

Właściwości fizyczno-chemiczne mleka krów czarno-białych i czerwono-białych w okresie wiosenno-letnim z uwzględnieniem fazy laktacji

**Joanna Barłowska¹, Zygmunt Litwińczuk²,
Barbara Topyła¹, Jolanta Król¹**

¹ Akademia Rolnicza w Lublinie, Katedra Oceny i Wykorzystania Surowców Zwierzęcych,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

² Akademia Rolnicza w Lublinie, Katedra Hodowli Bydła,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Badaniami objęto krowy rasy czarno-białej z udziałem genów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej (304 szt.), utrzymywane w 10. gospodarstwach na terenie Lubelszczyzny i czerwono-białej (104 szt.) w 4. gospodarstwach na terenie Bieszczad. Wybierano zwierzęta będące pomiędzy pierwszą a czwartą laktacją. Od każdej krowy pobierano próby mleka w okresie wiosenno-letnim, tj. od końca maja do połowy lipca, uwzględniając fazę laktacji: do 120 dni, 121-200 i powyżej 200 dni. W każdej próbie mleka oznaczono: procentową zawartość tłuszczu, białka, kazeiny, laktozy i suchej masy, gęstość, punkt zamarzania, kwasowość czynną i potencjalną, stabilność cieplną oraz zawartość mocznika i liczbę komórek somatycznych; dodatkowo oznaczono wielkość kuleczek tłuszczowych. Do tych oznaczeń wybierano krowy będące w drugiej laktacji (po 15 prób z każdej fazy). Stwierdzono, że mleko krów rasy czarno-białej charakteryzowało się wyższą koncentracją podstawowych składników, przy niższym stosunku białkowo-tłuszczowym, w porównaniu do mleka krów rasy czerwono-białej. Wykazano również, że mleko krów czarno-białych jest bardziej przydatne do obróbki w wysokich temperaturach, ze względu na lepszą stabilność cieplną. Natomiast mleko krów rasy czerwono-białej charakteryzowało się wyższym udziałem kuleczek tłuszczowych o dużych rozmiarach oraz lepszym stosunkiem białkowo-tłuszczowym, co jest korzystniejsze przy produkcji serowarskiej, masła i galanterii mleczarskiej.

SŁOWA KLUCZOWE: mleko / cechy fizyczno-chemiczne / rasa krów / faza laktacji

Ostatnie lata wymusiły na producentach mleka poprawę jego jakości higienicznej, czego efektem jest skup ponad 90% mleka w klasie ekstra. Obecnie głównym celem

w mleczarstwie jest poprawa cech technologicznych mleka. Wiąże się to w głównej mierze z jego składem chemicznym i właściwościami fizycznymi. Skład chemiczny uwarunkowany jest przede wszystkim czynnikami genetycznymi (rasa, cechy osobnicze), jak również żywieniem [1, 4, 5]. Zależy on w pewnym stopniu także od czynników fizjologicznych, tj. wieku krowy, fazy laktacji itp. [9]. Udział poszczególnych składników mleka ma decydujący wpływ na jego cechy fizyczne, co łącznie decyduje o jego przydatności do przetwórstwa. Uważa się również, że pewne rasy krów są bardziej predysponowane do produkcji mleka konsumpcyjnego, a inne do przetwórstwa [11]. O przydatności technologicznej mleka decyduje również faza laktacji, gdyż w jej końcowym okresie następują takie zmiany w składzie chemicznym, które obniżają, a niekiedy wręcz dyskwalifikują go jako surowiec do przetwórstwa [10].

Celem pracy była ocena właściwości fizyczno-chemicznych mleka krów czarno-białych i czerwono-białych z okresu żywienia wiosenno-letniego, z uwzględnieniem fazy laktacji.

Materiał i metody

Badaniami objęto krowy rasy czarno-białej z udziałem genów rasy holsztyńsko-fryzyjskich (304 szt.), utrzymywane w 10. gospodarstwach na terenie Lubelszczyzny i czerwono-białej (104 szt.) w 4. gospodarstwach na terenie Bieszczad. Podstawą doboru tych gospodarstw było zbliżone żywienie krów. Paszę objętościową stanowiły w 80% zielonka pastwiskowa, a pozostałą część kiszonka z kukurydzy. Dodatkowo we wszystkich gospodarstwach stosowano paszę treściwą, przygotowaną we własnym zakresie z mieszanki zbóż. Dodatek mineralno-witaminowy pochodził od tego samego producenta. Do badań wybierano zwierzęta będące pomiędzy pierwszą a czwartą laktacją. Od każdej krowy pobierano próby mleka w okresie wiosenno-letnim, tj. od końca maja do połowy lipca, uwzględniając fazę laktacji, tj. do 120 dni, 121-200 i powyżej 200 dni.

W każdej próbie mleka oznaczano skład chemiczny, tj. procentową zawartość tłuszczu, białka, laktozy i suchej masy za pomocą aparatu Milco-Scan 104. Udział kazeiny oznaczano metodą Walkera; gęstość, punkt zamarzania (krioskop MarccI); kwasowość czynną (pehametr) i potencjalną oraz stabilność cieplną mleka według PN [7]. Ponadto oznaczano zawartość mocznika (aparatem ChemSpec 150) i liczbę komórek somatycznych (Somacountem 150). Oznaczano również procentowy udział kuleczek tłuszczowych zgodnie z PN [8]. Do tych oznaczeń wybierano krowy będące w drugiej laktacji (po 15 prób z każdej fazy).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując program StatSoft Inc. STATISTICA ver. 6, w oparciu na dwuczynnikowej analizie wariancji z interakcją, podając średnie wartości dla poszczególnych cech oraz odchylenie standardowe. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami dla ocenianych grup wyznaczono testem NIR Fischera.

Wyniki i dyskusja

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że mleko krów czarno-białych charakteryzowało się wyższą koncentracją: tłuszczu (o 0,67%); białka (o 0,13%), w tym kazeiny (o 0,16%); laktozy (o 0,09%). Łącznie dało to wyższą zawartość suchej masy (o 0,81%) w porównaniu do mleka krów czerwono-białych. Wysoka zawartość tłuszczu i białka w mleku krów czarno-białych dała w efekcie niższy stosunek białkowo-tłuszczowy (średnio 0,79) w porównaniu do mleka pozyskiwanego od krów rasy czerwono-białej, który wynosił średnio 0,86 (tab. 1).

Kuczaj i Blicharski [5] podają również, że mleko krów rasy czarno-białej charakteryzuje się wyższą koncentracją tłuszczu i białka, przy mniej korzystnych ich proporcjach, w porównaniu do mleka krów czerwono-białych.

Wykazano, że wraz z upływem laktacji, niezależnie od rasy, wzrastała koncentracja tłuszczu, białka, kazeiny i suchej masy, spadała natomiast zawartość laktozy. Proporcje białka do tłuszczu również miały tendencje wzrostową. Stwierdzono ponadto, że w kolejnych fazach laktacji następował wzrost liczby komórek somatycznych w mleku obu ras. Nie wykazano natomiast wpływu fazy laktacji na zawartość mocznika w mleku (tab. 1).

Górska i Mróz [3], analizując zmiany składu chemicznego mleka w okresie laktacji u krów czarno-białych, wykazały sukcesywny wzrost zawartości białka (od 3,10 do 3,29%), przy zmiennej zawartości tłuszczu. Zmiany tych składników w okresie laktacji wpłynęły na poprawę proporcji pomiędzy nimi. Wykazały one również, że wraz z upływem laktacji utrzymywała się tendencja spadkowa w koncentracji mocznika, natomiast zawartość komórek somatycznych była najwyższa w końcowym okresie laktacji (351 tys./ml), a najniższa pomiędzy 101-200 dniem laktacji (229 tys./ml).

Ocena cech fizycznych mleka wykazała wyższą kwasowość, tak czynną jak i potencjalną u krów czarno-białych (tab. 2). Wykazano, że wraz z upływem laktacji wzrastał odczyn pH oraz następował spadek kwasowości miareczkowej w mleku u obu analizowanych ras. Stwierdzono ponadto wyższą gęstość mleka krów czarno-białych ($1,0295 \text{ g/cm}^3$) w porównaniu do czerwono-białych ($1,0278 \text{ g/cm}^3$). Wraz z upływem laktacji (szczególnie u krów czerwono-białych) zaobserwowano wzrost ciężaru właściwego mleka. Punkt zamarzania w mleku obu ras wynosił średnio $0,54^\circ\text{C}$ i w niewielkim stopniu ulegał zmianom w okresie laktacji (tab. 2).

Ocena stabilności cieplnej mleka jest bardzo ważnym wskaźnikiem jego przydatności do obróbki cieplnej w wysokich temperaturach. Z badań własnych wynika, że mleko krów czerwono-białych charakteryzowało się nieco wyższym odsetkiem prób (9,62%) o niskiej stabilności cieplnej w porównaniu do mleka krów rasy czarno-białej (8,57%). Wykazano również, że wraz z upływem laktacji pogarszała się jakość mleka pod tym względem (tab. 3). Wynika zatem, że mleko pochodzące od krów czarno-białych charakteryzuje się lepszą przydatnością do produkcji mleka UHT i koncentratów mlecznych, przy czym zarówno u tej rasy, jak i czerwono-białej koniec laktacji obniżał przydatność mleka do obróbki cieplnej w wysokich temperaturach. Jest to związane

Tabela 1 – Table 1

Skład chemiczny, zawartość mocznika i komórek somatycznych w mleku krow czarno-białych i czerwono-białych z uwzględnieniem fazy laktacji
Chemical composition, urea content and somatic cell count in milk from Black-and-White and Red-and-White cows, regarding a lactation phase

Faza laktacji Lactation phase	n	Zawartość – Content									
		tłuszcz fat (%)	białko protein (%)	kazeina casein (%)	B/T F/F	laktoza lactose (%)	sucha masa dry matter (%)	mocznik urea (mg/l)	LKSx1000/ml SCCx1000/ml	LnLKS LnSCC	
Czarno-biała											
Black-and-White											
do 120 dni	113	\bar{x} 4,18 ^A	3,22 ^A	2,45 ^A	0,78	4,92 ^B	12,97 ^A	322,63 ^B	299,9	11,83	
to 120 days	Sd	0,63	0,37	0,38	0,13	0,22	0,81	104,8	523,4	1,18	
121-200 dni	72	\bar{x} 4,53 ^B	3,52 ^B	2,65 ^B	0,79	4,89 ^B	13,59 ^B	298,26 ^B	310,4	12,03	
121-200 days	Sd	0,66	0,30	0,38	0,09	0,19	0,90	111,4	448,5	1,04	
pow. 200 dni	119	\bar{x} 4,89 ^C	3,79 ^C	2,83 ^C	0,79	4,77 ^A	14,09 ^C	236,80 ^A	313,6	12,07	
over 200 days	Sd	0,86	0,42	0,38	0,11	0,31	1,14	101,4	470,2	1,01	
Średnio	304	\bar{x} 4,54 ^{**}	3,51 [*]	2,65 ^{**}	0,79 ^{**}	4,85	13,56 ^{**}	283,26	307,7 [*]	11,97 ^{**}	
Mean	Sd	0,80	0,45	0,41	0,12	0,26	1,09	111,56	484,3	1,09	
Czerwono-biała											
Red-and-White											
do 120 dni	30	\bar{x} 3,92	3,12 ^A	2,33 ^A	0,83 ^A	4,94 ^C	12,63	297,53	87,1 ^A	11,08 ^A	
to 120 days	Sd	0,89	0,31	0,25	0,17	0,17	0,95	147,6	77,6	0,74	
121-200 dni	34	\bar{x} 3,94	3,27 ^B	2,36 ^A	0,84 ^A	4,78 ^B	12,64	332,71	134,4 ^{AB}	11,66 ^B	
121-200 days	Sd	0,44	0,36	0,22	0,10	0,26	0,69	128,3	75,2	0,57	
pow. 200 dni	40	\bar{x} 4,03	3,65 ^B	2,73 ^B	0,92 ^B	4,60 ^A	12,94	300,25	154,2	11,66 ^B	
over 200 days	Sd	0,48	0,39	0,33	0,13	0,29	0,72	88,6	133,6	0,79	
Średnio	104	\bar{x} 3,97 ^{**}	3,38 [*]	2,49 ^{**}	0,86 ^{**}	4,76	12,75 ^{**}	310,08	128,3 [*]	11,49 ^{**}	
Mean	Sd	0,61	0,42	0,33	0,14	0,28	0,79	120,9	105,0	0,75	

Różnice pomiędzy fazami laktacji w obrębie rasy: A,B,C – istotne przy $P \leq 0,01$

Differences between lactation phases within a breed: A,B,C – significant at $P \leq 0,01$;

Różnice pomiędzy rasami: * – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$

Differences between the breeds: * – significant at $P \leq 0,05$; ** – significant at $P \leq 0,01$

Tabela 2 – Table 2

Właściwości fizyczne mleka krów czarno-białych i czerwono-białych z uwzględnieniem fazy laktacji
The physical properties of milk from Black-and-White and Red-and-White cows regarding a lactation phase

Faza laktacji Lactation phase	n	Właściwości fizyczne mleka Physical properties of milk				
		pH	°SH	gęstość density (g/cm ³)	punkt zamarzania freezing point (°C)	
Czarno-biała Black-and-White						
do 120 dni to 120 days	113	\bar{x}	6,70	7,40	1,0296	-0,537
		Sd	0,07	0,71	0,006	0,019
121-200 dni 121-200 days	72	\bar{x}	6,71	7,57	1,0303	-0,541
		Sd	0,07	0,68	0,007	0,022
pow. 200 dni over 200 days	119	\bar{x}	6,71	7,48	1,0290	-0,548
		Sd	0,11	0,74	0,001	0,028
Średnio Mean	304	\bar{x}	6,70*	7,47**	1,0295*	-0,541
		Sd	0,08	0,72	0,005	0,024
Czerwono-biała Red-and-White						
do 120 dni to 120 days	30	\bar{x}	6,71 ^A	7,15 ^B	1,0266 ^A	-0,544
		Sd	0,09	1,16	0,001	0,022
121-200 dni 121-200 days	34	\bar{x}	6,77 ^B	6,64 ^A	1,0277 ^B	-0,538
		Sd	0,07	0,81	0,002	0,018
pow. 200 dni over 200 days	40	\bar{x}	6,78 ^B	6,65 ^A	1,0287 ^C	-0,545
		Sd	0,08	0,77	0,002	0,018
Średnio Mean	104	\bar{x}	6,76*	6,79**	1,0278*	-0,542
		Sd	0,09	0,93	0,001	0,019

Różnice pomiędzy fazami laktacji w obrębie rasy: A,B,C – istotne przy $P \leq 0,01$

Differences between lactation phase within a breed: A,B,C – significant at $P \leq 0,01$;

Różnice pomiędzy rasami: * – istotne przy $P \leq 0,05$; ** – istotne przy $P \leq 0,01$

Differences between the breeds: * – significant at $P \leq 0,05$; ** – significant at $P \leq 0,01$

prawdopodobnie z zachwianiem proporcji pomiędzy frakcjami kazeinowymi i serwatkowymi oraz proporcjami w zawartości soli.

Analiza jakości fizycznej tłuszczu, na podstawie wielkości kuleczek tłuszczowych, potwierdziła, że krowy rasy czarno-białej produkowały mleko o wyższym udziale małych kuleczek tłuszczowych. Mleko krów czerwono-białych charakteryzowało się natomiast większym udziałem kuleczek średnich i dużych. Wykazano, że w kolejnych fazach laktacji zwiększał się udział kuleczek o średnicy do 6 μm , a zmniejszał się odsetek kuleczek powyżej 7 μm (tab. 4).

Wcześniejsze badania [2] potwierdzają, że mleko krów rasy czarno-białej charakteryzuje się wyższym udziałem kuleczek tłuszczowych o mniejszych rozmiarach w porównaniu z mlekiem krów rasy czerwono-białej oraz simentalskiej.

Podsumowując należy stwierdzić, że mleko krów rasy czarno-białej, ze względu na niższy stosunek białkowo-tłuszczowy, wysoki udział kuleczek tłuszczowych o małej

Tabela 3 – Table 3

Udział prób mleka wykazujących stabilność cieplną u krów czarno-białych i czerwono-białych z uwzględnieniem fazy laktacji
Milk samples share showing thermal stability in Black-and-White and Red-and-White cows regarding a lactation phase

Faza laktacji Lactation phase	n	Próby wykazujące stabilność cieplną Samples showing thermal stability		Próby nie wykazujące stabilności cieplnej Samples not showing thermal stability	
		n	%	n	%
		Czarno-biała Black-and-White			
do 120 dni to 120 days	113	109	96,46	4	3,54
121-200 dni 121-200 days	72	69	95,83	3	4,17
pow. 200 dni over 200 days	119	102	85,71	17	14,29
Średnio – Mean	304	280	91,43	24	8,57
Czerwono-biała Red-and-White					
do 120 dni to 120 days	30	28	93,33	2	6,67
121-200 dni 121-200 days	34	34	100,0	–	–
pow. 200 dni over 200 days	40	32	80,0	8	20,0
Średnio - Mean	104	94	90,38	10	9,62

Tabela 4 – Table 4

Udział kuleczek tłuszczowych w mleku krów czarno-białych i czerwono-białych z uwzględnieniem fazy laktacji
Fat globules share in milk of Black-and-White and Red-and-White cows regarding a lactation phase

Udział kuleczek tłuszczowych Fat globules' share		Rasa czarno-biała Black-and-White breed			Rasa czerwono-biała Red-and-White breed		
		dni laktacji – lactation days:					
		do 120 to 120 (n=15)	121-200 (n=15)	pow. 200 over 200 (n=15)	do 120 to 120 (n=15)	121-200 (n=15)	pow. 200 over 200 (n=15)
		Małych (1-6 µm) % Small (1-6 µm) %	\bar{x}	76,24	76,53	77,91	74,49
	Sd	3,97	5,84	5,43	4,36	5,86	2,29
Średnich (7-10 µm) % Medium (7-10 µm) %	\bar{x}	22,33	21,93	20,89	23,18	22,61	21,93
	Sd	4,11	3,17	5,21	4,14	5,15	2,38
Dużych (10 µm) % Big (10 µm) %	\bar{x}	1,42 ^b	1,39 ^b	1,18 ^a	2,30 ^b	2,34 ^b	1,96 ^a
	Sd	0,46	0,58	0,37	0,57	0,69	0,43

Różnice pomiędzy fazami laktacji w obrębie rasy: a,b – istotne przy $P \leq 0,05$;

Differences between lactation phases within a breed: a,b – significant at $P \leq 0,05$

średnicy oraz lepszą stabilność cieplną, jest bardziej przydatne do produkcji mleka spożywczego i koncentratów mlecznych. Do produkcji serowarskiej i galanterii mleczarskiej bardziej przydatne wydaje się być mleko krów rasy czerwono-białej, gdyż charakteryzuje się wyższym udziałem kuleczek tłuszczowych o dużych rozmiarach oraz lepszym stosunkiem białkowo-tłuszczowym.

PIŚMIENNICTWO

1. BARŁOWSKA J., LITWIŃCZUK Z., KRÓL J., TOPYŁA B., 2004 – Właściwości fizykochemiczne i zawartość składników mineralnych w mleku krów w okresie żywienia letnio-jeziennego. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 74, 27-32.
2. BARŁOWSKA J., LITWIŃCZUK Z., TOPYŁA B., 2005 – Parametry fizykochemiczne tłuszczu mleka krów różnych ras z okresu żywienia wiosenno-letniego. *Medycyna Weterynaryjna* (w druku).
3. GÓRSKA A., MRÓZ B., 2004 – Zawartość mocznika w mleku krów w okresie laktacji. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 74, 79-85.
4. KRZYŻEWSKI J., STRZAŁKOWSKA N., RYNIEWICZ Z., 1997 – Czynniki genetyczne i środowiskowe wpływające na zawartość białka w mleku. *Przegląd Hodowlany* 8, 8-11.
5. KUCZAJ M., Blicharski P., 2005 – Porównanie wydajności mlecznej krów rasy czarno-i czerwono-białej utrzymywanych w tych samych warunkach środowiskowych. *Medycyna Weterynaryjna* 61 (3), 293-296.
6. LITWIŃCZUK A., LITWIŃCZUK Z., FLOREK M., BARŁOWSKA J., ZAKRZEWSKA R., 1998 – Zmiany wydajności i składu chemicznego mleka krów czarno-białych ze szczególnym uwzględnieniem zawartości białka i kazeiny. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie* 329, z. 53, 73-82.
7. POLSKA NORMA PN-68/A-86122 – Mleko. Metody badań.
8. POLSKA NORMA PN-75/A-86059 – Mleko, śmietanka i śmietana. Oznaczanie skuteczności homogenizacji.
9. WIELGOSZ-GROTH Z., GROTH I., 2004 – Charakterystyka wybranych cech mleka krów z niskim i wysokim udziałem genów rasy h.f. użytkowanych w różnych warunkach środowiskowych. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 72 (1), 57-65.
10. ZIAJKA S., 1997 – Mleczarstwo – zagadnienia wybrane (t. I). Wydawnictwo ART Olsztyn.
11. ŻELANIS B., 2004 – Czy każda rasa krów mlecznych jest dobra? *Przegląd Mleczarski* 8, 10-13.

Joanna Barłowska, Zygmunt Litwińczuk, Barbara Topyła, Jolanta Król

The physico-chemical properties of milk from Black-and-White and Red-and-White cows over the spring-summer period regarding a lactation phase

S u m m a r y

The investigations covered the cows of Black-and-White breed with HF genes' share (304 animals) maintained in 10 farms at the Lubelszczyzna region and of Red-and-White breed (104 units) from 4 farms in the Bieszczady. The animals chosen were between 1st and 4th lactation.

The milk samples were collected from each cow at the spring-summer period, i.e. from the end of May to mid July considering a lactation phase, that is to 120, 121-200 and over 200 day. In each milk sample the chemical composition was determined, i.e. percentage content of fat, protein, casein, lactose and dry matter, density, freezing point, active and titratable acidity, thermal stability as well as urea content and somatic cell count. Additionally, the size of fat globules of milk cows in 2nd lactation was established, 15 samples from each stage of lactation. It was found out that the milk from Black-and-White cows showed a higher concentration of the basic components at the lower protein-fat ratio as compared to Red-and-White breed milk. Besides, it was proved that Black-and-White cows' milk was more useful for the treatment at high temperatures owing to higher thermal stability. The milk of Red-and-White breed cows, however, was characterized by higher percentage of fat globules of big size and better protein-fat relation. This fact is advantageous for cheese-making, butter and dairy products.