

GENOWEFA BONCZAR, HENRYK PUSTKOWIAK, JACEK DOMAGAŁA,
DOROTA NAJGEBAUER-LEJKO, MAREK SADY, MARIA WALCZYCKA,
MONIKA WSZOŁEK

ZAWARTOŚĆ CHOLESTEROLU I PROFIL KWASÓW TŁUSZCZOWYCH W ŚMIETANCE I ŚMIETANIE Z MLEKA TRZECH RAS KRÓW

Streszczenie

Z mleka pobranego od krów trzech ras: polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej, polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej i polskiej czerwonej odwirowano tłuszcz, uzyskując śmietankę, a po jej zaszczerpieniu zakwasem maślarskim i inkubacji – śmietanę. W uzyskanych produktach oznaczono zawartość tłuszczu metodą butyrometryczną, cholesterolu – metodą enzymatyczną z oksydazą cholesterolową, profil kwasów tłuszczowych – metodą chromatografii gazowej oraz średnicę kuleczek tłuszczowych – metodą mikroskopową. Stwierdzono, że mleko krów analizowanych ras różniło się statystycznie istotnie ($p \leq 0,01$) pod względem udziału kwasów tłuszczowych: C15:0, C16:0, C18:0, C18:1n7, CLA, C20:0, C4:0, C14:0, C14:1, C17:0, C18:3n6. Rasa krów nie wpływała na udział kwasów: C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C18:2n6, C18:3n3, C20:1. Tłuszcz mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej charakteryzował się największym udziałem kwasów: C16:0, C18:1n9, C14:0, C18:0, C12:0. W tłuszczu mleka krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej przeważały kwasy: C14:1, C15:0, C18:0, C18:3n6, CLA, C20:0, natomiast tłuszcz mleka krów rasy polskiej czerwonej zawierał najwięcej kwasów: C4:0, C18:1n9, C18:1n7. W profilu kwasów tłuszczowych mleka wszystkich trzech ras krów dominowały kwasy: C16:0, C18:1n9 i C14:0. Nie stwierdzono różnic w profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka, śmietanki i śmietany, co świadczy o ich stabilności w trakcie wirowania i pasteryzacji mleka oraz ukwaszania kulturami starterowymi. Stwierdzono, że tłuszcz mleka zawierał nieznacznie więcej cholesterolu w porównaniu z tłuszczem śmietanki. W wyniku ukwaszenia śmietanki prawie dwukrotnie zmniejszyła się zawartość cholesterolu w tłuszczu śmietany, co spowodowane było działaniem bakterii kwaszających.

Słowa kluczowe: mleko, śmietanka, śmietana, rasa krów, profil kwasów tłuszczowych, cholesterol, średnica kuleczek tłuszczowych

Prof. dr hab. G. Bonczar, prof. dr hab. J. Domagała, dr inż. D. Najgebauer-Lejko, dr inż. M. Sady, dr inż. M. Walczycka, dr hab. M. Wszolek, prof. UR, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków, mgr inż. H. Pustkowiak, Katedra Hodowli Bydła, Wydz. Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków. Kontakt: g.bonczar@ur.krakow.pl

Wprowadzenie

Tłuszcz mlekowy jest składnikiem wpływającym na wartość energetyczną, odżywczą, dietetyczną oraz przydatność technologiczną mleka. Ze względu na stopień rozproszenia jest najlepiej strawnym tłuszczem pochodzenia zwierzęcego. O dużej dyspersji tłuszczu świadczy liczba $2 \div 6$ mld kuleczek tłuszczowych w 1 ml mleka, których 80 % ma średnicę $3 \div 4 \mu\text{m}$ [9, 14, 22, 35]. Tłuszcz mlekowy to mieszanina tłuszczów prostych (triacylgliceroli – 98,3 %, diacylgliceroli – 0,3 %, monoacylgliceroli – 0,03 %), złożonych (fosfolipidów – $0,5 \div 1$ %) oraz substancji towarzyszących: steroli – $0,2 \div 0,5$ % (w tym cholesterolu $0,2 \div 0,4$ %), karotenoidów, witamin A, D, E i K, wolnych kwasów tłuszczowych (0,1 %) i związków zapachowych (śladowe ilości) [14, 35, 36].

Oprócz glicerolu tłuszcze proste zawierają kwasy tłuszczowe karboksylowe, głównie monokarboksylowe [36]. W tłuszczu mlekowym znajduje się $400 \div 500$ kwasów tłuszczowych. Spośród nich ok. 15 występuje w ilości ponad 1 %, co stanowi ok. 95 % masy kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka. Pozostałe kwasy występują w mniejszych, a nawet w śladowych ilościach [35, 36].

Rozróżnia się kwasy tłuszczowe (KT) nasycone (SFA, ang. *Saturated Fatty Acids*) i nienasycone (UFA, ang. *Unsaturated Fatty Acids*) [35, 36]. W grupie nasyconych kwasów tłuszczowych ($60 \div 70$ % KT) krótko- i średniołańcuchowe (SFAsmc – C4:0 \div C10:0) stanowią $17 \div 25$ %, a długołańcuchowe (SFAlc – od C12:0) – $45 \div 53$ % [33, 34, 36]. SFAsmc są dobrymi składnikami energetycznymi dla organizmu człowieka, pozytywnie oddziałują na ścianę żołądka i jelit oraz procesy trawienne, regulują tworzenie triacylgliceroli i cholesterolu, dzięki czemu wykazują działanie przeciwmiażdżycowe. Przeciwdziałają też chorobom układu krążenia [28]. Z kolei SFAlc są podstawą budowy lipidów, fosfolipidów, glikoprotein i lipoprotein w organizmie człowieka [28, 29]. Przypisuje im się właściwości hiperlipidemiczne i hipercholesterolemiczne, co jest podważane przez niektórych autorów [6, 7, 28].

Nienasycone kwasy tłuszczowe, stanowiące $30 \div 35$ % KT w mleku, składają się z kwasów: jednonienasyconych (MUFA, ang. *Monounsaturated Fatty Acids*) z jednym wiązaniem podwójnym oraz z wielonienasyconych (PUFA, ang. *Polyunsaturated Fatty Acids*) o dwóch wiązaniach podwójnych lub większej ich liczbie [34, 35, 36]. Głównym przedstawicielem MUFA jest kwas oleinowy (C18:1 n-9), natomiast PUFA są reprezentowane przez kwasy: linolowy (n-6) i α -linolenowy (n-3), należące do niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) [29]. Kwas oleinowy obniża poziom frakcji LDL cholesterolu we krwi, działa hipolipidemicznie, przeciwnowotworowo, przeciwmiażdżycowo i obniża ciśnienie krwi [28]. Funkcja PUFA, a zwłaszcza CLA, polega na działaniu przeciwnowotworowym, cytotoksycznym (w stosunku do patogenów), chroniącym przed wolnymi rodnikami, hamującym enzymy powodujące

gromadzenie tłuszczu w tkance, bakteriostatycznym i antyoksydacyjnym [17, 267, 28, 29, 33, 36].

O wartości żywieniowej i dietetycznej tłuszczu mlekowego decyduje nie tylko występowanie w nim poszczególnych kwasów tłuszczowych, ale również zawartość cholesterolu [7, 26, 32, 34]. W produktach mlecznych waha się ona od 3 mg/100 g (w mleku odtłuszczonym) do 239 mg/100 g (w maśle) [4, 8, 15, 16, 18, 24, 26, 31, 33, 34, 37, 38]. Cholesterol postrzegany jest jako niekorzystny składnik żywności, choć jedynie 25 % jego ilości zostaje wchłonięte przez organizm człowieka [7]. W niewielkim więc stopniu wpływa na poziom cholesterolu we krwi, który wynika głównie z syntezy w wątrobie. Cholesterol jest prekursorem ważnych związków, takich jak: hormony kory nadnerczy i gruczołów płciowych, kwasy żółciowe oraz witamina D₃. Decyduje o właściwościach reologicznych tkanek podczas zjawiska zwanego „flip-flop” (umożliwiającego szybkie zmiany kształtu narządów), wpływając na pracę serca, płuc, jelit i strun głosowych. Minimalna ilość cholesterolu (3 %) jest warunkiem prawidłowego funkcjonowania tkanki nerwowej [5, 7, 27]. Część cholesterolu może być jednak odkładana w ściankach naczyń krwionośnych, tworząc blaszkę miażdżycową, która prowadzi do miażdżycy, choroby wieńcowej, udaru, zatorów, nadciśnienia, kamicy żółciowej i in. [14].

W celu ograniczenia spożycia cholesterolu z produktami mlecznymi prowadzone są badania dotyczące czynników wpływających na jego zawartość w tych produktach oraz metod obniżania jego poziomu.

Jednym z czynników wpływających na zawartość i skład tłuszczu w mleku jest rasa krów [1, 2, 3, 4, 8, 11, 18, 19, 25, 30, 37, 38]. W Polsce najliczniej reprezentowaną rasą krów użytkowanych mlecznie jest polska holsztyńsko-fryzyjska odmiana czarno-białej, która stanowi prawie 87 % pogłowia. Odmiana czerwono-biała tej rasy jest na drugim miejscu pod względem liczebności i stanowi ok. 4 % pogłowia krów [30]. Rasa polska czerwona jest jedną z najstarszych w Europie Środkowej, a w Polsce powszechnie spotyka się ją na terenie Małopolski [1].

Jednym ze sposobów przerobu mleka jest odwirowanie jego tłuszczu w celu uzyskania śmietanki, a po jej ukwaszeniu – śmietany. Odwirowanie tłuszczu powoduje zmianę proporcji w składnikach mleka, zarówno w mleku odtłuszczonym, jak i w śmietance. Wynikiem ukwaszania jest natomiast zmiana właściwości fizykochemicznych śmietany w porównaniu ze śmietanką, na skutek działania bakterii fermentacji mlekowej. Bakterie te wykorzystują do swoich przemian metabolicznych niektóre składniki śmietanki. Ponadto wykazują one zdolność zmniejszania zawartości cholesterolu w produktach mlecznych ukwaszonych w porównaniu z produktami niepoddanyymi fermentacji mlekowej [15, 16]. W literaturze przedmiotu brak jest informacji na temat wpływu fermentacji mlekowej na profil kwasów tłuszczowych tłuszczów zawartych w śmietanie.

Celem pracy była ocena profilu kwasów tłuszczowych i zawartości cholesterolu w śmietance i śmietanie wyprodukowanej z mleka krów 3 głównych ras użytkowanych w gospodarstwach prywatnych na terenie Podhala.

Material i metody badań

Materiałem doświadczalnym było mleko zbiorcze pochodzące z 3 gospodarstw położonych na Podhalu, utrzymujących krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej, polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej i polskiej czerwonej. Stada krów były pod stałą kontrolą wartości użytkowej prowadzonej przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka (PFHBiPM) – przedstawicielstwo w Krakowie. Mleko pobierano w okresie letnim (czerwiec - lipiec), w odstępach tygodniowych, z rannego udoju, trzykrotnie ze zbiorników chłodniczych. W tym czasie we wszystkich trzech stadach liczących 45 ÷ 50 sztuk krów, podstawą żywienia była zielonka pastwiskowa. Analizy mleka wykonywano w czasie nie dłuższym niż 2 h od udoju. Mleko poddawano wirowaniu w wirówce laboratoryjnej od-tłuszczającej Spomasz LWG24E (Spomasz, Polska). Uzyskiwano śmietankę, którą pasteryzowano w temp. 95 °C przez 10 min, a po schłodzeniu do temp. 22 °C zaszczepiano ją 2-procentowym dodatkiem zakwasu dvs CH-N11 (Christian Hansen, Dania) o składzie: *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *diacetylactis*, *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*. Śmietankę inkubowano w temp. 22 °C przez 12 h, po czym uzyskiwano śmietanę.

W mleku oznaczano zawartość: tłuszczu – metodą butyrometryczną w tłuszczomierzach Gerbera [21], suchej masy na podstawie wzoru Fleischmanna [21] oraz cholesterolu – metodą enzymatyczną z cholesterolazą (oksydaza cholesterolowa) (Enzymatic BioAnalysis), opracowaną przez firmę Boehringer Mannheim/R-Biopharm (Niemcy) [12]. Metoda ta polega na pomiarze absorbancji (przy $\lambda = 405$ nm) roztworu kontrolnego i roztworu badanego po dodaniu odczynnika (enzymu oksydazy cholesterolowej). Absorbancję mierzono przy użyciu spektrofotometru Helios Gamma i Delta (Spectro-Lab, Polska). Ponadto oznaczano średnicę kuleczek tłuszczowych – metodą mikroskopową [21] przy użyciu mikroskopu Biological Microscope Meiji Techno CO. Ltd. model MT 5310 L z kamerą Moti Cam 2500 5,0 MPixel, (MEIJI, Japonia), przy 40-krotnym powiększeniu. Określano też profil kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej, opisaną przez Manna [23]. Rozdział kwasów tłuszczowych prowadzono w chromatografii gazowej Trace GC Ultra (Thermo Electron Corporation, Włochy) z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (detektor FID, temp. 250 °C), z kolumną Supelcowax (30 m × 0,25 mm × 0,25 μ m). Gazem nośnym był hel o prędkości przepływu 2 ml/min. Temperatura rozdziału: dozownik – 220 °C, kolumna – 60 °C (3 min) do 200 °C, przyrost temp. – 7 °C/ min, w 200 °C – 20 min, split flow 10 ml/min.

W śmietance i śmietanie oznaczano: zawartość tłuszczu – metodą butyrometryczną w tłuszczomierzach Köhlera [21], zawartość cholesterolu – metodą enzymatyczną z cholesterolazą (oksydaza cholesterolowa) – jak w mleku, średnicę kuleczek tłuszczowych – metodą mikroskopową – jak w mleku oraz profil kwasów tłuszczowych – metodą chromatografii gazowej – jak w mleku.

Wyniki badań opracowano statystycznie za pomocą programu komputerowego „Statistica v. 8,0”. Obliczono wartości średnie analizowanych parametrów i odchylenia standardowe. Przeprowadzono jedno- i dwuczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano wielokrotnym testem rozstępu Duncana przy $p \leq 0,05$ i $p \leq 0,01$.

Wyniki i dyskusja

Mleko krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej (phf) odmiany czerwono-białej zawierało najwięcej suchej masy i tłuszczu, natomiast w mleku krów tej rasy odmiany czarno-białej stwierdzono najmniej tych składników (tab. 1). Różnice między wartościami średnimi okazały się jednak statystycznie nieistotne. Jak podają Reklewska i wsp. [30], średnia zawartość tłuszczu w mleku krów rasy phf odmiany czerwono-białej, objętych kontrolą użytkowości mlecznej w 2014 r., wynosiła 4,14 % i była większa o 0,08 p.p. w porównaniu z mlekiem krów rasy phf odmiany czarno-białej. Uzyskana w badaniach własnych znacząco większa zawartość tłuszczu w mleku krów rasy phf odmiany czerwono-białej, w porównaniu z populacją objętą kontrolą użytkowości mlecznej, może wynikać z wielu przyczyn, których jednak nie analizowano. Matwijnuk i Król [25] wykazały, że zawartość tłuszczu w mleku krów phf odmiany czerwono-białej wynosiła 4,38 % i była o 0,04 p.p. większa w porównaniu z mlekiem tej rasy o umaszczeniu czarno-białym. Barłowska [1] oraz Barłowska i wsp. [3, 4] wykazali największą zawartość tłuszczu w mleku pochodzącym od krów rasy polskiej czerwonej i istotnie mniejszą zawartość tego składnika w mleku krów rasy phf odmiany czarno-białej i czerwono-białej. Również Litwińczuk i wsp. [20] nie stwierdzili różnic zawartości tłuszczu pomiędzy mlekiem ras phf odmiany czarno- i czerwono-białej.

Najwięcej cholesterolu oznaczono w mleku (jak i w tłuszczu) pochodzącym od krów rasy polskiej czerwonej, a najmniej w mleku krów rasy phf odmiany czarno-białej (tab. 1). Barłowska i wsp. [4] oraz Litwińczuk i wsp. [19] wykazali większą zawartość cholesterolu w mleku krów rasy phf odmiany czerwono-białej w porównaniu z odmianą czarno-białą, chociaż średnie wartości cholesterolu uzyskane przez wymienionych autorów są ok. dwukrotnie wyższe od wyników własnych. Zdaniem wielu autorów przeciętna zawartość cholesterolu w mleku krowim mieści się w przedziale $10 \div 18$ mg/100 g [8, 10, 11, 15, 24, 34].

Najmniejszą średnicą kuleczek tłuszczowych charakteryzowało się mleko krów rasy polskiej czerwonej, a największą – phf odmiany czarno-białej, choć analiza wariancji nie potwierdziła występowania istotności różnic między średnimi. Barłowska i wsp. [4] wykazali, że udział kuleczek tłuszczowych małych ($< 6 \mu\text{m}$), średnich ($7 \div 10 \mu\text{m}$) i dużych ($> 10 \mu\text{m}$) w mleku krów ras: a) phf odmiany czarno-białej, b) phf odmiany czerwono-białej i c) polskiej czerwonej żywionych tradycyjnie wynosił odpowiednio [%]: a) 48,15, 40,57 i 10,04, b) 58,62, 36,67 i 8,71 c) 46,46, 35,27 i 18,46. Lopez [22] uważa, że średnica kuleczek tłuszczowych w mleku zależy od gatunku zwierząt, rasy, sposobu żywienia, zawartości tłuszczu i in. Według autora średnica kuleczek tłuszczowych w mleku krowim wynosi $3,5 \div 4,0 \mu\text{m}$. Fox [9] podaje, że 75 % kuleczek tłuszczowych w mleku krowim ma średnicę $< 1 \mu\text{m}$, ale obserwuje się wahania od 0,1 do $20 \mu\text{m}$ w zależności od rasy i od okresu laktacji krów. Według tego autora największą średnicą charakteryzują się kuleczki mleka pochodzącego od krów ras Jersey i Guernsey, o wysokim poziomie tłuszczu, przy czym wraz z upływem laktacji średnica kuleczek ulega zmniejszeniu o 25 %.

Tabela 1. Właściwości mleka trzech ras krów
Table 1. Characteristics of milk from cows of three cow breeds

Parametry Parameters	Rasa krów / Cow breed		
	phf odmiany czarno-białej PHF black-white variety	phf odmiany czerwono-białej PHF red-white variety	polska czerwona Polish Red
	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$
Zawartość suchej masy Dry matter content [%]	$12,83 \pm 0,83$	$13,50 \pm 0,60$	$13,19 \pm 0,29$
Zawartość tłuszczu Fat content [%]	$4,27 \pm 0,17$	$4,98 \pm 0,61$	$4,70 \pm 0,25$
Zawartość cholesterolu Cholesterol content [mg/g tłuszczu / fat]	$2,39 \pm 0,07$	$2,44 \pm 0,38$	$3,21 \pm 0,71$
Zawartość cholesterolu Cholesterol content [mg/100 g produktu / of product]	$10,23 \pm 0,70$	$11,75 \pm 0,75$	$14,31 \pm 2,82$
Przeciętna średnica kuleczek tłuszczowych Average diameters of fat globules [μm]	$6,99 \pm 0,25$	$5,81 \pm 1,12$	$4,95 \pm 0,55$

Objaśnienia: / Explanatory notes:

phf – polska holsztyńsko-fryzyjska rasa krów / Polish Holstein-Friesian cow breed

\bar{x} – wartość średnia / mean value; s – odchylenie standardowe / SD- standard deviation; n = 3

Przy poziomie $p \leq 0,01$ wykazano statystycznie istotny wpływ rasy krów na udział kwasów: C15:0, C16:0, C18:0, C18:1n7, CLA, C20:0 w tłuszczu mleka, a przy $p \leq 0,05$ wpływ ten dotyczył kwasów: C4:0, C10:1, C14:0, C14:1, C17:0 i C18:3n6. Rasa krów nie wpływała na udział kwasów: C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C18:2n6, C18:3n3 i C20:1 (tab. 2).

Tłuszcz mlekowy krów rasy phf odmiany czarno-białej zawierał najwięcej kwasów: C16:0, C18:1n9, C14:0, C18:0, C12:0 w porównaniu z tłuszczem pozostałych analizowanych ras krów, natomiast najmniejszy udział obejmował kwasy: C18:3n6, C20:1, C20:0 i C18:3n3. Tłuszcz mleka krów rasy phf odmiany czerwono-białej w porównaniu z tłuszczem mleka pozostałych ras krów zawierał najwięcej kwasów: C14:1, C15:0, C18:0, C18:3n6, CLA i C20:0. Z kolei tłuszcz mlekowy krów rasy polskiej czerwonej w porównaniu z pozostałymi rasami charakteryzował się największą zawartością kwasów: C4:0, C18:1n9 i C18:1n7.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że największym udziałem nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) charakteryzował się tłuszcz mleka krów rasy phf odmiany czarno-białej, a najmniejszym – polskiej czerwonej. Litwińczuk i wsp. [19, 20] stwierdzili, że mleko krów rasy phf odmiany czarno-białej zawierało więcej SFA niż mleko krów rasy phf odmiany czerwono-białej [20] i polskiej czerwonej [19]. W tłuszczu mleka wszystkich trzech ras krów ilościowo przeważały kwasy długołańcuchowe. Różnice zawartości długołańcuchowych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka różnych ras krów wykazywali również inni autorzy [1, 2, 3, 18, 19, 20, 25]. Z niektórych badań wynika, że mleko krów rasy phf odmiany czarno-białej zawiera najwięcej SFA [25], podczas gdy inni autorzy podają, że najbardziej zasobne w te kwasy jest mleko krów rasy polskiej czerwonej [1, 2].

Tabela 2. Profil kwasów tłuszczowych w mleku trzech ras krów

Table 2. Profile of fatty acids in milk produced by cows of three cow breeds

Kwasy tłuszczowe Fatty acids [g/100 g tłuszczu / of fat]	Rasa krów / Cow breed		
	phf odmiany czarno-białej PHF black-white variety	phf odmiany czerwono-białej PHF red-white variety	polska czerwona Polish Red
	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$
C4:0	3,47 ^a ± 0,10	3,81 ± 0,07	3,92 ^b ± 0,08
C6:0	2,61 ± 0,09	2,68 ± 0,03	2,79 ± 0,05
C8:0	1,68 ± 0,06	1,66 ± 0,02	1,77 ± 0,03
C10:0	3,95 ± 0,16	3,56 ± 0,07	3,82 ± 0,04
C10:1	0,38 ^a ± 0,01	0,42 ^b ± 0,01	0,42 ± 0,01
C12:0	4,38 ± 0,18	3,91 ± 0,07	4,15 ± 0,05
C14:0	13,55 ^a ± 0,28	13,37 ± 0,10	12,62 ^b ± 0,13
C14:1	1,09 ^b ± 0,01	1,27 ^a ± 0,04	1,16 ^b ± 0,02

Kwasy tłuszczowe Fatty acids [g/100 g tłuszczu / of fat]	Rasa krów / Cow breed		
	phf odmiany czarno-białej PHF black-white variety	phf odmiany czerwono-białej PHF red-white variety	polska czerwona Polish Red
	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$
C15:0	1,28 ^{Ba} ± 0,01	1,37 ^{Bb} ± 0,02	1,01 ^A ± 0,00
C16:0	34,47 ^A ± 0,02	29,94 ^B ± 0,53	29,24 ^B ± 0,29
C16:1	0,30 ± 0,01	0,34 ± 0,01	0,34 ± 0,02
C16:1a	1,69 ± 0,08	1,67 ± 0,00	1,76 ± 0,01
C17:0	0,44 ^a ± 0,02	0,54 ^b ± 0,03	0,45 ± 0,01
C17:1	0,24 ± 0,03	0,31 ± 0,03	0,27 ± 0,03
C18:0	8,71 ^A ± 0,10	9,78 ^B ± 0,15	9,72 ^B ± 0,01
C18:1n9	17,29 ^{Aa} ± 0,59	20,41 ^b ± 0,44	21,22 ^B ± 0,05
C18:1n7	1,86 ^A ± 0,04	2,30 ^{Ba} ± 0,03	2,46 ^{Bb} ± 0,03
C18:2n6	1,30 ± 0,09	1,22 ± 0,04	1,43 ± 0,01
C18:3n6	0,07 ^a ± 0,01	0,09 ^b ± 0,01	0,08 ± 0,00
C18:3n3	0,50 ± 0,08	0,40 ± 0,04	0,53 ± 0,01
CLA	0,52 ^{Aa} ± 0,03	0,69 ^B ± 0,01	0,65 ^b ± 0,01
C20:0	0,13 ^a ± 0,00	0,15 ^{Ab} ± 0,01	0,11 ^{Bc} ± 0,01
C20:1	0,11 ± 0,01	0,13 ^a ± 0,01	0,10 ^b ± 0,01
SFA	74,65 ^a ± 0,94	70,75 ^b ± 0,54	69,58 ^b ± 0,07
SFA smc	11,71 ± 0,41	11,70 ± 0,05	12,29 ± 0,19
SFA lc	62,94 ^A ± 0,53	59,05 ^B ± 0,49	57,29 ^B ± 0,12
UFA	26,18 ^A ± 0,04	29,21 ^B ± 0,54	30,38 ^B ± 0,07
MUFA	23,82 ^A ± 0,14	26,82 ^B ± 0,45	27,71 ^B ± 0,06
PUFA	2,36 ± 0,18	2,39 ± 0,09	2,68 ± 0,01
UFA/SFA	0,36 ^A ± 0,01	0,41 ^{Ba} ± 0,01	0,44 ^{Bb} ± 0,00
MUFA/SFA	0,32 ^A ± 0,00	0,38 ^B ± 0,01	0,40 ^B ± 0,00
PUFA/SFA	0,03 ± 0,00	0,04 ± 0,01	0,04 ± 0,00

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\bar{x} – wartość średnia /mean value; s – odchylenie standardowe / SD – standard deviation; n = 3

a, b – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean values in rows and denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,05$;

A, B – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,01$) / mean values in rows and denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0,01$.

W profilu kwasów tłuszczowych mleka wszystkich ras krów zaobserwowano największy udział kwasu palmitynowego C16:0, a w dalszej kolejności: oleinowego C18:1n9, mirystynowego C14:0, stearynowego C18:0, laurynowego C12:0, kaprynowego C10:0, masłowego C4:0, kapronowego C6:0 i kaprylowego C8:0. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy [8, 22, 25, 35, 36].

Największym udziałem nienasyconych (UFA), w tym jednonienasyconych (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA), kwasów tłuszczowych charakteryzował się tłuszcz mleka pozyskanego od krów rasy polskiej czerwonej, natomiast najmniejszym udziałem UFA cechował się tłuszcz mleka krów rasy phf odmiany czarno-białej (tab. 2). Mniejszy udział kwasów nienasyconych w mleku krów rasy phf odmiany czarno-białej w porównaniu z mlekiem innych ras krów stwierdzili również inni autorzy [1, 2, 3, 11, 18, 19, 25, 37, 38]. Mleko krów rasy polskiej czerwonej zawierało najwięcej kwasu wakcenowego C18:1n7 (tab. 2), który może być syntetyzowany tylko przez zwierzęta przeżuwające [5].

W prawidłowej diecie człowieka istotne znaczenie ma stosunek spożywanych kwasów jedno- i wielonienasyconych do nasyconych. W badaniach własnych dowiedziono, że najkorzystniejszym stosunkiem MUFA/SFA oraz PUFA/SFA charakteryzował się tłuszcz mleka krów rasy polskiej czerwonej (odpowiednio: 0,35, 0,03) i phf odmiany czerwono-białej (odpowiednio: 0,33, 0,02), a najmniej korzystnym – tłuszcz mleka krów phf odmiany czarno-białej (tab. 2). Wyniki Barłowskiej [1] są również potwierdzeniem, że mleko krów rasy phf odmiany czarno-białej charakteryzuje się niekorzystną proporcją kwasów MUFA/SFA i PUFA/SFA.

Zawartość tłuszczu w śmietance i śmietanie nie różniła się statystycznie istotnie (tab. 3). Przeciętna średnica kuleczek tłuszczowych w śmietance i śmietanie w porównaniu z mlekiem uległa zmniejszeniu, ale nie zostało to potwierdzone statystycznie. Wykazano natomiast, że w porównaniu z mlekiem 8-krotnemu zwiększeniu zawartości tłuszczu w śmietance towarzyszył przeszło 7-krotny wzrost poziomu cholesterolu ($p \leq 0,01$). Zależność zawartości cholesterolu od ilości tłuszczu w produktach mlecznych potwierdzają dane literaturowe [8, 10, 24, 34, 35, 36, 38].

Zawartość cholesterolu w śmietanie zmniejszyła się do 52,5 % początkowej jego ilości w śmietance (tab. 3). W przeliczeniu na 1 g tłuszczu zawartość cholesterolu w śmietance uległa statystycznie nieistotnemu zmniejszeniu w porównaniu z mlekiem, ale po jej ukwaszeniu poziom cholesterolu w 1 g tłuszczu zmniejszył się o 55 % w porównaniu z mlekiem i o 52 % w porównaniu ze śmietanką. Seckin i wsp. [32] podają, że tłuszcz 35-procentowej śmietanki produkowanej w Turcji zawierał $1,74 \div 2,15$ mg cholesterolu w 1 g. Juśkiewicz i wsp. [15] zastosowali do ukwaszenia śmietanki dodatek mezofilnych bakterii fermentacji mlekowej. W śmietanie wykazali zawartość cholesterolu mniejszą o $3,7 \div 10$ % w porównaniu ze śmietanką.

W niniejszych badaniach stwierdzono brak statystycznie istotnych różnic między mlekiem, śmietanką i śmietaną pod względem udziału wszystkich kwasów tłuszczowych, z wyjątkiem C6:0 (tab. 4). Seckin i wsp. [32] dowiedli, że niezależnie od rodzaju produktu mlecznego ich tłuszcz charakteryzuje się zbliżonym profilem kwasów tłuszczowych, przy czym zawierają one najwięcej kwasów C16:0 i C18:1n9.

Tabela 3. Zawartość tłuszczu, cholesterolu i średnica kuleczek tłuszczowych w mleku, śmietance i śmietanie, determinowane wpływem rasy krów (od których pochodziło mleko) i rodzajem produktu
 Table 3. Content of fat and cholesterol, and diameter of fat globules in milk, sweet cream and cream as impacted by breed of cows (that produced milk analyzed) and by type of product

Parametry Parameters	Czynniki/Factors					
	Rasa krów / Cow breed			Rodzaj produktu / Type of product		
	phf odmiany czarno-białej PHF black-white variety	phf odmiany czerwono-białej PHF red-white variety	polska czerwona Polish Red	mleko milk	śmietanka sweet cream	śmietana cream
	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$
Zawartość tłuszczu Fat content [%]	26,98 ± 5,85	24,77 ± 5,17	28,01 ± 5,86	4,65 ^A ± 0,22	37,78 ^B ± 1,63	37,33 ^B ± 1,72
Zawartość cholesterolu Cholesterol content [mg/g tłuszczu / fat]	1,93 ± 0,27	2,05 ± 0,23	1,93 ± 0,23	2,55 ^B ± 0,15	2,20 ^B ± 0,13	1,15 ^A ± 0,09
Zawartość cholesterolu Cholesterol content [mg/100 g produktu / of product]	44,69 ± 0,91	46,29 ± 10,29	45,38 ± 9,17	11,65 ^A ± 0,40	81,75 ^B ± 2,86	42,95 ^C ± 3,92
Średnica kuleczek tłuszczowych Diameter of fat globules [μ]	4,43 ± 1,27	3,93 ± 0,77	4,36 ± 0,89	5,92 ± 0,86	5,02 ± 0,52	5,02 ± 0,54

Objaśnienia: / Explanatory notes

\bar{x} – wartość średnia /mean value; s – odchylenie standardowe / SD – standard deviation; n = 9

A, B – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,01$) / mean values in rows and denoted by different letters differ statistically significantly at $p \leq 0.01$.

Udział kwasów tłuszczowych w tłuszczu badanych produktów był zbliżony do podawanego przez wymienionych autorów. Również z badań Seckina i wsp. [32] wynika, że udział kwasów SFA, MUFA i PUFA w śmietance jest podobny do stwierdzonego w badaniach własnych. Wykazano, że rasa krów miała statystycznie istotny wpływ na udział wszystkich kwasów tłuszczowych w badanych produktach, z wyjątkiem C6:0, C8:0 i C16:1 (tab. 4).

Tabela 4. Udział kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka, śmietanki i śmietany, determinowany wpływem rasy krów (od których pochodziło mleko) i rodzajem produktu

Table 4. Content of fatty acids in milk, sweet cream, and cream as impacted by breed of cows (that produced milk analyzed) and type of product.

Kwasy tłuszczowe Fatty acids [g/100 g tłuszczu / of fat]	Czynniki/Factors					
	Rasa krów / Cow breed			Rodzaj produktu / Type of product		
	phf odmiany czarno-białej PHf black- white variety	phf odmiany czerwono- białej PHf red-white variety	polska czerwona Polish Red	mleko milk	śmietanka sweet cream	śmietana cream
	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$	$\bar{x} \pm s / SD$
C4:0	3,65 ^a ± 0,08	3,94 ^b ± 0,06	3,94 ^b ± 0,06	3,73 ± 0,09	3,86 ± 0,06	3,94 ± 0,09
C6:0	2,76 ± 0,07	2,78 ± 0,04	2,82 ± 0,02	2,69 ^a ± 0,04	2,83 ^b ± 0,02	2,86 ^b ± 0,04
C8:0	1,77 ± 0,04	1,70 ± 0,03	1,78 ± 0,01	1,70 ± 0,03	1,76 ± 0,03	1,79 ± 0,03
C10:0	4,11 ^{Aa} ± 0,08	3,65 ^{Bb} ± 0,07	3,82 ^b ± 0,01	3,78 ± 0,09	3,88 ± 0,11	3,93 ± 0,11
C10:1	0,40 ± 0,01	0,43 ± 0,01	0,44 ± 0,02	0,41 ± 0,01	0,44 ± 0,02	0,42 ± 0,01
C12:0	4,53 ^A ± 0,08	3,95 ^B ± 0,07	4,13 ^B ± 0,03	4,15 ± 0,10	4,20 ± 0,14	4,25 ± 0,13
C14:0	13,69 ^{Ba} ± 0,10	13,29 ^{Bb} ± 0,11	12,54 ^A ± 0,09	13,18 ± 0,20	13,13 ± 0,26	13,22 ± 0,24
C14:1	1,10 ^B ± 0,01	1,25 ^A ± 0,02	1,15 ^B ± 0,01	1,17 ± 0,03	1,17 ± 0,03	1,17 ± 0,03
C15:0	1,28 ^A ± 0,01	1,35 ^B ± 0,01	1,00 ^C ± 0,01	1,22 ± 0,07	1,21 ± 0,07	1,20 ± 0,06
C16:0	34,10 ^A ± 0,13	29,78 ^B ± 0,28	29,10 ^B ± 0,19	31,21 ± 1,05	30,96 ± 0,97	30,81 ± 1,01
C16:1	0,28 ^a ± 0,01	0,30 ± 0,02	0,33 ^b ± 0,01	0,32 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,30 ± 0,02
C16:1a	1,66 ± 0,04	1,65 ± 0,01	1,75 ± 0,04	1,71 ± 0,03	1,69 ± 0,02	1,67 ± 0,03
C17:0	0,44 ^B ± 0,01	0,55 ^A ± 0,02	0,46 ^B ± 0,01	0,48 ± 0,02	0,48 ± 0,03	0,49 ± 0,03
C17:1	0,24 ^A ± 0,01	0,32 ^B ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,27 ± 0,02	0,29 ± 0,02	0,27 ± 0,01
C18:0	8,66 ^A ± 0,13	9,74 ^B ± 0,10	9,83 ^B ± 0,07	9,40 ± 0,23	9,38 ± 0,29	9,45 ± 0,26
C18:1n9	16,85 ^A ± 0,28	20,26 ^{Ba} ± 0,29	21,28 ^{Bb} ± 0,12	19,64 ± 0,68	19,48 ± 0,92	19,27 ± 0,23
C18:1n7	1,85 ^A ± 0,01	2,33 ^{Ba} ± 0,03	2,47 ^{Ba} ± 0,03	2,20 ± 0,11	2,22 ± 0,13	2,23 ± 0,12
C18:2n6	1,28 ^b ± 0,04	1,23 ^a ± 0,01	1,41 ^b ± 0,03	1,31 ± 0,05	1,31 ± 0,04	1,31 ± 0,05
C18:3n6	0,07 ^{Aa} ± 0,00	0,08 ^B ± 0,00	0,08 ^b ± 0,00	0,08 ± 0,00	0,08 ± 0,00	0,08 ± 0,00
C18:3n3	0,52 ^A ± 0,01	0,69 ^{Ba} ± 0,01	0,65 ^{Bb} ± 0,01	0,62 ± 0,03	0,62 ± 0,03	0,61 ± 0,03
CLA	0,52 ^A ± 0,01	0,69 ^{Ba} ± 0,01	0,65 ^{Bb} ± 0,01	0,62 ± 0,03	0,62 ± 0,03	0,61 ± 0,03
C20:0	0,13 ^{Ba} ± 0,00	0,15 ^A ± 0,00	0,11 ^{Bb} ± 0,00	0,13 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,13 ± 0,01
C20:1	0,10 ^B ± 0,00	0,13 ^A ± 0,00	0,10 ^B ± 0,00	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01
SFA	72,83 ± 2,43	70,71 ± 0,48	70,31 ± 0,83	71,66 ± 1,01	69,43 ± 2,01	72,76 ± 1,16
SFA smc	12,31 ± 0,28	12,07 ± 0,17	12,44 ± 0,09	11,90 ± 0,17	12,41 ± 0,15	12,51 ± 0,18
SFA lc	60,52 ± 2,40	58,81 ± 0,31	57,87 ± 0,87	59,76 ± 1,07	57,19 ± 1,56	60,25 ± 1,12
TUFA	24,84 ^A ± 0,40	28,14 ^{Ba} ± 0,38	30,46 ^{Bb} ± 0,18	28,37 ± 1,03	28,17 ± 1,15	27,90 ± 1,17
MUFA	22,48 ^A ± 0,33	26,73 ^B ± 0,36	27,79 ^B ± 0,14	25,89 ± 0,98	25,69 ± 1,10	25,42 ± 1,11
PUFA	2,36 ^b ± 0,07	2,41 ^b ± 0,03	2,67 ^a ± 0,05	2,48 ± 0,08	2,48 ± 0,08	2,47 ± 0,08
UFA/SFA	0,35 ^A ± 0,02	0,41 ^B ± 0,01	0,44 ^B ± 0,01	0,40 ± 0,02	0,41 ± 0,02	0,39 ± 0,02
MUFA/SFA	0,31 ^A ± 0,01	0,38 ^B ± 0,01	0,40 ^B ± 0,01	0,36 ± 0,02	0,37 ± 0,02	0,35 ± 0,02
PUFA/SFA	0,03 ^a ± 0,00	0,03 ± 0,00	0,04 ^b ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,04 ± 0,00	0,03 ± 0,00

Objaśnienia jak pod tab. 3. / Explanatory notes as in Tab. 3.

Wnioski

1. Mleko krów trzech ras: polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej, polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej i polskiej czerwonej różniło się statystycznie istotnie pod względem profilu kwasów tłuszczowych.
2. Tłuszcz mleka zawierał więcej cholesterolu w porównaniu z tłuszczem śmietanki, a ukwaszenie śmietanki wpłynęło na prawie dwukrotne zmniejszenie jego zawartości w tłuszczu śmietany, co spowodowane było działaniem bakterii kwaszących.
3. Nie stwierdzono różnic w mleku, śmietance i śmietanie pod względem profilu kwasów tłuszczowych, co świadczy o ich stabilności w trakcie wirowania tłuszczu, pasteryzacji mleka i ukwaszania kulturami starterowymi.

Pracę zrealizowano w ramach działalności statutowej WTŻ Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie, nr tematu DS. 3700/WTŻ.

Literatura

- [1] Barłowska J.: Wartość odżywcza i przydatność technologiczna mleka krów 7 ras użytkowanych w Polsce. Rozprawy naukowe. Wyd. AR, Lublin 2007, ss. 54-64.
- [2] Barłowska J., Litwińczuk Z.: Genetyczne i środowiskowe uwarunkowania profilu kwasów tłuszczowych mleka. *Med. Weter.*, 2009, **65** (5), 310-314.
- [3] Barłowska J., Litwińczuk Z., Król J., Kędzierska-Matyssek M.: Fatty acid profile and minerals content in milk from cows of various breeds over spring-summer feeding period. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, **56** (15), 13-16.
- [4] Barłowska J., Szwałkowska M., Litwińczuk Z., Matwijczuk A.: The influence of cow breed and feeding system on the dispersion state of milk fat and content of cholesterol. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zootech.*, 2011, **7** (3), 57-65.
- [5] Cichosz G., Cieczot H.: Kwasy tłuszczowe izomerii trans w diecie człowieka. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2012, **XLV** (2), 181-190.
- [6] Cichosz G.: Prozdrowotne właściwości tłuszczu mlekowego. *Przegl. Mlecz.*, 2007, **5**, 4-8.
- [7] Cichosz G., Cieczot H.: Kontrowersje wokół cholesterolu pokarmowego. *Pol. Merk. Lek.*, 2012, **193** (33), 38-42.
- [8] Talpur F.N., Bhanger M.I., Khuhawar M.Y.: Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Pakistani cow breeds. *J. Food Comp. Anal.*, 2006, **19**, 698-703.
- [9] Fox P.F.: Lipids. Fat globules in milk. In: *Encyclopedia of Dairy Science*. Ed. H. Roginsky, J.W. Fuquay, P.F. Fox. Academic Press, London 2004, pp. 1564-1568.
- [10] Grega T., Sady M., Pustkowiak H.: Poziom cholesterolu i kwasów tłuszczowych w różnych rodzajach mleka spożywczego. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Technol. Żywności*, 2000, **367** (12), 85-90.
- [11] Grega T., Sady M., Kraszewski J.: Przydatność technologiczna mleka krów rasy Simental. *Rocz. Nauk. Zootech. – Ann. Anim. Sci.*, 2000, **27** (1), 331-339.
- [12] Grossmann A., Timmen H., Klostermeyer H.: Die enzymatische Bestimmung von Cholesterin in Milchlipp – eine Alternative zu den bisher gebräuchlichen Methoden. *Milchwissenschaft*, 1976, **31**, 721-724.
- [13] Grundy S.M.: Cholesterol, factors determining levels in blood. In: *Encyclopedia of Dairy Science*. Ed. H. Roginsky, J.W. Fuquay, P.F. Fox. Academic Press, London 2004, pp. 1604-1611.
- [14] Jensen R.G., Ferris A.M., Lammikeefe C.J.: Symposium – milk – fat composition, function, and potential for change – the composition of milk-fat. *J. Dairy Sci.*, 1991, **74** (9), 3228-3243.

- [15] Juśkiewicz M., Panfil-Kunczewicz H., Juśkiewicz J.: Reduction of cholesterol content in cream with the use of mesophilic dairy cultures. *Milchwissenschaft*, 2007, **62** (1), 36-39.
- [16] Kiszka J., Staniewski B., Juśkiewicz M., Rosiński P.: Reduction of cholesterol in butter depending cream acidity. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1996, **46** (5), 19-28.
- [17] Kolanowski W., Świdorski F.: Wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 (n-3 PUFA). Korzystne działanie zdrowotne, zalecenia spożycia, wzbogacanie żywności. *Zyw. Człow. Met.*, 1997, **2**, 49-61.
- [18] Kowal M.: Wpływ sezonu produkcji na przydatność technologiczną, profil kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku pozyskiwanym od krów utrzymywanych w oborze wolnostanowskowej i żywionych systemem TMR. *Rocz. Nauk. Pol. Tow. Zootech.*, 2013, **9** (3), 47-57.
- [19] Litwińczuk Z., Barłowska J., Chabuz W., Brodziak A.: Nutritional value and technological suitability of milk from cows of three polish breeds included in the genetic resources conservation programme. *Ann. Anim. Sci.*, 2012, **12** (3), 423-432.
- [20] 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, **95** (4), 108-121.
- [21] Litwińczuk A., Litwińczuk Z., Barłowska J., Florek M., Król J., Grodzicki T., Kędzińska-Matysek M., Skalecki P.: Metody oceny towaroznawczej surowców i produktów zwierzęcych. *Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie*, Lublin 2011.
- [22] Lopez Ch.: Milk fat globules enveloped by their biological membrane: Unique colloidal assemblies with a specific composition and structure. *Curr. Opin. Colloid Interface Sci.*, 2011, **16**, 391-404.
- [23] Mann J.: Determination of fatty acid composition of milk fat by dual column temperature gas liquid chromatography. *J. Dairy Sci.*, 1964, **47**, 560-564.
- [24] Manzi P., Pizzoferrato L.: Cholesterol and antioxidant vitamins in fat fraction of whole and skimmed dairy products. *Food Bioproc. Technol.*, 2010, **3**, 234-238.
- [25] Matwijczuk A., Król J.: Profil kwasów tłuszczowych w mleku krów różnych ras w okresie wiosenno-letnim. *Przegl. Hod.*, 2009, **7**, 3-6.
- [26] Molke J.: Cholesterol content and lipid composition of low fat dairy products. *Eur. Food Res. Technol.*, 2006, **223**, 253-260.
- [27] Nałęcz-Tarwacka T.: Prozdrowotne składniki frakcji tłuszczowej mleka i czynniki warunkujące ich zawartość. *Przegl. Hod.*, 2008, **11**, 4-8.
- [28] O'Brien N.M., O'Connor T.P.: Lipids. Nutritional significance. In: *Encyclopedia of Dairy Science*. Ed. H. Roginsky, J.W. Fuquay, P.F. Fox. Academic Press, London 2004, pp. 1622-1626.
- [29] Parodi P.W.: Lipids. Conjugated linoleic acid. In: *Encyclopedia of Dairy Science*. Ed. H. Roginsky, J.W. Fuquay, P.F. Fox. Academic Press, London 2004, pp. 1587-1594.
- [30] 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, **8** (3), #25.
- [31] Russel C.E., Gray I.K.: The cholesterol content of dairy products. *New Zealand J. Dairy Sci. Technol.*, 1979, **14** (3), 281-289.
- [32] Seckin A.K., Gursoy O., Kinik O., Akbulut N.: Conjugated linoleic acid (CLA) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products. *LWT*, 2005, **38**, 909-915.
- [33] Sieber R., Eyer H.: Cholesterol removal from dairy products. In: *Encyclopedia of Dairy Science*. Ed. H. Roginsky, J.W. Fuquay, P.F. Fox. Academic Press, London 2004, pp. 1611-1617.
- [34] Taylor M.W., MacGibbon A.K.H.: Lipids, general characteristics. In: *Encyclopedia of Dairy Science*. Ed. H. Roginsky, J.W. Fuquay, P.F. Fox. Academic Press, London 2004, pp. 1544-1550.
- [35] Taylor M.W., MacGibbon A.K.H.: Lipids, fatty acids. In: *Encyclopedia of Dairy Science*. Ed. H. Roginsky, J.W. Fuquay, P.F. Fox. Academic Press, London 2004, pp. 1550-1559.
- [36] Talpur F.N., Bhanger M.I., Memon N.N.: Fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid (CLA) and cholesterol content of Pakistan dairy products. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2008, **58** (3), 313-320.
- [37] Tomaszewski A.: Kształtowanie się zawartości cholesterolu w mleku krów rasy czarno-białej. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, seria Rozprawy*, 2005, 235.

- [38] Tomaszewski A., Zachwieja A., Chudoba K., Hibner A.: The relationship between cholesterol content in milk and blood of cows of domestic black and white breed graded with hf cattle. Zesz. Nauk. UP we Wrocławiu, 2010, **579**, 267-274.

CONTENT OF CHOLESTEROL AND FATTY ACID PROFILE IN SWEET CREAM AND CREAM MADE FROM MILK PRODUCED BY COWS OF THREE DIFFERENT BREEDS

S u m m a r y

Cows of three cow breeds: Polish Holstein-Friesian black-white variety; Polish Holstein-Friesian, red-white variety and Polish Red were milked and the milk was centrifuged to separate the fat in the form of sweet cream. Next, the sweet cream was inoculated with butter milk starter and, after the incubation, a cream was produced. In the products produced, the following was determined: the content of fat using a buthyrometric method; the content of cholesterol using an enzymatic method with cholesterol oxydase; the fatty acid profile using a gas chromatography method; and the diameter of fatty globules using a microscopic method. It was found that the milk from cows of three cow breeds differed statistically significantly ($p \leq 0.01$) in the content of fatty acids: C15:0, C16:0, C18:0, C18:1n7, CLA, C20:0, C4:0, C14:0, C14:1, C17:0, and C18:3n6. The cow breed had no effect on the content of the following acids: C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C18:2n6, C18:3n3, and C20:1. The fat in milk produced by the cows of the Polish Holstein-Friesian breed, black-white variety, was characterized by the highest contents of the following fatty acids: C 16:0, C 18:1n9, C 14:0, C 18:0, and C 12:0. In the fat in milk produced by the cows of the Polish Holstein-Friesian breed, red-white variety, the following acids prevailed: C14:1, C15:0, C18:0, C18:3n6, CLA, C20:0. In the fat in milk produced by the cows of the Polish Red breed, the amounts of the following acids were the highest: C4:0, C 18:1n9, and C 18:1n7. In the fatty acid profiles of milk produced by the cows of the three breeds, the following acids predominated: C16:0, C 18:1n9, and C14:0. No differences were found in the profiles of fatty acids in the fats of milk, sweet cream, and cream; this fact confirms their stability during the centrifugation and pasteurisation of milk as well as during the acidification with starter cultures. It was proved that the milk fat contained lightly more cholesterol compared to sweet cream fat and cream fat. The acidification of sweet cream caused the content of cholesterol therein to decrease almost twice, and this reduction resulted from the activity of starter culture bacteria.

Key words: milk, sweet cream, cream, cow breed, fatty acid profile, cholesterol, fat globules diameter ☒