

Skład chemiczny, jakość cytologiczna i przydatność technologiczna mleka krów trzech ras o umaszczeniu czerwono-białym żywionych systemem TMR

**Joanna Barłowska¹, Zygmunt Litwińczuk², Anna Wolanciuk¹,
Robert Pastuszka¹**

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych,

²Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,
Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła,
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

Celem pracy była ocena składu chemicznego, jakości cytologicznej i przydatności technologicznej mleka krów trzech ras o umaszczeniu czerwono-białym żywionych systemem TMR, z uwzględnieniem ewentualnego wpływu dobowej wydajności mleka (≤ 25 i > 25 kg). Badaniami objęto 540 prób mleka pobranych od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej (PHF RW), simentalskiej (SM) i montbeliarde (MO). Oznaczano zawartość tłuszczu, białka, kazeiny, suchej masy, suchej masy beztłuszczowej, kwasowość czynną i potencjalną, stabilność cieplną i czas krzepnięcia pod wpływem podpuszczki oraz liczbę komórek somatycznych. Wykazano, że mleko krów rasy MO charakteryzowało się najwyższą koncentracją suchej masy (13,65%), natomiast lepszą jakością cytologiczną ($p \leq 0,01$) miało mleko krów rasy PHF RW i SM. Najlepszy surowiec do produkcji serów pozyskiwano od krów rasy MO, miał on najwyższą ($p \leq 0,05$) zawartość suchej masy beztłuszczowej (9,30%) i najkrótszy czas krzepnięcia pod wpływem podpuszczki (4:18 min). W mleku krów rasy PHF RW przy dobowej wydajności mleka > 25 kg zmniejszyła się o 0,54 p.p. zawartość suchej masy, w tym białka o 0,30 p.p. i tłuszczu o 0,31 p.p. W mleku krów rasy SM różnice te wynosiły odpowiednio: 0,85; 0,24 i 0,70 p.p., natomiast u krów rasy MO skład mleka był wyrównany. Przy wydajności dobowej > 25 kg mleka wykazano istotne ($p \leq 0,01$) u PHF RW i SM obniżenie zawartości suchej masy beztłuszczowej, w tym kazeiny, a w przypadku rasy SM również istotne ($p \leq 0,05$) wydłużenie czasu krzepnięcia pod wpływem podpuszczki.

SŁOWA KLUCZOWE: mleko / rasa krów / wydajność dobową / podstawowy skład chemiczny / przydatność technologiczna / jakość cytologiczna

W Polsce użytkowanych mlecznie jest obecnie 12 ras krów, tj. polska holsztyńsko-fryzyjska występująca w dwóch odmianach barwnych – czarno- i czerwono-białej, jersey, simentalska, montbeliarde, brown swiss, szwedzka i norweska czerwona oraz rasy rodzime: białogrzbieta, polska czerwona, polska czarno-biała i polska czerwono-biała. Najlicz-

niejsza jest rasa polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czarno-białej (87,56% aktywnego pogłowia krów) [18].

Spośród ras kolorowych istotne znaczenie w produkcji mleka mają dwie: polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czerwono-białej i simentalska. Pierwsza z nich utrzymywana jest głównie na Śląsku i w Bieszczadach, a duży odsetek krów tej rasy użytkowany jest w intensywnych technologiach chowu. Krowy rasy simentalskiej można spotkać głównie w rejonie Bieszczad, chociaż stają się coraz bardziej popularne i w innych regionach, ze względu na stosunkowo wysoką wydajność mleka, zdolność przystosowania do trudnych warunków klimatycznych i bardzo dobre cechy mięsne [17]. Mleko tych krów jest uważane za doskonały surowiec do produkcji sera [13, 17, 20]. W intensywnych systemach użytkowania krowy tej rasy osiągają wyższą wydajność przy korzystniejszym składzie mleka, jednak jego czas krzepnięcia pod wpływem podpuszczki ulega wydłużeniu [3].

Trzecią rasą kolorową, która jest coraz bardziej ceniona w Polsce i dobrze sprawdza się w intensywnych technologiach chowu jest montbeliarde [10]. Zwierzęta tej rasy po raz pierwszy sprowadzono z Francji w 1995 roku, a w 2001 r. MRiRW zezwoliło na otwarcie i prowadzenie ksiąg hodowlanych [8]. W 2013 r. aktywna populacja liczyła 2428 krów, co stanowiło 0,36% całego pogłowia objętego oceną wartości użytkowej krów mlecznych [18].

Bydło montbeliarde reprezentuje dwukierunkowy typ użytkowy mięsno-mleczny. Najlicniejsza populacja utrzymywana jest we Francji, gdzie podobnie jak w Irlandii, stanowi drugą pod względem wielkości pogłowia rasę bydła [9, 21]. Mleko krów tej rasy charakteryzuje się korzystniejszym składem chemicznym w porównaniu do polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej [11, 21]. We Francji mleko krów rasy montbeliarde uważane jest za doskonały surowiec do produkcji wysokiej jakości serów (Comté – obszar Montbéliarde, Cantal – centralna Francja, Reblochon – południowo-wschodnia Francja, Mont d’Or – obszar Montbéliarde, Abondance – południowo-wschodnia Francja), ze względu na wysoką częstotliwość występowania allelu B κ -kazeiny i dużą zawartość białka [16]. Zdaniem Treli [21], rasy montbeliarde nie należy traktować w Polsce jako konkurencyjnej dla innych utrzymywanych w kraju ras, ale jako jedną z wielu, produkującą mleko szczególnie cenione w przetwórstwie.

Celem pracy była ocena składu chemicznego, jakości cytologicznej i przydatności technologicznej mleka krów 3 ras o umaszczeniu czerwono-białym (polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej, simentalskiej i montbeliarde) żywionych systemem TMR, z uwzględnieniem ewentualnego wpływu dobowej wydajności mleka.

Material i metody

Badania prowadzono w 3 gospodarstwach z regionu wschodniej Polski. W dwóch, w których utrzymywano krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej (PHF RW) i montbeliarde (MO) były to obory wolnostanowiskowe, bezściółowe, z wydzielonymi boksami legowiskowymi wyścielonymi matami. Krowy rasy simentalskiej (SM) utrzymywano natomiast w oborze płytkiej, wyścielanej słomą. Wszystkie obory wyposażone były w hale udojowe, przy czym w obiektach utrzymujących krowy ras PHF RW

i SM była to “rybia ość”, a w przypadku krów rasy MO – “bok w bok”. We wszystkich oborach stosowano żywienie krów systemem TMR, w którym zadawanie paszy z wozu paszowego odbywało się dwukrotnie w ciągu doby.

Analizowane stada były objęte 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., zmieniające Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.

Materiał badawczy stanowiło 540 prób mleka pobranych od krów ras: polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej (214 prób), simentalskiej (126 prób) i montbeliarde (200 prób), będących w II lub III laktacji (między 30. a 210. dniem doju). Próbkę mleka pobierano indywidualnie od każdej krowy, z całego doju, do butelek plastikowych o pojemności 250 ml. Eliminowano próbki, które pochodziły od krów z chorym wymieniem (dodatni wynik TOK). Mleko przewożono w termotorbach z wkładami chłodzącymi do laboratorium Katedry Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, zgodnie z AOAC [2].

W każdej próbce mleka oznaczano zawartość tłuszczu, białka, laktozy i suchej masy aparatem Infrared Milk Analyzer firmy Bentley. Uzyskane wyniki pozwoliły na wyliczenie zawartości suchej masy beztłuszczowej. Zawartość kazeiny oznaczano zgodnie z AOAC [1], kwasowość czynną (pH) – pehametrem Pioneer 65 firmy Radiometer Analytical, a kwasowość potencjalną (°SH) – metodą miareczkową według PN-86/A-86122. Określono także stabilność cieplną mleka w temp. 140°C w łaźni olejowej firmy TEWES-BIS metodą White’a i Daviesa oraz czas krzepnięcia mleka pod wpływem podpuszczki metodą Scherna (moment pojawienia się pierwszych płatków kazeiny). W celu scharakteryzowania jakości cytologicznej mleka oznaczono liczbę komórek somatycznych aparatem Soma-count 150 firmy Bentley. Liczbę komórek somatycznych (LKS), wyrażoną w tys./ml mleka, przetransformowano w programie Excel® na logarytm naturalny (LnLKS), co pozwoliło na spełnienie warunków rozkładu normalnego tej cechy.

Dane dotyczące wydajności dobowej (w dniu pobrania próby) ocenianych krów pochodziły z dokumentacji hodowlanej prowadzonej przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka.

W analizie statystycznej uwzględniono rasę krów (polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czerwono-białej, simentalska i montbeliarde) oraz wydajność dobową (≤ 25 i > 25 kg mleka).

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu StatSoft Inc. STATISTICA, wykorzystując jedno- i dwuczynnikową analizę wariancji (z interakcją), wyróżniając jako źródło zmienności rasę i wydajność dobową krów. Wpływ czynników określono przy poziomie istotności $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Z danych przedstawionych w tabeli 1. wynika, że w badanej populacji najwyższą średnią wydajność dobową uzyskiwały krowy rasy montbeliarde (MO) – 28,2 kg, nieco mniej

polskie holsztyńsko-fryzyjskie odmiany czerwono-białej (PHF RW) – 27,05 kg, a najmniej simentalskie (SM) – 24,32 kg. Mleko krów MO charakteryzowało się jednocześnie najwyższą koncentracją suchej masy (13,65%). Należy zaznaczyć, że zawartość białka w mleku krów MO była nieco niższa (o 0,04 p.p.) niż w mleku krów SM, tłuszczu u obu ras była na jednakowym poziomie (4,35%), natomiast laktozy istotnie ($p \leq 0,01$) wyższa (o 0,29 p.p.). Z wcześniejszych badań Litwińczuka i wsp. [14] wynika, że krowy rasy PHF RW i SM przy żywieniu systemem TMR charakteryzowały się zbliżoną wydajnością dobową (23,32 i 23,20 kg) i zawartością tłuszczu w mleku (4,18 i 4,16%). Mleko krów SM zawierało jednak istotnie ($p \leq 0,01$) więcej białka (o 0,18 p.p.) przy korzystniejszej ($p \leq 0,05$) proporcji tego składnika do tłuszczu. Gołębiewski i Brzozowski [7], prowadząc podobne analizy w latach 2002-2004 w odniesieniu do krów rasy czarno-białej i montbeliarde, wykazali, że te drugie produkowały mniej mleka (o 1,51 kg) o niższej zawartości tłuszczu (o 0,19 p.p.), ale wyższej białka (o 0,08 p.p.). Z kolei Januś i Borkowska [10], porównując wydajność dobową i skład chemiczny mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej i montbeliarde, wykazały podobne zależności jak w prezentowanych badaniach. Przeciętna dobowo wydajność mleka krów PHF HO była mniejsza o 2,1 kg, przy jednocześnie mniejszej koncentracji tłuszczu, białka i suchej masy (o 0,32; 0,20 i 0,53 p.p.) w porównaniu z rasą MO.

Lepszą jakością cytologiczną (tab. 1) charakteryzowało się mleko krów rasy PHF RW i SM ($\text{LnLKS}=11,56$) w porównaniu ($p \leq 0,01$) do pozyskiwanego od zwierząt rasy MO ($\text{LnLKS}=12,12$). Borkowska i Januś [4] wykazały, że przeciętna liczba komórek somatycznych w mleku krów rasy montbeliarde wyliczona dla ogółu prób wynosiła 465 tys./ml, a przeliczona na LnLKS – 12,01. Walsh i wsp. [22], analizując liczbę komórek somatycznych w mleku krów czterech ras, najniższe wartości LnLKS wyliczyli dla rasy czerwonej norweskiej (10,31) i montbeliarde (10,47), natomiast dla rasy hf wartość ta wynosiła 10,96, a normandzkiej – 10,88.

Dane zawarte w tabeli 1. wskazują, że poziom dobowej wydajności wpływał ($p \leq 0,01$) na skład mleka w przypadku krów rasy PHF RW i SM. U krów rasy PHF RW przy dobowej produkcji mleka >25 kg zawartość suchej masy w mleku była niższa o 0,54 p.p., w tym białka o 0,30 p.p. i tłuszczu o 0,31 p.p. Dla mleka krów rasy SM różnice te wynosiły odpowiednio: 0,85; 0,24 i 0,70 p.p. W mleku krów rasy SM istotnie ($p \leq 0,01$) wzrastała natomiast zawartość laktozy (o 0,14 p.p.). U krów rasy MO skład mleka był wyrównany, jedynie zawartość laktozy uległa istotnemu ($p \leq 0,05$) zwiększeniu (o 0,08 p.p.) przy wyższym poziomie wydajności dobowej. Zmniejszanie koncentracji tłuszczu i białka w mleku krów rasy holsztyńsko-fryzyjskiej wraz ze wzrostem wydajności dobowej potwierdzają również inni autorzy [5, 19]. Januś i Borkowska [10] podają, że u krów rasy PHF HO i MO wydajność dobową ($<20,0$; $20,1-30,0$; $>30,0$ kg mleka) miała istotny ($p \leq 0,01$) wpływ na wartość energetyczną mleka, przy czym u tej pierwszej różnice między poziomem <20 kg a ≥ 30 kg mleka/dobę były znacznie wyższe (55,1 vs 19,5 kcal/kg).

Analiza równoczesnego wpływu rasy i wydajności dobowej wykazała istotne interakcje ($p \leq 0,01$) dla zawartości tłuszczu i suchej masy oraz nieco niższe ($p \leq 0,05$) dla zawartości białka (tab. 1).

O przydatności mleka do przetwórstwa decyduje w głównej mierze zawartość i proporcje poszczególnych jego składników, w tym głównie zawartość suchej masy beztłuszczowo-

Tabela 1 – Table 1

Podstawowy skład chemiczny i jakość cytologiczna mleka z uwzględnieniem wydajności dobowej
Basic chemical composition and cytological quality of milk, taking into account daily milk yield

Rasa Breed	Przedział wydajności dobowej Range of daily milk yield (kg)	n	Wydajność dobowa Daily milk yield (kg)		Białko Protein (%)		Tłuszcz Fat (%)		Laktoza Lactose (%)		Sucha masa Dry matter (%)		LnLKS LNSSC	
			\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
PHF RW	≤25	56	21,28 ^A	2,25	3,83 ^B	0,39	4,40 ^B	0,67	4,82	0,25	13,76 ^B	0,97	11,76	1,31
	>25	158	29,10 ^B	3,80	3,53 ^A	0,39	4,09 ^A	0,55	4,81	0,33	13,22 ^A	0,83	11,47	1,28
	przeciętnie average	214	27,05 ^Y	4,88	3,61 ^X	0,41	4,17 ^A	0,60	4,81 ^Y	0,35	13,36 ^A	0,90	11,56 ^X	1,29
SM	≤25	63	20,13 ^A	3,10	3,91 ^B	0,35	4,70 ^B	0,36	4,63 ^A	0,32	13,99 ^B	0,69	11,59	1,13
	>25	63	28,51 ^B	2,93	3,67 ^A	0,33	4,00 ^A	0,27	4,77 ^B	0,26	13,14 ^A	0,53	11,51	1,10
	przeciętnie average	126	24,32 ^X	5,17	3,79 ^Y	0,36	4,35 ^Y	0,47	4,73 ^X	0,29	13,56 ^Y	0,75	11,56 ^X	1,11
MO	≤25	55	21,15 ^A	3,07	3,81	0,29	4,38	0,52	4,79 ^A	0,22	13,68	0,76	12,12	0,80
	>25	145	30,87 ^B	4,50	3,73	0,34	4,34	0,58	4,87 ^B	0,21	13,64	0,75	12,12	0,87
	przeciętnie average	200	28,20 ^Z	6,01	3,75 ^Y	0,33	4,35 ^Y	0,57	4,85 ^Y	0,22	13,65 ^Y	0,75	12,12 ^Y	0,85
Wpływ czynnika Influence of the factor (<i>p-value</i>)	rasa breed		0,00057		0,01818		0,04769		0,00506		0,04500		0,00001	
	wydajność dobowa daily milk yield		0,00000		0,00000		0,00000		0,06029		0,00000		0,20194	
	interakcja rasa x wydajność dobowa interaction breed x daily milk yield		0,05736		0,02222		0,00000		0,21194		0,00005		0,057360	

PHF RW – polska holztyński-fryzyjska odmiana czerwono-białej – Polish Red-and-White Holstein Friesian

SM – simentaliska – Simmental

MO – montbeliarde – Montbéliarde

x, y – różnice między rasami istotne przy p≤0,05; X, Y, Z – istotne przy p≤0,01

a, b – różnice między przedziałami wydajności dobowej w obrębie rasy istotne przy p≤0,05; A, B – istotne przy p≤0,01

x, y – differences between breeds significant at p≤0,05; X, Y, Z – significant at p≤0,01

a, b – differences between ranges of daily milk yield within a breed significant at p≤0,05; A, B – significant at p≤0,01

wej, białka ogólnego, w tym kazeiny oraz składników mineralnych. Szybkość tworzenia skrzepu oraz jego zwięzłość determinowane są przede wszystkim składem mleka [12], a szczególnie zawartością kazeiny [6, 23].

Z danych zawartych w tabeli 2. wynika, że najlepszy surowiec do produkcji serów pozyskiwano od krów rasy montbeliarde. Mleko tych krów charakteryzowało się bowiem najniższą ($p \leq 0,01$) kwasowością, zarówno czynną (pH 6,72), jak i potencjalną ($6,68^{\circ}\text{SH}$), istotnie ($p \leq 0,05$) najwyższą zawartością suchej masy beztłuszczowej (9,30%) i najkrótszym czasem krzepnięcia pod wpływem podpuszczki (4:18 min). Mleko to było jednak najmniej ($p \leq 0,01$) wytrzymałe podczas obróbki cieplnej (2:46 min).

Najgorsze parametry decydujące o przydatności surowca do produkcji serów wykazywało mleko pozyskiwane od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej; zawierało najmniej suchej masy beztłuszczowej (9,22%), w tym kazeiny (2,75%) i dłużej krzepło pod wpływem podpuszczki (4:49 min). Charakteryzowało się natomiast najwyższą stabilnością cieplną (3:46 min).

Malchiodi i wsp. [15] porównywali parametry mleka krów mieszańców F_1 : Holstein x Swedish Red (HO x SR); Holstein x Montbeliarde (HO x MO) i Holstein x Brown Swiss (HO x BS), decydujące o przydatności do produkcji serów. Wykazali, że krowy HO x SR produkowały 29,89 kg mleka/dobę, o najwyższej zawartości tłuszczu (4,34%) i białka (3,86%), w tym kazeiny (3,00%). Krowy HO x MO produkowały natomiast najwięcej mleka (32,29 kg/dobę), ale o nieco niższej zawartości tłuszczu (4,24%) i białka (3,82%), przy tym samym poziomie kazeiny (3,00%). Najgorsze w odniesieniu do tych wskaźników były mieszańce HO x BS, odpowiednio: 28,49 kg; 4,17; 3,79; 2,96%. Najlepszym jednak czasem koagulacji (RTC) i jędrnością skrzepu (a_{30}) charakteryzowało się mleko krów HO x MO – 19,7 min i 38,6 mm, nieco gorsze wskaźniki stwierdzono dla mleka HO x BS – 20,1 min i 35,9 mm, a najgorsze dla HO x SR – 22,3 min i 33,4 mm.

Analizując wpływ wydajności dobowej na parametry technologiczne mleka (tab. 2) stwierdzono, że wyższa wydajność mleka u krów rasy montbeliarde nie pogarszała wskaźników decydujących o przydatności surowca do produkcji serów, a zwiększała tylko jego odporność na obróbkę cieplną. W przypadku pozostałych dwóch ras (PHF RW i SM), przy wydajności dobowej >25 kg mleka wykazano istotne ($p \leq 0,01$) obniżenie zawartości suchej masy beztłuszczowej, w tym kazeiny, a w przypadku rasy SM również istotne ($p \leq 0,05$) wydłużenie czasu krzepnięcia pod wpływem podpuszczki.

Wykazano również istotne ($p \leq 0,01$) interakcje rasa x wydajność dobową dla kwasowości czynnej i stabilności cieplnej oraz nieco niższe ($p \leq 0,05$) dla zawartości suchej masy beztłuszczowej i kazeiny (tab. 2).

Podsumowując należy stwierdzić, że spośród 3 ras krów o umaszczeniu czerwono-białym, żywionych systemem TMR, montbeliardy charakteryzowały się najwyższą produktywnością, przy zachowaniu najwyższych parametrów mleka decydujących o jego przydatności do produkcji serów, bez względu na wydajność dobową. Znaczące pogorszenie składu i przydatności surowca do produkcji serów przy wyższych wydajnościach stwierdzono dla mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej. Również mleko krów rasy simentalskiej (uważane za doskonały surowiec do produkcji sera), przy wyższej produktywności zwierząt (>25 kg/dobę) obniżało swoje cenne właściwości.

Tabela 2 – Table 2

Wybrane wskaźniki przydatności technologicznej mleka z uwzględnieniem wydajności dobowej
Selected indicators of technological suitability, taking into account daily milk yield

Rasa Breed	Przedział wydajności dobowej Range of daily milk yield (kg)	n	Kwasowość Acidity			Sucha masa beztuszczoza Non-fat dry matter (%)			Kazeina Casein (%)			Czas krzepnięcia Clotting time (min)			Stabilność cieplna Heat stability (min)		
			\bar{x}	SD	pH	\bar{x}	SD	$^{\circ}$ SH	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}
PHF RW	≤25	56	6,75 ^b	0,15	7,33	0,96	9,40 ^b	0,48	2,87 ^b	0,39	4:50	2:05	3:39	1:17			
	>25	158	6,68 ^a	0,12	7,25	0,89	9,14 ^a	0,55	2,71 ^a	0,33	4:49	2:10	4:06	1:21			
	przeciętnie average	214	6,70 ^y	0,13	7,27 ^y	0,91	9,22 ^x	0,55	2,75	0,35	4:49 ^y	2:08	3:46 ^y	1:19			
SM	≤25	63	6,71	0,11	7,39	0,83	9,27 ^b	0,48	2,94 ^b	0,30	4:21 ^a	1:53	3:02	1:18			
	>25	63	6,64	0,11	7,61	0,90	9,11 ^a	0,42	2,73 ^a	0,34	5:00 ^b	1:54	3:15	1:18			
	przeciętnie average	126	6,67 ^x	0,11	7,50 ^z	0,87	9,19 ^x	0,46	2,84	0,34	4:40 ^y	1:55	3:08 ^x	1:18			
MO	≤25	55	6,72	0,06	6,77	0,69	9,30	0,33	2,83	0,34	4:23	1:29	2:30	1:13			
	>25	145	6,72	0,07	6,65	0,75	9,30	0,33	2,83	0,38	4:15	1:33	2:53	1:11			
	przeciętnie average	200	6,72 ^y	0,07	6,68 ^x	0,74	9,30 ^y	0,33	2,83	0,37	4:18 ^x	1:32	2:46 ^x	1:12			
Wpływ czynnika Influence of the factor (<i>p-value</i>)	rasa breed		0,00041		0,00000		0,07211		0,45953		0,04962		0,00000				
	wydajność dobową daily milk yield		0,00000		0,94372		0,00025		0,00020		0,14162		0,03402				
	interakcja rasa x wydajność dobową interaction breed x daily milk yield		0,00483		0,18909		0,02051		0,03056		0,34466		0,00302				

PHF RW – polska holstejnisko-fryzjska odmiana czerwono-białej – Polish Red-and-White Holstein Friesian

SM – simentalska – Simmental

MO – montbéliarde – Montbéliarde

x, y – różnice między rasami istotne przy $p \leq 0,05$; X, Y, Z – istotne przy $p \leq 0,01$

a, b – różnice między przedziałami wydajności dobowej w obrębie rasy istotne przy $p \leq 0,05$; A, B – istotne przy $p \leq 0,01$

x, y – differences between breeds significant at $p \leq 0,05$; X, Y, Z – significant at $p \leq 0,01$

a, b – differences between ranges of daily milk yield within a breed significant at $p \leq 0,05$; A, B – significant at $p \leq 0,01$

PIŚMIENNICTWO

1. AOAC, 2000 – Official Methods of Analysis. Casein Nitrogen Content of Milk. 998.06. *AOAC International* 32, 52.
2. AOAC, 2000 – Official Methods of Analysis. Collection of Milk Laboratory Sample. 925.20. *AOAC International* 33, 4.
3. BARŁOWSKA J., LITWIŃCZUK Z., KOWAL M., 2014 – Influence of production season and lactation stage on the technological suitability of milk from cows of various breeds fed in the TMR system. *Annals of Animal Science* 14 (3), 649-661.
4. BORKOWSKA D., JANUŚ E., 2010 – Ocena wpływu wybranych czynników na liczbę komórek somatycznych w mleku krów rasy montbeliarde. *Acta Scientiarum Polonorum, ser. Zootechnica*, 9 (4), 39-46.
5. DE FREITAS JÚNIOR J.E., RENNÓ F.P., DOS SANTOS M.V., GANDRA J.R., FILHO M.M., VENTURELLI B.C., 2010 – Productive performance and composition of milk protein fraction in dairy cows supplemented with fat sources. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39 (4), 845-852.
6. FREDERIKSEN P.D., HAMMERSHOJ M., BAKMAN M., ANDERSEN P.N., ANDERSEN J.B., QVIST K.B., LARSEN L.B., 2011 – Variations in coagulation properties of cheese milk from three Danish dairy breeds as determined by a new free oscillation rheometry-based method. *Dairy Science and Technology* 91, 309-321.
7. 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* 8 (1), 3-11.
8. GOŁĘBIEWSKI M., BRZOZOWSKI P., 2009 – Porównanie wybranych wskaźników rozrodu krów rasy montbeliarde oraz polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. *Medycyna Weterynaryjna* 65 (8), 566-570.
9. JANUŚ E., BORKOWSKA D., 2010 – Ocena wpływu wybranych czynników na dobową wydajność i skład mleka krów rasy montbeliarde. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 556, 663-668.
10. JANUŚ E., BORKOWSKA D., 2011 – Wpływ wybranych czynników na wartość energetyczną mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej oraz montbeliarde. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5 (78), 141-149.
11. JANUŚ E., BORKOWSKA D., PIĄTEK D., 2013 – Ocena wpływu wybranych czynników na skład chemiczny mleka wysokowydajnych krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej i montbeliarde. *Medycyna Weterynaryjna* 69 (6), 378-384.
12. JENSEN H.B., POULSEN N.A., ANDERSEN K.K., HAMMERSHØJ M., POULSEN H.D., LARSEN L.B., 2012 – Distinct composition of bovine milk from Jersey and Holstein-Friesian cows with good, poor, or noncoagulation properties as reflected in protein genetic variants and isoforms. *Journal of Dairy Science* 95, 6905-6917.
13. LITWIŃCZUK Z., BARŁOWSKA J., CHABUZ W., BRODZIAK A., 2012 – The nutritional value and technological suitability of milk from cows of 3 Polish breeds included in the programme of genetic resources conservation. *Annals of Animal Science* 12 (3), 423-432.
14. LITWIŃCZUK Z., KOWAL M., BARŁOWSKA J., 2014 – Podstawowy skład chemiczny oraz udział kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku krów czterech ras użytkowanych w intensywnych technologiach chowu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4 (95), 108-121.

15. MALCHIODI F., CECCHINATO A., PENASA M., CIPOLAT-GOTET C., BITTANTE G., 2014 – Milk quality, coagulation properties, and curd firmness modeling of purebred Holsteins and first- and second-generation crossbred cows from Swedish Red, Montbéliarde, and Brown Swiss bulls. *Journal of Dairy Science* 97, 4530-4541.
16. Montbéliarde: Bred for the French cheese Industry –/http://www.auzredxb.com.au/media/docs/MB_CheesemakersChoice.pdf/
17. PERIŠIĆ P., SKALICKI Z., PETROVIĆ M. M., BOGDANOVIĆ V., RUŽIĆ-MUSLIĆ D., 2009 – Simmental cattle breed in different production systems. *Biotechnology in Animal Husbandry* 25 (5-6), 315-326.
18. POLSKA FEDERACJA HODOWCÓW BYDŁA I PRODUCENTÓW MLEKA, 2014 – Wyniki oceny wartości użytkowej krów mlecznych za 2013 rok. Wyd. PFHBiPM, Warszawa.
19. RADKOWSKA I., 2012 – Skład chemiczny oraz zawartość komórek somatycznych i moczniaka w mleku krów w zależności od systemu utrzymania. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 39 (2), 295-305.
20. STURARO A., TIEZZI F., PENASA M., DE MARCHI M., CASSANDRO M., 2012 – Study of milk coagulation properties in multibreed Italian dairy herds. *Acta Agriculturae Slovenica*, 3, 89-92.
21. TRELA J., 2003 – Aklimatyzacja i niektóre wskaźniki produkcyjne bydła rasy montbéliarde w Polsce. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego* 67, 67-77.
22. WALSH S., BUCKLEY F., BERRY D.P., RATH M., PIERCE K., BYRNE N., DILLON P., 2007 – Effects of breed, feeding system, and parity on udder health and milking characteristics. *Journal of Dairy Science* 90, 5767–5779.
23. WEDHOLM, A., LARSEN L. B., LINDMARK-MANSSON H., KARLSSON A. H., ANDRENA A., 2006 – Effect of protein composition on the cheesemaking properties of milk from individual dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89, 3296-3305.

Joanna Barłowska, Zygmunt Litwińczuk,
Anna Wolanciuk, Robert Pastuszka

The chemical composition, cytological quality and technological suitability of the milk of three breeds of red and white cows fed in a TMR system

Summary

The aim of the study was to evaluate the chemical composition, cytological quality and technological suitability of the milk of three breeds of red and white cows fed in a TMR system, taking into account the effect, if any, of daily milk yield (≤ 25 and > 25 kg). The analysis included 540 milk samples collected from cows of the breeds Polish Red-and-White Holstein Friesian (PHF RW), Simmental (SM) and Montbéliarde (MO). Content of fat, protein, casein, dry matter and non-fat dry matter, active and potential acidity, heat stability, rennet clotting time and somatic cell count were determined. The milk of the MO cows was found to have the highest concentration of dry matter (13.65%), while the highest cytological quality ($p \leq 0.01$) was noted in the milk of the PHF RW and SM cows. The best raw material for cheese production was obtained from the MO cows, as it had the highest ($p \leq 0.05$) content

of non-fat dry matter (9.30%) and the shortest rennet clotting time (4:18 min). In the case of milk yield >25 kg, content of dry matter in the milk of the PHF RW cows decreased (by 0.54 p.p.), including content of protein (by 0.30 p.p.) and fat (by 0.31 p.p.). In cows of the Simmental breed the differences were 0.85, 0.24 and 0.70 p.p., respectively, while in the MO breed the milk components remained at similar levels. Moreover, for daily milk yield >25 kg a significant ($p \leq 0.01$) decrease in content of non-fat dry matter, including casein, was noted in the PHF and SIM cows, while in the SM cows there was a significant ($p \leq 0.05$) increase in rennet clotting time.

KEY WORDS: milk / breeds of cow / daily milk yield / basic chemical composition / technological suitability / cytological quality