

Badania nad wpływem dodatku ziół do zimowej diety owiec na profil frakcji lipidowej surowca serowarskiego i wyprodukowanego z niego sera podpuszczkowego

Anna Jarzynowska[#]

Institut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka, ul. Parkowa 1, 88-160 Janikowo; [#]e-mail: anna.jarzynowska@koluda.com.pl

Badania wykonano na próbach surowego mleka owczego i wyprodukowanego z niego sera podpuszczkowego. Mleko pozyskiwane było od matek merynosa polskiego odmiany barwnej, w okresie od lutego do kwietnia, utrzymywanych alkierzowo i żywionych konserwowanymi paszami objętościowymi oraz mieszanką pasz treściwych. W ramach eksperymentu utworzono 3 grupy żywieniowe: grupę I – kontrolną, żywioną bez dodatku ziół do paszy treściwej oraz grupę II i III, w których zastosowano dodatek mieszanki ziołowej do paszy treściwej, w ilości odpowiednio 10 i 20 g/szt./dzień. W ramach badań wykonano 6 przerobów doświadczalnych mleka owczego na ser podpuszczkowy typu bundz i analizowano wpływ dodatku ziół do diety owiec na profil frakcji lipidowej mleka i sera. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że dodatek ziół do zimowej diety owiec w ilości 10 i 20 g/szt./dzień istotnie zwiększył zawartość kwasu C4:0 w surowcu serowarskim, odpowiednio o 11,5 i 20,0% ($P \leq 0,01$) w odniesieniu do grupy kontrolnej, a w grupie III o 7,6% w porównaniu do grupy II ($P \leq 0,05$). Nie stwierdzono statystycznie potwierdzonego wpływu działania ziół na pozostałe parametry jakości prozdrowotnej tłuszczu surowca serowarskiego i uzyskanego z niego sera podpuszczkowego. W tłuszczu sera grupy I produkowanego z mleka owiec pozyskanego w okresie od 69. do 137. dnia laktacji stwierdzono w trakcie trwania eksperymentu wzrost zawartości kwasów SFA, a spadek UFA. Wprowadzenie dodatku ziół do paszy treściwej dojonych owiec wpłynęło na poprawę profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu bundzu wytworzonego z mleka pozyskiwanego od 97. dnia laktacji. Czynniki doświadczalne wpłynęły także na obniżenie zawartości cholesterolu w surowcu serowarskim w grupie II o 26,8%, a w grupie III o 21,2% ($P \leq 0,01$), w stosunku do grupy I. Nie miał natomiast wpływu na zawartość tego lipidu w serze podpuszczkowym.

SŁOWA KLUCZOWE: mleko owcze, ziola, frakcja lipidowa, ser owczy

Żywność funkcjonalna, czyli zawierająca prozdrowotne składniki o udowodnionym korzystnym wpływie na jedną lub więcej funkcji organizmu ponad efekt odżywczy cieszy się dużym powodzeniem wśród konsumentów, którzy poszukują produktów nie tylko

smacznych i bezpiecznych dla zdrowia, ale także naturalnych, korzystnie oddziałujących na jego stan [18, 22, 26, 34, 39]. Według ankietowanych konsumentów, poprawa jakości żywności może nastąpić poprzez powrót do ekstensywnego sposobu chowu zwierząt, ich naturalnego żywienia oraz tradycyjnych metod wytwarzania żywności, bez sztucznego dodawania do niej składników odżywczych [2]. Wyniki ostatnich badań wskazują natomiast na akceptację działań podjętych w celu zmniejszenia zawartości składników negatywnie oddziałujących na zdrowie, np. cholesterolu i tłuszczu [38, 42]. Tłuszcz mleczny zbudowany jest z około 500 kwasów tłuszczowych [3], a wiele z nich charakteryzuje się działaniem prozdrowotnym. Kwas masłowy (C4:0) leczy stany zapalne i zaburzenia czynnościowe jelit oraz wykazuje działanie przeciwnowotworowe [20, 28], kwas oleinowy (C18:1) obniża poziom cholesterolu we krwi, grupa kwasów jednonienasyconych (MUFA) zapobiega powstawaniu miażdżycy, a kwas wakcenyowy (C18:1 *n-7*) spowalnia wzrost komórek nowotworowych w okrężnicy [1], wielonienasycone kwasy tłuszczowe PUFA *n-3* i PUFA *n-6* zapobiegają i leczą choroby układu sercowo-naczyniowego, są niezbędne dla prawidłowego rozwoju organizmu i funkcjonowania jego narządów, a zwłaszcza mózgu i siatkówki oka [31, 32]. Szczególnie ważny dla naszego zdrowia jest kwas CLA, który zapobiega otyłości, działa immunologicznie, antyoksydacyjnie, antymiażdżycowo oraz przeciwnowotworowo [4, 5, 7]. W odpowiedzi na oczekiwania współczesnych konsumentów podjęto wiele badań zmierzających do modyfikacji właściwości funkcjonalnych tłuszczu mlecznego. Poprawę profilu kwasów tłuszczowych uzyskano stosując w żywieniu zwierząt suplementy, między innymi siemię lniane [23], makuch z lnianki [11, 37], suszony wywar zbożowy (DDGS) [41] czy różne zioła [27, 36]. Wykazano również korzystny wpływ w tym zakresie żywienia pastwiskowego w porównaniu do konwencjonalnego [6, 10, 13].

Wyniki cytowanych badań wskazały na możliwość korzystnej dla zdrowia człowieka modyfikacji składu tłuszczu mlecznego poprzez odpowiednie żywienie zwierząt, w tym poprzez dodatek ziół do paszy krów mlecznych. W związku z powyższym autorzy sformułowali hipotezę, że wprowadzenie do diety dojonych owiec (żywionych konserwowanymi paszami objętościowymi pochodzącymi z monokulturowych upraw polowych) odpowiednio skomponowanej mieszanki ziołowej stwarza realną szansę na poprawę frakcji lipidowej ich mleka, a tym samym wyprodukowanego z niego sera. W tym celu zastosowano zróżnicowany poziom dodatku mieszanki ziołowej dla owiec, wynoszący 10 lub 20 g/szt./dzień.

Material i metody

Badania przeprowadzone zostały w Instytucie Zootechniki PIB Zakładzie Doświadczalnym w Kołudzie Wielkiej. Przedmiotem badań było surowe mleko pozyskane od owiec matek merynosa polskiego odmiany barwnej (w wieku od 2 do 8 lat) i wyprodukowany z niego ser podpuszczkowy typu bundz. Owce po odsadzeniu jagniąt (w wieku 8-9 tygodni) przeznaczono do doju towarowego, który trwał 3 miesiące (od lutego do kwietnia). Matki utrzymywane były alkierzowo i żywione konserwowanymi paszami objętościowymi (sianokiszonka z traw, kiszonka z wysłodków buraczanych, siano) oraz mieszanką pasz treściwych. Poziom żywienia ustalono według norm INRA-88 dla dojonych owiec, przyj-

mując zapotrzebowanie maciorki o masie ciała 70 kg, produkującej średnio 0,5 kg mleka. W przeprowadzonym doświadczeniu utworzono 3 grupy żywieniowe, przedzielając po 25 matek do każdej z grup na zasadzie analogów, pod względem: wieku, masy ciała, daty wykotu i liczebności miotu. Czynnikiem doświadczalnym była mieszanka ziołowa skomponowana z 9 ziół: pokrzywa zwyczajna *Urtica dioica*, koper włoski *Foeniculum capillaceum*, kminek zwyczajny *Carum carvi*, kolendra siewna *Coriandrum sativum*, kozieradka pospolita *Trigonella foenum-gracum*, mięta pieprzowa *Mentha piperita*, nagietek lekarski *Calendula officinalis*, rumianek pospolity *Matricaria chamomilla*, ostropest plamisty *Silybum marianum*. W założeniu miała ona oddziaływać na zwierzęta głównie w zakresie poprawy przemiany materii i trawienia, mlekopędnie, bakterioostatycznie i przeciwzapalnie oraz korzystnie modyfikować profil lipidowy surowca serowarskiego i sera. Wszystkie grupy żywione były ww. paszami objętościowymi oraz paszą treściwą: grupa I (kontrolna) bez udziału ziół, natomiast grupa II i III z dodatkiem ziół w ilości odpowiednio 10 i 20 g/szt./dzień.

W ramach eksperymentu wykonano 6 przerobów doświadczalnych mleka owczego na ser podpuszczkowy typu bundz (w odstępach dwutygodniowych, pierwszy przerób w drugim tygodniu żywienia doświadczalnego). Sery wytwarzano metodą kotłową z 10 kg mleka każdej grupy, w przyfermowej przetwórni mleka Zakładu Doświadczalnego IZ PIB w Kłodzku Wielkiej. Mleko pasteryzowano w temperaturze 75°C przez pół godziny, po czym studzono do temperatury 34°C i dodawano podpuszczkę cielecą (0,15 ml/l mleka). W surowym mleku zbiorczym i serze (6 przerobów x 3 grupy = 18 prób surowca serowarskiego i sera) oznaczono profil lipidowy i zawartość cholesterolu. Ekstrakcję tłuszczu przeprowadzono według standardowych procedur podanych przez Folch i wsp. [14], a analizy kwasów tłuszczowych w tłuszczu metodą chromatografii gazowej [29], z modyfikacjami stosowanymi w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie, na chromatografie gazowej Hewlett Packard model 6890 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym, przy użyciu kolumny Rtx-2330 o parametrach: 105 m x 0,25 mm x 20 µm. Zawartość cholesterolu badano również metodą chromatografii gazowej aparatem Hewlett Packard 5890 sII z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym, na kolumnie HP-1, o długości 25 m, średnicy 0,20 mm i grubości 0,11 µm.

Wyniki eksperymentu opracowano statystycznie przy użyciu pakietu STATISTICA 6 PL, stosując jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA, gdzie czynnikiem doświadczalnym był dodatek ziół występujący w trzech grupach. Weryfikację statystycznych różnic między grupami wykonano testem Duncana.

Wyniki i dyskusja

Nie stwierdzono statystycznie potwierdzonych różnic między grupami w łącznej zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) w tłuszczu mleka zbiorczego (tab. 1), poza zawartością kwasu C4:0, którego istotnie więcej zawierał tłuszcz mleka z grup doświadczalnych w porównaniu do kontrolnej (w grupie II i III więcej odpowiednio o 11,5 i 20,0%; $P \leq 0,01$); dodatkowo grupa III przewyższała pod tym względem grupę II (o 7,6%; $P \leq 0,05$). W obrębie SFA obserwowano dość charakterystyczne tendencje do wyższej dla grup doświadczalnych niż dla kontrolnej zawartości kwasów C6:0 i C8:0 (średnio odpo-

wiednio o 6,0 i 4,0%) oraz C17:0 i C18:0 (odpowiednio o 6,6 i 6,4%), a niższej C12:0 i C14:0 (odpowiednio o 8,6 i 5,3%). Nie stwierdzono także statystycznie istotnych różnic między grupami w zawartości kwasów UFA w tłuszczu mleka zbiorczego, w tym łącznej zawartości kwasów MUFA, jak i PUFA, PUFA *n-3* i *n-6*, CLA oraz w proporcji kwasów PUFA *n-6/n-3*. Obserwowano jednak nieco wyższą łączną zawartość MUFA w tłuszczu mleka matek z grup doświadczalnych (średnio o 3,3%), co wynikało głównie z wyższej dla tych grup zawartości kwasów C18:1 *c9* i C18:1 *c11* (odpowiednio o 5,6 i 7,0%). W tłuszczu surowca serowarskiego z grup doświadczalnych stwierdzono także korzystniejszą, z punktu widzenia jakości zdrowotnej, tendencję do wyższego stosunku kwasów UFA/SFA (średnio o 4,6%) oraz DFA/OFA (o 4,0%), co wynikało z większej zawartości kwasów DFA, a niższej zawartości OFA w grupach doświadczalnych niż w kontrolnej. Mleko zbiorcze pozyskane od matek z grupy II i III zawierało istotnie mniej cholesterolu, a różnice w stosunku do grupy I wynosiły odpowiednio 26,7 i 21,3% ($P \leq 0,01$) – tabela 1.

W badaniach Pakulskiego i Pakulskiej [35] tłuszcz mleka merynosa barwnego użytego do produkcji bundzu w okresie żywienia zimowego miał korzystniejszy ze zdrowotnego punktu widzenia skład kwasów tłuszczowych niż w badaniach własnych, w zakresie zawartości kwasów z grupy PUFA, w tym CLA oraz SFA i MUFA w drugim roku trwania eksperymentu. Natomiast w pierwszym roku doświadczenia tłuszcz mleczny zawierał podobną zawartość kwasów SFA, a mniejszą MUFA w odniesieniu do grup doświadczalnych w badaniach własnych. W dostępnej literaturze niewiele prac dotyczy badań składu tłuszczu mlecznego owiec w okresie żywienia zimowego. Większość prac z tego zakresu prowadzona była w warunkach wypasu pastwiskowego. Gerchev i wsp. [17], w tłuszczu mleka pozyskanego w 4. miesiącu dojenia (lipiec) od owiec lokalnej rasy teteven utrzymywanych na pastwiskach górskich, wykazali zbliżoną zawartość kwasów SFA (72,2%) i PUFA (4,1%) do stwierdzonej w badaniach własnych. Natomiast zawartość kwasów MUFA (24,2%) w ww. badaniach była nieznacznie wyższa. Mihaylova i wsp. [33], badając skład tłuszczu mleka owiec ras lokalnych wypasanych na górskich pastwiskach, wykazali nieznacznie niższą zawartość kwasów SFA (70,1%), wyższą PUFA (7,7%) i CLA (2,5%) oraz zbliżoną zawartość MUFA (22,2%) do stwierdzonej w mleku grupy kontrolnej w badaniach własnych, a niższą niż w grupach doświadczalnych.

W badaniach Gerchev i Mihaylovej [16] owce wypasane na górskich pastwiskach produkowały mleko charakteryzujące się podobnym składem tłuszczu do uzyskanych w grupach doświadczalnych w badaniach własnych w zakresie zawartości SFA i PUFA, a wyższą zawartością MUFA. Stwierdzone różnice w składzie tłuszczu mlecznego wynikały prawdopodobnie z czynnika rasowego i żywieniowego. Potwierdzeniem tego są badania Borysa i wsp. [9], w których wykazano wyraźnie korzystniejszy, ze zdrowotnego punktu widzenia, profil kwasów tłuszczowych w mleku pozyskanym od owiec w okresie żywienia letniego niż zimowego, a także liczne badania z tego zakresu prowadzone na bydle mlecznym [6, 15, 25, 30]. Ogólnie można jednak stwierdzić, że mleko owiec w badaniach własnych, mimo żywienia paszami zimowymi, charakteryzowało się nieznacznie gorszym profilem kwasów tłuszczowych niż przy żywieniu pastwiskowym w cytowanych wyżej badaniach (poza zawartością kwasu CLA).

Tłuszcz sera podpuszczkowego typu bundz nie odbiegał pod względem składu kwasów tłuszczowych od tłuszczu mleka, z którego został wyprodukowany (tab. 2). Podobnie

Tabela 1 – Table 1

Profil lipidowy surowca serowarskiego (g/100 g)
Lipid profile of raw milk for cheese making (g/100 g)

Wyszczególnienie Item	Grupa – Group			SEM
	I	II	III	
C4:0	2,00 ^c	2,23 ^{bb}	2,40 ^{aa}	0,047
C6:0	2,08	2,18	2,23	0,033
C8:0	2,47	2,57	2,57	0,038
C10:0	9,17	8,87	9,05	0,126
C12:0	6,33	5,75	5,82	0,174
C14:0	12,98	12,23	12,35	0,209
C14:1	0,65	0,63	0,60	0,014
C15:0 <i>izo</i> (iso-C15:0)	0,92	0,93	0,92	0,017
C15:0	1,38	1,42	1,33	0,029
C16:0	25,40	25,05	24,55	0,214
C16:1	1,45	1,42	1,28	0,065
C17:0 <i>izo</i> (iso-C17:0)	1,45	1,42	1,43	0,021
C17:0	0,68	0,73	0,72	0,018
C18:0	7,22	7,47	7,90	0,280
C18:1 <i>T</i>	1,45	1,50	1,43	0,053
C18:1 <i>c</i> 9	16,15	16,90	17,22	0,386
C18:1 <i>c</i> 11	0,50	0,55	0,52	0,010
C18:1 <i>c</i> inne (other)	0,92	0,90	0,88	0,027
C18:2	2,37	2,38	2,30	0,059
C18:3	0,60	0,63	0,58	0,030
SFA	72,72	71,72	71,76	0,404
UFA	26,27	27,25	27,02	0,405
w tym – including				
MUFA	22,22	23,14	23,06	0,318
PUFA	4,04	4,12	3,96	0,103
w tym – including				
PUFA <i>n-3</i>	0,85	0,88	0,82	0,040
PUFA <i>n-6</i>	2,58	2,60	2,52	0,065
CLA	0,51	0,52	0,54	0,012
UFA/SFA	0,362	0,380	0,377	0,008
PUFA/SFA	0,055	0,058	0,055	0,002
PUFA <i>n-6/n-3</i>	3,131	3,044	3,113	0,110
DFA	33,48	34,72	34,92	0,627
OFA	65,50	64,25	63,87	0,625
DFA/OFA	0,515	0,542	0,548	0,015
Cholesterol (mg/100 g mleka)	26,9 ^A	19,7 ^C	21,2 ^B	0,932
Cholesterol (mg/100 g of milk)				

SFA: Σ C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0 *izo* (iso-C15:0), C15:0, C16:0, C17:0 *izo* (iso-C17:0), C17:0, C18:0, C20:0, C22:0, C24:0

UFA = MUFA + PUFA

MUFA: Σ C10:1, C12:1, C14:1, C15:1, C16:1, C17:1, C18:1 *T*, C18:1 *c*9, C18:1 *c*11, C18:1 *c* inne (other), C20:1

PUFA: Σ C18:2, CLA, C18:3, C20:2, C20:4, C20:5, C22:5, C22:6

PUFA *n-3*: Σ C18:3, C20:5, C22:5, C22:6

PUFA *n-6*: Σ C18:2, C20:2, C20:4

DFA = UFA + C18:0

OFA = SFA – C18:0

A, B, C – $P \leq 0,01$; a, b – $P \leq 0,05$

A, B, C – $P \leq 0,01$; a, b – $P \leq 0,05$

jak w przypadku surowca serowarskiego, nie stwierdzono statystycznie potwierdzonych różnic w profilu frakcji lipidowej bundzu między grupami żywieniowymi. Tłuszcz sera uzyskanego z mleka matek z grup doświadczalnych odznaczał się nieco niższą zawartością nasyconych kwasów tłuszczowych SFA (średnio o 1,8%) w porównaniu do grupy kontrolnej, przy tendencji do wyższej (o 5,9%) zawartości kwasów z grupy UFA, w tym o 6,2% wyższej zawartości MUFA (o 7,5% więcej dominującego kwasu C18:1 *c9*) i o 4,4% PUFA (głównie kwasów C18:2 i C18:3; średnio odpowiednio o 8,1 i 5,8%). Wśród kwasów SFA wyraźniejsze różnice między grupami doświadczalnymi a kontrolną obserwowano dla kwasów C12:0 i C14:0 (średnio mniej w bundzu z mleka grup doświadczalnych; odpowiednio o 9,0 i 5,3%) oraz dla C18:0, którego większą zawartość stwierdzono w tłuszczu bundzu z grupy II i III niż I, odpowiednio o 5,4 i 11,3%. Wykazano charakterystyczne, choć statystycznie niepotwierdzone, różnice w zawartości ważnych z punktu widzenia jakości zdrowotnej kwasów PUFA *n-3* i *n-6* oraz CLA. Korzystniejsze wyniki w tym zakresie stwierdzono w tłuszczu bundzu grupy II, w porównaniu do grupy I (odpowiednio o 10,8; 4,0 i 10,0%). Natomiast bundz z mleka matek z grupy III zawierał tłuszcz z podobną ilością kwasów PUFA *n-3* jak z grupy I, a większą PUFA *n-6* i CLA, odpowiednio o 4,4 i 4,0%. Generalnie bundz z mleka owiec z grupy II uzyskał o 6,8% niższy stosunek kwasów PUFA *n-6/n-3* niż z grupy I, a z mleka grupy III wyższy, zarówno w stosunku do grupy I, jak i II, odpowiednio o 4,5 i 12,1%. W serach uzyskanych z mleka matek obu grup doświadczalnych stwierdzono podobne wartości stosunku UFA/SFA i PUFA/SFA, wyższe w porównaniu do grupy I, średnio odpowiednio o 7,6 i 6,5%. Wyższy w grupach II i III był również stosunek DFA/OFA (o 9,2%), co wynikało z wyższej w tych grupach zawartości w tłuszczu bundzu kwasów DFA, a niższej OFA, w porównaniu do grupy I.

Tłuszcz bundzu wyprodukowanego w badaniach własnych różnił się profilem kwasów tłuszczowych od tłuszczu bundzu wyprodukowanego w analogicznym okresie i z mleka owiec tej samej rasy w badaniach Pakulskiego i Pakulskiej [35]. Różnice między cytowanymi wynikami a wynikami uzyskanymi w grupie II i III badań własnych były mniej korzystne, ze zdrowotnego punktu widzenia, w zakresie zawartości SFA, UFA i DFA, a bardziej korzystne w zakresie zawartości MUFA i PUFA *n-3*. Bonczar i wsp. [8] w badaniach tłuszczu bundzu uzyskanego z mleka owiec górskich wypasanych na pastwiskach wykazali większą zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych C4:0-C14:0 (39,5%), a mniejszą C18:1 (13,8%), C18:2 (1,4%) i C18:3 (0,5%). Tłuszcz bundzu w ww. badaniach zawierał podobną ilość kwasu C16:0 (25,5%) jak w badaniach własnych w grupie kontrolnej, a więcej niż w grupach doświadczalnych. Zawierał on również więcej kwasu CLA (1,1%), w porównaniu do tłuszczu bundzu uzyskanego we wszystkich grupach w badaniach własnych.

Profil frakcji lipidowej bundzu ulegał niekorzystnym zmianom, pod względem jakości zdrowotnej, w trakcie prowadzonych badań (rys. 1 i 2). Krzywe dotyczące poszczególnych grup w zakresie zawartości SFA na początku badań praktycznie się pokrywały, przy wyraźnej tendencji wzrostowej. Od 97. dnia laktacji (3. przerobu mleka) ilość SFA nadal wzrastała, choć mniej dynamicznie, w tłuszczu grupy I, nieznacznie malała, a następnie utrzymywała się na stałym poziomie w tłuszczu grupy II, natomiast w tłuszczu grupy III spadała do 125. dnia laktacji (5. przerób), a następnie wzrastała. Ogólnie należy stwierdzić, że wzrost zawartości kwasów SFA w grupie I w trakcie prowadzonych ba-

Tabela 2 – Table 2

Profil lipidowy sera podpuszczkowego typu bundz (g/100 g)

Lipid profile of bundz rennet cheese (g/100 g)

Wyszczególnienie Item	Grupa – Group			SEM
	I	II	III	
C4:0	2,22	2,28	2,67	0,035
C6:0	2,23	2,25	2,28	0,027
C8:0	2,57	2,57	2,60	0,030
C10:0	9,37	8,95	9,00	0,146
C12:0	6,42	5,88	5,80	0,184
C14:0	13,07	12,38	12,37	0,215
C14:1	0,63	0,63	0,63	0,011
C15:0 <i>izo</i> (iso-C15:0)	0,92	0,95	0,92	0,016
C15:0	1,38	1,43	1,38	0,018
C16:0	25,32	25,00	24,68	0,203
C16:1	1,40	1,40	1,28	0,065
C17:0 <i>izo</i> (iso-C17:0)	1,43	1,45	1,40	0,021
C17:0	0,68	0,70	0,72	0,016
C18:0	7,07	7,45	7,87	0,292
C18:1 <i>T</i>	1,42	1,54	1,44	0,056
C18:1 <i>c</i> 9	15,90	16,90	17,28	0,403
C18:1 <i>c</i> 11	0,53	0,53	0,53	0,012
C18:1 <i>c</i> inne (other)	0,90	0,97	0,95	0,029
C18:2	2,23	2,40	2,42	0,062
C18:3	0,60	0,65	0,62	0,034
SFA	73,28	71,98	71,90	0,417
UFA	25,87	27,40	27,40	0,437
w tym – including				
MUFA	21,91	23,22	23,31	0,346
PUFA	3,96	4,18	4,09	0,108
w tym – including				
PUFA <i>n-3</i>	0,83	0,92	0,83	0,043
PUFA <i>n-6</i>	2,52	2,62	2,63	0,069
CLA	0,50	0,55	0,52	0,013
UFA/SFA	0,354	0,381	0,381	0,008
PUFA/SFA	0,054	0,058	0,057	0,002
PUFA/MUFA	0,180	0,180	0,175	0,003
PUFA <i>n-6/n-3</i>	3,11	2,90	3,25	0,118
DFA	32,94	34,85	35,26	0,670
OFA	66,22	64,53	64,03	0,652
DFA/OFA	0,501	0,542	0,552	0,016
Cholesterol (mg/100 g bundzu)				
Cholesterol (mg/100 g of cheese)	32,73	32,98	33,40	0,856

SFA: Σ C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0 *izo* (iso-C15:0), C15:0, C16:0, C17:0 *izo* (iso-C17:0), C17:0, C18:0, C20:0, C22:0, C24:0

UFA = MUFA + PUFA

MUFA: Σ C10:1, C12:1, C14:1, C15:1, C16:1, C17:1, C18:1 *T*, C18:1 *c*9, C18:1 *c*11, C18:1 *c* inne (other), C20:1

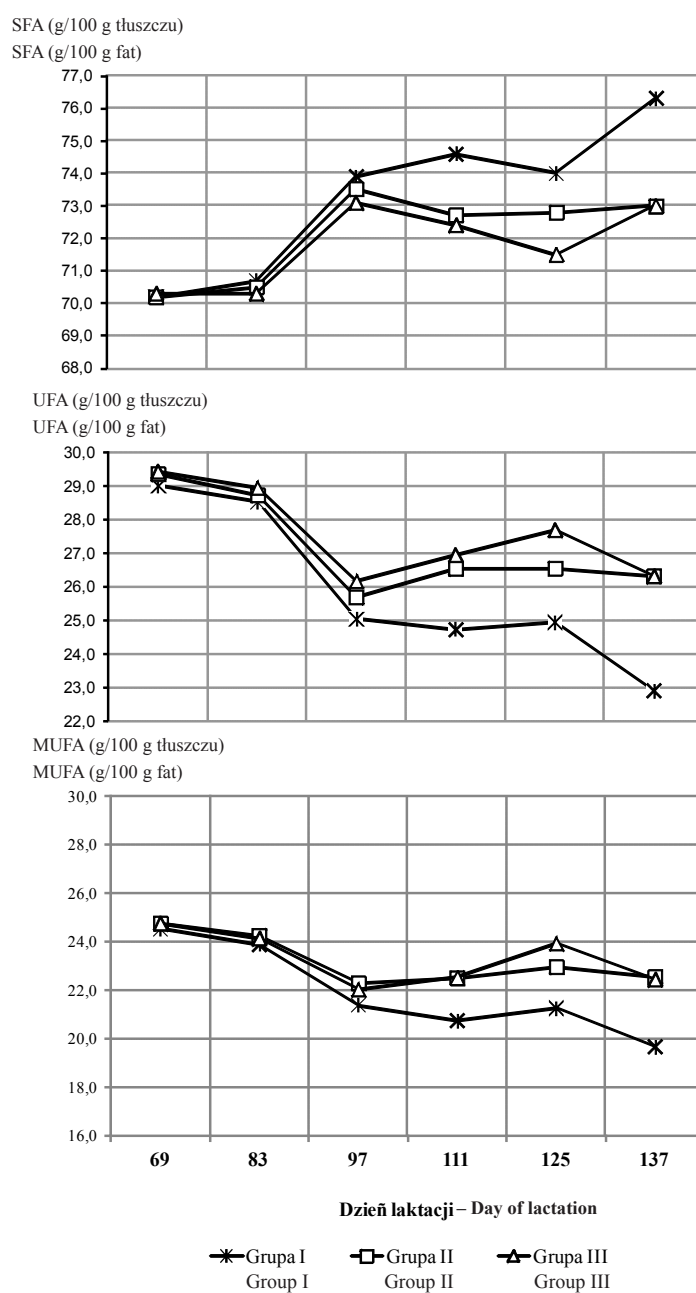
PUFA: Σ C18:2, CLA, C18:3, C20:2, C20:4, C20:5, C22:5, C22:6

PUFA *n-3*: Σ C18:3, C20:5, C22:5, C22:6

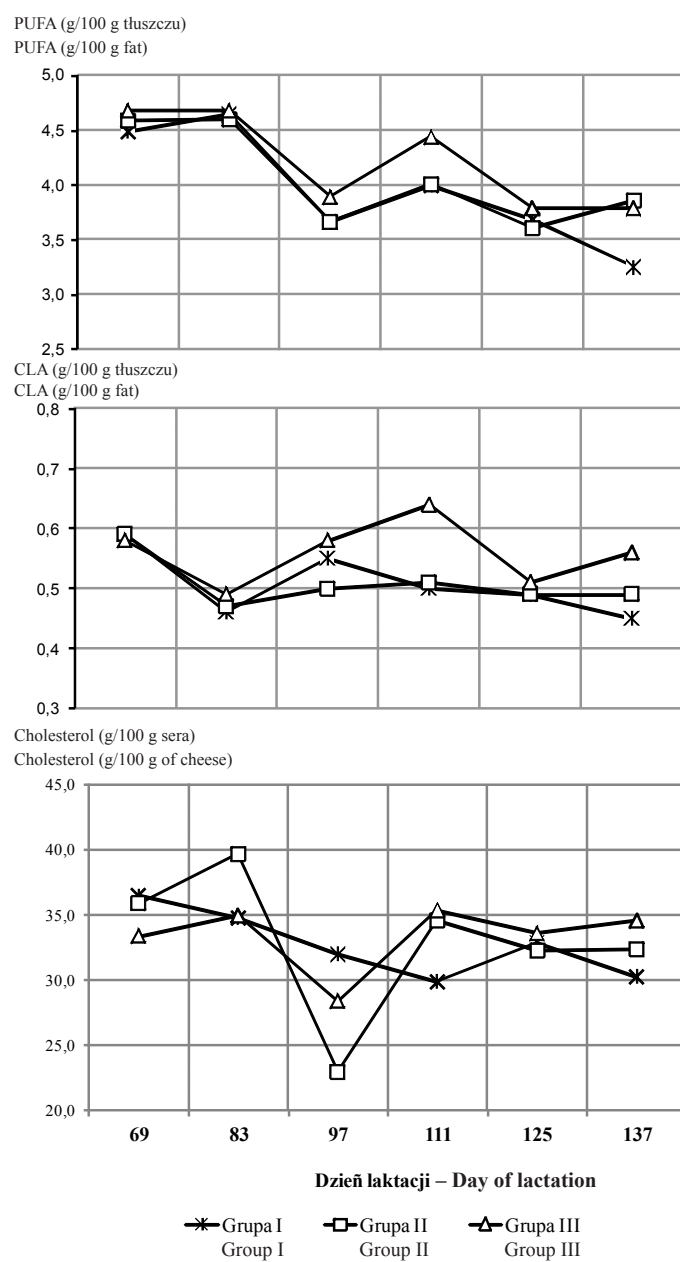
PUFA *n-6*: Σ C18:2, C20:2, C20:4

DFA = UFA + C18:0

OFA = SFA – C18:0



Rys. 1. Zmiany zawartości kwasów SFA, UFA i MUFA w tłuszczu sera podpuszczkowego produkowanego z mleka pozyskanego od owiec w okresie od 69. do 137. dnia laktacji
 Fig. 1. Changes in the content of SFA, UFA and MUFA in the rennet cheese fat produced from sheep milk obtained in the period from 69 to 137 days of lactation



Rys. 2. Zmiany zawartości kwasów PUFA i CLA oraz cholesterolu we frakcji lipidowej sera produkowanego z mleka pozyskanego od owiec w okresie od 69. do 137. dnia laktacji
 Fig. 2. Changes in the content of PUFA, CLA and cholesterol in the lipid fraction of cheese produced from sheep milk obtained in the period from 69 to 137 days of lactation

dań wyniósł 8,5%, a w grupach doświadczalnych zaledwie 4,3%. Natomiast wykreślone krzywe dotyczące zawartości UFA w tłuszczu bundzu przebiegały w odwrotnym kierunku niż SFA. Do 97. dnia laktacji (3. przerobu doświadczalnego) zawartość kwasów UFA wyraźnie malała we wszystkich grupach, po czym nastąpiło zahamowanie tego procesu w grupach doświadczalnych, a nawet wzrost zawartości, szczególnie wyraźny w grupie III. Natomiast w tłuszczu bundzu grupy I wystąpił dalszy spadek zawartości UFA. Należy zaznaczyć, że w końcowym etapie badań, w porównaniu z etapem początkowym, zawartość kwasów UFA zmniejszyła się w grupach doświadczalnych o 10,2%, a w grupie kontrolnej aż o 20,7%. Analogicznie do zmian zawartości kwasów UFA przebiegały zmiany zawartości kwasów z grupy MUFA. W czasie trwania eksperymentu nastąpiło pogorszenie właściwości prozdrowotnych tłuszczu bundzu w przypadku grup doświadczalnych o 8,2%, a grupy kontrolnej aż o 22,9%. Krzywe wykreślone dla zawartości kwasów z grupy PUFA wykazują również tendencję spadkową w okresie prowadzonych badań. Krzywe grupy I i II praktycznie się pokrywają, z wyjątkiem tłuszczu sera wyprodukowanego z mleka udojonego w 137. dniu laktacji, w którym stwierdzono wzrost zawartości tych kwasów w grupie II, a dalszy spadek w grupie I. Przebieg krzywej wykreślonej dla grupy III wskazuje na wyższą zawartość kwasów z grupy PUFA w tłuszczu uzyskanego sera w całym okresie prowadzenia badań. Podobny charakter miały zmiany w zakresie zawartości kwasu CLA w bundzu uzyskanym w kolejnych etapach badań, choć – podobnie jak w przypadku kwasów PUFA – były mniej charakterystyczne niż dla zawartości SFA i MUFA.

Zmiany w profilu kwasów tłuszczowych frakcji lipidowej bundzu wynikały prawdopodobnie ze zmian, jakie zachodziły w tłuszczu mleka owiec w trakcie prowadzonych badań, co autorzy wykazali we wcześniejszej publikacji [21]. W dotychczas prowadzonych badaniach nie wykazano wpływu procesów technologicznych na skład tłuszczu w uzyskanych serach owczych i kozich [12, 35], co wskazuje na możliwość modyfikacji jakości produktu końcowego już na etapie produkcji surowca serowarskiego.

Ser wyprodukowany z mleka owiec żywionych paszami zimowymi nie różnił się zasadniczo pod względem zawartości cholesterolu pomiędzy poszczególnymi grupami (tab. 2). Zmiany jego zawartości w bundzu, w trakcie prowadzenia badań, były ogólnie mało charakterystyczne zarówno jeśli chodzi o trendy zmian w serze uzyskanym z mleka matek z porównywanych grup żywieniowych, jak i w przebiegu krzywych w poszczególnych etapach badań (rys. 2). W bundzu wyprodukowanym z mleka pozyskanego od owiec w 97. dniu laktacji (3. przerób) stwierdzono spadek zawartości cholesterolu, znacznie wyraźniejszy w grupach doświadczalnych niż w kontrolnej. Należy podkreślić, że zawartość cholesterolu była znacznie większa w bundzu niż w surowcu serowarskim, z którego został on wyprodukowany. Wiąże się to z większą zawartością tłuszczu w serze niż w mleku. Wykazano dodatnią korelację (r) między zawartością tłuszczu i cholesterolu w mleku, wynoszącą 0,98 według Kovacs i wsp. [24] oraz 0,63 według Talpura i wsp. [40]. Stwierdzone w badaniach własnych wahania w zawartości cholesterolu w serze mogły być wynikiem produkcji w warunkach doświadczalnych, przy braku pełnej standaryzacji procesu pasteryzacji (metoda kotłowa). Grega i wsp. [19], badając mleko nie różniące się zawartością tłuszczu, wykazali większą zawartość cholesterolu w mleku pasteryzowanym i sterylizowanym niż w surowym.

Reasumując można stwierdzić, że dodatek ziół w ilości 10 lub 20 g/szt./dzień do paszy dojonych owiec istotnie zwiększył zawartość kwasu C4:0 w surowcu serowarskim, odpowiednio o 11,5 i 20,0% ($P \leq 0,01$) w odniesieniu do grupy kontrolnej, a dodatek w ilości 20 g/szt./dzień w porównaniu do 10 g/szt./dzień o 7,6% ($P \leq 0,05$). Nie stwierdzono statystycznie potwierzonego wpływu działania ziół na pozostałe parametry jakości prozdrowotnej tłuszczu surowca serowarskiego i uzyskanego z niego sera podpuszczkowego. Mogło to wynikać ze zbyt małej liczby obserwacji, a także niekorzystnych pod względem jakości prozdrowotnej zmian w profilu frakcji lipidowej bundzu (zwiększania się zawartości SFA, a zmniejszania MUFA i PUFA), jakie zachodziły w czasie prowadzenia eksperymentu. Należy zaznaczyć, że od 97. dnia laktacji w grupach doświadczalnych zaznaczyła się tendencja do poprawy właściwości prozdrowotnych tłuszczu bundzu. Dodatek ziół do diety owiec w ilości 10 lub 20 g/szt./dzień wpłynął na obniżenie zawartości cholesterolu w surowcu serowarskim, odpowiednio o 26,8 i 21,2% ($P \leq 0,01$) w stosunku do grupy kontrolnej, nie miał natomiast wpływu na zawartość tego lipidu w serze podpuszczkowym.

PIŚMIENNICTWO

1. AWARD A.B., HERRMANN C.S., FINK C.S., HORWATH P.J., 1999 – 18:1 n7 fatty acids inhibit growth and decrease inositol phosphatase release in HT-29 cell compared to n9 fatty acids. *Center Letters* 91, 55-61.
2. BAGNICKA E., DANKÓW R., PAKULSKI T., HORBAŃCZUK J., 2013 – Regionalne i tradycyjne produkty z surowców pochodzenia zwierzęcego. Materiały konferencyjne „Bioróżnorodność zwierząt gospodarskich praktyczne wykorzystanie – teraźniejszość i przyszłość”, 15-17.10.2013, Balice.
3. BARŁOWSKA J., LITWIŃCZUK Z., 2009 – Właściwości odżywcze i prozdrowotne tłuszczu. *Medycyna Weterynaryjna* 65 (3), 171-174.
4. BHATTACHARYA A., BANU J., RAHMAN M., CAUSEY J., FERNANDES G., 2006 – Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. *Journal of Nutritional Biochemistry* 17, 789-810.
5. BIAŁEK A., TOKARZ A., KAZIMIERSKA W., BIELECKI W., 2010 – Wpływ suplementacji diety CLA na profil kwasów tłuszczowych w surowicy krwi szczurów w warunkach procesu nowotworowego. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* XLIII (3), 314-322.
6. BILIK K., ŁOPUSZAŃSKA-RUSEK M., 2010 – Effect of organic and conventional feeding of Red-and-White cows on productivity and milk composition. *Annals of Animal Science* 10 (4), 441-458.
7. BLANKSON H., STAKKESTAD J., FAGERTUM H., THOM E., WADSTEIN J., GUDMUNDSEN O., 2000 – Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans. *Journal of Nutrition* 130 (12), 2943-2948.
8. BONCZAR G., REGUŁA-SARDAT A., PUSTKOWIAK H., ŻEBROWSKA A., 2009 – Wpływ substytucji mleka owczego mlekiem krowim na właściwości bundzu. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5, 66, 96-106.
9. BORYS B., MROCZKOWSKI S., JARZYNOWSKA A., 2000 – Charakterystyka składu mleka owiec z okresu żywienia letniego i zimowego. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu, Konferencje XXX*, 399, 83-90.

10. BUTLER G., LEIFERT C., 2009 – Effect of organic production methods on product quality and animal health and welfare; why are there differences? Materiały konferencyjne “Improvement of quality of animal products obtained in sustainable production systems with special reference to bioactive components and their benefit for human health”, 14-15 May 2009, Jastrzębiec, 88-93.
11. CAIS-SOKOLIŃSKA D., PIKUL J., WÓJTOWSKI J., DANKÓW R., TEICHERT J., CZYŻAK-RUNOWSKA G., BAGNICKA E., 2015 – Evaluation of quality of kefir from milk obtained from goats supplemented with a diet rich in bioactive compounds. *Journal Science Food Agriculture*, DOI: 10.1002/jsfa.6828.
12. ČERMÁK B., KRÁL V., FRELICH J., BOHÁČOVÁ L., VONDRÁŠKOVÁ B., ŠPIČKA J., SAMKOVÁ E., PODSEDNÍČEK M., WĘGLARZ A., MAKULSKA J., ZAPLETAL P., 2013 – Quality of goat pasture in less-favoured areas (LFA) of the Czech Republic and its effect on fatty acid content of goat milk and cheese. *Animal Science Papers and Reports* 31 (4), 331-346.
13. ELLIS K.A., INNOCENT G.T., GROVE-WHITE D., CRIPPS P., MCLEAN W.G., HOWARD C.V., MIHM M., 2006 – Comparing the fatty acid composition of organic and conventional milk. *Journal of Dairy Science* 89, 1938-1950.
14. FOLCH J., LEES W., STANLEY G.H.S., 1957 – A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Chemical Biology* 226, 247-262.
15. FRELICH J., ŚLACHTA M., HANUŠ O., ŠPIČKA J., SAMKOVÁ E., WĘGLARZ A., ZAPLETAL P., 2012 – Seasonal variation in fatty acid composition of cow milk in relation to the feeding system. *Animal Science Papers and Reports* 30 (3), 219-229.
16. GERCHEV G., MIHAYLOVA G., 2012 – Milk yield and chemical composition of sheep milk in Srednostaroplaninska and Tetevenska breeds. *Biotechnology in Animal Husbandry* 28 (2), 241-251.
17. GERCHEV G., MILEVA A., NAYDENOVA N., YANKOV I., MIHAYLOVA G., 2011 – Fatty acid composition of milk from Teteven nativ sheep in mountain region. *Biotechnology in Animal Husbandry* 27 (4), 1837-1843.
18. GÓRECKA D., CZARNOCIŃSKA J., IDZIKOWSKI M., KOWALEC J., 2009 – Postawy osób dorosłych wobec żywności funkcjonalnej w zależności od wieku i płci. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4 (65), 320-326.
19. GREGA T., SADY M., PUSTKOWIAK H., 2000 – Poziom cholesterolu i kwasów tłuszczowych w różnych rodzajach mleka spożywczego. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, Technologia Żywności* 12, 367, 85-90.
20. HIJOVA E., CHMELAROVA A., 2007 – Short chain fatty acids and colonic health. *Bratislavské Lekárske Listy* 108 (8), 354-358.
21. JARZYNOWSKA A., PETER E., 2017 – Wpływ dodatku ziół do letniej diety na profil kwasów tłuszczowych frakcji lipidowej mleka owiec. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 13 (4), 31-42.
22. JEŻEWSKA-ZYCHOWICZ M., 2014 – Konsumencka percepcja korzyści z konsumpcji żywności wysokiej jakości. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2, 93, 214-224.
23. JÓŻWIK A., STRZAŁKOWSKA N., BAGNICKA E., ŁAGODZIŃSKI Z., PYZEL B., CHYLIŃSKI W., CZAJKOWSKA A., GRZYBEK W., SŁONIEWSKA D., KRZYŻEWSKI J., HORBAŃCZUK J.O., 2010 – The effect of feeding linseed cake on milk yield and milk fatty acid profile in goats. *Animal Science Papers and Reports* 28 (3), 245-251.

24. KOVACS A., DULICSEK R., VARGA L., SZIGETI J., HERPAI Z., 2004 – Relationship between cholesterol and fat contents of commercial dairy products. *Acta Alimentaria* 33, 387-395.
25. KOWAL M., 2013 – Wpływ sezonu produkcji na przydatność technologiczną, profil kwasów tłuszczowych i zawartość cholesterolu w mleku pozyskiwanym od krów utrzymywanych w oborach wolnostanowiskowych i żywionych systemem TMR. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 9 (3), 47-57.
26. KOZIROK W., BAUMGART A., BABICZ-ZIELIŃSKA E., 2012 – Postawy i zachowania konsumentów wobec żywności prozdrowotnej. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* XLV, 3, 1030-1034.
27. KRASZEWSKI J., GREGA T., WAWRZYŃSKI M., 2004 – Effect of feeding herb mixture on cow performance modification of milk chemical composition, technological value of milk for processing and nutritive value for humans. *Annals of Animal Science* 4 (1), 91-100.
28. KUCZYŃSKA B., WASILEWSKA A., BICZYSKO M., BANASIEWICZ T., DREWS M., 2011 – Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe – mechanizmy działania, potencjalne zastosowania kliniczne oraz zalecenia dietetyczne. *Nowiny Lekarskie* 80 (4), 299-304.
29. KUNACHOWICZ H., NADOLNA I., IWANOW K., PRZYGODA B., 2005 – Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
30. LARSEN M.K., ANDERSEN K.K., KAUFMANN N., WIKING L., 2014 – Seasonal variation in the composition and melting behavior of milk fat. *Journal of Dairy Science* 97, 4703-4712.
31. MATERAC E., BODEK K.H., MARCZYŃSKI Z., 2013 – Zastosowanie kwasów tłuszczowych omega-3 w profilaktyce i terapii chorób. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* XLVI, 3, 279-289.
32. MATERAC E., MARCZYŃSKI Z., BODEK K.H., 2013 – Rola kwasów tłuszczowych omega-3 i omega-6 w organizmie człowieka. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* XLVI, 2, 225-233.
33. MIHAYLOVA G., JAHREIS G., ODKAKOVA T., KAFEDJIEV V., 2005 – Fatty acid profile of milk from sheep raised on mountain pastures. *Biotechnology in Animal Husbandry* 21 (5-6), 93-96.
34. NOWAK M., OZIEMBŁOWSKI M., TRZISZKA T., BEŃ H., 2013 – Ocena ważności cech sera twardego i miejsca jego zakupu w opiniach konsumentów z Holandii, Niemiec i Polski. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5, 90, 195-210.
35. PAKULSKI T., PAKULSKA E., 2009 – Skład frakcji tłuszczowej w serach z mleka merynosów barwnych w zależności od technologii ich produkcji. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 5 (2), 167-176.
36. PASCHMA J., 2007 – Wpływ dodatku ziół do paszy loch prośnych i karmiących na poziom wyższych kwasów tłuszczowych w siarze i w mleku loch oraz na wyniki odchowu prosiąt. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 34 (2), 199-207.
37. PIKUL J., WÓJTOWSKI J., DANKÓW R., TEICHERT J., CZYŻAK-RUNOWSKA G., CAIS-SOKOLIŃSKA D., CIEŚLAK A., SZUMACHER-STRABEL M., BAGNICKA E., 2014 – The effect of false flax (*Camelina sativa*) cake diet supplementation in dairy goats on fatty acid profile of kefir. *Small Ruminant Research* 122, 44-49.

38. RADZYMIŃSKA M., JAKUBOWSKA D., SMOCZYŃSKI S., 2010 – Postrzeżenie obcych związków w żywności jako czynnika stanowiącego zagrożenie dla zdrowia. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2, 69, 132-139.
39. SAJDAKOWSKA M., SZYMBORSKAM., 2013 – Jakość żywności i kierunki jej podwyższania w opinii konsumentów na przykładzie jogurtów. *Handel Wewnętrzny* 4, 345, 116-128.
40. TALPUR F.N., BHANGER M.I., MEMON N.N., 2008 – Fatty acid composition with emphasis on conjugated linoleic acid (CLA) and cholesterol content of Pakistan dairy products. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 58 (3), 313-320.
41. WÓJTOWSKI J., PIKUL J., CIEŚLAK A., SZUMACHER-STRABEL M., DANKÓW M., CAIS-SOKOLIŃSKA M., CZYŻAK-RUNOWSKA G., TEICHERT J., 2014 – Produkcja mleka owczego i koziego o podwyższonej zawartości składników bioaktywnych. Materiały konferencyjne „Innowacyjne linie produktów spożywczych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego o właściwościach prozdrowotnych – oferta dla przemysłu”. Polagra Food, Poznań 29-30.09.2014 r., 20-28.
42. ŻAKOWSKA-BIEMANS S., GUTKOWSKA K., SAJDAKOWSKA M., 2013 – Segmentacja konsumentów z uwzględnieniem skłonności do zaakceptowania innowacji w produktach żywnościowych pochodzenia zwierzęcego. *Handel Wewnętrzny* 4, 345, 141-154.

Anna Jarzynowska

The effect of herbs added to the winter diet sheep on the lipid fraction profile of raw milk for cheese making and rennet cheese produced from it

Summary

A study was conducted on samples of raw sheep milk and rennet cheese produced from it. The milk was obtained from ewes of the coloured variety of Polish Merino, from February to April. The sheep were housed indoors and fed preserved roughage and a mixture of concentrate feeds. Three feeding groups were established: group I – control, fed without the addition of herbs to the concentrate feed, and groups II and III, in which a herb mixture was added to the concentrate feed in the amount of 10 and 20 g/sheep/day, respectively. Six experimental batches of bundz rennet cheese were made from the milk, and the effect of the addition of herbs to the diet on the lipid profile of the milk and cheese was analysed. The results indicated that the addition of herbs to the winter diet of sheep in the amount of 10 and 20 g/sheep/day significantly increased the content of the acid C4:0 in the raw milk used for cheese making, by 11.5% and 20.0%, respectively ($P \leq 0.01$), relative to the control group. C4:0 content in the raw milk was also increased in group III by 7.6% compared to group II ($P \leq 0.05$). The herbs had no statistically confirmed effect on other parameters of the health-promoting quality of the milk fat and the rennet cheese. In the cheese fat from group I produced from sheep milk obtained in the period from 69 to 137 days of lactation, there was an increase in the content of SFA and a decrease in UFA during the course of the experiment. The addition of herbs to the concentrate feed of the sheep improved the fatty acid profile of the fat of bundz cheese made from milk obtained from the 97th day of lactation. The experimental factor also reduced the cholesterol content in the raw milk in group II by 26.8% and in group III by 21.2% ($P \leq 0.01$) compared to group I. It did not affect the content of this lipid in rennet cheese.

KEY WORDS: sheep milk, herbs, lipid profile, sheep cheese