami stresu cieplnego. Najsilniejszym bodźcem ograniczającym produkcję mleka jest wysokość maksymalnej temperatury powietrza.

Słowa kluczowe: produkcja mleka, stres cieplny

Wstęp

Wyniki badań wskazują na dużą wrażliwość krów mlecznych na przegrzanie. Stres cieplny skutkuje pogorszeniem wskaźnika zacieleń, skróceniem rui, a przekroczenie temperatury +30°C zmniejsza wydajność mleczną nawet o 20% (JAŚKOWSKI i IN. 2005). Szok termiczny zmniejsza aktywność krów przy pobieraniu paszy, która w przegrzanej oborze szybciej się psuje (DANIEL 2008). Podkreśla się też związaną ze stresem cieplnym niekorzystną sezonowość produkcji mleka (LUDWICZAK i IN. 2001, GNYP i IN. 2006, MATYSIK-PEJAS 2007).

Światowym liderem w zakresie krajowej średniej rocznej wydajności mlecznej krów jest Izrael. W 2010 roku wyniosła ona aż 11 991 kg mleka od sztuki (REPORT... 2011).

Efekty te uzyskuje się w ekstremalnie niekorzystnych warunkach termicznych, przy niemal ciągłym zagrożeniu stresem cieplnym. W okresie letnim zmniejszenie produkcji mleka ocenia się tam na 7% (FLAMENBAUM i GALON 2010). Problemy o podobnej skali jak w Izraelu występują w warunkach subtropikalnych na całym świecie. W Kalifornii traci się rocznie w przeliczeniu na krowę 110 USD, a w Teksasie około 698 USD (DE VRIES 2012). Cennej, obszernej syntezy wiedzy o skutkach stresu cieplnego dokonał w USA WEST (2003), uwzględniając ponad 110 pozycji literaturowych.

Doświadczenia izraelskie w zakresie zapobiegania skutkom przegrzewania krów mogą i powinny być wykorzystane w naszym kraju. Wysoce prawdopodobne i coraz szybsze ocieplanie się klimatu powinno być inspiracją do opracowania rodzimych technologii chowu, zapobiegających stresom cieplnym u krów (LIPIŃSKI 2012). Znaczny postęp w tym zakresie zanotowano po rozpoczęciu wdrażania u nas obór ze ścianami kurtynowymi. Osiąga się, niejako przy okazji, poprawę jakości mikrobiologicznej powietrza oborowego (WÓJCIK i IN. 2010). Niestety, w modernizowanych, starych budynkach dla krów, ze względów konstrukcyjnych, jak i ekonomicznych, przeważnie nie ma możliwości zamontowania kurtyn. Można jednak podejmować próby zmiany technologii utrzymania bydła celem maksymalizowania czasu ich pobytu poza budynkiem (ADAMSKI i IN. 2004, RADKOWSKA 2012).

Możliwe jest prognozowanie wydajności mlecznej krów na podstawie temperaturowej informacji pogodowej wykorzystującej modelowanie neuronowe (BONIECKI i LIPIŃSKI 2012). Jest to metoda mogąca efektywnie wspomagać procesy decyzyjne zachodzące w trakcie produkcji mleka. Modele neuronowe są uproszczonym symulatorem pracy mózgu (KARAMAN i IN. 2012). Mają zdolności adaptacyjne pozyskiwane metodą uczenia się, a nabytą wiedzę potrafią następnie generalizować (NOWAKOWSKI i IN. 2009). Są przy tym mało wrażliwe na niekompletną oraz zaszumioną informację wejściową. Sztuczne sieci neuronowe okazały się skutecznym narzędziem wspomagającym proces prognozowania wydajności mlecznej krów. Z analizy jakościowej wytworzonych przez BONIECKIEGO i LIPIŃSKIEGO (2012) modeli neuronowych wynika, że najlepszą zdolność predykcyjną osiągnęła topologia neuronowa typu MLP (ang. *MultiLayer Perceptron* – perceptron wielowarstwowy), o strukturze: 2:2-31-1:1, uczona metodą BP (ang. *Back Propagation*), a następnie optymalizowana algorytmem CG (ang. *Conjugate Gradients*).

Celem pracy było zweryfikowanie hipotezy, że ciągle utrzymywanie (w naszym klimacie) wysokowydajnych krów mlecznych poza oborą skutecznie ogranicza sezonowość produkcji mleka. Postanowiono zbadać również, czy możliwe jest ustalenie hierarchii ważności oddziaływania na produktywność krów następujących warunków klimatycznych: średniej dobowej temperatury powietrza, maksymalnej temperatury występującej w czasie dnia i średniej dobowej wilgotności względnej.

Material i metody

Przedmiotem badań były wydajności mleczne krów rasy hf utrzymywanych w wielkopolskiej fermie, obserwowane w czasie dwóch umownych pór roku: zimą i latem. Za okres letni uznano czas między majem a wrześniem 2011 roku, za zimowy zaś – miesiące grudzień, styczeń i luty 2011/12 roku. W fermie, w trzech jej oborach, jest

utrzymywanych razem 250 krów mlecznych o średniej rocznej wydajności mlecznej wynoszącej około 10 100 kg od sztuki. Ferma jest obiektem starym, powstałym w 1973 roku, który w 2008 roku poddano gruntownej przebudowie. Legowiska dla krów zostały przeniesione na zewnątrz budynków, do przyległych wiat, co widać na rysunku 1. Idea utrzymania krów nawiązuje do otwartych, wolnowybiegowych obór, będących standardem w okolicach subtropikalnych, jak np. w Izraelu. Obory takie zaczynają się pojawiać również w Unii Europejskiej – np. w Niemczech (LIPIŃSKI 2012). W badanej fermie pierwotne budynki oborowe, teraz z głęboką ściółką, pełnią rolę zadaszonych stołów paszowych, a krowy, przebywając głównie na zewnątrz, mają do nich ciągły, swobodny dostęp. System żywienia bydła to TMR. Żywnienie jest ustabilizowane, a komponenty paszowe są bilansowane na podstawie analiz chemicznych. Krowy są dojone trzykrotnie w ciągu doby w dojarni bok w bok, 2×12 .



Rys. 1. Widok obory z zewnętrznymi legowiskami dla krów
Fig. 1. View of the outdoor cowshed rest places

Materiały liczbowe, czyli obsady krów dojnych i ilości pozyskiwanego każdej doby mleka, pochodziły z raportów fermowych, które przeliczono na średnie dzienne udoje od statystycznej krowy. Tym sposobem wyeliminowano ewentualny wpływ fluktuacji spowodowanych naturalnym obrotem zwierząt w stadach, będących następstwem zmian stanów fizjologicznych, takich jak poród, laktacja, zasuszenie i wreszcie brakowanie.

Informacje meteorologiczne dotyczące pogody podczas letnich i zimowych dni pochodziły z materiałów swobodnie dostępnych w Internecie (WIELKOPOLSKI MONITORING POWIETRZA). Wykorzystano automatycznie zarejestrowane średnie temperatury dobowe oraz maksymalne i średnie dobowe wilgotności względne. Źródłem tych danych była jedna z siedmiu wielkopolskich stacji pomiarowych zlokalizowana w Krzyżówce koło Witkowa. Jest ona oddalona od fermy o nieco ponad 20 km. Przyjęto, że warunki temperaturowo-wilgotnościowe, w jakich przebywają krowy w badanej fermie, są bardzo zbliżone do tych, jakie panują przy stacji pomiarowej.

Estymacji wpływu warunków temperaturowo-wilgotnościowych otoczenia na mleczność krów dokonano z wykorzystaniem klasycznej regresji wielokrotnej. Obliczenia przeprowadzono według własnego oprogramowania, bazując na algorytmie LIPIŃSKIE-

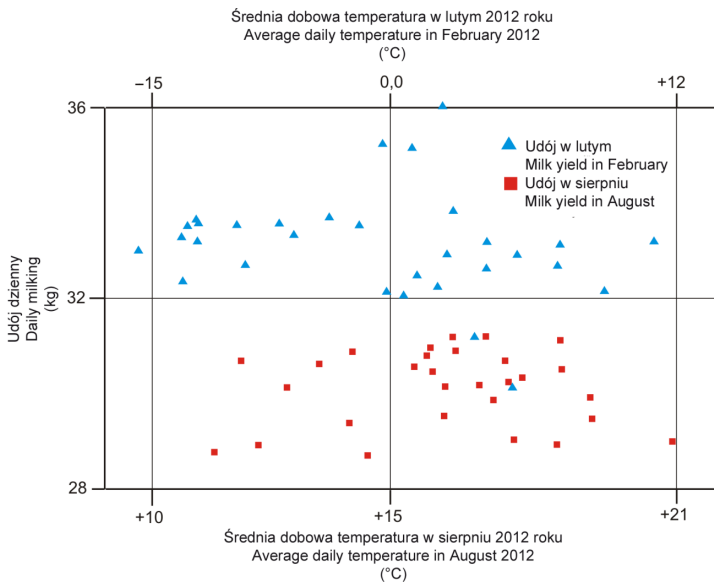
GO (1988), nawiązującym do opisanego przez PERKALA (1967). Oprogramowanie pozwala testem F ocenić istotność cząstkowych współczynników regresji.

Równania regresji miały postać: $Y = aT + bW + c$, gdzie Y to średnia dobowa wydajność mleczna krów (kg), T to temperatura: maksymalna lub średnia dobowa ($^{\circ}\text{C}$), a W to średnia wilgotność względna powietrza (%).

W celu określenia rangi wpływu temperatur maksymalnych i średnich dobowych, występujących podczas badanych okresów, na wydajność krów zastosowano modelowanie neuronowe. Do tworzenia predykcyjnych modeli neuronowych wykorzystano symulator sieci neuronowych zaimplementowany w pakiecie *Statistica* (BONIECKI i IN. w druku). Najważniejszym etapem generowania SSN (Sztucznych Sieci Neuronowych) było pozyskanie reprezentatywnych danych doświadczalnych, a następnie wytworzenie zbioru uczącego, zawierającego w swojej strukturze zakodowane dane empiryczne w formie adekwatnej dla symulatora SSN. W tym celu zdefiniowano numeryczne zmienne wejściowe oraz prognozowaną zmienną wyjściową, które wynikały ze struktury sformułowanego problemu naukowego. Za zmienne wejściowe przyjęto średnie temperatury dobowe ($^{\circ}\text{C}$) oraz temperatury maksymalne ($^{\circ}\text{C}$). Zmienną wyjściową była średnia dobowa wydajność mleczna krów (kg).

Wyniki

Wydajności mleczne krów, utrzymywanych w badanej fermie przez cały rok głównie poza budynkami oborowymi, pozostają zróżnicowane sezonowo. Na rysunku 2 przedstawiono porównawczo mleczności krów podczas dwóch miesięcy: lutego 2012 roku



Rys. 2. Porównanie dziennych udojów w lutym i w sierpniu
Fig. 2. Comparison of daily milk yield in February and August

i sierpnia 2011 roku. Zimą krowy produkowały wyraźnie więcej mleka, tak jak dzieje się to w tradycyjnych pomieszczeniach. Pod tym względem rzekoma dobroczynność długotrwałego przebywania krów na wybiegach nie potwierdziła się, wbrew informacjom literaturowym (ANDERSON 2008, HONEYMAN i IN. 2009, PALMER i HOLMES 2011). Samo umieszczenie legowisk dla krów poza oborami jest niewystarczające dla ochrony bydła przed skutkami letniego stresu cieplnego. Z informacji literaturowych wynika, że podjęcie działań nad selekcją krów z wyborem odpornych na wysokie temperatury jest skazane na niepowodzenie. Z badań RAVAGNOLO i MISZTAL (2000) wynika, że wręcz istnieje niewielka odwrotna zależność między mlecznością krów a ich tolerancją na stres cieplny. Współczynnik korelacji genetycznej wynosi $-0,3$. Fakt ten należy uwzględnić w trakcie prac hodowlanych.

Sensowne może być jednak podjęcie prac analitycznych nad ewentualnością zastosowania u nas wolnoobrotowych wentylatorów chłodzących, wspomaganych dyszami rozpylającymi wodę, umieszczanych na wybiegach, np. pod zaciernymi zadaszonymi lub w otwartym terenie. Problemem pozostaje określenie progowych temperatur, powodujących automatyczne załączenie wentylatorów i dysz wodnych. Ze względów ekonomicznych rozważanie wykorzystania w obiektach fermowych urządzeń klimatyzacyjnych bazujących na energii odnawialnej, której w oborach mlecznych nie brakuje, wydaje się obecnie przedwczesne.

Modele regresyjne opisujące związki między temperaturami powietrza zewnętrznego i jego wilgotnościami względnymi a wydajnościami mlecznymi krów przedstawiają się następująco:

- dla temperatury średniej dobowej: $Y = -0,10T_{\text{śred}} + 0,01W + 31,53$ (kg),
- dla temperatury maksymalnej: $Y = -0,10T_{\text{maks}} + 0,001W + 32,33$ (kg).

W obu równaniach wysokoistotne statystycznie współczynniki regresji, przynależne temperaturom, są ujemne i nie różnią się co do wartości. Wytworzone modele regresyjne są zgodne z wygenerowanym predykcyjnym modelem neuronowym. Negatywne skutki produkcyjne maksymalnych temperatur są ewidentnie silniejsze, jako że z natury rzeczy temperatury maksymalne są zawsze wyższe od średnich. Oddziaływanie wilgotności względnych powietrza na produkcję mleka jest znacznie słabsze niż temperatur.

Wnioski

1. Przeprowadzona analiza zachodzących regresji, wsparta wygenerowanym modelem neuronowym, wykazała, że najsilniejszym bodźcem stresogennym zmniejszającym mleczność krów, jest maksymalna temperatura powietrza. Średnie temperatury dobowe, jak i wilgotności względne mają mniejsze znaczenie.

2. Analiza statystyczna potwierdziła hipotezę, że swobodne, wolnowybiegowe utrzymywanie krów u nas poza oborami, wokół których są tylko zadaszone legowiska, nie eliminuje sezonowości produkcji mleka. Mleczność krów latem pozostaje mniejsza w stosunku do pory zimowej, podobnie jak w tradycyjnych oborach.

Literatura

- ADAMSKI M., KUPCZYŃSKI R., ZACHWIEJA A., 2004. Efektywność odchovu cieląt w zależności od systemu utrzymania. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 505, *Zootech.* 52: 18-26.
- ANDERSON N., 2008. Cow behaviour to judge free-stall and tie-stall barns. OMAFRA, Ontario.
- BONIECKI P., LIPIŃSKI M., 2012. Neuronowe prognozowanie wydajności mlecznej krów determinowanej temperaturą otoczenia. *Maszynopis.* Instytut Inżynierii Rolniczej UP, Poznań.
- BONIECKI P., LIPIŃSKI M., KOSZELA K., DACH J., w druku. Neural prediction of cows' milk yield according to environment temperature. *Afr. J. Biotechnol.*
- DANIEL Z., 2008. Wpływ mikroklimatu obory na mleczność krów. *Inż. Roln.* 9, 107: 67-73.
- DE VRIES A., 2012. Economics of heat stress: implications for management. University of Florida, Gainesville. [<http://www.extension.org/pages/63287/econom>].
- FLAMENBAUM I., GALON N., 2010. Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel. *J. Reprod. Dev.* 56: 36-41.
- GNYP J., KOWALSKI P., TIETZE M., 2006. Wydajność mleka krów, jego skład i jakość cytologiczna w zależności od niektórych czynników środowiskowych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. EE* 24, 3: 17-25.
- HONEYMAN M., SHOUSE S., BUSBY D., HARMON J., 2009. Bedded hoop barns for beef cattle. Iowa State University, Ames.
- JAŚKOWSKI J.M., URBANIAK K., OLECHNOWICZ J., 2005. Stres cieplny u krów – zaburzenia płodności i ich profilaktyka. *Zycie Wet.* 80, 1: 18-21.
- KARAMAN S., OZTURK I., YALCIN H., AHMED K., SAGDIC O., 2012. Comparison of adaptive neuro-fuzzy inference system and artificial neural networks for estimation of oxidation parameters of sunflower oil added with some natural by product extracts. *J. Sci. Food Agric.* 92, 1: 49-58.
- LIPIŃSKI M., 1988. Algorytm obliczania regresji wielokrotnej, oceny współczynników regresji testem F i obliczania współczynników korelacji. *Maszynopis.* Instytut Inżynierii Rolniczej UP, Poznań.
- LIPIŃSKI M., 2012. Izraelskie rozwiązania technologiczne chroniące krowy przed stresem cieplnym. W: *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska i produkcji energii alternatywnej.* Red. W. Romaniuk. Wyd. ITP, Falenty: 66-73.
- LUDWICZAK K., BRZozowski P., ZDZIARSKI K., 2001. Wpływ wybranych czynników na wydajność mleczną, zawartość komórek somatycznych i skład chemiczny mleka pozyskiwanego od krów rasy cb oraz mieszańców rasy cb i hf o różnym udziale genów bydła rasy hf. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.* 55: 123-131.
- MATYSIK-PEJAS R., 2007. Sezonowość skupu mleka oraz jego ocena przed i po wprowadzeniu systemu kwotowania w Polsce. *Probl. Roln. Świat.* 17: 258-266.
- NOWAKOWSKI K., BONIECKI P., DACH J., 2009. The identification of mechanical damages of kernels basis on neural image analysis. W: 2009 International Conference on Digital Image Processing (ICDIP 2009). Proceedings of a meeting held 7-9 March 2009, Bangkok, Thailand. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): 412-415. [DOI: 10.1109/ICDIP.2009.78].
- PALMER R., HOLMES B., 2011. Cow comfort issues in freestall barns. University of Wisconsin, Madison. [<http://www.manitowoc.uwex.edu/files/2011/>].
- PERKAL J., 1967. *Matematyka dla przyrodników i rolników.* Cz. II. PWN, Warszawa.
- RADKOWSKA I., 2012. Wpływ pastwiskowego systemu utrzymania na dobrostan krów mlecznych. *Wiad. Zootech.* 50, 1: 3-10.
- RAVAGNOLO O., MISZTAL I., 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *J. Dairy Sci.* 83, 9: 2126-2130.
- REPORT. Progressive dairy operators study tour to Israel. November 18 to 29 2011. [<http://www.lho-ontario.ca/PDF/PDO%20Israel%20Trip%20Report%20-%20PDO.pdf>].
- WEST J.W., 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86, 6: 2131-2144.

Lipiński M., Chaberski R., Boniecki P., 2013. Sezonowość mleczności krów w oborach z zadaszonymi legowiskami zewnętrznymi. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #33.

WIELKOPOLSKI MONITORING POWIETRZA. WIOŚ, Poznań. [<http://cas1.poznan.wios.gov.pl/iseo>].
WÓJCIK A., CHORAŻY Ł., POLICHT Ł., MITUNIEWICZ T., WITKOWSKA D., IWAŃCZYK-CZERNIK K.,
SOWIŃSKA J., 2010. Zanieczyszczenie mikrobiologiczne powietrza w oborze krów mlecznych
w systemie wolnostanowiskowym na głębokiej ściółce. *Ekol. Tech.* 18, 4: 220-226.

SEASONAL COWS' MILK PRODUCTIVITY IN THE OUTDOOR REST PLACES BARNS

Summary. The authors assumed that, keeping high productive dairies outside a cowshed might reduce the seasonal character of milk production in Poland, which decrease is being observed in the summer. The attempt was made to determine the hierarchy of negative influences on dairies' productivity, such as: average daily air temperature and maximum daily temperature and average daily relative humidity. The standard regression methods and artificial neural network were applied in the research. It appeared that allowing the dairies spend all-year-round outside the cowshed, might protect them against the heat stress in the summer. The strongest stimulus which reduces milk production is the level of maximum air temperature.

Key words: dairy productivity, heat stress

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Marian Lipiński, Instytut Inżynierii Biosystemów, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul.
Wojska Polskiego 50, 60-627 Poznań, Poland, e-mail: lipmar@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

29.05.2013

Do cytowania – For citation:

Lipiński M., Chaberski R., Boniecki P., 2013. Sezonowość mleczności krów w oborach z zadaszonymi legowiskami zewnętrznymi. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #33.