

ZYGMUNT LITWIŃCZUK, MONIKA KOWAL, JOANNA BARŁOWSKA

## PODSTAWOWY SKŁAD CHEMICZNY ORAZ UDZIAŁ KWASÓW TŁUSZCZOWYCH I ZAWARTOŚĆ CHOLESTEROLU W MLEKU KRÓW CZTERECH RAS UŻYTKOWANYCH W INTENSYWNYCH TECHNOLOGIACH CHOWU

### Streszczenie

Określono podstawowy skład chemiczny oraz udział kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w próbach mleka pobranych od krów 4 ras, tzn. polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej – PHF HO (269 prób) i czerwono-białej – PHF RW (302), simentalskiej – SM (240) oraz jersey – JE (335). Wykazano, że w intensywnej technologii chowu największą dobową wydajność mleka uzyskiwano od krów rasy PHF HO (średnio 25,8 kg). Niewiele mniejszą wydajność mleka (23,2 kg) uzyskiwano również od krów rasy SM (reprezentujące kombinowany typ użytkowy), zachowując jednocześnie bardzo korzystną proporcję białka do tłuszczu (0,86). Mleko krów rasy SM zawierało istotnie najwięcej ( $p \leq 0,05$ ) krótko- i średniołańcuchowych nasyconych kwasów tłuszczowych (SFAsmc), natomiast mleko od krów rasy PHF HO i JE charakteryzowało się istotnie wyższym ( $p \leq 0,01$ ) udziałem długołańcuchowych nasyconych kwasów tłuszczowych (SFAlc). Udział CLA w mleku wszystkich analizowanych ras krów był dość niski, przy czym istotnie najwyższy ( $p \leq 0,01$ ) – w mleku krów ras JE (0,35 %) i SM (0,33 %), a najniższy – PHF HO (0,23 %). Największą ( $p \leq 0,01$ ) zawartość cholesterolu stwierdzono w mleku krów rasy PHF RW (25,39 mg/100 ml), najmniejszą zaś w mleku krów rasy JE (15,71 mg/100 ml). Faza laktacji, w tym systemie użytkowania (intensywnym) nie miała istotnego wpływu na udział kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku. Oceniając równoczesny wpływ rasy i fazy laktacji stwierdzono istotne interakcje ( $p \leq 0,01$ ) w przypadku wydajności dziennej, zawartości tłuszczu i suchej masy, a przy  $p \leq 0,05$  – zawartości białka i laktozy.

**Słowa kluczowe:** rasa krów, chów intensywny, wydajność mleka, skład chemiczny, kwasy tłuszczowe, cholesterol

---

*Prof. dr hab. inż. Z. Litwińczuk, dr inż. M. Kowal, Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła, prof. dr hab. inż. J. Barłowska, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, Wydz. Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin. Kontakt: zygmun.litwinczuk@up.lublin.pl*

## Wprowadzenie

Polska z produkcją około 12,3 mln ton mleka rocznie należy do grupy największych producentów w Unii Europejskiej i zajmuje czwarte miejsce po Niemczech, Francji i Wielkiej Brytanii [8]. Do produkcji mleka użytkuje się w Polsce krowy 12 ras, przy czym o wielkości produkcji decydują jedynie trzy, tj. polska holsztyńsko-fryzyjska odmiana czarno- i czerwono-białej oraz simentalska [17]. W przypadku gospodarstw utrzymujących krowy tych dwóch pierwszych ras, a także jersey ich właściciele coraz częściej decydują się na wprowadzanie intensywnych systemów produkcji mleka, tzn. budowę nowych lub modernizację starych obór (uwięziowych) na wolnostanowiskowe, w których stosowany jest pełnodawkowy system żywienia zwierząt (TMR lub PMR). Ze względu na prowadzoną od kilkadziesiąt lat intensywną selekcję na wysoką wydajność mleka i związane z tym cechy funkcjonalne zwierząt, krowy ras holsztyńsko-fryzyjskiej i jersey najlepiej sprawdzają się w tych systemach chowu. Niektóre gospodarstwa w Polsce decydują się na wprowadzanie takich systemów chowu także dla innych ras bydła użytkowanych mlecznie, m.in. simentalskiej. Rasa ta dostosowana jest do wypasu w surowych, górskich warunkach klimatycznych, gdzie osiąga wysoką wydajność, a jej mleko jest doskonałym surowcem do produkcji serów [13, 16]. W intensywnych systemach chowu krowy tej rasy osiągają wyższą wydajność, jednak dotychczas nie poznano, jaki to ma wpływ na jakość mleka.

Celem pracy była ocena wartości odżywczej mleka pozyskiwanego od krów 4 ras utrzymywanych w oborach wolnostanowiskowych i żywionych systemem TMR, uwzględniająca podstawowy skład chemiczny, zawartość cholesterolu i udział kwasów tłuszczowych.

## Material i metody badań

Badania prowadzono w 5 gospodarstwach regionu południowo-wschodniej Polski. Krowy w tych gospodarstwach utrzymywano w oborach wolnostanowiskowych i żywiono przez cały rok systemem TMR. W skład głównych komponentów dawki TMR wchodziły: kiszonka z kukurydzy, sianokiszonka, siano oraz śruty poekstrakcyjne i zbożowe. Obory objęte były oceną wartości użytkowej bydła mlecznego i spełniały wymagania niezbędne do produkcji mleka, które określa rozporządzenie Komisji (WE) nr 1662/2006 z dnia 6 listopada 2006 r., zmieniające rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.

Material badawczy stanowiło 1146 próbek mleka pobranych od krów 4 ras: polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (269 próbek) i czerwono-białej (302), simentalskiej (240) oraz jersey (335). Probki mleka pobierano indywidualnie od krowy z całego doju do butelek plastikowych o pojemności 250 ml. Eliminowano

próbki, które pochodziły od krów z chorym wymieniem. Mleko przewożono w termotorbach z wkładami chłodzącymi do laboratorium Katedry Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych UP w Lublinie.

W każdej próbce mleka oznaczano: podstawowy skład chemiczny, tj. zawartość tłuszczu, białka, laktozy i suchej masy aparatem Infrared Milk Analyzer firmy Bentley oraz liczbę komórek somatycznych (LKS) aparatem Somacount 150 firmy Bentley (w celu wyeliminowania próbek mleka o LKS powyżej 400 tys./ml). Dodatkowo na reprezentatywnej liczbie 193 próbek mleka oznaczano profil kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu.

Skład kwasów tłuszczowych oznaczano metodą chromatografii gazowej aparatem Varian GC 3900 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym (FID) i kolumną kapilarną CP 7420 o długości 100 metrów. Analiza prowadzona była w warunkach zmiennej temperatury. Początkowa temperatura pieca kolumny wynosiła 50 °C, a końcowa – 260 °C, natomiast temperatura pracy dozownika i detektora – 270 °C. Przepływ wodoru wynosił 28 ml/min, powietrza – 300 ml/min, a make-up – 30 ml/min. Wielkość dozowanej próbki wynosiła 1 µl, split ratio – 50. Procentową zawartość kwasów tłuszczowych obliczano za pomocą programu Star GC Workstion Version 5.5 na podstawie czasów retencji wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych. Próbki mleka do tych analiz zostały przygotowane zgodnie z normami AOAC [1, 2].

W ocenie profilu kwasów tłuszczowych wyodrębniono następujące grupy:

- nasycone kwasy tłuszczowe (SFA), w tym krótko- i średniołańcuchowe (SFAsmc), wśród których uwzględniono kwasy od C4:0 do C14:0 oraz długołańcuchowe (SFAlc) od C15:0 do C22:0;
- nienasycone kwasy tłuszczowe (UFA), w tym jednonienasycone (MUFA) i wielonienasycone (PUFA).

Wyliczano również proporcje między tymi kwasami, tzn. SFA/UFA, MUFA/SFA i PUFA/SFA.

Zawartość cholesterolu oznaczano według metodyki opracowanej przez Instytut Zootechniki w Balicach z własnymi modyfikacjami. Procedura oznaczania cholesterolu w mleku była następująca: do 5 ml mleka dodawano 35 ml mieszaniny chloroformu i metanolu. Po odwirowaniu pobierano z dolnej warstwy 4 ml mieszaniny do fiolek Supelco i poddawano odparowywaniu w strumieniu azotu. Uzyskaną pozostałość po odparowaniu poddawano zmydłaniu w zamkniętych fiolkach z 3 ml 0,5 N NaOH w temp. 80 °C. Po schłodzeniu dodawano 3 ml heksanu i ekstrahowano w szczelnie zamkniętych fiolkach. Następnie pobierano 1 ml warstwy heksanowej i odparowywano w 65 °C w strumieniu azotu. Do pozostałości dodawano 4 ml kwasu octowego lodowatego. Z tego pobierano 3,5 ml mieszaniny i dodawano 2,5 ml roztworu barwnego (10% r-r FeCl<sub>3</sub> x 10H<sub>2</sub>O w kwasie octowym rozcieńczonym kwasem siarkowym), mieszano

i chłodzono. Pomiar wykonywano w spektrofotometrze UV-VIS Varian Cary 300 Bio przy długości fali  $\lambda = 570$  nm.

Dane dotyczące wydajności dobowej analizowanych krów pochodziły z dokumentacji hodowlanej prowadzonej przez Polską Federację Hodowców Bydła i Producentów Mleka.

W analizie statystycznej uwzględniono rasę krów (polską holsztyńsko-fryzyjską odmiany czarno-białej – PHF HO i czerwono-białej – PHF RW, simentalską – SM i jersey – JE) oraz fazę laktacji (do 120. dnia, od 121. do 200. dnia i powyżej 200. dnia laktacji).

Do obliczeń statystycznych zastosowano program StatSoft Inc. Statistica ver. 6. Analizy dokonano na podstawie Ogólnego Modelu Liniowego (GLM – General Linear Model) – procedura ANOVA dla układów czynnikowych z interakcją. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi wyznaczano testem Tukeya dla różnych liczebności, na poziomie  $p = 0,05$  i  $p = 0,01$ .

## Wyniki i dyskusja

Uzyskane wyniki wskazują na istotne różnice ( $p \leq 0,01$ ) w wydajności dobowej mleka między analizowanymi rasami krów (tab. 1). Najwyższą średnią dobową produktywnością charakteryzowały się krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (25,8 kg). Istotnie mniej mleka w ciągu doby produkowały krowy rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej i simentalskiej, odpowiednio: o 2,48 kg i o 2,6 kg. Najniższą dobową wydajność uzyskano natomiast od krów rasy jersey (21,65 kg). Podobne zależności w przypadku dobowej wydajności krów tych 4 ras uzyskali Brodziak i wsp. [7]. Wyższą wydajność dobową krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (28,9 kg) wykazali Neja i wsp. [15].

Mleko krów rasy jersey wyróżniało się istotnie wyższą ( $p \leq 0,01$ ) zawartością podstawowych składników (tab. 1). Zawierało bowiem o 1,26 % więcej suchej masy, w tym o 0,74 % tłuszczu i o 0,48 % białka ogólnego w porównaniu ze średnimi wartościami tych składników, co zdaniem Feliusa i wsp. [9] związane jest z innym pochodzeniem filogenetycznym tej rasy. Wśród 3 pozostałych ras, największą zawartość białka miało mleko krów rasy SM (3,55 %), a najmniejszą – rasy PHF RW (3,40 %). Zawartość tłuszczu w mleku od wszystkich analizowanych ras krów (z wyjątkiem rasy jersey – 5,16 %) przekraczała 4 %, a różnice między rasami nie były istotne. Zawartość laktozy w mleku była na zbliżonym poziomie, jedynie w przypadku krów rasy simentalskiej była istotnie ( $p \leq 0,01$ ) mniejsza i wynosiła 4,62 %. Perišić i wsp. [16] podają, że zawartość tłuszczu w mleku krów rasy simentalskiej utrzymywanych w różnych krajach Europy waha się od 3,91 % (monbeliardy we Francji) do 4,18 % (Austria), a białka – od 3,29 % (Słowenia) do 3,48 % (Niemcy). Krowy rasy simentalskiej reprezentują kombinowany typ mleczno-mięsny, którego metabolizm różni się nieznacznie

od pozostałych 3 ras typowo mlecznych i przy dużej podaży pasz w dawce pokarmowej, bogatych we włókno mają tendencję do odkładania tłuszczu w postaci tkanki podskórnej. Dlatego zawartość tego składnika w mleku utrzymują na poziomie pośrednim. Duża natomiast jest zawartość białka w mleku krów tej rasy, co jest cechą uwarunkowaną genetycznie i wyróżnia ją jako produkującą bardzo dobry surowiec do produkcji serów [12, 18]. W intensywnej technologii chowu te korzystne relacje białka do tłuszczu (0,86) w mleku pozyskiwanym od krów tej rasy zostały również zachowane (tab. 1), a wykazane różnice były statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ).

Tabela 1. Wydajność dobową [kg] i skład chemiczny [%] mleka.  
Table 1. Daily yield [kg] and chemical composition [%] of milk.

Wyszczególnienie Specification		Polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czarno-białej Polish Holstein-Friesian Black-White variety	Polska holsztyńsko-fryzyjska odmiany czerwono-białej Polish Holstein-Friesian Red-White variety	Jersey Jersey	Simentalska Simmental
n		269	302	335	240
Wydajność dobową Daily milk yield	$\bar{x}$	25,80 <sup>C</sup>	23,32 <sup>B</sup>	21,65 <sup>A</sup>	23,20 <sup>B</sup>
	SD	6,12	9,27	4,79	8,46
Tłuszcz Fat	$\bar{x}$	4,16 <sup>A</sup>	4,18 <sup>A</sup>	5,16 <sup>B</sup>	4,16 <sup>A</sup>
	SD	0,67	0,51	0,75	0,47
Białko Protein	$\bar{x}$	3,44 <sup>A</sup>	3,40 <sup>A</sup>	4,13 <sup>C</sup>	3,58 <sup>B</sup>
	SD	0,46	0,42	0,43	0,44
B/T* P/F*	$\bar{x}$	0,83 <sup>b</sup>	0,82 <sup>b</sup>	0,80 <sup>a</sup>	0,86 <sup>c</sup>
	SD	0,17	0,18	0,27	0,18
Laktoza Lactose	$\bar{x}$	4,75 <sup>B</sup>	4,73 <sup>B</sup>	4,75 <sup>B</sup>	4,62 <sup>A</sup>
	SD	0,23	0,31	0,35	0,25
Sucha masa Dry matter	$\bar{x}$	13,06 <sup>AB</sup>	13,07 <sup>B</sup>	14,74 <sup>C</sup>	12,99 <sup>A</sup>
	SD	1,03	0,83	1,05	0,94

Objaśnienia: / Explanatory notes:

$\bar{x}$  – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation;

\*– proporcja białka do tłuszczu / protein to fat ratio; a, b, c – różnice pomiędzy wartościami średnimi w wierszach statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$  / differences among mean values in lines are significant at  $p \leq 0,05$ ; A, B, C – różnice pomiędzy wartościami średnimi w wierszach statystycznie istotne przy  $p \leq 0,01$  / differences among mean values in lines are significant at  $p \leq 0,01$ .

Po przeanalizowaniu wydajności i podstawowego składu chemicznego mleka z uwzględnieniem fazy laktacji (tab. 2) wykazano, że u wszystkich ras następowało zmniejszanie się dobowej wydajności mleka. U krów rasy jersey i simentalskiej spadek ten był stosunkowo duży i statystycznie istotny ( $p \leq 0,01$ ), odpowiednio: z 24,16 do

Tabela 2. Wydajność dobową [kg] i skład chemiczny [%] mleka krów 4 ras z uwzględnieniem fazy laktacji.  
 Table 2. Daily yield [kg] and chemical composition [%] of milk from cows of 4 breeds including the stage of lactation.

Rasa Breed	Faza laktacji [dni] Stage of lactation [days]	n	Miara statyst. Statistical measure	Wydajność dzienna Daily milk yield	Tłuszcz Fat	Białko Protein	B/T* P/F*	Laktoza Lactose	Sucha masa Dry matter
Polska holsztyńsko- fryzyjaska odmiany czarno-białej Polish Holstein-Friesian Black-White variety	do 120 to 120	96	$\bar{x}$ SD	26,49 5,45	3,83 <sup>A</sup> 0,53	3,20 <sup>A</sup> 0,40	0,84 0,10	4,82 <sup>B</sup> 0,26	12,57 <sup>A</sup> 0,78
	121 - 200	78	$\bar{x}$ SD	25,53 5,73	4,17 <sup>B</sup> 0,59	3,46 <sup>B</sup> 0,38	0,83 0,08	4,70 <sup>A</sup> 0,21	13,02 <sup>B</sup> 0,90
	pow. 200 above 200	95	$\bar{x}$ SD	25,33 7,00	4,50 <sup>C</sup> 0,75	3,70 <sup>C</sup> 0,43	0,83 0,09	4,74 <sup>B</sup> 0,21	13,61 <sup>C</sup> 1,09
	do 120 to 120	121	$\bar{x}$ SD	25,67 <sup>b</sup> 9,88	4,05 <sup>A</sup> 0,39	3,16 <sup>A</sup> 0,51	0,85 0,08	4,79 0,33	12,83 <sup>A</sup> 0,88
	121 - 200	72	$\bar{x}$ SD	22,77 <sup>a</sup> 8,90	4,28 <sup>B</sup> 0,38	3,56 <sup>B</sup> 0,44	0,83 0,09	4,70 0,31	13,16 <sup>B</sup> 0,80
	pow. 200 above 200	109	$\bar{x}$ SD	21,08 <sup>a</sup> 8,21	4,26 <sup>B</sup> 0,36	3,57 <sup>B</sup> 0,48	0,79 0,10	4,70 0,28	13,30 <sup>B</sup> 0,71
Jersey Jersey	do 120 to 120	123	$\bar{x}$ SD	24,16 <sup>C</sup> 5,18	4,90 <sup>A</sup> 0,77	4,04 <sup>A</sup> 0,46	0,83 0,56	4,82 <sup>B</sup> 0,24	14,36 <sup>a</sup> 1,05
	121 - 200	85	$\bar{x}$ SD	22,20 <sup>B</sup> 3,99	5,06 <sup>A</sup> 0,70	4,12 <sup>B</sup> 0,38	0,81 0,28	4,81 <sup>B</sup> 0,27	14,66 <sup>a</sup> 1,09
	pow. 200 above 200	127	$\bar{x}$ SD	18,84 <sup>A</sup> 3,12	5,48 <sup>B</sup> 0,76	4,28 <sup>C</sup> 0,39	0,77 0,10	4,66 <sup>A</sup> 0,46	15,18 <sup>b</sup> 1,02

c.d. tab. 2

Simentalska Simmental	do 120 to 120	104	$\bar{x}$ SD	24,60 <sup>B</sup> 8,50	4,04 <sup>A</sup> 0,33	3,44 <sup>A</sup> 0,43	0,88 0,10	4,63 0,23	12,59 <sup>A</sup> 0,87
	121 - 200	71	$\bar{x}$ SD	23,99 <sup>B</sup> 8,33	4,21 <sup>B</sup> 0,36	3,66 <sup>B</sup> 0,39	0,87 0,09	4,66 0,31	13,20 <sup>B</sup> 0,80
	pow. 200 above 200	65	$\bar{x}$ SD	20,10 <sup>A</sup> 7,99	4,30 <sup>B</sup> 0,40	3,73 <sup>B</sup> 0,48	0,85 0,10	4,58 0,24	13,40 <sup>B</sup> 0,90
Wpływ czynnika Effect of factor	Rasa Breed			xx	xx	xx	x	xx	xx
	Faza laktacji / Stage of lactation			xx	xx	xx	x	xx	xx
	Interakcja / Interaction			xx	xx	x	ns	x	xx

Objaśnienia: / Explanatory notes:

\* – proporcja białka do tłuszczu / protein to fat ratio; a, b – różnice pomiędzy wartościami średnimi w kolumnach statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$  / differences among mean values in columns are significant at  $p \leq 0,05$ ; A, B, C – różnice pomiędzy wartościami średnimi w kolumnach statystycznie istotne przy  $p \leq 0,01$  / differences among mean values in columns are significant at  $p \leq 0,01$ ; x – przy  $p \leq 0,05$  / x - at  $p \leq 0,05$ ; xx – przy  $p \leq 0,01$  / xx - at  $p \leq 0,01$ ; ns – nie stwierdzono / not found.



18,84 kg i z 24,60 do 20,10 kg, zaś u krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej spadek ten był znacznie mniejszy, tzn. u odmiany czerwono-białej z 25,67 do 21,08 kg mleka ( $p \leq 0,05$ ), a u czarno-białej – z 26,49 do 25,33 kg, co świadczy o dużych predyspozycjach genetycznych tej rasy do intensywnej produkcji mleka.

Wraz z postępowaniem laktacji wzrastała zawartość białka, tłuszczu i suchej masy. Ponadto w mleku krów rasy jersey i polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej z upływem laktacji istotnie ( $p \leq 0,01$ ) zmniejszała się zawartość laktozy (tab. 2). Podobne zależności wykazano we wcześniejszych badaniach [3], w których oceniano mleko krów 6 ras, tj polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno- i czerwono-białej, jersey, simentalskiej, polskiej czerwonej oraz białogrzbietej. Ikonen i wsp. [11] oraz Miciński i Klupczyński [14] również przeprowadzili szczegółową analizę wydajności i składu chemicznego mleka krów rasy ayrshire, jersey i holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej w poszczególnych etapach laktacji. Wykazali, że najwyższa produktywność krów przypadała na 31 - 60 dzień po wycieleniu, przy jednocześnie drastycznym zmniejszeniu zawartości białka i kazeiny w mleku. Dużym wahaniom podlegała także zawartość tłuszczu w mleku, osiągając swoje minimum między 91. a 120. dniem laktacji, by w kolejnych dniach ulegać szybszemu wzrostowi niż białko ogólne i kazeina.

Po ocenie równoczesnego wpływu rasy i fazy laktacji (tab. 2) stwierdzono istotne na poziomie  $p \leq 0,01$  interakcje w przypadku wydajności dziennej, procentowej zawartości tłuszczu i suchej masy oraz istotne na poziomie  $p \leq 0,05$  – białka i laktozy.

Dane zawarte tab. 3. wskazują na statystycznie istotne ( $p \leq 0,01$  i  $p \leq 0,05$ ) różnice międzyrasowe w udziale i proporcjach kwasów tłuszczowych oraz zawartości cholesterolu w mleku. Istotnie najwyższy ( $p \leq 0,05$ ) udział krótko- i średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SFAsmc) miało mleko krów rasy simentalskiej, natomiast mleko krów rasy PHFHO i JE charakteryzowało się istotnie wyższym ( $p \leq 0,01$ ) udziałem długołańcuchowych kwasów tłuszczowych (SFAlc) (odpowiednio: 49,87 i 48,44 %) w porównaniu z mlekiem krów rasy PHFRW i SM (odpowiednio: 46,06 i 44,75 %). Istotnie najwyższy ( $p \leq 0,05$ ) udział UFA stwierdzono w mleku krów rasy PHF RW (29,90 %) i SM (29,54 %). W mleku krów rasy SM wynikało to głównie z najwyższego ( $p \leq 0,01$ ) udziału PUFA (3,44 %), co łączyło się z najkorzystniejszym stosunkiem PUFA/SFA (0,049), a w mleku krów rasy PHF RW z najwyższego ( $p \leq 0,01$ ) udziału MUFA (26,87 %), co wpłynęło na najlepszy ( $p \leq 0,01$ ) stosunek MUFA/SFA (0,39). Najniższy ( $p \leq 0,05$  i  $p \leq 0,01$ ) udział kwasów nienasyconych, w tym MUFA, PUFA i stosunek MUFA/SFA oraz PUFA/SFA zaobserwowano w mleku krów rasy PHF HO, tzn. o najwyższej wydajności mleka. Udział CLA w mleku wszystkich analizowanych ras krów był dość niski, przy czym najwyższy ( $p \leq 0,01$ ) w mleku krów ras JE (0,35 %) i SM (0,33 %), a najniższy – PHF HO (0,23 %). Niski udział CLA wynika



Tabela 3. Udział [%] kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu [mg/100 ml] w mleku.  
Table 3. Proportion [%] of fatty acids and cholesterol content [mg/100 ml] in milk.

Rasa Breed	n	Miara statyst. Statistical measure	Kwasy tłuszczowe Fatty acids								Proporcje między kwasami Ratios among acids				Cholesterol Cholesterol
			SFA	SFA <sub>smc</sub>	SFA <sub>lc</sub>	UFA	MUFA	PUFA	CLA	SFA/UFA	MUFA/SFA	PUFA/SFA			
Polska holsteińsko-fryzyjska odmiana czarno-białej Polish Holstein-Friesian Black-White variety	46	$\bar{x}$	73,91 <sup>C</sup>	24,02 <sup>a</sup>	49,89 <sup>B</sup>	26,01 <sup>a</sup>	23,95 <sup>A</sup>	2,05 <sup>A</sup>	0,23 <sup>A</sup>	2,90 <sup>c</sup>	0,32 <sup>A</sup>	0,028 <sup>A</sup>	22,88 <sup>B</sup>		
		SD	3,49	4,08	3,65	3,44	3,33	0,46	0,06	0,52	0,06	0,006	10,93		
Polska holsteińsko-fryzyjska odmiana czerwono-białej Polish Holstein-Friesian Red-White variety	53	$\bar{x}$	68,59 <sup>A</sup>	22,53 <sup>a</sup>	46,06 <sup>A</sup>	29,90 <sup>c</sup>	26,87 <sup>C</sup>	3,03 <sup>B</sup>	0,29 <sup>B</sup>	2,37 <sup>a</sup>	0,39 <sup>C</sup>	0,044 <sup>B</sup>	25,39 <sup>C</sup>		
		SD	5,01	3,34	3,65	5,43	5,23	0,44	0,04	0,48	0,11	0,008	9,95		
Jersey Jersey	45	$\bar{x}$	72,04 <sup>B</sup>	23,59 <sup>a</sup>	48,44 <sup>B</sup>	27,77 <sup>b</sup>	24,70 <sup>AB</sup>	3,06 <sup>B</sup>	0,35 <sup>C</sup>	2,64 <sup>b</sup>	0,34 <sup>AB</sup>	0,042 <sup>B</sup>	15,71 <sup>A</sup>		
		SD	3,44	3,67	3,57	3,26	3,26	0,26	0,05	0,40	0,06	0,003	9,33		
Simentalska Simmental	49	$\bar{x}$	70,45 <sup>AB</sup>	25,70 <sup>b</sup>	44,75 <sup>A</sup>	29,54 <sup>c</sup>	26,09 <sup>BC</sup>	3,44 <sup>C</sup>	0,33 <sup>C</sup>	2,40 <sup>a</sup>	0,37 <sup>BC</sup>	0,049 <sup>C</sup>	21,73 <sup>B</sup>		
		SD	2,44	3,23	2,90	2,44	2,16	0,34	0,05	0,26	0,04	0,006	12,26		

Objaśnienia jak pod tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Tabela 4. Udział [%] kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu [mg/100 ml] w mleku krów 4 ras z uwzględnieniem fazy laktacji.  
 Table 4. Proportion (%) of fatty acids and cholesterol content (mg/100 ml) in milk from cows of 4 breeds including stage of lactation.

Rasa Breed	Faza laktacji (dni) Stage of lactation (days)	n	SFA	SFA <sub>smc</sub>	SFA <sub>lc</sub>	UFA	MUFA	PUFA	CLA	SFA/UFA	MUFA/SFA	PUFA/SFA	Cholesterol Cholesterol
Polska holsztyńsko- fryzjska odmiana czarno-białej Polish Holstein- Friesian black- white variety	do 120 to 120	$\bar{x}$	74,45	23,60	50,85	25,38	23,25	2,13	0,21	2,995	0,314	0,028	21,79
		SD	3,52	3,44	4,94	3,38	3,49	0,60	0,08	0,53	0,06	0,008	9,57
	121-200	$\bar{x}$	74,94	25,74	49,20	25,05	23,10	1,94	0,23	3,052	0,310	0,026	22,67
		SD	3,65	3,45	3,69	3,65	3,39	0,33	0,04	0,51	0,06	0,005	5,68
Polska holsztyńsko- fryzjska odmiana czerwono-białej Polish Holstein- Friesian red-white variety	pow. 200 above 200	$\bar{x}$	72,58	23,67	48,90	27,41	25,19	2,22	0,26	2,721	0,350	0,030	24,12
		SD	4,14	5,48	3,16	4,14	3,65	0,52	0,07	0,65	0,06	0,008	5,17
	do 120 to 120	$\bar{x}$	69,47	22,80	46,67	30,52	27,39	3,12	0,31	2,323	0,397	0,045	24,15
		SD	4,24	1,08	3,17	4,24	3,60	0,67	0,05	0,45	0,07	0,12	4,64
Jersey	do 120 to 120	$\bar{x}$	63,11	17,50	45,60	36,88	33,72	3,16	0,32	1,711	0,534	0,050	25,09
		SD	3,22	3,42	3,02	3,52	3,15	0,45	0,05	0,38	0,05	0,007	7,57
	pow. 200 above 200	$\bar{x}$	64,45	21,51	42,93	35,54	31,52	4,01	0,39	1,813	0,489	0,062	26,59
		SD	3,02	3,09	2,85	3,11	3,01	0,39	0,04	0,31	0,04	0,006	6,21
Jersey	do 120 to 120	$\bar{x}$	67,76	20,81	46,94	31,43	28,53	2,90	0,35	2,229	0,428	0,042	14,40
		SD	5,93	4,65	4,73	5,02	5,14	0,22	0,06	0,58	0,11	0,003	5,78
	121-200	$\bar{x}$	72,64	25,26	47,37	27,35	24,23	3,12	0,37	2,687	0,335	0,043	15,28
		SD	2,63	3,29	3,59	2,84	2,87	0,28	0,05	0,35	0,05	0,003	5,87
Jersey	pow. 200 above 200	$\bar{x}$	72,29	22,61	49,67	27,70	24,62	3,07	0,31	2,611	0,340	0,042	16,20
		SD	0,76	3,71	3,49	0,76	0,85	0,17	0,01	0,09	0,01	0,002	6,45

c.d. tab. 4

Simentalska Simmental	do 120 to 120	$\bar{x}$ SD	16	70,35 1,53	24,98 2,68	45,36 1,92	29,64 1,53	26,23 1,39	3,41 0,28	0,36 0,04	2,381 0,17	0,373 0,02	0,048 0,004	19,13 9,41
	121-200	$\bar{x}$ SD	13	69,23 2,79	24,47 2,11	44,76 1,19	30,76 2,79	27,08 2,66	3,67 0,16	0,34 0,02	2,272 0,28	0,393 0,05	0,053 0,004	22,93 8,01
	pow. 200 above 200	$\bar{x}$ SD	20	70,67 2,88	27,49 3,72	43,17 3,41	29,32 2,88	25,80 2,48	3,51 0,43	0,32 0,06	2,437 0,32	0,366 0,05	0,050 0,008	23,03 4,55
Wpływ czynnika Effect of factor	Rasa/Breed			xx	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
	Faza laktacji/Stage of lactation			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Interakcja/Interaction			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Objasnienia: / Explanatory notes:

Wpływ czynnika: x / Effect of factor: x – przy  $p \leq 0,05$  / x - at  $p \leq 0,05$ ; xx – przy  $p \leq 0,01$  / xx - at  $p \leq 0,01$ ; ns – nie stwierdzono / not found.

prawdopodobnie z zastosowanego systemu żywienia, tzn. TMR, który według Bauma-  
na [6] jest mniej korzystny pod względem zawartości nienasyconych kwasów tłuszc-  
zowych, w tym CLA, niż system tradycyjny uwzględniający wypas pastwiskowy.  
Barłowska i Litwińczuk [4] wskazują na genetyczne i środowiskowe uwarunkowania  
profilu kwasów tłuszczowych w mleku krów. Felkner-Poźniakowska i wsp. [10] wyka-  
zali natomiast istotny wpływ sezonu (letni i zimowy) na profil kwasów tłuszczowych  
nawet przy całorocznym alkierzowym systemie utrzymania krów i żywienia systemem  
PMR.

Istotnie największą ( $p \leq 0,01$ ) zawartość cholesterolu stwierdzono w mleku krów  
rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany czerwono-białej (25,39 mg/100 ml),  
najmniejszą zaś w mleku krów rasy jersey (15,71 mg/100 ml) – tab. 3. Wiązało się to  
prawdopodobnie ze stanem dyspersji tłuszczu mlecznego. Z badań Barłowskiej i wsp.  
[5] wynika, że mleko krów rasy jersey ma wyższy udział dużych kuleczek tłuszczo-  
wych, co sprawia, że łączna powierzchnia otoczek kuleczek w jednostce objętości jest  
mniejsza. Może mieć to istotny wpływ na ogólną zawartość cholesterolu w mleku,  
gdyż znajduje się on w otoczkach kuleczek tłuszczowych.

Z danych zawartych w tab. 4. wynika, że faza laktacji przy całorocznym utrzyma-  
niu krów w pomieszczeniach i żywieniu taką samą paszą (system TMR) nie miała  
istotnego wpływu na udział kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku.  
Nie wykazano również istotnych interakcji rasa  $\times$  faza laktacji dla tych składników,  
tzn. kwasów tłuszczowych i cholesterolu.

## Wnioski

1. W intensywnej technologii chowu (obory wolnostanowiskowe i żywienie syste-  
mem TMR) największą wydajność mleka uzyskiwano od krów rasy polskiej holsz-  
tyńsko-fryzyjskiej odmiany czarno-białej (średnio 25,8 kg).
2. Krowy rasy simentalskiej w intensywnych technologiach chowu zwiększają pro-  
dukcję mleka (średnia wydajność 23,2 kg), zachowując jednocześnie bardzo ko-  
rzystną proporcję białka do tłuszczu (0,86).
3. W ocenie równoczesnego wpływu rasy i fazy laktacji stwierdzono wysoko istotne  
interakcje ( $p \leq 0,01$ ) w przypadku wydajności dziennej, zawartości tłuszczu i su-  
chej masy oraz istotne ( $p \leq 0,05$ ) dla zawartości białka i laktozy.
4. Przy podobnym systemie utrzymania i żywienia (TMR) rasa krów wpływała istot-  
nie na udział kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku.
5. Wraz z postępem laktacji powyżej 120. dnia doju u krów wszystkich 4 ras nastę-  
powało zmniejszenie dobowej wydajności mleka. U krów rasy jersey i simental-  
skiej spadek ten był stosunkowo duży i statystycznie istotny ( $p \leq 0,01$ ), odpowied-  
nie: o 5,32 i 4,50 kg, zaś u krów rasy polskiej holsztyńsko-fryzyjskiej odmiany

czarno-białej – niewielki (1,16 kg), co świadczy o dużych predyspozycjach genetycznych krów tej rasy do intensywnej produkcji mleka.

6. Przy całorocznym utrzymaniu krów w pomieszczeniach i żywieniu taką samą paszą (system TMR) faza laktacji nie miała istotnego wpływu na udział kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku.

### Literatura

- [1] AOAC, Official Methods of Analysis of the AOAC 969.22. Methyl esters of fatty acids in oils and fats. 17<sup>th</sup> Ed. Arlington-Virginia USA, 2000.
- [2] AOAC, Official Methods of Analysis of the AOAC 969.33. Fatty acids on oils and fatty. 17<sup>th</sup> Ed. Arlington-Virginia USA, 2000.
- [3] Barłowska J., Litwińczuk Z., Król J., Topyła B.: Technological usefulness of milk cows of six breeds maintained in Poland relative to a lactation phase. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2006, **15** (56), 17-21.
- [4] Barłowska J., Litwińczuk Z.: Genetyczne i środowiskowe uwarunkowania profilu kwasów tłuszczowych mleka. *Med. Weter.*, 2009, **65** (5), 310-314.
- [5] Barłowska J., Sz wajkowska M., Litwińczuk Z., Matwijczuk A.: The influence of cows breed and feeding system on the dispersion state of milk fat content of cholesterol. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2011, **7** (3), 57-65.
- [6] Bauman D.E., Corl B.A., Peterson D.G.: The biology of conjugated linoleic acids in ruminants. In: *Advances in conjugated linoleic acid research*. Eds. J.L. Sebedio, W.W. Christie, R. Adlof, OAOCS Press, USA, 2003, pp. 146-173.
- [7] Brodziak A., Litwińczuk A., Topyła B., Wolanciuk A.: Wpływ interakcji sezonu produkcji z rasą i systemem żywienia krów na wydajność i właściwości fizykochemiczne mleka. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2012, **8** (1), 19-27.
- [8] FAOSTAT, 2013, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Statistics Division, Dostęp w Internecie: [20.10.2013]; <http://faostat.fao.org>
- [9] Felius M., Koolmees P., Theunissen B.: On the breeds of cattle-historic and current classifications. *Diversity*, 2011, **3**, 660-692.
- [10] Felkner-Poźniakowska B., Pietrzak-Fiećko R., Kotlarska M., Kacprzak S.: Skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka krów z chowu alkierzowego w okresie letnim i zimowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, **1** (80), 81-92.
- [11] Ikonen T., Morry S., Tyrisevä A.-M., Routtinen O., Ojala M.: Genetic and phenotypic correlations between milk coagulation properties, milk production traits, somatic cell count, casein content and pH of milk. *J. Dairy Sci.*, 2004, **87**, 458-467.
- [12] Litwińczuk A., Barłowska J., Król J., Sawicka W.: Porównanie składu chemicznego i zawartości mocznika w mleku krów czarno-białych i simentalskich z okresu żywienia letniego i zimowego. *Annales UMCS, sec. EE.*, 2006, XXIV, **10**, 67-72.
- [13] Litwińczuk Z., Barłowska J., Chabuz W., Brodziak A.: The nutritional value and technological suitability of milk from cows of 3 Polish breeds included in the programme of genetic resources conservation. *Ann. Anim. Sci.*, 2012, **12** (3), 423-432.
- [14] Miciński J., Kłupczyński J.: Correlation between polymorphic variants of milk proteins, and milk yield and chemical composition in Black-and-White and Jersey cows. *Pol. J. Nutr. Sci.*, 2006, **15** (56), 137-143.
- [15] Neja W., Bogucki M., Krężel-Czopek S., Kunert S.: Wpływ systemu utrzymania na użytkowość mleczną krów. *Rocz. Nauk. PTZ*, 2010, **6** (2), 59-64.

- [16] Perišić P., Skalicki Z., Petrović M. M., Bogdanović V., Ružić-Muslić D.: Simmental cattle breed in different production systems. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 2009, **25 (5-6)**, 315-326.
- [17] Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka. Ocena i Hodowla Bydła Mlecznego. Dane za rok 2012, Warszawa 2013.
- [18] Sturaro A., Tiezzi F., Penasa M., De Marchi M., Cassandro M.: Study of milk coagulation properties in multibreed Italian dairy herds. *Acta Argic. Slovenica*, 2012, **3**, 89-92.

**BASIC CHEMICAL COMPOSITION, PROPORTION OF FATTY ACIDS, AND  
CHOLESTEROL CONTENT IN MILK OF FOUR BREEDS OF COWS USED IN  
THE INTENSIVE HUSBANDRY TECHNOLOGIES**

S u m m a r y

There were analyzed the basic chemical composition, proportion of fatty acids, and cholesterol content in milk samples obtained from four breeds of cows, i.e. Polish Holstein-Friesian – Black and White variety – PHF HO (269 samples) and Red and White variety – PHF RW (302), Simmental – SM (240), and Jersey – JE (335). It was proved that in the intensive husbandry technology, the PHF HO cows had the highest daily milk yield (25.8 kg per day on average). The SM cows (representing a combined type of use) obtained a slightly lower milk yield (23.2 kg) together with a very advantageous protein to fat ratio (0.86). Milk from the SM cows had significantly the highest ( $p \leq 0.05$ ) content of short- and medium chain saturated fatty acids (SFAs<sub>mc</sub>), while milk from PHF HO and JE cows was characterized by a significantly ( $p \leq 0.01$ ) higher proportion of long-chain saturated fatty acids (SFAs<sub>lc</sub>). The content of CLA in milk from all the cow breeds analysed was rather low with significantly the highest percent level in milk from JE cows (0.35 %, at  $p \leq 0.01$ ) and SM cows (0.33 %, at  $p \leq 0.01$ ), and the lowest in milk from the PHF HO cows (0.23 %). The highest content of cholesterol (25.39 mg/100 ml) was reported in milk from the PHF HO cows, and the lowest in milk from the Jersey cows (15.71 mg/100 ml). The stage of lactation in that (intensive) livestock farming had no significant effect on the proportion of fatty acids and cholesterol content in milk. While comparing the simultaneous effect of breed and stage of lactation, significant interactions were found ( $p \leq 0.01$ ) among the daily milk yield, percent level of fat, and dry matter ( $p \leq 0.01$ ), and among the protein and lactose contents ( $p \leq 0.05$ ).

**Key words:** breed of cows, intensive husbandry, milk yield, chemical composition, fatty acids, cholesterol

