

Wpływ genotypu, wieku, stadium laktacji i wydajności mlecznej krów czarno-białych na punkt zamarzania mleka

PIOTR BRZozowski, KRZYSZTOF ZDZIARSKI

Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt Wydziału Nauk o Zwierzętach SGGW, ul. Ciszewskiego 8, 02-786 Warszawa

Brzozowski P., Zdziarski K.

Influence of genotype, age, lactation stage and daily milk performance of Black & White cows on the freezing point of milk

Summary

The aim of the study was to determine the freezing point variability of udder milk samples from Black & White cows depending on their genotype, age, daily milk yield and lactation stage. The freezing point and chemical composition of 63800 udder milk samples collected from 12437 cows were determined using CombiFoss 5000 apparatus. The freezing point of milk from cows with a high HF breed genes share in their genotype was higher than from cows with a low or non-existent share of these genes. The freezing point increased together with the increase of somatic cell count, and decreased together with the lactation course and was the lowest (-0.5363°C) in the period prior to cows' drying. The freezing point was also influenced by daily milk performance of the cows in milk sampling days as well as by the age of the animals.

Keywords: cow, milk, freezing point

Rutynowe określanie punktu zamarzania próbek mleka zbiorczego służy zakładom mleczarskim do ujawniania przypadków dodawania wody do mleka. Znaczna jest jednak zmienność wartości punktu zamarzania mleka pozbawionego dodatku wody. Wartość punktu zamarzania zależy m.in. od zastosowanej metody oznaczania oraz sposobu pobrania próbek mleka (4, 5, 16, 18) oraz takich czynników, jak: żywienie, pora roku (3, 4, 15), skład chemiczny mleka (3, 5, 15), genotyp krów oraz stadium laktacji (5, 6, 11, 18). Punkt zamarzania mleka rośnie zwolna na przestrzeni lat pomimo wzrastającej zawartości suchej masy w mleku, co jest prawdopodobnie konsekwencją zmian zachodzących w sposobach utrzymania krów, doju i produktywności, a także zmian genetycznych (15, 16, 18). Znajomość wielkości wpływu różnych czynników na punkt zamarzania mleka pozbawionego celowego dodatku wody, pozyskiwanego od krów z krajowej populacji jest niezbędna przy ustalaniu zakresu dopuszczalnych dla mleka surowego wahań tego wskaźnika podawanych w stosownych aktach prawnych (12, 13).

Celem badań było określenie zmienności punktu zamarzania próbek mleka wymieniowego krów czarno-białych zależnej od ich genotypu, wieku, stanu zdrowotnego wymion, wydajności mlecznej i stadium laktacji.

Materiał i metody

W badaniach wykorzystano dane dotyczące oznaczeń punktu zamarzania i składu chemicznego 63 800 próbek mleka wymieniowego pobranych w okresie od stycznia 1998 r. do sierpnia 1999 r. od 12 437 krów objętych oceną użyteczności mlecznej na terenie Polski centralnej. Oznaczenia zostały

wykonane aparatem CombiFoss 5000 w Centralnym Laboratorium Oceny Mleka w Parzniewie. Dane dotyczące wieku, genotypu i wydajności krów oraz stadium laktacji pochodziły z ZETO w Olsztynie.

Wyniki oznaczeń punktu zamarzania oraz zawartości laktozy, białka i suchej masy poddano analizie wariancji (17), stosując model liniowy, który uwzględniał: wpływ grupy genetycznej (krowy cb oraz mieszańce bydła rasy cb i hf z udziałem 1-25, 26-50, 51-75, 76-90 i powyżej 90% genów bydła rasy hf), klasy dziennej wydajności mlecznej (1,0-8,0; 8,1-16,0; 16,1-24,0 i powyżej 24 kg), wieku krów mierzonych kolejnymi laktacjami (1...9 oraz 10. i dalsze), stadium laktacji (1...10. oraz 11. i kolejne miesiące laktacji) oraz klasy liczby komórek somatycznych w mleku (do 50 tys., 50,1-200 tys., 200,1-400 tys. i ponad 400 tys./ml).

Wśród cech składu chemicznego mleka pominięto zawartość tłuszczu ze względu na jej niewielki wpływ na wartość punktu zamarzania (3, 5, 15).

Wyniki i omówienie

W tab. 1 zestawiono średnie najmniejszych kwadratów i błędy standardowe wartości punktu zamarzania oraz zawartości laktozy, białka i suchej masy w zależności od grupy genetycznej krów, ich dziennej wydajności w dniu pobierania próbki mleka i zawartości w mleku komórek somatycznych. Punkt zamarzania mleka pozyskanego od krów o wysokim, przekraczającym 75%, udziale genów bydła rasy hf był wyraźnie wyższy niż mleka od krów cb lub mieszańców o niższym udziale genów rasy hf. Najwyższy był punkt zamarzania mleka pochodzącego od krów o udziale genów bydła hf przekraczającym 90%. W mleku tym najwyższa była zawartość suchej masy, co

Tab. 1. Punkt zamarzania, zawartość laktozy, białka i suchej masy w mleku krów w zależności od udziału genów rasy hf w genotypie krów, dziennej wydajności mlecznej oraz poziomu komórek somatycznych w mleku (LSM ± SE)

Czynniki zmienności	Liczba obserwacji	Wartość punktu zamarzania °C		Zawartość laktozy %		Zawartość białka %		Zawartość suchej masy %	
		LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
Średnia ogólna	63 800	-0,5331	0,0001	4,615	0,002	3,431	0,007	12,983	0,008
Udział rasy hf, %									
0	26 394	-0,5336	0,0001	4,654	0,002	3,389	0,006	12,811	0,008
1-25	4154	-0,5331	0,0002	4,606	0,004	3,453	0,012	12,985	0,016
26-50	13 524	-0,5336	0,0001	4,616	0,003	3,425	0,008	12,984	0,010
51-75	12 655	-0,5334	0,0001	4,608	0,003	3,423	0,009	13,019	0,011
76-90	5617	-0,5327	0,0002	4,604	0,004	3,416	0,012	12,994	0,015
91 i pow.	1456	-0,5323	0,0003	4,604	0,007	3,480	0,021	13,105	0,027
Istotność różnic		P ≤ 0,01		P ≤ 0,01		P ≤ 0,01		P ≤ 0,01	
Dzienna wydajność mleka kg									
1,0-8,0	4729	-0,5332	0,0002	4,448	0,004	3,640	0,013	13,277	0,017
8,1-16,0	29 791	-0,5328	0,0001	4,626	0,002	3,416	0,007	12,992	0,010
16,1-24,0	22 878	-0,5331	0,0001	4,681	0,002	3,352	0,007	12,862	0,009
pow. 24,0	6402	-0,5334	0,0002	4,705	0,004	3,317	0,011	12,801	0,014
Istotność różnic		P ≤ 0,01		P ≤ 0,01		P ≤ 0,01		P ≤ 0,01	

wskazuje, że skład chemiczny mleka modyfikowany przez genotyp krów nie jest jedynym czynnikiem decydującym o wartości jego punktu zamarzania. Mroczkowski i wsp. (11) nie stwierdzili zależności pomiędzy udziałem genów bydła rasy hf w genotypach krów cb na wartość punktu zamarzania. Badania prowadzili jednak na populacji krów o wysokim udziale tych genów w genotypach i małym zróżnicowaniu pod względem tego czynnika.

Nieregularnym i niewielkim (ale statystycznie istotnym) wahaniem wartości punktu zamarzania związanym ze wzrostem wydajności krów towarzyszył systematyczny wzrost zawartości laktozy w mleku i spadek zawartości białka i suchej masy. Podobny kierunek zmian w składzie chemicznym stwierdzili Sawa i Oler (14). Punkt zamarzania mleka uzyskanego od krów o wydajności dziennej poniżej 10 kg był w cytowanych badaniach wyraźnie niższy niż od krów uzyskujących wyższą wydajność dzienną.

Podział na klasy liczby komórek somatycznych w mleku był zgodny z podawanymi w piśmiennictwie wartościami granicznymi. Liczba komórek somatycznych w ćwiartce wolnej od infekcji jest mniejsza niż 200 tysięcy. Coraz bardziej upowszechnia się jednak pogląd, że wartością graniczną między zdrową a chorą ćwiartką jest liczba 50 tys./ml (10). 400 tys. komórek/ml mleka to wartość przyjęta przy klasyfikacji mleka zbiorczego (12, 13) jako najwyższa dopuszczalna dla mleka klasy ekstra, czyli dla mleka przeznaczonego do spożycia. Zwiększaniu się zawartości komórek somatycznych w mleku towarzyszył regularny wzrost wartości punktu zamarzania mleka i zawartości w nim białka oraz zmniejszanie się zawartości laktozy. Zawartość suchej masy była najwyższa w mleku zawierającym od 50,1 do 400 tys. komórek

w ml. Jako skutki stanów zapalnych wymienia obserwuje się najczęściej spadek zawartości laktozy w mleku, wzrost zawartości chlorków i obniżenie zawartości kazeiny przy jednoczesnym wzroście udziału białek serwatkowych, co powoduje, że ogólna zawartość białka utrzymuje się przeważnie na niezmiennym poziomie. Obniżeniu ulega również zawartość wapnia, fosforu i potasu (9). Wyraźny wzrost zawartości białka towarzyszący powiększającej się liczbie komórek somatycznych w mleku był obserwowany również w innych badaniach krajowych (2, 7).

Wahania wartości punktu zamarzania mleka pochodzącego od krów w różnym wieku (tab. 2) były niewielkie ale statystycznie istotne. Z postępującym wiekiem krów obserwowano regularny spadek zawartości laktozy. Mogło to mieć związek z powszechnie obserwowanym u krów starszych wzrostem zawartości komórek somatycznych w mleku (8) i wysoką korelacją pomiędzy tymi dwoma parametrami. Zawartość białka i laktozy po początkowym wzroście w drugiej laktacji obniżała się systematycznie w kolejnych laktacjach, by najniższy poziom uzyskać w grupie krów najstarszych. Mimo to mleko pozyskane od krów najstarszych (10. i dalsze laktacje) charakteryzował najniższy punkt zamarzania. Istotny wpływ wieku krów na punkt zamarzania mleka w badaniach Sawy i Olera (14) wynikał z regularnej tendencji do podwyższania się wartości punktu zamarzania postępującego z wiekiem krów.

Wartość punktu zamarzania i skład chemiczny mleka zmieniał się znacząco w zależności od stadium laktacji (tab. 3). Stwierdzono regularne, postępujące wraz z awansowaniem laktacji, obniżanie się wartości punktu zamarzania od -0,5300°C w pierwszym do -0,5363°C w jedenastym i kolejnych miesiącach laktacji. Wahania punktu zamarzania związane ze stadium laktacji były większe niż w przypadku innych analizowanych czynników. Zmniejszaniu się wartości punktu zamarzania towarzyszyło obniżanie się zawartości laktozy i wzrost zawartości białka i suchej masy postępujące od trzeciego miesiąca laktacji. W okresie najwyższej wydajności w drugim miesiącu laktacji obserwowano znaczące obniżenie zawartości białka i suchej masy oraz wyraźny wzrost zawartości laktozy. Wpływ stadium laktacji na wartość punktu zamarzania, a w szczególności jego obniżania się pod koniec laktacji, stwierdzili również inni

autorzy (4, 5, 11, 18). W badaniach Sawy i Olera (14) nie stwierdzono takiej zależności. Obniżanie się punktu zamarzania mleka postępujące wraz z zaawansowaniem laktacji obserwowano również u 2 ras kóz w Chorwacji (1).

Zmienność wartości punktu zamarzania była niewielka w obrębie wszystkich grup i czynników. Wartość błędu standardowego (SE) wynosiła 0,0001-0,0002, a tylko w grupach krów najstarszych (tab. 2) osiągnęła wartość 0,0003.

Podsumowując wyniki badań należy stwierdzić, że wartość punktu zamarzania mleka wymienionego pozyskiwanego od krajowych krów czarno-białych zależy od udziału genów bydła rasy hf w ich genotypach, ich wydajności mlecznej, stanu zdrowotnego wymion, wieku i stadium laktacji. Jednak nawet najwyższa średnia wartość punktu zamarzania próbek mleka pobranych od krów w 1. miesiącu laktacji ($-0,5300^{\circ}\text{C}$) ani najniższa ($-0,5363^{\circ}\text{C}$) mleka od krów w ostatnich miesiącach laktacji nie zbliżyły się do wartości $-0,512^{\circ}\text{C}$ określonej w Polskiej Normie (12) jako najwyższa dopuszczalna ani do wartości $-0,580^{\circ}\text{C}$ uznawanej za najniższą dopuszczalną przez niektóre zakłady mleczarskie.

Tab. 2. Punkt zamarzania, zawartość laktozy, białka i suchej masy u krów w zależności od kolejności laktacji (LSM \pm SE)

Kolejność laktacji	Liczba obserwacji	Punkt zamarzania $^{\circ}\text{C}$		Laktoza %		Białko %		Sucha masa %	
		LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
1	17 596	-0,5329	0,0001	4,760	0,002	3,340	0,003	13,051	0,009
2	13 210	-0,5332	0,0001	4,681	0,002	3,483	0,004	13,184	0,010
3	9260	-0,5330	0,0001	4,653	0,003	3,461	0,004	13,139	0,012
4	6816	-0,5333	0,0001	4,625	0,003	3,439	0,005	13,046	0,013
5	5240	-0,5332	0,0002	4,621	0,004	3,432	0,005	13,012	0,015
6	3958	-0,5334	0,0002	4,603	0,004	3,427	0,006	12,996	0,017
7	2789	-0,5333	0,0002	4,594	0,005	3,418	0,007	12,897	0,020
8	2296	-0,5331	0,0002	4,576	0,005	3,418	0,008	12,856	0,022
9	1360	-0,5330	0,0003	4,583	0,007	3,419	0,010	12,854	0,027
10 i dalsze	1275	-0,5340	0,0003	4,595	0,007	3,396	0,010	12,802	0,028
Istotność różnic		P \leq 0,05		P \leq 0,01		P \leq 0,01		P \leq 0,01	

Tab. 3. Punkt zamarzania, zawartość laktozy, białka i suchej masy u krów w zależności od miesiąca laktacji (LSM \pm SE)

Miesiąc laktacji	Liczba obserwacji	Punkt zamarzania $^{\circ}\text{C}$		Laktoza %		Białko %		Sucha masa %	
		LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
1	5843	-0,5300	0,0002	4,655	0,004	3,323	0,005	12,865	0,016
2	6728	-0,5308	0,0002	4,681	0,004	3,073	0,005	12,395	0,015
3	6700	-0,5317	0,0002	4,667	0,004	3,144	0,005	12,431	0,015
4	6817	-0,5326	0,0002	4,655	0,004	3,232	0,005	12,579	0,014
5	6760	-0,5329	0,0002	4,634	0,004	3,322	0,005	12,731	0,014
6	6279	-0,5331	0,0002	4,619	0,004	3,394	0,005	12,892	0,015
7	6011	-0,5332	0,0002	4,607	0,004	3,472	0,005	13,042	0,015
8	5774	-0,5341	0,0002	4,610	0,004	3,548	0,005	13,212	0,015
9	5150	-0,5352	0,0002	4,609	0,004	3,638	0,006	13,414	0,016
10	3991	-0,5360	0,0002	4,591	0,004	3,716	0,006	13,548	0,017
11 i dalsze	3747	-0,5363	0,0002	4,591	0,004	3,791	0,006	13,712	0,018
Istotność różnic		P \leq 0,01		P \leq 0,01		P \leq 0,01		P \leq 0,01	

Piśmiennictwo

1. Antunac N., Havranek J., Samarzija D.: Freezing point of goats milk. *Milchwissenschaft* 2001, 56, 14-16.
2. Brzozowski P., Ludwiczuk K., Zdziarski K.: Liczba komórek somatycznych w mleku krów objętych oceną użyteczności mlecznej w Polsce Centralnej. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.* 1999, 44, 83-90.
3. Brzozowski P., Zdziarski K.: Punkt zamarzania mleka wymienionego krów objętych oceną użyteczności mlecznej. *Medycyna Wet.* (w druku).
4. Buchberger J.: Zum Einfluss sogenannter Umweltfaktoren auf den Gefrierpunkt. *Lebensmittelindust. Milchwirtsch.* 2000, 121, 1054-1059.
5. Elschner M., Jacobi U., Buchberger J., Gruen E.: Untersuchungen zum Gefrierpunkt von Kuhmilch am Beispiel eines grossen Milcherzeugerbetriebes. Teil 1. *Lebensmittelind. Milchwirtsch.* 1997, 118, 162-169.
6. Elschner M., Jacobi U., Buchberger J., Gruen E.: Untersuchungen zum Gefrierpunkt von Kuhmilch am Beispiel eines grossen Milcherzeugerbetriebes. Teil 2. *Lebensmittelind. Milchwirtsch.* 1997, 118, 188-192.
7. Gebler A., Czaplicka M., Puchajda Z., Iwańczuk K.: Wpływ mastitis na wydajność i skład mleka krów rasy czarno-białej i mieszańców z udziałem krwi hf. *Acta Acad. Agric. Tech. Oist., Zootech.* 1997, 47, 3-13.

8. Górka A., Litwińczuk Z., Niedzialek G.: Wpływ wieku krów na zawartość komórek somatycznych w mleku. *Zesz. Nauk. AR, Wrocław* 1998, 331, 125-128.
9. Kroll J., Surazyński A., Nowak H.: Stany zapalne wymienia krów – wpływ na jakość i przydatność technologiczną mleka. *Prz. Mlecz.* 1996, 12, 369-370.
10. Malinowski E., Klossowska A.: Stan zdrowia wymienia krów punktem krytycznym w produkcji mleka. *Prz. Mlecz.* 2000, 9, 308-311.
11. Mroczkowski D., Piwczynski A., Sawa A., Heller K.: Współzależność między liczbą komórek somatycznych a cechami mleczności krów ze stad RSP Lubią. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.* 1999, 44, 165-173.
12. PN-A-86002 Mleko surowe do skupu. Wymagania i badania. Polski Komitet Normalizacyjny, luty 1999.
13. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 sierpnia 2004 r. w sprawie wymagań weterynaryjnych dla mleka oraz produktów mlecznych. *Dz. U. Nr 188, poz. 1946.*
14. Sawa A., Oler A.: Wpływ zapalenia wymienia i wybranych czynników środowiskowych na wydajność, skład i jakość mleka. *Zesz. Nauk. Przegł. Hod.* 1999, 44, 225-233.
15. Schukken Y. H., Fulton C. D., Leslie K. E.: Freezing point of bulk milk in Ontario – an observational study. *J. Food Prot.* 1992, 55, 995-998.
16. Slaghuis B. A.: The freezing point of authentic and original farm bulk tank milk in the Netherlands. *Internat. Dairy J.* 2001, 11, 121-126.
17. Statistical Product and Service Solution base version 12.0 for Windows. SPSS Inc. USA 2004.
18. Zee B., Drogt J., Giesen Th. J. J.: The freezing point of authentic farm tank milk in the Netherlands. *Neth. Milk Dairy J.* 1982, 36, 291-303.

Adres autora: prof. dr hab. Piotr Brzozowski, ul. Komorowska 5a, 05-806 Komorów