

ZYGMUNT LITWIŃCZUK, ALICJA MATWIJCZUK, ANETA BRODZIAK

**WARTOŚĆ ENERGETYCZNA, WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE
I PRZYDATNOŚĆ TECHNOLOGICZNA MLEKA KRÓW RASY
POLSKIEJ CZERWONEJ, BIAŁOGRZBIETEJ I SIMENTALSKIEJ
UTRZYMYWANYCH W SYSTEMIE NISKONAKŁADOWYM**

Streszczenie

Określono wartość energetyczną, właściwości fizykochemiczne (kwasowość, gęstość), czas krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki i stan dyspersji tłuszczu (udział kuleczek tłuszczowych $\leq 6 \mu\text{m}$, $6 \div 10 \mu\text{m}$ i powyżej $10 \mu\text{m}$) w 969 próbkach mleka pobranych od krów 3 ras – polskiej czerwonej (PC), białogrzbietej (BG) i simentalskiej (SIM) – użytkowanych w 13 gospodarstwach w niskonakładowym systemie chowu. Grupę odniesienia stanowiły 243 próbki mleka pobrane od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (PHF), użytkowanych w intensywnych technologiach chowu (żywienie TMR). Wykazano, że pozyskane w sezonie jesienno-zimowym mleko od 3 ras krów użytkowanych w systemie niskonakładowym miało istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą wartość energetyczną w porównaniu z mlekiem z sezonu wiosenno-letniego. W mleku krów rasy PHF różnice te były zdecydowanie niższe i statystycznie nieistotne. Największą zawartość kazeiny oznaczono w mleku krów rasy polskiej czerwonej (2,84 %) i simentalskiej (2,75 %) pozyskiwanym w sezonie jesienno-zimowym, a najmniejszą i bardzo podobną w obu sezonach – w mleku krów PHF (odpowiednio: 2,52 i 2,57 %). Średni czas koagulacji mleka 3 ras krów użytkowanych w systemie niskonakładowym w porównaniu z mlekiem krów PHF był istotnie ($p \leq 0,01$) krótszy (około 4 min vs. 5 min 37 s). Mleko tych krów miało także istotnie ($p \leq 0,01$) większy udział kuleczek tłuszczowych o dużych średnicach ($> 10 \mu\text{m}$), tzn. białogrzbieta – 9,82 %, simentalska – 9,22 % i polska czerwona – 9,05 %, w porównaniu z mlekiem krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej (7,34 %).

Słowa kluczowe: rasy bydła, mleko, wartość energetyczna, właściwości fizyczne, przydatność technologiczna

Wprowadzenie

Oceną wartości użytkowej bydła mlecznego w Polsce objętych jest 12 ras krów. Ze względu na wielkość populacji pierwsze miejsce zajmuje rasa polska holsztyńsko-fryzyjska, drugie – rasa simentalska. Do grupy o użytkowaniu mlecznym zalicza się również wszystkie 4 rasy rodzime, objęte programem ochrony zasobów genetycznych, tzn. polską czerwoną, białogrzbiętą, polską czarno-białą i polską czerwono-białą. Intensyfikacja produkcji zwierzęcej metodą selekcji doprowadziła do wytworzenia ras wysoko produkcyjnych, które w drugiej połowie XX w. zaczęły wypierać rasy miejscowe (lokalne), niestanowiące konkurencji pod względem ekonomicznym.

Rasy rodzime to bardzo cenny rezerwuar genów, zwłaszcza w przypadku bydła, gdy nie można wrócić do protoplastów. Hodowcy cenią rasy lokalne za ich odporność na choroby, długowieczność i łatwość zacieleń [11]. Podstawową formą ochrony zwierząt gospodarskich jest ochrona *in situ*, czyli użytkowanie w rejonach, w których zostały wyhodowane i pozyskiwanie od nich wartościowych surowców. Dotyczy to szczególnie produktów markowych, np. serów należących do lokalnych tradycji kulinarnych. Jedną ze strategii gwarantujących trwałość użytkowania ras rodzimych jest wypromowanie produktów od nich pochodzących, które będą rozpoznawalne ze względu na wysoką jakość i dzięki temu uzyskają wysoką cenę. Przykładem takich działań jest ser Parmigiano Reggiano, produkowany na północy Włoch wyłącznie z mleka krów rasy Reggiana. Cena takiego sera jest o 16 % wyższa od sera Parmigiano Reggiano produkowanego z mleka krów HF czy Brown-Swiss [20, 21].

O jakości technologicznej mleka, a szczególnie o jego przydatności serowarskiej decydują m.in. skład chemiczny (zawartość suchej masy beztłuszczowej, a przede wszystkim kazeiny), jego kwasowość (warunkująca zachowanie właściwości koloidalnych), zdolność do koagulacji enzymatycznej oraz stan dyspersji tłuszczu mlekowego [2, 4, 12].

Celem pracy była ocena przydatności technologicznej mleka pozyskiwanego od dwóch najstarszych polskich rodzimych ras krów, tj. polskiej czerwonej i białogrzbietej oraz rasy simentalskiej (utrzymywanej głównie w Bieszczadach), użytkowanych w systemie niskonakładowym w drobnych gospodarstwach Polski południowo-wschodniej, na podstawie porównania z grupą odniesienia, którą stanowiło mleko krów polskich holsztyńsko-fryzyjskich użytkowanych, w technologiach intensywnych (żywienie TMR).

Material i metody badań

Material doświadczalny stanowiło 1212 próbek mleka pobranych od krów 4 ras użytkowanych mlecznie: białogrzbietej (BG), polskiej czerwonej (PC), simentalskiej (SIM) i polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (PHF). Próbkę mleka

pobierano w 14 gospodarstwach towarowych produkujących mleko, z czego 4 utrzymywały krowy rasy białogrzbietej, 5 – polskiej czerwonej, 4 – simentalskiej i 1 – polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. Krowy rasy białogrzbietej utrzymywane były na terenie wschodniej Polski w oborach liczących $12 \div 21$ krów, simentalskiej – w rejonie Bieszczad w oborach o obsadzie $13 \div 23$ krów, a polskiej czerwonej – na terenie Beskidu Niskiego w oborach o $11 \div 25$ krów. We wszystkich 13 gospodarstwach zwierzęta utrzymywano w oborach uwięziowych. Krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej (jako grupa kontrolna) utrzymywane były na Lubelszczyźnie w oborze wolnostanowiskowej, liczącej 70 krów. Wszystkie obory objęte były oceną wartości użytkowej bydła mlecznego i spełniały wymagania niezbędne do produkcji mleka, które określa Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1662/2006 z dnia 6 listopada 2006 r. [17].

W gospodarstwach utrzymujących rasy lokalne krowy były żywione paszami własnymi. W sezonie wiosenno-letnim podstawą była zielonka pastwiskowa uzupełniana sianem i dodatkiem pasz treściwych (śrut zbożowych). W sezonie jesienno-zimowym podstawę stanowiły: sianokiszonka i siano, w 7 gospodarstwach podawano dodatkowo kiszonkę z kukurydzy, a uzupełnieniem była pasza treściwa. Krowy rasy PHF żywione były przez cały rok w systemie intensywnym (TMR), a w skład dawki TMR wchodziła kiszonka z kukurydzy, sianokiszonka, siano oraz śruty poekstrakcyjne i zbożowe. Gospodarstwa utrzymujące rasy lokalne można zaliczyć do niskonakładowych. Średnia wielkość stada krów wynosiła 17,8 szt., a wydajność za okres laktacji – na poziomie 4201 kg mleka. Pasze pochodziły z trwałych użytków zielonych, które stanowiły 69,7 % powierzchni gospodarstwa. Powierzchnia kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę, w przeliczeniu na 1 krowę wynosiła tylko 0,039 ha. Gospodarstwo utrzymujące krowy rasy PHF można zaliczyć do intensywnego systemu produkcji. Przeciętna wydajność wynosiła 7143 kg mleka, w strukturze gospodarstwa dominowały grunty orne (58,3 %), na których uprawiano głównie kukurydzę na kiszonkę. Powierzchnia tej uprawy wynosiła na 1 krowę 0,43 ha. Nie stosowano wypasu pastwiskowego.

Próbki mleka pobierano indywidualnie od krowy z całego doju (metodą AT4 [7]) dwukrotnie w ciągu roku, tzn. w sezonie wiosenno-letnim (V - VIII) i jesienno-zimowym (XI - III). Eliminowano próbki o liczbie komórek somatycznych powyżej 400 tys./cm³. W każdej próbce oznaczano: skład chemiczny (zawartość białka, tłuszczu i laktozy) w celu określenia wartości energetycznej mleka – aparatem Infrared Milk Analyzer (Bentley Instruments, USA), zawartość kazeiny – metodą Walkera [12], kwasowość czynną – pH (pH-metrem Elmetron CP-401, Polska) i potencjalną, gęstość – laktodensymetrem, czas krzepnięcia mleka na skutek działania podpuszczki – metodą Scherza [12] oraz udział kuleczek tłuszczowych w poszczególnych przedziałach średnic, tj. $\leq 6 \mu\text{m}$, $6 \div 10 \mu\text{m}$ i pow. $10 \mu\text{m}$ – mikroskopowo (mikroskop OlympusCX41, Japonia) w preparatach wybarwionych Sudanem III [12]. Wartość energetyczną 1 kg

mleka obliczano przy stosowaniu fizjologicznych współczynników energii brutto wg Rubnera i równania podanego przez Pijanowskiego i wsp. [14].

Do opracowania uzyskanych wyników zastosowano program StatSoft Inc Statistica ver. 6. Zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA dla układów czynnikowych z interakcją), określając wpływ rasy i sezonu produkcji. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem NIR Fischera (najmniejszych istotnych różnic) przy poziomie $p = 0,05$ i $p = 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Uzyskana w badaniach dobową wydajność mleka 3 ocenianych ras krów, użytkowanych w systemie niskonakładowym, była zdecydowanie mniejsza od wydajności krów rasy PHF, użytkowanych w systemie intensywnym (tab. 1). W przypadku krów rasy SIM różnice te sięgały od 6 kg w sezonie wiosenno-letnim do 15 kg w sezonie jesienno-zimowym. Wydajność krów ras rodzimych wynosiła $10 \div 12$ kg mleka w okresie jesienno-zimowym i 15 kg – w wiosenno-letnim, była więc mniejsza o około 10 kg w sezonie wiosenno-letnim i prawie o 20 kg w sezonie jesienno-zimowym. Wykazano istotny ($p \leq 0,01$) wpływ sezonu produkcji na wydajność mleczną wszystkich 4 ocenianych ras. Krowy utrzymywane w systemie niskonakładowym, tzn. żywione tradycyjnie (z wypasem pastwiskowym w lecie oraz z sianokiszonką i sianem w zimie), uzyskiwały zdecydowanie większą wydajność w sezonie wiosenno-letnim: SIM o 3,8 kg (23 %), PC o 2,9 kg (24 %), a BG aż o 4,9 kg (47 %) niż w jesienno-zimowym. W intensywnym sposobie użytkowania krów rasy PHF większą wydajność (średnio 31,4 kg) uzyskiwano w sezonie jesienno-zimowym niż w wiosenno-letnim (25,8 kg). Różnice między sezonami pod względem mlecznej produktywności krów ocenianych ras związane były z wartością pokarmową podawanych im pasz, co podkreśla wielu autorów [1, 3, 5, 16]. Mleko od 3 ras krów: PC, SIM i BG, użytkowanych w systemie niskonakładowym, z sezonu jesienno-zimowego miało istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą wartość energetyczną, odpowiednio o [%]: 5,6, 6,5 i 8,0 % niż mleko tych krów z sezonu wiosenno-letniego. W mleku krów rasy PHF różnice te były zdecydowanie mniejsze (2,5 %) i statystycznie nieistotne (tab. 1).

Rasa i sezon produkcji miały istotny wpływ na kwasowość ocenianego mleka. Najwyższą kwasowością (zarówno czynną, jak i potencjalną) charakteryzowało się mleko krów rasy PC z sezonu wiosenno-letniego (wartość pH – 6,64 i °SH – 7,26), a najniższą – BG z sezonu jesienno-zimowego (wartość pH – 6,72 i °SH – 6,53). Należy jednak podkreślić, że we wszystkich wyróżnionych podgrupach (rasa \times sezon) kwasowość potencjalna ocenianego mleka mieściła się w przedziale $6,0 \div 7,5$ °SH, co odpowiada zaleceniom normy PN-A-86002:1999 [15]. W przypadku gęstości nie wykazano generalnie istotnego wpływu rasy, jak i sezonu produkcji (z wyjątkiem gęstości mleka rasy simentalskiej) na tę cechę (tab. 1).

Tabela 1. Wydajność dobową, wartość energetyczną i właściwości fizykochemiczne mleka krów ocenianych ras
 Table 1. Twenty-four hr milk yield, food energy, and physical-chemical properties of milk from cows of analysed breeds

Rasa Breed	Sezon produkcji Production season	n	Wydajność do- bowa 24-hr milk yield [kg]		Wartość ener- getyczna Food Energy [kcal/kg]		Kwasowość / Acidity			Gęstość Density [g/cm ³]		
			\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	pH	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	
Białogrzbieta (BG) Whitebacked	jesiennie- zimowy autumn-winter	170	10,44 ^A	6,31	764,53 ^B	90,87	6,72	0,10	6,53	1,09	1,0301	0,015
	wiosennie-letni spring-summer	161	15,35 ^B	6,15	708,15 ^A	76,73	6,72	0,12	6,71	0,90	1,0288	0,002
Polska czerwona (PC) Polish Red	jesiennie- zimowy autumn-winter	166	11,80 ^A	5,33	812,66 ^B	77,83	6,74 ^B	0,07	7,17	1,17	1,0289	0,004
	wiosennie-letni spring-summer	158	14,68 ^B	6,10	769,82 ^A	75,77	6,64 ^A	0,33	7,26	0,92	1,0289	0,002
Simentalska (SIM) Simmental	jesiennie- zimowy autumn-winter	188	16,17 ^A	6,41	766,23 ^B	85,75	6,79 ^B	0,07	6,89	0,84	1,0294 ^b	0,002
	wiosennie-letni spring-summer	126	19,96 ^B	5,24	719,44	59,13	6,64 ^A	0,08	6,77	0,81	1,0290 ^a	0,002
Polska holsztyńska- fryzyjska (PHF) Polish Holstein- Friesian	jesiennie- zimowy autumn-winter	119	31,44 ^B	7,26	766,94	86,93	6,69 ^A	0,09	6,57	0,73	1,0302	0,002
	wiosennie-letni spring-summer	124	25,78 ^A	7,41	747,98	73,31	6,73 ^B	0,07	6,67	0,96	1,0342	0,037

Wpływ czynnika / Impact of factor						
Rasa / Breed		xx	xx	x	xx	ns
Sezon produkcji / Production season		xx	xx	xx	x	ns
Interakcja rasa × sezon produkcji/ Interaction: breed × production season		xx	ns	xx	ns	ns

Objaśnienia: / Explanatory notes:

n – liczba próbek /number of samples; \bar{x} – wartość średnia / mean value; s – odchylenie standardowe / SD- standard deviation; A, B, a, b – różnice statystycznie istotne między sezonami w obrębie rasy: A, B – $p \leq 0,01$, a, b – $p \leq 0,05$ / statistically significant differences between seasons within the breed: A, B – $p \leq 0,01$, a, b – $p \leq 0,05$;

Wpływ czynnika: x – istotny przy $p \leq 0,05$, xx – istotny przy $p \leq 0,01$, ns – nie stwierdzono / Impact of factor: x – significant at $p \leq 0,05$, xx – significant at $p \leq 0,01$, ns – not stated.

Jak wykazano, rasa krów nie miała wpływu na zawartość suchej masy beztłuszczowej, różnicowała natomiast istotnie zawartość kazeiny w mleku (tab. 2). Najwięcej kazeiny oznaczono w mleku krów PC i SIM, pozyskiwanym w sezonie jesienno-zimowym (odpowiednio: 2,84 i 2,75 %). W przypadku 3 ras krów użytkowanych w systemie niskonakładowym stwierdzono istotny ($p \leq 0,01$ i $p \leq 0,05$) wpływ sezonu produkcji na zawartość kazeiny w mleku, co należy wiązać z tradycyjnym systemem żywienia [5, 9]. W mleku krów rasy PHF, użytkowanych w intensywnej technologii (żywienie TMR), stwierdzono najmniejszą zawartość kazeiny (w stosunku do 3 pozostałych ras) i bardzo zbliżoną w obu sezonach produkcji (odpowiednio: 2,52 i 2,57 %). O przydatności mleka do produkcji serów decyduje również stosunek białka do tłuszczu. Najkorzystniejszy (średnio 0,85) stwierdzono w mleku krów rasy SIM, natomiast w mleku pozostałych 3 ras był on bardzo podobny ($0,80 \div 0,81$). W mleku krów rasy BG wykazano istotnie ($p \leq 0,01$) większą wartość tego wskaźnika w sezonie jesienno-zimowym (0,84) w porównaniu z wiosenno-letnim (0,78). Istotnie wyższą wartość stosunku białkowo-tłuszczowego w mleku krów rasy SIM wykazali również Barłowska i wsp. [4] oraz Litwińczuk i wsp. [13]. W tych ostatnich badaniach mleko pochodziło od krów SIM użytkowanych w technologii intensywnej (żywienie TMR), co by wskazywało, że rasa ta ma genetycznie zakodowany korzystny stosunek białka do tłuszczu w mleku.

Zdolność krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki jest bardzo cennym wskaźnikiem w produkcji serowarskiej. Czas koagulacji enzymatycznej mleka prawidłowo krzepnącego powinien wynosić $4 \div 10$ min [12]. Wykazano, że czas koagulacji podpuszczkowej mleka 3 ras krów użytkowanych w systemie niskonakładowym był na zbliżonym poziomie, tzn. wyniósł średnio około 4 min i był on istotnie ($p \leq 0,01$) krótszy od czasu krzepnięcia mleka krów PHF użytkowanych w intensywnej technologii (średnio 5 min 37 s). W przypadku wszystkich ras (za wyjątkiem BG) wykazano istotny wpływ sezonu produkcji na czas krzepnięcia mleka. Korzystniejszy w tym względzie był sezon wiosenno-letni. Auldist i wsp. [2] podają, że skrzepy parakazeinowe o najwyższej jakości uzyskiwano z mleka krów rasy normandzkiej i montbeliarde o największym udziale kazeiny. De Marchi i wsp. [6] wykazali, że spośród 5 ras bydła (holsztyńsko-fryzyjskiej, brown swiss, simental, rendeny i alpinegray) mleko krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej miało najmniejszą krzepliwość (podobnie jak w badaniach własnych). Pod wpływem podpuszczki najszybciej krzepło mleko lokalnej rasy rendena, a powstały skrzep był najbardziej zwięzły i jędrny. Tyrisevä i wsp. [19] twierdzą, że mleko pochodzące od krów żywionych zieloną pastwiskową szybciej ulega koagulacji enzymatycznej, co znajduje potwierdzenie w badaniach własnych. We wszystkich 13 gospodarstwach utrzymujących krowy rasy PC, BG i SIM stosowano wypas pastwiskowy.

Tabela 2. Wskaźniki przydatności technologicznej mleka krów ocenianych ras
Table 2. Indicators of processing suitability of milk from cows of analysed breeds

Rasa Breed	Sezon produkcji Production season	Sucha masa beztuszczo- Non-fat dry matter [%]		Kazeina Casein [%]		Białko/Tłuszcz Protein to fat proportion		Czas krzep- nięcia Coagulation time [min]		Udział kuleczek tłuszczowych / Percentage rate of fatty globules [%]					
		\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	\bar{x}	s / SD	male/small <6 μ m	\bar{x}	s / SD	średnie/medium 6-10 μ m	s / SD	duże/large >10 μ m
Białgrzbiet (BG) Whitebacked	wiosenno-zimowy autumn-winter	8,88	1,00	2,63 ^b	0,46	0,84 ^B	0,10	4:09	2:33	57,13	10,39	32,93	7,96	9,92	4,97
	wiosenno-letni spring-summer	9,08	1,23	2,51 ^a	0,42	0,78 ^A	0,12	4:34	2:06	58,49	9,30	37,78	6,99	9,72	5,02
Polska czerwona (PC) Polish Red	wiosenno-zimowy autumn-winter	8,98	1,13	2,84 ^B	0,59	0,80	0,13	4:02 ^b	2:10	62,10	10,42	28,58	7,11	9,38	6,00
	wiosenno-letni spring-summer	9,21	1,13	2,56 ^A	0,40	0,80	0,11	4:00 ^a	1:43	62,94	10,69	28,42	7,53	8,70	8,85
Simentalska (SIM) Simmetal	wiosenno-zimowy autumn-winter	9,02	1,24	2,75 ^B	0,48	0,86	0,12	4:50 ^B	2:27	54,37 ^A	10,79	35,84 ^B	8,65	9,74 ^B	3,07
	wiosenno-letni spring-summer	8,95	1,19	2,57 ^A	0,42	0,84	0,14	3:45 ^A	1:44	59,22 ^B	7,93	32,33 ^A	6,58	8,45 ^A	3,24
Polska holendersko- fryzyska (PHF) Polish Holstein- Friesian	wiosenno-zimowy autumn-winter	9,13	1,14	2,57	0,35	0,80	0,13	6:09 ^B	3:11	63,42 ^A	9,73	30,04 ^B	8,01	6,59 ^a	6,02
	wiosenno-letni spring-summer	8,95	0,93	2,52	0,34	0,81	0,12	5:08 ^A	2:32	70,51 ^B	13,34	21,44 ^A	9,31	8,06 ^b	5,18
Wpływ czynnika / Impact of factor															
Rasa / Breed		ns		xx		xx		xx		Xx		xx		xx	
Sezon produkcji / Production season		x		xx		ns		xx		Xx		xx		xx	
Interakcja rasa × sezon produkcji Interaction: breed × production season		x		ns		ns		xx		Xx		xx		xx	

Objasnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Tłuszcz mleczny, w tym stan jego dyspersji, decyduje również o przydatności mleka do przetwórstwa. Średnica kuleczek tłuszczowych ma bowiem wpływ na jakość wyrobów mleczarskich. Wykazano, że mleko wszystkich 3 ras krów użytkowanych w systemie niskonakładowym różniło się pod tym względem od mleka PHF (tab. 2). Miało bowiem istotnie ($p \leq 0,01$) większy udział kuleczek o dużych rozmiarach (BG – 9,82 %, PC – 9,05 % i SIM – 9,22 %), w porównaniu z mlekiem krów PHF (7,34 %), przy jednocześnie niższym udziale małych kuleczek tłuszczowych (odpowiednio [%]: 57,89, 62,51 i 56,32 w stosunku do 67,04). Większa zawartość dużych kuleczek tłuszczowych w tłuszczu mlecznym ułatwia, zdaniem Gonzalesa i wsp. [10] oraz Dewettincka i wsp. [8], procesy produkcji serów twardych, które szybciej dojrzewają i mają lepszą konsystencję. Masło wyprodukowane z takiego mleka (o większym udziale dużych kuleczek tłuszczowych) według tych autorów wykazuje lepszą barwę i konsystencję oraz zawiera mniej cholesterolu (mniejsza powierzchnia otoczek tłuszczowych).

Wyższą jakość technologiczną mleka krów ras lokalnych należy zapewne wiązać z niskonakładowym systemem ich użytkowania, ale prawdopodobnie także z uwarunkowaniami genetycznymi. Sawicka-Zugaj i Litwińczuk [18] wykazali znacznie większą zmienność genetyczną obu najstarszych polskich ras bydła, tzn. polskiej czerwonej i białogrzbietej w porównaniu z polską holsztyńsko-fryzyjską. Autorzy stwierdzili w obrębie 24 mikrosatelitarnych *loci* DNA krów rasy polskiej czerwonej 181 alleli, białogrzbietej – 171, a polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej – tylko 146. Być może niektóre z tych alleli, które występują jeszcze u krów ras lokalnych (a zostały już utracone przez krowy ras wysoko produkcyjnych w procesie intensywnej selekcji) warunkują korzystniejsze cechy jakościowe tego surowca.

Wnioski

1. Pozyskiwane w sezonie jesienno-zimowym mleko od krów utrzymywanych w systemie niskonakładowym miało istotnie ($p \leq 0,01$) wyższą wartość energetyczną w porównaniu z mlekiem z sezonu wiosenno-letniego. W mleku krów PHF użytkowanych w systemie intensywnym różnice te były zdecydowanie niższe i statystycznie nieistotne.
2. Rasa krów i sezon produkcji miały istotny wpływ na kwasowość ocenianego mleka, jednak z zaznaczeniem, że kwasowość wszystkich ocenianych próbek była na odpowiednim poziomie.
3. Największą zawartość kazeiny stwierdzono w mleku krów rasy polskiej czerwonej i simentalskiej, pozyskiwanym w sezonie jesienno-zimowym (2,84 i 2,75 %). W przypadku 3 ras krów użytkowanych w systemie niskonakładowym stwierdzono istotny ($p \leq 0,01$ i $p \leq 0,05$) wpływ sezonu produkcji na zawartość kazeiny w mle-

- ku. Najmniejszą zawartość kazeiny i bardzo zbliżoną w obu sezonach produkcji (2,52 i 2,57 %) stwierdzono w mleku krów PHF.
4. Czas koagulacji enzymatycznej mleka pozyskiwanego od 3 ras krów użytkowanych w systemie niskonakładowym był na zbliżonym poziomie, tzn. wynosił średnio około 4 min i był istotnie ($p \leq 0,01$) krótszy w odniesieniu do mleka krów PHF użytkowanych w systemie intensywnym (średnio 5 min 37 s).
 5. Mleko 3 ras krów użytkowanych w systemie niskonakładowym zawierało istotnie ($p \leq 0,01$) więcej kuleczek tłuszczowych o dużych rozmiarach (powyżej 10 μm), tj. białogrzbieta – 9,82 %, simentalska – 9,22 % i polska czerwona – 9,05 %, w porównaniu z mlekiem krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej (7,34 %).
 6. Mleko krów ras rodzimych (polskiej czerwonej i białogrzbiętej) oraz simentalskiej użytkowanych w systemie niskonakładowym stanowi marginalną część surowca przerabianego w Polsce przez przemysł mleczarski, może jednak stanowić cenny surowiec do wyrobu produktów regionalnych i tradycyjnych, które przy odpowiedniej promocji mogą stanowić ważne źródło dochodu w gospodarstwie.

Literatura

- [1] Adamska A., Rutkowska J.: Sezonowe zmiany składu triacylogliceroli i tłuszczu mleka krów rasy simentalskiej z region mazowieckiego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, **5 (84)**, 145-154.
- [2] Auldust M., Mullins C., O'Brien B., O'Kennedy B.T., Guinee T.: Effect of cow breed on milk coagulation properties. *Milchwissenschaft*, 2002, **57**, 140-143.
- [3] Bałowska J., Litwińczuk Z., Topyła B.: Parametry fizykochemiczne tłuszczu mleka krów różnych ras z okresu żywienia wiosenno-letniego. *Med. Weter.*, 2005, **61 (8)**, 937-939.
- [4] Bałowska J., Litwińczuk Z., Król J., Topyła B.: Technological usefulness of milk cows of six breeds maintained in Poland relative to lactation phase. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, **15/56 (1)**, 17-21.
- [5] Brodziak A., Bałowska J., Król J., Litwińczuk Z.: Effect of breed and feeding on content of selected whey proteins in cow's milk in spring-summer and autumn-winter seasons. *Ann. Anim. Sci.*, 2012, **2 (12)**, 261-269.
- [6] De Marchi M., Dal Zotto R., Cassandro M., Bittante G.: Milk coagulation ability of five dairy cattle breeds. *J. Dairy Sci.*, 2007, **8 (90)**, 3986-3992.
- [7] Decyzja Komisji 2006/427/WE z 20 czerwca 2006 r. ustanawiająca metody oceny wartości użytkowej i metody oceny wartości genetycznej zwierząt hodowlanych czystorasowych z gatunku bydła. *Dz. U. WE L 169 z 22.06.2006*, s. 56.
- [8] Dewettinck K., Rombaut R., Thienpont N., Trung Le T., Messens K., Camp J.V.: Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material. *Int. Dairy J.*, 2008, **18**, 436-457.
- [9] Feleńczak A., Ferting A., Szarek J., Czaja H., Kurbiel A.: Zmiany składu i cech fizykochemicznych mleka krów rasy simental w zależności od sezonu. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2003, **17**, 849-851.
- [10] Gonzales S., Duncan S.E., O'Keefe S.F., Sumner S.S., Herbein H.: Oxidation and textural characteristics of butter and ice cream with modified fatty acid profiles. *J. Dairy Sci.*, 2003, **(86)**, 70-77.
- [11] Litwińczuk Z. (Red.): *Ochrona zasobów genetycznych zwierząt gospodarskich i dziko żyjących*. Wyd. PWRiL, Warszawa 2011, s. 295.

- [12] Litwińczuk Z. (Red.): Towaroznawstwo surowców i produktów zwierzęcych z podstawami przetwórstwa. Wyd. PWRiL, Warszawa 2012, s. 553.
- [13] Litwińczuk Z., Kowal M., Barłowska J.: Podstawowy skład chemiczny oraz udział kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku krów czterech ras użytkowanych w intensywnych technologiach chowu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2014, **4 (95)**, 108-121.
- [14] Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A.: Ogólna technologia żywności. WNT, Warszawa 2000.
- [15] PN-A-86002:1999: Mleko surowe do skupu.
- [16] Reklewska B., Bernatowicz E., Reklewski Z., Kuczyńska B., Zdziarski K., Sakowski T., Słoniewski K.: Functional components of milk produced by Polish Black-and-White, Polish Red and Simmental cows. *EJPAU*, 2005, **3 (8)**, 25.
- [17] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1662/2006 z dnia 6 listopada 2006 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego. *Dz.U. UE Nr L 320*.
- [18] Sawicka-Zugaj W., Litwińczuk Z.: Genetic variation in the population of three Polish cattle breeds included into the programme of genetic resources protection and Holstein-Friesian breed, estimation on the basis of polymorphism of 24 microsatellite DNA sequences. *Afr. J. Biotechnol.*, 2012, **11 (77)**, 14116-14122.
- [19] Tyrisevä A.M., Ikonen T., Ojala M.: Repeatability estimates for milk coagulation traits and non-coagulation of milk in Finnish Ayrshire cows. *J. Dairy Res.*, 2003, **(70)**, 91-98.
- [20] Zannoni M., Pignoni S., Hunter E.A.: Risultati di un test sensoriale sui consumatori di Parmigiano-Reggiano. *Scienza e Tecnica Lattiero-casearia*, 2000, **6 (51)**, 356-380.
- [21] Zannoni M.: Evolution of the sensory characteristics of Parmigiano-Reggiano cheese to the present day. *Food Quality and Preferences*. Article in Press, 2010, **21**, 901-905.

FOOD ENERGY, PHYSICAL PROPERTIES, AND PROCESSING SUITABILITY OF MILK FROM COWS OF POLISH RED WHITEBACKED AND SIMMENTAL BREEDS KEPT USING LOW-INPUT SYSTEM

S u m m a r y

There were determined: food energy, physical properties (acidity, density), rennet coagulation time, and dispersion state of fat (percentage rate of fatty globules $\leq 6 \mu\text{m}$, 6-10 μm and above 10 μm) in 969 samples of milk from 3 breeds of cows: Polish Red, Whitebacked, and Simmental, which were utilized in 13 farms applying a low input system. The control group of samples consisted of 243 milk samples collected from the Polish Holstein-Friesian (PHF) cows utilized with the use of intensive husbandry technologies (TMR feeding). It was shown that the milk, produced in the autumn-winter season by the three cow breeds kept using a low input system, had a significantly ($p \leq 0.01$) higher food energy value compared to the milk produced during the spring-summer season. Those differences were definitely much lower and statistically insignificant in the cow's milk from the PHF breed. The highest content of casein was determined in the milk from the Polish Red (2.84%) and Simmental (2.75%) cows and produced in the autumn-winter season, whereas the lowest content of casein, very similar for the two seasons (2.52 % and 2.57%, respectively) was reported in the milk from the PHF cows. A mean coagulation time of milk from the three breeds of cows utilized using a low input system was significantly ($p \leq 0.01$) shorter (ca. 4 min vs. 57 min 37 sec) compared to the milk from the PHF cows. Additionally, the milk from those cows had a significantly ($p \leq 0.01$) higher percentage rate of fatty globules showing large diameters ($> 10 \mu\text{m}$),

namely: Whitebacked – 9.82 %, Simmental – 9.22 %, and Polish Red – 9.05 %, in comparison to the milk from the Polish Holstein-Friesian cows (7.34 %).

Key words: cattle breed, milk, food energy, physical properties, processing suitability 