

JOLANTA KRÓL, ANETA BRODZIAK, ANNA LITWIŃCZUK

PODSTAWOWY SKŁAD CHEMICZNY I ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH BIAŁEK SERWATKOWYCH W MLEKU KRÓW RÓŻNYCH RAS I W SERWATCE PODPUSZCZKOWEJ

Streszczenie

Celem podjętych badań było określenie wpływu rasy krów na skład chemiczny i zawartość wybranych białek serwatkowych w mleku i serwatce podpuszczkowej. Badaniami objęto 2278 prób mleka, w tym 789 pochodziło od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej, 486 – polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej, 768 – simentalskiej oraz 235 – jersey. Analizowano podstawowy skład chemiczny (zawartość białka ogólnego, kazeiny, tłuszczu, laktozy i suchej masy), a także wybranych białek serwatkowych (α -laktoalbuminy, β -laktoglobuliny, laktoferyny, albuminy serum i lizozymu). Stwierdzono istotny wpływ rasy na zawartość podstawowych składników chemicznych i wybranych białek serwatkowych. Krowy rasy jersey produkowały mleko wyróżniające się istotnie ($p \leq 0,01$) pod względem zawartości ocenianych składników. Serwatka uzyskana z mleka krów tej rasy charakteryzowała się największą zawartością białka ogólnego, w tym kazeiny. Istotnie więcej białek serwatkowych zawierało natomiast mleko i serwatka krów rasy simentalskiej. Wykazano, że serwatka zawierała ponad 50 % mniej suchej masy, w tym śladowe ilości tłuszczu i o ponad 70 % mniej kazeiny niż mleko.

Słowa kluczowe: rasy krów, mleko, serwatka podpuszczkowa, białka serwatkowe

Wprowadzenie

Głównym białkiem mleka jest kazeina, która stanowi około 80 % białka ogólnego. Jest to najważniejsze białko z uwagi na wysoką wartość technologiczną. Jej zawartość decyduje o szybkości powstawania skrzepu oraz jego zwięzłości [5, 9]. W aspekcie prozdrowotnym szczególnie ważna jest zawartość w mleku funkcjonalnych białek serwatkowych, a przede wszystkim: β -laktoglobuliny, α -laktoalbuminy oraz laktoferyny. Białka te wykazują wielokierunkowe oddziaływanie na organizm człowieka, zapobiegając występowaniu wielu schorzeń cywilizacyjnych [4, 7, 20]. Główne źródło tych białek stanowi serwatka, uboczny produkt w przemyśle mleczarskim przy produkcji

Dr inż. J. Król, prof. dr hab. A. Litwińczuk, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, dr A. Brodziak, Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła, Wydz. Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

serów. Rocznie w Polsce powstaje ponad milion ton serwatki. W roku 2009 jej produkcja wyniosła 1,1 mln ton, w tym 160 tys. ton serwatki w postaci stałej, przy ogólnej produkcji mleka 12,4 mln ton od 2585 tys. krów [12]. Dawniej serwatkę traktowano jako odpad zanieczyszczający środowisko. Obecne technologie pozwalają na rozdzielanie poszczególnych frakcji białek serwatkowych, co umożliwi ich szersze wykorzystanie w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym. Ich dodatek do żywności prowadzi do zwiększenia wartości odżywczej i poprawy cech sensorycznych produktów, jednocześnie podnosząc ich walory prozdrowotne [7, 10, 16].

Celem podjętych badań było określenie wpływu rasy krów na skład chemiczny i zawartość wybranych białek serwatkowych w mleku i serwatce podpuszczkowej.

Material i metody badań

Badaniami objęto mleko trzech podstawowych ras krów użytkowanych mlecznie w Polsce, tj. polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej, występującej w dwóch odmianach barwnych, tj. czarno- i czerwono-białej, jersey oraz simentalskiej. Krowy użytkowano w systemie intensywnym, tzn. utrzymywano je w oborach wolno stanowiskowych i żywiono według systemu TMR. W skład dawki pokarmowej wchodziły pasze objętościowe (kiszonka z kukurydzy, sianokiszonka, siano), treściwe oraz mieszanki mineralno-witaminowe. Łącznie do analiz pobrano 2278 próbek mleka, z czego 789 pochodziło od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej, 486 – polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej, 768 – simentalskiej oraz 235 – jersey.

W celu uzyskania serwatki podpuszczkowej prowadzono enzymatyczną koagulację kazeiny za pomocą podpuszczki. W tym celu mleko odtłuszczano (wirując w temp. 4 °C przez 10 min przy 16000×g), a następnie podgrzewano do temp. 30 - 32 °C w łaźni wodnej. Podpuszczkę (0,66 g·100 cm⁻³; Fromase ® 220TL Granulate, DSM Food Specialities, Francja) dodawano w ilości 0,25 cm³ do 25 cm³ mleka.

W pobranych próbach mleka i serwatki podpuszczkowej oznaczano wartość pH – pHmetrem (Elmetron CP-401, Polska), podstawowy skład chemiczny, tj. zawartość: białka ogólnego, tłuszczu, laktozy i suchej masy – Infrared Milk Analyzer (Bentley Instruments, USA) i kazeiny – zgodnie z AOAC [1] oraz stężenie wybranych białek serwatkowych, tj. α -laktoalbuminy (α -La), β -laktoglobuliny (β -Lg), laktoferyny, krowiej albuminy serum (BSA) i lizozymu – wysokosprawną chromatografią cieczą w odwróconym układzie faz (RP-HPLC). Wszystkie próbki przygotowano zgodnie z metodą opracowaną przez Romero i wsp. [19]. Po odtłuszczeniu próbki mleka doprowadzono do pH = 4,6 za pomocą 0,1 mol·dm⁻³ HCl (POCh, Polska) w celu kwasowej precypitacji kazein. Następnie z każdej próbki pobierano po 7 cm³ wydzielonej serwatki i wirowano (wirówką Universal 320R, Hettich Zentrifugen, Niemcy). Próbki po przefiltrowaniu przez bibułowe filtry jakościowe (Munktell, Niemcy) i strzykaw-

kowe filtry sterylne (Millipore typ GSTF, USA) poddawano analizie chromatograficznej. Rozdziału białek dokonywano przy użyciu chromatografu cieczowego ProStar 210 wyposażonego w detektor UV-Vis ProStar 325 (Varian, USA), z wykorzystaniem fazy ruchomej woda-acetonitryl w gradiencie i kolumny NUCLEOSIL 300-5 C18 (Varian, USA). Przeprowadzono również analizy substancji wzorcowych (Sigma, Niemcy). Identyfikacji jakościowej poszczególnych substancji dokonywano przy zastosowaniu programu Star 6.2 Chromatography Workstation (Varian, USA). Analizę ilościową wykonywano metodą wzorca zewnętrznego.

Dane dotyczące wydajności mlecznej krów uzyskano z dokumentacji hodowlanej prowadzonej przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie w programie StatSoft Inc. Statistica ver. 6, stosując jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic wyznaczono testem Tukey'a dla różnych liczebności, przy poziomie istotności $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Analizując wyniki zawarte w tab. 1. stwierdzono istotne różnice ($p \leq 0,01$) wydajności dobowej mleka ocenianych krów. Najwyższą wydajnością charakteryzowały się krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (27,1 kg). Istotnie mniej mleka produkowały krowy rasy jersey, tj. o 6,8 kg. Potwierdzeniem najwyższej wydajności dobowej krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej są wyniki badań innych autorów [2, 11].

Wykazano, że mleko krów rasy jersey wyróżniało się istotnie ($p \leq 0,01$) od mleka pozostałych ras pod względem zawartości podstawowych składników. Zawierało średnio o 1,47 % więcej suchej masy, w tym o 0,42 % kazeiny, 0,52 % białka ogólnego i 0,97 % tłuszczu. Dużą zawartość białka ogólnego (3,62 %), w tym kazeiny (2,74 %), przy najmniejszej zawartości tłuszczu (4,16 %), oznaczono w mleku krów rasy simentalskiej, co wpłynęło na uzyskanie istotnie ($p \leq 0,01$) najkorzystniejszego stosunku białkowo-tłuszczowego, tj. 0,87, świadczącego o przydatności technologicznej tego mleka, zwłaszcza do produkcji serów. Należy przy tym zaznaczyć, że w przypadku krów rasy jersey stwierdzono natomiast najniższy stosunek białkowo-tłuszczowy (0,79). Mleko krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej charakteryzowało się najmniejszą zawartością białka ogólnego, w tym kazeiny, przy stosunkowo dużej zawartości tłuszczu.

Wyniki uzyskane przez Croissant i wsp. [8] potwierdzają dużą zawartość podstawowych składników chemicznych w mleku krów rasy jersey. Barłowska i wsp. [2] wykazali, że najwięcej suchej masy (14,99 %, w tym 3,06% kazeiny, 4,19 % białka ogólnego, 5,34 % tłuszczu i 4,79 % laktozy) zawierało mleko pozyskiwane od krów rasy jersey, zaś najmniej od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-

Tabela 1

Wydajność dobową, wartość pH i podstawowy skład chemiczny mleka krów ocenianych ras (średnia \pm błąd standardowy średniej).
Daily milk yield, pH value, and basic chemical composition of milk from breeds assessed (mean \pm standard error of mean).

Rasa / Breed	n	Wydajność dobową [kg] Daily milk yield [kg]	pH	Kazeina [%] Casein [%]	Białko ogólne [%] Total protein [%]	Tłuszcz [%] Fat [%]	Stosunek białkowo-tłuszczowy Protein to fat ratio	Laktoza [%] Lactose [%]	Sucha masa [%] Dry matter [%]
Polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czarno-białej Black and White cow variety of Polish Holstein-Friesian	789	27,1 ^C \pm 0,3	6,70 ^B \pm 0,01	2,63 ^A \pm 0,02	3,48 ^A \pm 0,02	4,25 ^B \pm 0,02	0,82 ^B \pm 0,01	4,77 \pm 0,01	13,15 ^A \pm 0,03
Polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czerwono-białej Red and White cow variety of Polish Holstein-Friesian	486	22,8 ^B \pm 0,4	6,68 ^A \pm 0,01	2,63 ^A \pm 0,02	3,49 ^A \pm 0,02	4,20 ^{AB} \pm 0,02	0,84 ^B \pm 0,01	4,79 \pm 0,01	13,13 ^A \pm 0,04
Simentalska Simmental	768	21,5 ^{AB} \pm 0,3	6,72 ^C \pm 0,01	2,74 ^B \pm 0,01	3,62 ^B \pm 0,02	4,06 ^A \pm 0,02	0,87 ^C \pm 0,01	4,73 \pm 0,01	13,16 ^A \pm 0,03
Jersey Jersey	235	20,3 ^A \pm 0,2	6,70 ^B \pm 0,01	3,09 ^C \pm 0,03	4,05 ^C \pm 0,04	5,17 ^C \pm 0,06	0,79 ^A \pm 0,01	4,75 \pm 0,02	14,62 ^B \pm 0,08
Ogółem Total	2278	23,0 \pm 0,2	6,71 \pm 0,01	2,76 \pm 0,02	3,67 \pm 0,03	4,45 \pm 0,03	0,83 \pm 0,01	4,76 \pm 0,02	13,51 \pm 0,05

Objaśnienia: / Explanations:

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się statystycznie istotnie: A, B, C – przy $p \leq 0,01$.
Mean values denoted by various letters in columns differ statistically significantly: A, B, C – at $p \leq 0,01$.

Tabela 2

Zawartość wybranych białek serwatkowych w mleku krów ocenianych ras (średnia \pm błąd standardowy średniej).
Content of selected whey proteins in milk from breeds assessed (mean \pm standard error of mean).

Rasa / Breed	α -La α -lactalbumin [g·dm ⁻³]	β -Lg β - lactoglobulin [g·dm ⁻³]	BSA Bovine albumin serum [g·dm ⁻³]	Laktoferyna Lactoferrin [mg·dm ⁻³]	Lizozym Lysozyme [μ g·dm ⁻³]	α -La/ β -Lg
Polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czarno-białej Black and White cow variety of Polish Holstein-Friesian	0,97 ^A \pm 0,01	2,92 ^A \pm 0,01	0,43 ^A \pm 0,01	97,81 ^A \pm 0,58	8,04 ^A \pm 0,12	0,334 ^A \pm 0,001
Polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czerwono-białej Red and White cow variety of Polish Holstein-Friesian	1,00 ^A \pm 0,01	3,00 ^B \pm 0,02	0,47 ^B \pm 0,01	96,55 ^A \pm 0,75	9,88 ^B \pm 0,20	0,332 ^A \pm 0,002
Simentalska Simmental	1,16 ^C \pm 0,01	3,34 ^D \pm 0,02	0,47 ^B \pm 0,01	119,65 ^C \pm 0,67	10,60 ^B \pm 0,10	0,346 ^B \pm 0,002
Jersey Jersey	1,07 ^B \pm 0,01	3,15 ^C \pm 0,03	0,49 ^B \pm 0,01	105,55 ^B \pm 0,96	12,34 ^C \pm 0,20	0,342 ^B \pm 0,002
Ogółem Total	1,06 \pm 0,01	3,11 \pm 0,02	0,46 \pm 0,01	104,95 \pm 0,89	10,21 \pm 0,14	0,337 \pm 0,002

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanations as in Tab. 1.

Tabela 3

Wartość pH, podstawowy skład chemiczny i zawartość głównych białek serwatkowych w serwatce podpuszczkowej (średnia \pm błąd standardowy średniej).
pH value, basic chemical composition, and content of main whey proteins in rennet whey (mean \pm standard error of mean).

Rasa / Breed	pH	Kazeina Casein [%]	Białko ogólne Crude protein [%]	Tłuszcz Fat [%]	Laktoza Lactose [%]	Sucha masa Dry matter [%]	α -La α -lactalbumin [g·dm ⁻³]	β -Lg β -lactoglobulin [g·dm ⁻³]	α -La/ β -Lg
Polska holsztyńsko-fryzjska odmiany czarno-białej Black and White cow variety of Polish Holstein-Friesian	6,30 \pm 0,01	0,69 ^{ab} \pm 0,01	1,43 ^{AB} \pm 0,01	0,05 \pm 0,01	4,27 ^A \pm 0,02	6,63 \pm 0,05	0,95 ^A \pm 0,01	2,87 ^A \pm 0,01	0,319 \pm 0,004
Polska holsztyńsko-fryzjska odmiany czerwono-białej Red and White cow variety of Polish Holstein-Friesian	6,35 \pm 0,01	0,72 ^{ab} \pm 0,01	1,39 ^{AB} \pm 0,01	0,04 \pm 0,01	4,51 ^B \pm 0,04	6,63 \pm 0,06	0,95 ^A \pm 0,01	2,81 ^A \pm 0,01	0,331 \pm 0,005
Simentalska Simmental	6,42 \pm 0,01	0,62 ^a \pm 0,01	1,22 ^A \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	4,44 ^{AB} \pm 0,03	6,40 \pm 0,04	1,12 ^B \pm 0,01	3,28 ^B \pm 0,04	0,339 \pm 0,003
Jersey Jersey	6,34 \pm 0,01	0,89 ^b \pm 0,01	1,66 ^B \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	4,33 ^{AB} \pm 0,03	6,72 \pm 0,05	0,99 ^{AB} \pm 0,01	3,06 ^{AB} \pm 0,03	0,323 \pm 0,003
Ogółem Total	6,37 \pm 0,01	0,76 \pm 0,01	1,45 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	4,38 \pm 0,03	6,61 \pm 0,04	1,01 \pm 0,01	3,02 \pm 0,03	0,329 \pm 0,03

Objaśnienia: / Explanations:

Wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się statystycznie istotnie: a, b – przy $p \leq 0,05$; A, B – przy $p \leq 0,01$.
Mean values denoted by various letters in columns differ statistically significantly: a, b – at $p \leq 0,05$; A, B – at $p \leq 0,01$.

białej, tj. 13,16 %, w tym 2,45 % kazeiny, 3,34 % białka ogólnego, 4,39 % tłuszczu i 4,78 % laktozy. Kuczaj i Blicharski [14] wykazali natomiast, że mleko krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej, w porównaniu z czerwono-białą, zawierało więcej białka i tłuszczu, przy mniej korzystnych ich proporcjach.

Wartość pH ocenianego mleka kształtowała się od 6,68 (polska holsztyńsko-fryzyjska odmiana czerwono-białej) do 6,72 (simentalska). Uzyskane wartości świadczą o świeżości analizowanego surowca, a zarazem o jego przydatności do przetworstwa.

Rasa krów istotnie ($p \leq 0,01$) wpływała również na zawartość analizowanych białek serwatkowych (tab. 2). Mleko pozyskiwane od krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej zawierało mniejszą ilość głównych albumin, tj. α -laktoalbuminy i β -laktoglobuliny, co wpłynęło na uzyskanie najmniejszej proporcji tych białek. Krowy rasy simentalskiej i jersey produkowały natomiast mleko zawierające więcej, odpowiednio o: $0,18 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $0,08 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ α -La oraz $0,38$ i $0,19 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ β -Lg. Zawartość BSA kształtowała się od $0,43 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ w przypadku rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej do $0,49 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ w przypadku rasy jersey. Mleko pozyskiwane od krów rasy simentalskiej i jersey charakteryzowało się również największym stężeniem laktoferyny i lizozymu. W porównaniu z rasą polską holsztyńsko-fryzyjską różnice zawartości tych białek, na korzyść krów rasy simentalskiej i jersey, kształtowały się, odpowiednio: $22,47 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $1,64 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ oraz $8,37 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $3,38 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$. Analiza wyników uzyskanych przez innych autorów [13, 15, 21]. dot. mleka krów różnych ras, wskazuje na dużą zmienność zawartości poszczególnych białek serwatkowych. Lindmark-Månsson i wsp. [15] w mleku surowym pochodzącym z 9 farm zlokalizowanych na terenie Szwecji uzyskali średnio $1,0 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ($1,0 - 1,1 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$) α -La i $3,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ($2,9 - 4,5 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$) β -Lg oraz $90 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ($70 - 110 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) laktoferyny i były to ilości porównywalne z wynikami własnymi w mleku krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej obu odmian. Wyższy poziom laktoferyny ($145,66 - 204,89 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) w mleku krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej uzyskali Wielgosz-Groth i wsp. [22]. W porównaniu z wynikami własnymi, na znacznie mniejszą zawartość laktoferyny ($7,30 - 14,73 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$), przy niemalże dwukrotnie większym stężeniu lizozymu (średnio $15,6 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$), w mleku krów czarno-białych wskazują Reklewska i wsp. [18]. Z kolei, Wedholm i wsp. [21], analizując mleko krów dwóch ras szwedzkich, tj. czerwono-białych i holsztyńskich, nie wykazali wpływu rasy na wydajność mleczną oraz poziom omawianych białek serwatkowych.

W tab. 3. przedstawiono parametry fizykochemiczne i zawartość głównych białek serwatkowych w serwatce podpuszczkowej. Wykazano, że w odniesieniu do wartości pH mleka, wartość pH serwatki obniżyła się najmniej (o 0,28) – w przypadku rasy jersey, a najwięcej, tzn. o 0,47, w przypadku polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej. Procentowy udział suchej masy w serwatce stanowił niespełna 50 %

suchej masy mleka. Serwatka zawierała średnio 1,45 % białka ogólnego, tzn. o ponad 60 % mniej w stosunku do średniej zawartości białka w mleku, wynoszącej 3,67 %. Największą koncentracją białka charakteryzowała się serwatka uzyskana z mleka krów rasy jersey (1,66 %). Zawartość kazeiny w serwatce kształtowała się od 0,62 % (rasa simentalska) do 0,89 % (rasa jersey). W porównaniu z mlekiem średnia zawartość kazeiny w serwatce zmniejszyła się o ponad 70 %. W niewielkim stopniu zmieniała się natomiast koncentracja głównych białek serwatkowych, tj. α -La i β -Lg. Podobnie, jak w przypadku mleka, największą zawartość tych białek stwierdzono w serwatce uzyskanej od krów rasy simentalskiej i jersey. Udział laktozy w serwatce zmniejszył się nieznacznie (niespełna 10 %). Największą zawartością laktozy charakteryzowała się serwatka uzyskana z mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej (4,51 %), a najmniejszą – odmiany czarno-białej (4,27 %). Zawartość tłuszczu w serwatce wynosiła od 0,04 % (polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czerwono-białej) do 0,06 % (rasa simentalska i jersey). Wyniki własne znajdują potwierdzenie w badaniach Bylund [6], wskazujących na 50 - 60 % zawartość składników odżywczych mleka w serwatce. Wykazano, że ich udział jest warunkowany składem chemicznym mleka oraz rodzajem zastosowanej technologii przetwarzania [3]. Zazwyczaj w surowej serwatce znajduje się od 0,05 do 0,30 % (m/v) pyłu kazeinowego [24]. Według Zadow [23] białko w serwatce podpuszczkowej stanowi od 0,8 do 0,9 %, choć L. Zander i Z. Zander [24] podają 0,62 %. Wyniki własne wskazują na większą zawartość białka ogólnego i laktozy. Räsänen i wsp. [17] podają, że zawartość laktozy w serwatce wynosi 3,54 - 4,18 %. Zawartość tłuszczu w serwatce w proszku stanowi natomiast średnio 0,8 % [25], a według Zadow [23] od 0,37 do 1,52 %. Większa koncentracja głównych białek serwatkowych, a zwłaszcza β -laktoglobuliny, w serwatce uzyskanej od rasy simentalskiej i jersey potencjalnie może mieć wpływ na poprawę właściwości funkcjonalnych, w tym pianotwórczych i żelujących, roztworów białek serwatkowych.

Wnioski

1. Stwierdzono istotny wpływ rasy krów (przy $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$) na zawartość podstawowych składników chemicznych i wybranych białek serwatkowych w mleku i serwatce podpuszczkowej.
2. Krowy rasy jersey produkowały mleko wyróżniające się istotnie ($p \leq 0,01$) pod względem zawartości ocenianych składników, tj. suchej masy, białka ogólnego, kazeiny i tłuszczu. Serwatka podpuszczkowa uzyskana z mleka krów tej rasy charakteryzowała się również największą zawartością białka ogólnego, w tym kazeiny.
3. Istotnie więcej białek serwatkowych zawierało mleko krów rasy simentalskiej i uzyskana z tego mleka serwatka.

4. Wykazano, że serwatka zawierała ponad 50 % mniej suchej masy, w tym śladowe ilości tłuszczu i o ponad 70 % mniej kazeiny niż mleko.

Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis. Casein Nitrogen Content of Milk. 998.06. AOAC International, 2000, Chapter **33**, 52.
- [2] Barłowska J., Litwińczuk Z., Król J., Topyła B.: Technological usefulness of milk of cows of six breeds maintained in Poland relative to a lactation phase. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, **15 (56)**, 17-21.
- [3] Bednarski W.: Doskonalenie technologii oraz organizacji przetwarzania serwatki w Polsce. *Przem. Spoż.*, 2001, **2**, 32-34.
- [4] Bhat Z.F., Bhat H.: Milk and dairy products as functional foods: a review. *Int. J. Dairy Sci.*, 2011, **6**, 1, 1-12.
- [5] Bonczar G., Domagała J., Walczycka M.: The influence of ultrafiltration of ewe's milk on soft cheeses properties. *EJPAU*, 2002, **5 (1)**, #02.
- [6] Bylund G.: Dairy processing handbook. Tetra Pack Processing Systems AB, Sweden, 1995.
- [7] Chatterton D.E.W., Smithers G., Roupas P., Brodkorb A.: Bioactivity of β -lactoglobulin and α -lactalbumin – technological implications for processing. *Int. Dairy J.*, 2006, **16**, 1229-1240.
- [8] Croissant A.E., Washburn S.P., Dean L.L., Drake M.A.: Chemical properties and consumer perception of fluid milk from conventional and pasture-based production systems. *J. Dairy Sci.*, 2007, **90 (11)**, 4942-4953.
- [9] Felenćzak A., Gil Z., Ormian M.: Kappa-kazeina jako wskaźnik przydatności technologicznej mleka. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2000, **8**, 9-13.
- [10] Glibowski P.: Zastosowanie białek serwatkowych w przemyśle spożywczym. *Przegl. Mlecz.*, 2004, **9**, 10-13.
- [11] Heins B.J., Hansen L.B., Seykora A.J., Johnson D.G., Linn J.G., Romano J.E., Hazel A.R.: Cross-breeds of Jersey x Holstein compared with pure Holsteins for productivity, fertility, and body and udder measurements during first lactation. *J. Dairy Sci.*, 2008, **91 (3)**, 1270-1278.
- [12] Rynek mleka – stan i perspektywy. Analizy rynkowe – kwiecień 2010. IERiGŻ – PIB, Warszawa 2010.
- [13] Król J., Litwińczuk Z., Brodziak A., Sawicka-Zugaj W.: Bioactive protein content in milk from local breeds of cows included in the genetic resources conservation programme. *Ann. Anim. Sci.*, 2010, **10 (3)**, 213-221.
- [14] Kuczaj M., Blicharski P.: Porównanie wydajności mlecznej krów rasy czarno- i czerwono-białej utrzymywanych w tych samych warunkach środowiskowych. *Med. Wet.*, 2005, **61 (3)**, 293-296.
- [15] Lindmark-Månsson H., Fonden R., Pettersson H.E.: Composition of Swedish dairy milk. *Int. Dairy J.*, 2003, **13**, 409-425.
- [16] McIntosh G.H., Royle P.J., Le Leu R.K., Regester G.O., Johnson M.A., Grinstead R.L., Kenward R.S., Smithers G.W.: Whey Proteins as Functional Food Ingredients? *Int. Dairy J.*, 1998, **8**, 425-434.
- [17] Räsänen T.L., Alhonen L., Sinervirta R., Keinänen T., Herzig K.H., Suppola S., Khomutov A.R., Vepsäläinen J., Jänne J.: A polyamine analogue prevents acute pancreatitis and restores early liver regeneration in transgenic rats with activated polyamine catabolism. *J. Biol. Chem.*, 2002, **277**, 39867-39872.

- [18] Reklewska B., Bernatowicz E., Reklewski Z., Nałęcz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Zdziarski K., Oprządek A.: Zawartość biologicznie aktywnych składników w mleku krów zależnie od systemu żywienia i sezonu. *Zesz. Nauk. Przgl. Hod.*, 2003, **68**, 85-98.
- [19] Romero C., Perez-Andujar O., Jimenes S.: Detection of cow's milk in ewe's or goat's milk by HPLC. *Chromatographia*, 1996, **42**, 181-184.
- [20] Smithers, G.W.: Whey and whey proteins – from 'Gutter-to-Gold'. *Int. Dairy J.*, 2008, **18**, 695-704.
- [21] Wedholm A., Hallén E., Larsen L.B., Lindmark-Månsson H., Karlsson A.H., All-mere T.: Comparison of milk protein composition in a Swedish and a Danish dairy herd using reversed phase HPLC. *Acta Agricult. Scand. Section A*, 2006, **56**, 8-15.
- [22] Wielgosz-Groth Z., Sobczuk-Szul M., Wroński M., Rzemieniewski A.: Wpływ sezonu i poziomu produkcji na skład białkowy mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej. *Biul. Nauk.*, 2009, **30**, 135-139.
- [23] Zadov J.G.: *Whey and lactose processing*. Elsevier Applied Science, London 1992.
- [24] Zander L., Zander Z.: Współczesne techniki przetwarzania serwatki. *Przem. Spoż.*, 2007, **4**, 6-8.
- [25] Żbikowska A., Żbikowski Z.: Wpływ reakcji biochemicznych w proszkach mlecznych na właściwości funkcjonalne. *Przgl. Mlecz.*, 2007, **5**, 10-14.

BASIC CHEMICAL COMPOSITION AND CONTENT OF SELECTED WHEY PROTEINS IN MILK FROM DIFFERENT COW BREEDS AND IN RENNET WHEY

S u m m a r y

The objective of the research conducted was to determine the effect of cow breed on the chemical composition and content of some selected whey proteins in milk and in rennet whey. The research comprised 2278 milk samples in total, i.e. 789 samples of milk from the Black and White cow variety of the Polish Holstein-Friesian breed, 486 from the Red and White cow variety of the Polish Holstein-Friesian breed, 768 from the Simmental, and 235 from the Jersey cows. Analyzed was the basic chemical composition of milk (i.e. the contents of total protein, casein, fat, lactose, and dry matter), as well as of the selected whey proteins (α -lactalbumin, β -lactoglobulin, lactoferrin, bovine albumin serum, and lysozyme). It was found that the breed had a significant effect on the content of basic chemical compounds and on the content of selected whey proteins. The Jersey cows produced milk with the contents of the components analyzed being significantly ($p \leq 0.01$) above average. The whey from milk of that cow breed was also characterized by the highest content of total protein including casein. However, the milk and whey from Simmental cows had significantly more whey proteins. It was shown that the content of dry matter in the whey was more than 50 % lower compared to milk, and it also contained trace quantities of fat and the casein content therein was ca. 70 % lower.

Key words: cow breeds, milk, rennet whey, whey proteins ☒