

Przydatność technologiczna mleka trzech ras krów żywionych systemem TMR

Joanna Barłowska, Anna Wolanciuk,
Jolanta Król, Agnieszka Jarosińska

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Celem pracy była ocena składu chemicznego i przydatności technologicznej mleka, pozyskanego od trzech ras krów żywionych systemem TMR. Badaniami objęto 176 prób mleka pozyskanego od krów rasy: polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej – 41 prób, montbeliarde – 72 próby, jersey – 63 próby. Próby pobierano od zwierząt będących pomiędzy 120. a 200. dniem laktacji, w miesiącach zimowych. W każdej próbie oznaczono zawartość tłuszczu, białka, kazeiny, laktozy i suchej masy, a także liczbę komórek somatycznych (LKS), kwasowość czynną (pH) i potencjalną ($^{\circ}\text{SH}$), termostabilność, czas krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki oraz zawartość wapnia. Wykazano, że mleko krów rasy jersey charakteryzowało się najwyższą koncentracją składników suchej masy, przy najmniej korzystnej proporcji białka do tłuszczu (0,76). Najniższą zawartość tłuszczu stwierdzono w mleku krów rasy montbeliarde (4,08%), przy zawartości białka 3,58% i kazeiny 2,73%, co dawało najkorzystniejszą proporcję białka do tłuszczu (0,88). Stwierdzono, że mleko krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej istotnie ($P \leq 0,01$) różniło się pod względem czasu jego krzepnięcia pod wpływem podpuszczki i stabilności cieplnej od pozostałych dwóch ocenianych ras krów. Mleko krów rasy phf odmiany czb było najbardziej odporne na obróbkę cieplną (2:55 min), a jednocześnie najwolniej ulegało koagulacji enzymatycznej (5:22 min). Mleko krów rasy jersey charakteryzowało się najniższą stabilnością cieplną (1:27 min) i najkrótszym czasem koagulacji (3:45 min). Mleko krów rasy jersey zawierało istotnie ($P \leq 0,01$) więcej wapnia w porównaniu do pozostałych ras. Uzyskane wyniki wskazują, że mleko krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej jest bardziej przydatne do produkcji mleka spożywczego i koncentratów mlecznych, a mleko krów rasy jersey – do produkcji serów. Krowy rasy montbeliarde chociaż dorównują produktywności krowom rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej, to jednak ich mleko jest dobrym surowcem do produkcji serów.

SŁOWA KLUCZOWE: mleko / przydatność technologiczna / rasa krów

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej [16] podaje, że wzrasta popyt na przetwory mleczne, co wynika ze wzrostu cen mięsa i tłuszczów roślinnych. W 2009 roku (w odniesieniu do poprzedniego roku) spożycie napojów mlecznych

wzrosło o 9,5%, w tym jogurtów o 4,4%. W tym czasie odnotowano również 3,4% wzrost spożycia serów i 2,3% masła. Obniżyła się natomiast konsumpcja mleka spożywczego (o 3,5%) oraz śmietany i śmietanki (o 2,9%).

Konsekwencją wzrostu i rozwoju produkcji galanterii mleczarskiej jest systematyczne podnoszenie wymagań wobec producentów mleka. Pożądany jest surowiec o najwyższej jakości higienicznej i parametrach technologicznych, warunkujących wysoką jakość wytwarzanych produktów. Do produkcji mleka spożywczego pasteryzowanego i UHT oraz koncentratów mlecznych wymagany jest surowiec wytrzymały na działanie wysokich temperatur. Natomiast do produkcji serów pożądany jest surowiec zawierający dużo białka, w tym kazeiny i szybko koagulujący pod wpływem podpuszczki. W przypadku produkcji serów bardzo ważna jest również zwięzłość skrzepu, która zależy m.in. od dostatecznej zawartości wapnia w mleku [12, 26].

Zmienność składu chemicznego mleka i wynikające z tego różnice w przydatności do przetworstwa zależą zarówno od czynników genetycznych (rasa, cechy osobnicze), środowiskowych (żywienie, warunki klimatyczne, pora roku), jak i fizjologicznych (wiek krowy, faza laktacji, odstępy między dojami, stan zdrowotny) [12]. Wielu autorów wskazuje jednak, że głównym czynnikiem różnicującym skład chemiczny mleka jest potencjał genetyczny krów [4, 7, 9].

W Polsce kontrolą użytkowości mlecznej objętych jest obecnie 12 ras krów, przy czym o krajowej produkcji mleka decyduje głównie rasa polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czarno-białej. Stanowi ona ponad 90% pogłowia krów mlecznych. Znaczenie pozostałych ras krów jest zdecydowanie mniejsze lub nawet marginalne. Jednak dla niektórych mleczarni ich mleko może stanowić ważne źródło surowca do przetworstwa. Do ras krów typowo mlecznych należą polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czerwono-białej, jersey i montbeliarde. Rasa phf odmiany czerwono-białej stanowi ok. 3% pogłowia krów użytkowanych mlecznie i utrzymywana jest głównie na Śląsku, w Bieszczadach oraz w pojedynczych stadach na terenie całego kraju. Według danych Polskiej Federacji Hodowców Bydła i Producentów Mleka średnia wydajność krów tej rasy w 2009 roku wynosiła 6465 kg mleka, przy zawartości tłuszczu 4,17% i białka 3,35% [20]. Krowy rasy jersey w Polsce jest nieco ponad 1000 sztuk i utrzymywane są w kilku stadach. Krowy te osiągnęły w 2009 roku wydajność 5426 kg mleka, o zawartości tłuszczu 5,26% i białka 3,81% [20]. Francuska rasa bydła montbeliarde jest w Polsce mało znana. Pierwsze jałówki zostały importowane do Polski w 1995 roku. W 2009 roku kontrolą użytkowości mlecznej objętych było ponad 1000 krów, ich średnia wydajność to 7125 kg mleka, przy zawartości tłuszczu 4,12% i białka 3,49% [20].

Celem pracy była ocena składu chemicznego i przydatności technologicznej mleka pozyskiwanego od trzech ras krów, tzn. polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej, jersey i montbeliarde, żywionych systemem TMR.

Materiał i metody

Badaniami objęto 176 prób mleka pozyskanego od krów trzech ras: polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej (phf) odmiany czerwono-białej – 41 prób, montbeliarde – 72 próby,

jersey – 63 próby. Próby pobierano od zwierząt będących pomiędzy 120. a 200. dniem laktacji, w miesiącach zimowych, tzn. w styczniu i lutym. Wszystkie trzy rasy krów żywiono systemem TMR. W skład dawki TMR wchodziła kiszonka z kukurydzy, kiszonka z traw, siano oraz śruty poekstrakcyjne i zbożowe. Próby mleka pobrano jednocześnie w czasie udojów kontrolnych, zwracając uwagę na to, by mleko pochodziło od zwierząt ze zdrowym gruczołem mlekowym. W każdej próbie oznaczono: zawartość tłuszczu, białka, laktozy i suchej masy – aparatem Infrared Milk Analyzer; liczbę komórek somatycznych (LKS) – aparatem Somacount 150; procentowy udział kazeiny – metodą Walkera (wg PN-86/A-86122); kwasowość czynną (pH) – za pomocą pehametru; kwasowość potencjalną ($^{\circ}\text{SH}$) – metodą miareczkową (wg PN-68/A-86122); termostabilność mleka w 140°C – w łaźni olejowej (firmy Tewes Bis) metodą Whitea i Daviesa [19]; czas krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki – metodą Scherna (według metodyki opisanej przez Jurczaka [17]); zawartość wapnia – techniką płomieniową atomowej spektrometrii absorpcyjnej, z wykorzystaniem spektrometru SOLAR 939 (Unicam).

Dane dotyczące dobowej wydajności mleka krów, od których pobierano próby mleka, uzyskano z dokumentacji hodowlanej prowadzonej przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka.

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu StatSoft Inc. STATISTICA ver. 6 [StatSoft Inc. 2003], podając średnie wartości dla poszczególnych cech oraz odchylenia standardowe. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami dla ocenianych grup wyznaczono testem NIR Fishera. Obliczono również współczynniki korelacji prostej Pearsona pomiędzy analizowanymi wskaźnikami jakości i przydatności technologicznej mleka.

Wyniki i dyskusja

Z danych zawartych w tabeli I wynika, że najwyższą wydajność dobową uzyskiwały krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej (28,5 kg), a najniższą krowy rasy jersey (20,5 kg). Mleko krów rasy jersey charakteryzowało się jednak najwyższą koncentracją podstawowych składników, tzn. suchej masy – 15,42%, w tym tłuszczu (5,69%), białka (4,27%) i kazeiny (3,40%), przy najmniej korzystnej proporcji białka do tłuszczu – 0,76. Najniższą zawartość tłuszczu stwierdzono w mleku krów rasy montbeliarde – 4,08%, przy zawartości białka 3,58% i kazeiny 2,73%, co dawało w konsekwencji najkorzystniejszą proporcję białka do tłuszczu – 0,88. Krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej produkowały mleko o nieco wyższej zawartości tłuszczu (4,29%) oraz o podobnej białka i kazeiny, w porównaniu do mleka krów rasy montbeliarde, co w rezultacie zaowocowało nieco niższym stosunkiem białkowo-tłuszczowym, wynoszącym 0,83.

Przewagę rasy jersey nad rasą holsztyńsko-fryzyjską, jeżeli chodzi o koncentrację składników suchej masy mleka, potwierdzają wyniki badań Auldista i wsp. [2, 3], Bartłowskiej i wsp. [5], Czerniewicz i wsp. [9] oraz Blecka i wsp. [6]. Czerniewicz i wsp. [9] podają, że mleko krów rasy jersey zawiera od 20 do 50% więcej białka

Tabela 1 – Table 1

Wydajność dobową, skład chemiczny i wybrane wskaźniki przydatności technologicznej mleka krów ocenianych ras

Daily milk yield, chemical composition and selected parameters of technological suitability of analyzed milk

Wyszczególnienie Specification	Rasa – Breed							
	polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czerwono-białej		Montbeliarde		Jersey		Średnio Average	
	Polish Holstein-Friesian Red-White							
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Liczba prób Number of samples	41		72		63		176	
Wydajność dobową (kg) Daily milk yield (kg)	28,47 ^B	9,11	26,21 ^B	5,94	20,50 ^A	4,54	25,50	8,04
Tłuszcz (%) Fat (%)	4,29 ^B	0,30	4,07 ^B	0,44	5,69 ^A	0,89	4,70	0,97
Białko (%) Protein (%)	3,57 ^B	0,28	3,58 ^B	0,37	4,27 ^A	0,48	3,82	0,52
Kazeina (%) Casein (%)	2,74 ^B	0,28	2,73 ^B	0,39	3,40 ^A	0,43	2,97	0,50
Stosunek białkowo-tłuszczowy Protein to fat ratio	0,83 ^B	0,05	0,88 ^C	0,06	0,76 ^A	0,08	0,83	0,08
Laktoza (%) Lactose (%)	4,91 ^B	0,22	4,88 ^B	0,21	4,75 ^A	0,24	4,84	0,23
Sucha masa (%) Dry matter (%)	13,47 ^B	0,54	13,23 ^B	0,70	15,42 ^A	1,24	14,07	1,36
pH	6,62 ^A	0,04	6,70 ^{Bh}	0,04	6,68 ^{Ba}	0,04	6,67	0,04
^o SH	7,81 ^B	0,97	7,04 ^A	0,64	7,59 ^B	0,93	7,42	0,89
Czas krzepnięcia (min) Rennet coagulation time (min)	5:22 ^A	1:33	4:11 ^B	1:59	3:45 ^B	1:10	4:18	1:55
Stabilność ciepłota (min) Heat stability (min)	2:55 ^A	0:48	1:40 ^B	0:38	1:27 ^B	0:33	1:53	0:52
Ca (mg/l)	979,13 ^b	408,63	857,21 ^h	505,59	1101,20 ⁿ	249,13	927,14	370,35
LKS (tys./ml) SCC (thous./ml)	149,85	204,52	240,22	185,61	191,06	209,86	201,57	257,67

A, B, C – różnice istotne przy P≤0,01; a, b – różnice istotne przy P≤0,05

A, B, C – significant difference at P≤0.01; a, b – significant difference at P≤0.05

i tłuszczu niż mleko krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej. Wyższą zawartość tłuszczu w mleku krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej (39 g/kg) w porównaniu do rasy montbeliarde (38,1 g/kg) stwierdzili także Dillon i wsp. [11]. Najkorzystniejszą proporcję białka do tłuszczu w mleku krów rasy montbeliarde potwierdzają wyniki uzyskane przez Dillona i wsp. [11] oraz Gołębińskiego i Brzozowskiego [14], odpowiednio: 0,92 i 0,83. Auld i wsp. [2] stwierdzili również mniej korzystny stosunek białka do tłuszczu (0,68) w mleku krów rasy jersey w porównaniu do rasy hf (0,79).

Także Andrew [1] potwierdza, że krowy rasy jersey produkują mleko o mniej korzystnym stosunku białkowo-tłuszczowym (0,80) w porównaniu do krów rasy hf (0,88).

O przydatności mleka do przetwórstwa, a szczególnie o jego stabilności cieplnej, decyduje m.in. kwasowość. Według Rattaya i Jelena [22], Singha i Foxa [23, 24], stabilność cieplna mleka w zakresie pH od 6,4 do 6,7 stopniowo wzrasta. Przy pH powyżej 6,7 zaczyna się wyraźnie zmniejszać, osiągając minimum przy pH 6,9, by następnie przy pH >6,9 zacząć ponownie wzrastać. W badaniach własnych nie stwierdzono takiej zależności. Najniższą kwasowością czynną charakteryzowało się mleko krów rasy montbeliarde (pH 6,70), a najwyższą pHf odmiany czb (pH 6,62), przy czym u tych ostatnich było ono najbardziej wytrzymałe (2:55 min) na obróbkę cieplną (tab. 1). Oznacza to, że kwasowość mleka (zarówno czynna i potencjalna), która była właściwa dla mleka świeżego, nie była w tym przypadku głównym czynnikiem decydującym o stabilności cieplnej mleka.

Analizując wskaźniki mające główne znaczenie przy ocenie przydatności mleka do przetwórstwa (tab. 1), tzn. czas jego krzepnięcia pod wpływem podpuszczki i stabilność cieplną, można stwierdzić, że mleko krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyskiej odmiany czerwono-białej istotnie ($P \leq 0,01$) różniło się pod tym względem od mleka pozostałych dwóch ocenianych ras krów, tzn. montbeliarde i jersey. Mleko krów rasy phf odmiany czb było najbardziej odporne na obróbkę cieplną (2:55 min), a jednocześnie najwolniej ulegało koagulacji enzymatycznej (5:22 min). Dla pozostałych dwóch ras krów (tab. 1) wyniki dla tych parametrów nie różniły się statystycznie, ale jednak mleko krów rasy jersey charakteryzowało się najniższą stabilnością cieplną (1:27 min) i najkrótszym czasem koagulacji (3:45 min). Wcześniejsze badania Barłowskiej [4] potwierdzają, że mleko krów rasy hf (zarówno odmiany czarno-białej, jak i czerwono-białej) wolniej koaguluje pod wpływem podpuszczki, ale za to jest bardziej odporne na obróbkę cieplną. Kiełczewska i wsp. [18], oceniając mleko krów rasy hf i jersey, również wykazali, że mleko tych ostatnich koagulowało o 35 sek. szybciej. Natomiast Pomies i wsp. [21] nie wykazali różnic pomiędzy tymi rasami, jeżeli chodzi o czas krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki. Ikonen i wsp. [15], oceniając mleko krów rasy ayrshire (w Finlandii), stwierdzili współzależność pomiędzy czasem koagulacji a zawartością białka i kazeiny w mleku. Również Feleńczak i wsp. [12] twierdzą, że krótszy czas krzepnięcia mleka uwarunkowany jest w dużym stopniu wyższą zawartością białka ogólnego i kazeiny, co w pewnym stopniu znajduje potwierdzenie w badaniach własnych (tab. 1).

O zdolności mleka do krzepnięcia pod wpływem podpuszczki, jak i jego wytrzymałości na obróbkę cieplną decyduje stan zdrowotny wymienia. Zawartość komórek somatycznych w badanych próbach mleka wynosiła średnio 201 tys./ml, czyli nie przekraczała obowiązujących norm dla mleka surowego (tab. 1).

Wapń odgrywa kluczową rolę przy produkcji sera [25]. Feleńczak i wsp. [12] twierdzą, że dostateczna jego ilość w mleku warunkuje zdolność tworzenia zwartego skrzepu pod wpływem podpuszczki. Gaucheron [13] podaje natomiast, że ilość wapnia jest dodatnio skorelowana z zawartością białka w mleku. Zależności te znajdują potwierdzenie w badaniach własnych, gdyż mleko krów rasy jersey zawierało istotnie

($P \leq 0,01$) więcej wapnia (1101,20 mg/l) w porównaniu do pozostałych analizowanych ras krów i (o czym wspomniano wcześniej) zawierało najwięcej białka oraz najszybciej koagulowało pod wpływem podpuszczki (tab. 1). Davis i wsp. [10] oraz Auld i wsp. [2] również twierdzą, że mleko krów rasy jersey jest bogatsze w wapń niż mleko krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej. Pomies i wsp. [21], porównując skład chemiczny mleka krów rasy montbeliarde i holsztyńsko-fryzyjskiej, stwierdzili, że zawartość wapnia była na zbliżonym poziomie (1,18 g/l). W badaniach własnych stwierdzono, że mleko krów rasy montbeliarde zawierało o 121,92 mg/l mniej Ca niż mleko krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej, ale różnice te nie były statystycznie istotne (tab. 1).

Badania Auld i wsp. [2] potwierdzają także istotnie wyższą ($P \leq 0,01$) koncentrację wapnia w mleku krów rasy jersey (1490 mg/kg) w porównaniu do mleka krów rasy hf (1262 mg/kg). Van Hulzen i wsp. [25] podają, że zawartość wapnia w mleku duńskich krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej była na poziomie 1238,38 mg/kg.

Z zamieszczonych w tabeli 2 obliczonych współczynników korelacji prostej kilka zasługuje na uwagę ze względu na znaczenie praktyczne. Wykazano wysoką korelację pomiędzy zawartością w mleku białka ogólnego i kazeiny ($r=0,96^{***}$). Wysokie wartości współczynników korelacji uzyskano również między zawartością suchej masy w mleku a koncentracją tłuszczu ($r=0,98^{***}$), białka ($r=0,92^{***}$) i kazeiny ($r=0,88^{***}$). Na wartość wyliczonego stosunku białkowo-tłuszczowego zdecydowanie większy wpływ miała zawartość tłuszczu ($r=-0,76^{***}$) niż białka ($r=0,34^{***}$).

Stwierdzono również ujemne korelacje pomiędzy wydajnością dobową mleka a zawartością w mleku: suchej masy ($r=-0,42^{***}$), kazeiny ($r=-0,45^{***}$), białka i tłuszczu ($r=-0,43^{***}$), a także dodatnią pomiędzy zawartością laktozy ($r=0,31^{***}$). Cerbulis i Farrell [8] uzyskali również ujemną korelację pomiędzy wydajnością dobową a zawartością tłuszczu ($r=-0,45$), a Bleck i wsp. [6] – dodatnią korelacją pomiędzy wydajnością dobową a zawartością laktozy ($r=0,48$).

Wykazano ujemne korelacje pomiędzy zawartością laktozy a kazeiny ($r=-0,46^{***}$), białka ($r=-0,44^{***}$) i tłuszczu ($r=-0,37^{***}$). Nieco niższe wartości dla współzależności między laktozą a białkiem i tłuszczem ($r=-0,23^{**}$ i $r=-0,25^{**}$) podaje Bleck i wsp. [6].

Potwierdzeniem wcześniej sformułowanych wniosków o współzależności między zawartością białka a czasem krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki jest uzyskany ujemny współczynnik korelacji ($r=-0,21^{**}$). Wykazaną zależność potwierdzają także wyniki badań Ikonena i wsp. [15]. Na uwagę zasługuje również uzyskana ujemna korelacja między kwasowością czynną (pH) i stabilnością cieplną mleka ($r=-0,30^{***}$), co w pewnym stopniu potwierdza teorię Rattaya i Jelena [22] oraz Singha i Fosa [23, 24]. Interesująca jest także dodatnia korelacja między stabilnością cieplną mleka a jego czasem krzepnięcia pod wpływem podpuszczki ($r=0,32^{***}$). We wcześniejszych badaniach Barłowskiej [4] uzyskany współczynnik korelacji dla tych parametrów był nieco niższy ($r=0,14^{***}$).

Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze informacje, że mleko krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej jest bardziej przydatne do produkcji mleka spożywczego i koncentratów mlecznych, a mleko krów rasy jersey jest bardziej przydatne do przetwórstwa.

Tabela 2 – Table 2

Współczynniki korelacji wybranych parametrów przydatności technologicznej mleka
The correlation coefficients of the selected parameters of the analysed milk technological suitability

Cechy Traits	^o SH	Czas krzepnięcia Rennet coagulation time (min)	Stabilność ciepłna Heat stability (min)	Kazeina Casein (%)	Białko Protein (%)	Tuszcz Fat (%)	B/T ¹⁾ P/P ¹⁾	Laktoza Lactose (%)	Sucha masa Dry matter (%)	Ca (mg/l)	LKS (tys./ml) (thous./ml) SCC	Wydajność dobowa mleka Daily milk yield (kg)
pH	-0,49***	-0,01	-0,30***	-0,03	-0,02	-0,04	0,08	-0,10	-0,05	-0,15*	0,09	0,12
^o SH	-	-0,03	0,16*	0,15*	0,13	0,16*	-0,16*	0,02	0,17*	0,06	-0,10	-0,20**
Czas krzepnięcia (min)		-	0,32***	-0,24***	-0,21**	-0,22**	0,11	0,07	-0,23***	0,18*	0,01	0,06
Rennet coagulation time (min)												
Stabilność ciepłna (min)												
Heat stability (min)												
Kazeina (%)												
Casein (%)												
Białko (%)												
Protein (%)												
Tuszcz (%)												
Fat (%)												
B/T ¹⁾												
P/P ¹⁾												
Laktoza (%)												
Lactose (%)												
Sucha masa (%)												
Dry matter (%)												
Ca (mg/l)												
LKS (tys./ml)												
SCC (thous./ml)												

¹⁾ – stosunek białkowo-tuszczowy; * – wartości istotne przy P≤0,05; ** – wartości istotne przy P≤0,01; *** – wartości istotne przy P≤0,001

²⁾ – protein to fat ratio; * – value significant at P≤0,05; ** – value significant at P≤0,01; *** – value significant at P≤0,001

szczególnie do produkcji serów. Krowy rasy montbeliarde chociaż dorównują produktywnością krowom rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej, to jednak ich mleko jest dobrym surowcem do produkcji serów.

PIŚMIENNICTWO

1. ANDREW S.M., 2000 – Effect of fat and protein content of milk from individual cows on the specificity rates of antibiotic residue screening tests. *Journal of Dairy Science* 83, 2992-2997.
2. AULDIST M.J., JOHNSTON K.A., WHITE N.J., FITZSIMONS W.P., 2004 – A comparison of the composition, coagulation characteristics and cheesemaking capacity of milk from Friesian and Jersey dairy cows. *Journal of Dairy Research* 71, 51-57.
3. AULDIST M.J., MULLINS C., O'BRIEN B., O'KENNEDY B.T., GUINEE T., 2002 – Effect of cow breed on milk coagulation properties. *Milchwissenschaft* 57, 140-143.
4. BARŁOWSKA J., 2007 – Wartość odżywcza i przydatność technologiczna mleka krów 7 ras użytkowanych w Polsce. *Rozprawy Naukowe Akademii Rolniczej w Lublinie*, zeszyt 321. Wydawnictwo AR Lublin.
5. BARŁOWSKA J., LITWIŃCZUK Z., KRÓL J., TOPYŁA B., 2006 – Technological usefulness of milk of cows of six breeds maintained in Poland relative to a lactation phase. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, vol. 15/56, 17-21.
6. BLECK G.T., WHEELER M.B., HANSEN L.B., CHESTER-JONES H., MILLER D.J., 2009 – Lactose Synthase Components in Milk: Concentrations of α -Lactalbumin and β 1,4-Galactosyltransferase in Milk of Cows from Several breeds at Various Stages of Lactation. *Reproduction in Domestic Animals* 44, 241-247.
7. BOLAND M., 2003 – Influences on Raw milk quality. Dairy Processing. Improving Quality. C.H.I.P.S, Weimar, USA, 42-67.
8. CERBULIS J., FARRELL H.M., 1975 – Composition of the Milks of Dairy Cattle. II. Ash, Calcium, Magnesium, and Phosphorus. *Journal of Dairy Science*, vol. 59, no. 4, 589-593.
9. CZERNIEWICZ M., KIELCZOWSKA K., KRUK A., 2006 – Comparison of some physico-chemical properties of milk from Holstein-Friesian and Jersey cows. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 15/56, 61-64.
10. DAVIS S.R., FARR V.C., KNOWLES S.O., LEE J., KOLVER E.S., AULDIST M.J., 2001 – Sources of variation in milk calcium content. *Australian Journal of Dairy Technology* 56, 156.
11. DILLON P., BUCKLEY F., CONNOR P.O., HEGARTY D., RATH M., 2003 – A comparison of different dairy cow breeds on a seasonal grass-based system of milk production. 1. Milk production, live weight, body condition score and DM intake. *Livestock Production Science* 83, 21-33.
12. FELEŃCZAK A., GIL Z., ORMIAN M., 2000 – Kappa-kazeina jako wskaźnik przydatności technologicznej mleka. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, Supplement, z. 8, 9-13.
13. GAUCHERON F., 2005 – The minerals of milk. *Reproduction Nutrition Development* 45, 473-483.
14. GOŁĘBIEWSKI M., BRZOZOWSKI P., 2008 – Comparison of dairy performance of Montbeliarde and Black-and-White cows housed in the same environmental conditions. *Annals of Animal Science*, vol. 8, No. 1, 3-11.
15. IKONEN T., MORRI A., TYRISEVA A. M., RUOTTINEN O., OJALA M., 2004 – Genetic and phenotypic correlations between milk coagulation properties, milk production traits, somatic cell count, casein content and pH of milk. *Journal of Dairy Science* 87, 458-467.

16. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, 2009 – Rynek mleka, stan i perspektywy. Analizy rynkowe.
17. JURCZAK M.E., 1999 – Mleko. Produkcja, badania, przerób. Wyd. SGGW Warszawa.
18. KIELCZEWSKA K., CZERNIEWICZ M., KUK A., 2008 – A comparative analysis of the technological usability of milk of Jersey and Holstein-Friesian cows. *Polish Journal of Natural Science*, vol. 23(1), 91-98.
19. KRUK A., KISZA J., PALICH P., 1979 – Porównanie i ocena metod określania stabilności termicznej mleka. *Zeszyty Naukowe ART w Olsztynie, Technologia Żywności* 15, 25-34.
20. Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka, 2010 – Ocena i hodowla bydła mlecznego. Dane za rok 2009, Warszawa.
21. POMIES D., MARTIN B., CHILLIARD Y., PRADEL P., REMOND B., 2007 – Once-a-day milking of Holstein and Montbeliarde cows for 7 weeks in mid-lactation. *Animal* 1,10, 1497-1505.
22. RATTAY W., JELEN P., 1996 – Thermal stability of milk with protein content standardized by the addition of ultrafiltration permeates. *International Dairy Journal* 6, 157-170.
23. SINGH H., FOX P.F., 1985 – Heat stability of milk: pH-dependent dissociation of micellar κ -casein on heating milk at ultra high temperature. *Journal of Dairy Research* 52, 529-538.
24. SINGH H., FOX P.F., 1986 – Heat stability of milk: further studies on the pH-dependent dissociation of micellar κ -casein. *Journal of Dairy Science* 53, 237-248.
25. VAN HULZEN K.J.E., SPRONG R.C., VAN DER MER R., VAN ARENDONK J.A.M., 2009 – Genetic and nongenetic variation in concentration of selenium, calcium, potassium, zinc, magnesium, and phosphorus in milk of Dutch Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* 92, 5754-5759.
26. ZIAJKA S. (red.), 1997 – Mleczarstwo – wybrane zagadnienia. Cz. 1 i 2. Wyd. ART Olsztyn.

Joanna Barłowska, Anna Wolanciuk, Jolanta Król, Agnieszka Jarosińska

Technological suitability of milk from three breeds of cows fed with TMR system

S u m m a r y

The aim of this study was to assess the chemical composition and technological suitability of milk obtained from three breeds of cows fed with TMR system. The study included 176 milk samples collected from following breeds: Polish Holstein-Friesian Red-White variety – 41, Montbeliarde – 72 and Jersey – 63. The samples were collected in winter months from cows between 120 and 200 day of lactation. Examination of each milk sample included the following parameters: content of fat, protein, casein, lactose and dry matter, somatic cell count (SCC), active (pH) and potential ($^{\circ}$ SH) acidity, thermostability, rennet coagulation time and calcium content. It was demonstrated that the milk of Jersey cows was characterized by the highest concentration of dry matter compounds, while the fat protein ratio (0.76) was the least advantageous. The lowest fat content was found in the milk of Montbeliarde cows (4.08%), with protein content 3.58% and 2.73% of casein, which resulted in the best protein to fat ratio (0.88). It was stated that milk from PHF cows differed significantly ($P \leq 0.01$) in parameters such as rennet coagulation time and thermostability from milk obtained from two other evaluated breeds. PHF milk was the most resistant to heat treatment (2:55 min), it had the longest time of rennet coagulation time (5:22 min).

Milk from Jersey cows was characterized by the shortest thermostability time (1:27 min) and the shortest rennet coagulation time (3:45 min). Milk from Jersey cows contained significantly ($P \leq 0.01$) more calcium as compared to the two other examined cattle breeds. The obtained results suggest that milk from Holstein-Friesian cows is more useful for the production of milk and milk concentrates while milk from Jersey cows is more suitable for cheesemaking. Montbeliarde cows' daily milk yield is similar to the Holstein-Friesian's productivity whereas their milk is a beneficial raw material for cheese production.