

Wpływ dodatku ziół do zimowej diety na profil kwasów tłuszczowych frakcji lipidowej mleka owiec

Anna Jarzynowska^{1#}, Ewa Peter²

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

²Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Wydział Hodowli i Biologii Zwierząt, Zakład Hodowli Owiec, Kóz i Zwierząt Futerkowych, ul. Mazowiecka 28, 85-084 Bydgoszcz

Badania wykonano na próbach mleka zbiorczego, pobieranych w dwutygodniowych odstępach w okresie zimowym (luty-kwiecień) oraz indywidualnie od matek na zakończenie eksperymentu. Mleko pozyskiwane było od owiec merynosa polskiego odmiany barwnej, utrzymywanych alkierzowo i żywionych konserwowanymi paszami objętościowymi oraz mieszanką pasz treściwych. W ramach eksperymentu utworzono 3 grupy żywieniowe: grupa I – kontrolna (bez dodatku ziół do paszy treściwej), grupa II i III, w których zastosowano dodatek mieszanki ziolowej do paszy treściwej w ilości odpowiednio 10 i 20 g/szt./dzień. W ramach badań analizowano wpływ dodatku ziół do diety owiec na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że w okresie od 69. do 137. dnia laktacji w tłuszczu mlecznym owiec żywionych bez dodatku ziół wzrastała zawartość kwasów SFA, a malała UFA. Wprowadzenie dodatku ziół do paszy treściwej dojonych owiec, w ilości 10 lub 20 g/szt./dzień, wpłynęło na poprawę profilu kwasów tłuszczowych od 97. dnia laktacji. W efekcie na zakończenie eksperymentu tłuszcz mleczny owiec w grupie II i III, w porównaniu do I, zawierał więcej kwasów z grupy MUFA (odpowiednio o 6,7%; $P \leq 0,05$ i 10,6%; $P \leq 0,01$) i PUFA (odpowiednio o 11,1 i 12,5%; $P \leq 0,01$) oraz DFA (odpowiednio o 6,3; $P \leq 0,05$ i 11,8%; $P \leq 0,01$). Dodatek ziół w ilości 10 lub 20 g/szt./dzień (grupa II i III) zwiększył w tłuszczu mlecznym zawartość kwasów PUFA *n*-3 (odpowiednio o 17,5%; $P \leq 0,01$ i 7,9%; $P \leq 0,05$), PUFA *n*-6 (odpowiednio o 9,7 i 11,4%; $P \leq 0,01$) oraz CLA (odpowiednio o 11,9 i 28,6%; $P \leq 0,01$), a zmniejszył zawartość kwasów tłuszczowych z grupy SFA (odpowiednio o 1,75 i 2,8%; $P \leq 0,01$) oraz OFA (odpowiednio o 2,9; $P \leq 0,05$ i 5,2%; $P \leq 0,01$). W obu grupach doświadczalnych korzystnym zmianom uległy również wskaźniki jakości zdrowotnej mleka, wyliczane na podstawie proporcji kwasów tłuszczowych UFA/SFA, DFA/OFA i PUFA/SFA.

SŁOWA KLUCZOWE: owce / ziola / profil kwasów tłuszczowych / sianokiszonka

Tłuszcz mleczny jest najbardziej złożonym z tłuszczów naturalnych, gdyż zawiera około 500 kwasów tłuszczowych. Jednocześnie jest najłatwiej strawnym tłuszczem pochodze-

nia zwierzęcego [2]. Unikalną częścią tłuszczu mlekowego są krótko- i średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe (SCFA i MCFA). Proces ich hydrolizy jest szybszy niż długołańcuchowych i przebiega bez udziału lipazy trzustkowej, dzięki czemu kwasy te są bezpośrednim źródłem energii i nie powodują otyłości. Poza niewątpliwą wartością odżywczą, tłuszcz mleczny charakteryzuje się właściwościami prozdrowotnymi. Stwierdzono, że kwas masłowy (C4:0) wykazuje korzystne działanie w leczeniu stanów zapalnych i zaburzeń czynnościowych jelit oraz działa przeciwnowotworowo [16, 19], kwas oleinowy (C18:1) obniża poziom cholesterolu we krwi, kwas wakcenyowy (C18:1 *n*-7) spowalnia wzrost komórek nowotworowych w okrężnicy [1]. Natomiast wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA, w tym PUFA *n*-3 i *n*-6) stanowią skuteczną i bezpieczną terapię w zapobieganiu i leczeniu chorób układu sercowo-naczyniowego, są niezbędne dla prawidłowego rozwoju organizmu i funkcjonowania jego narządów, a zwłaszcza mózgu i siatkówki oka [22, 23]. Bardzo cennym składnikiem tłuszczu mleka przeżuwaczy są sprzężone dieny kwasu linolowego (CLA). W dostępnej literaturze stwierdzono pozytywny wpływ tego kwasu w zakresie zapobiegania otyłości – izomer *trans*-10, *cis*-12 [7]. Natomiast CLA o konfiguracji *cis*-9, *trans*-11 charakteryzuje się działaniem immunologicznym, antyoksydacyjnym, antymiażdżycowym oraz antynowotworowym [4, 5].

Dotychczasowe badania dowiodły możliwość korzystnej, ze zdrowotnego punktu widzenia, modyfikacji profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu mlecznego poprzez stosowanie dodatku roślin oleistych [8, 27]. Wykazano także, że mleko pozyskiwane od zwierząt wypasanych na pastwisku charakteryzuje się korzystniejszymi właściwościami prozdrowotnymi tłuszczu mlecznego, niż od żywionych konwencjonalnie [6, 10, 12]. Čermák i wsp. [11], wypasając kozy na pastwisku stwierdzili pozytywne zmiany w składzie tłuszczu mleka w miesiącach, w których w runi pastwiskowej był wyższy udział koniczyny i ziół. W przeprowadzonych badaniach wykazano także sezonowe zmiany składu tłuszczu mlecznego. Kowal [17] dowiodła, że krowy utrzymywane w wolnostanowiskowych oborach i żywione przez cały rok systemem TMR, produkowały w okresie wiosenno-letnim mleko bogatsze w kwasy UFA, w tym PUFA, niż w okresie jesienno-zimowym. Potwierdzają to inne wyniki badań [3, 14]. Natomiast Gerchev i wsp. [15] stwierdzili istotne różnice w składzie tłuszczu mleka owiec wypasanych na górskich pastwiskach w okresie od kwietnia do lipca. Tłuszcz mleka pozyskanego w lipcu charakteryzował się mniejszą zawartością kwasów C4:0, C10:1 i C18:1 w stosunku do kwietnia, a w czerwcu większą zawartością kwasów C6:0 i C14:1 w stosunku do kwietnia. Mel'uchova i wsp. [24] wykazali, że sezonowe zmiany profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu mlecznego owiec są wynikiem zmian składu tłuszczu runi pastwiskowej. Dowiedziono także poprawę właściwości funkcjonalnych krowiego tłuszczu mlecznego poprzez stosowanie ziół, jako naturalnych dodatków do pasz [18] lub świeżych wysianych na pastwisku [26].

Resumując, w badaniach przeprowadzonych głównie na bydło mlecznym, wykazano możliwość korzystnej ze zdrowotnego punktu widzenia modyfikacji składu tłuszczu mlecznego poprzez stosowanie wypasu pastwiskowego lub dodatek ziół do paszy. W związku z powyższym autorzy sformułowali hipotezę, że wprowadzenie do diety dojonych owiec odpowiednio skomponowanej mieszanki ziołowej stwarza realną szansę na poprawę profilu kwasów tłuszczowych mleka. W tym celu zastosowano zróżnicowany poziom dodatku

mieszanki ziołowej dla matek utrzymywanych alkierzowo, żywionych konserwowanymi paszami objętościowymi pochodzącymi z monokulturowych upraw polowych.

Material i metody

Badania przeprowadzono w Instytucie Zootechniki PIB, Zakład Doświadczalny w Kłudzie Wielkiej. Materiał doświadczalny stanowiło 75 owiec matek rasy merynos polski odmiany barwnej (w wieku od 2 do 8 lat), dojonych towarowo po odsadzeniu jagniąt w wieku 8-9 tygodni, w okresie zimowym (luty-kwiecień). Matki utrzymywane były alkierzowo i żywione konserwowanymi paszami objętościowymi (sianokiszka z traw, kiszka z wysłodków buraczanych, siano) i mieszanką pasz treściwych. Poziom żywienia ustalono według norm INRA-88 dla dojonych owiec, przyjmując zapotrzebowanie mairki o masie ciała 70 kg produkującej średnio 0,5 kg mleka dziennie.

W przeprowadzonym doświadczeniu utworzono 3 grupy żywieniowe, do których przydzielono owce na zasadzie analogów pod względem: daty wykotu, masy ciała matek, średniego dobowego przyrostu masy ciała jagniąt i liczby odchowanych jagniąt. Grupa I (kontrolna) żywiona była paszami objętościowymi i mieszanką treściwą bez udziału ziół, natomiast grupy doświadczalne żywione były tak jak grupa I, lecz w mieszance pasz treściwych zamiast otrąb pszennych zastosowano dodatek ziół – w grupie II w ilości 10 g/szt./dzień, a w grupie III w ilości 20 g/szt./dzień.

Mieszanka ziołowa stosowana w ramach eksperymentu skomponowana została przez wykonawców badań z 9 ziół (pokrzywa zwyczajna *Urtica dioica*, koper włoski *Foeniculum capillaceum*, kminek zwyczajny *Carum carvi*, kolendra siewna *Coriandrum sativum*, kozieradka pospolita *Trigonella foenumgracum*, mięta pieprzowa *Mentha piperita*, nagietek lekarski *Calendula officinalis*, rumianek pospolity *Matricaria chamomilla*, ostropest plamisty *Silybum marianum*). W założeniu miała ona korzystnie oddziaływać na zwierzęta głównie w zakresie: poprawy trawienia i przemiany materii, mlekoopędnie, bakteriostatycznie i przeciwzapalnie.

W ramach badań określono profil kwasów tłuszczowych mleka w próbach z porannego mleka zbiorczego, pobieranych w każdej grupie w dwutygodniowych odstępach oraz w próbach mleka pobranych od 20 matek z każdej grupy z ostatniego porannego doju kontrolnego (przy zakończeniu doświadczenia). Oznaczenia kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka wykonano w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego (IBPRS) w Warszawie. Ekstrakcję tłuszczu mlecznego przeprowadzono według standardowych procedur podanych przez Folch i wsp. [13]. Oznaczenia kwasów tłuszczowych wykonano metodą chromatografii gazowej [20], z modyfikacjami stosowanymi w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie. Analizy wykonano na chromatografie gazowej Hawlett Packard model 6890 z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym, przy użyciu kolumny Rtx-2330 o parametrach: 105 m x 0,25 mm x 20 µm.

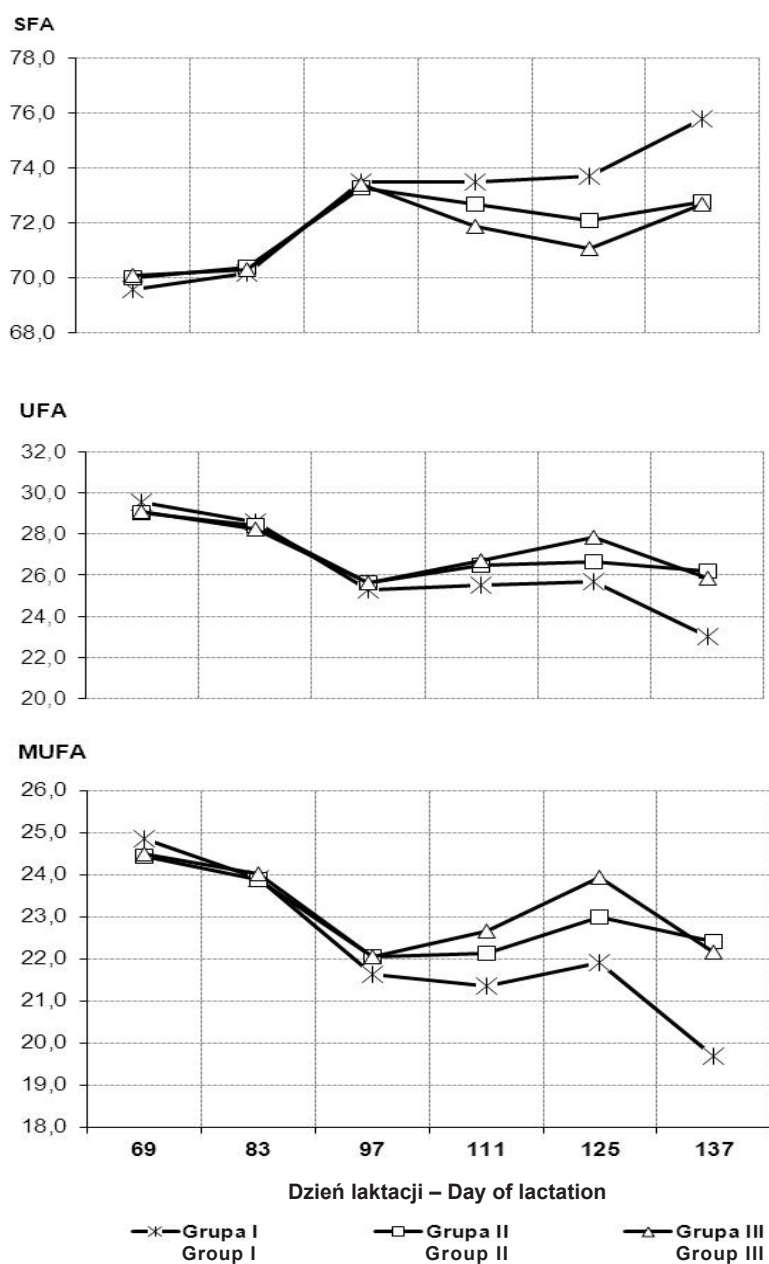
Wyniki doświadczenia opracowano statystycznie przy użyciu pakietu STATISTICA 6 PL, stosując jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA, gdzie czynnikiem był dodatek ziół występujący w 3 grupach. Weryfikację statystycznych różnic między grupami wykonano testem Duncana.

Wyniki i dyskusja

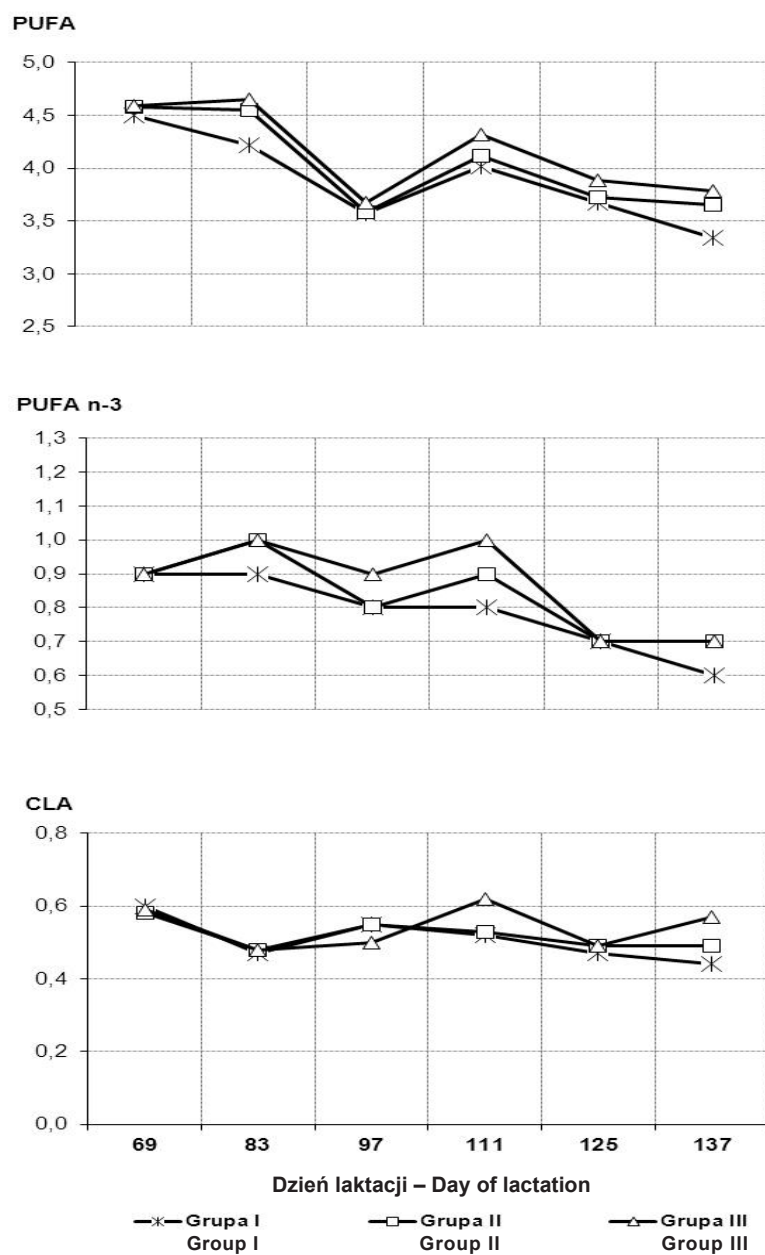
Wyniki badań mleka zbiorczego posłużyły do oceny zmian w profilu kwasów tłuszczowych mleka w trakcie trzymiesięcznego okresu dojenia. Przebieg krzywych dla zawartości głównych grup kwasów tłuszczowych wskazuje na ogólną tendencję wzrostu zawartości SFA i spadku UFA w tłuszczu mleka w trakcie trwania doświadczenia (rys. 1). W początkowym okresie doju, krzywe zawartości SFA i UFA (w tym MUFA i PUFA) miały podobny przebieg we wszystkich grupach matek; zawartość SFA wzrastała, a UFA (w tym MUFA i PUFA) spadała. W drugiej połowie doświadczenia (od 97. dnia laktacji) obserwowano wzrost zróżnicowania zawartości SFA i UFA (w tym MUFA) w tłuszczu mleka matek z porównywanych grup. W tym okresie w tłuszczu mlecznym grup doświadczalnych wystąpiły korzystne zmiany jego profilu; malała zawartość SFA, a wzrastała UFA, w tym MUFA. Natomiast w grupie kontrolnej następował wyraźny wzrost zawartości SFA, a spadek MUFA i w konsekwencji również spadek łącznej zawartości UFA. Nie obserwowano wyraźnego wpływu stosowania dodatku ziół na zmiany zawartości PUFA, PUFA *n-3* i CLA w tłuszczu mleka zbiorczego w trakcie eksperymentu (rys. 2).

Podobne zmiany profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka owczego wykazali Gerchev i wsp. [15] w zakresie wzrostu zawartości SFA i spadku MUFA oraz Mihaylova i wsp. [25], którzy poza wyżej wymienionymi stwierdzili także spadek PUFA i CLA w trakcie laktacji owiec wypasanych na górskich pastwiskach. Inne wyniki uzyskała Ptaśńska-Marcinkiewicz [28], badając mleko owiec górskich i mieszańców tej rasy z owcą fryzjską (25% fryza) oraz mleko owiec olkuskich. Cytowana autorka stwierdziła zależność zmian profilu kwasów tłuszczowych od rasy dojonych owiec. W mleku owiec górskich i ich mieszańców z fryzem, w 3. i 4. miesiącu laktacji zmniejszyła się zawartość SFA (przy wzroście kwasów krótkołańcuchowych), a wzrosła UFA. Natomiast w mleku owcy olkuskiej w 1. i 3. miesiącu laktacji zawartość kwasów nasyconych, w tym SCFA, była znacząco wyższa, a kwasów MUFA i PUFA niższa, w porównaniu do miesiąca 2. i 4. W badaniach Strzałkowskiej i wsp. [29] w czasie laktacji kóz trwającej 200 dni, a więc w warunkach żywienia zimowego i letniego, stwierdzono spadek zawartości SFA, a wzrost zawartości MUFA i PUFA, w tym CLA, w tłuszczu mleka.

Potwierdzeniem korzystnego wpływu zastosowanej mieszanki ziołowej na profil kwasów tłuszczowych były wyniki badań mleka pobranego indywidualnie od matek na zakończenie eksperymentu. Wykazały one w tłuszczu mlecznym owiec żywionych z dodatkiem mieszanki ziołowej, w ilości 10 lub 20 g/szt./dzień (grupa II i III), większą zawartość kwasu masłowego C4:0, należącego do grupy kwasów krótkołańcuchowych (SCFA), w stosunku do tłuszczu mleka owiec z grupy kontrolnej, odpowiednio o 9,5% ($P \leq 0,01$) i 6,5% ($P \leq 0,05$) (tab. 1). Tłuszcz mleka z grup doświadczalnych charakteryzował się mniejszą łączną zawartością kwasów średniołańcuchowych (MCFA), w porównaniu do grupy kontrolnej (średnio o 6,1%, NS; tab. 2), przy wyższej w obu grupach doświadczalnych zawartości kwasu C6:0, a niższej C10:0, C12:0 i C14:0; większość różnic w stosunku do grupy kontrolnej była statystycznie istotna (tab. 1). Tłuszcz mleka owiec żywionych mieszanką z dodatkiem ziół w porównaniu do grupy kontrolnej zawie-



Rys. 1. Zawartość SFA, UFA i MUFA w tłuszczu mlecznym (g/100 g tłuszczu) w okresie dojenia owiec
Fig. 1. Content of SFA, UFA and MUFA in the milk fat (g/100 g of fat) during the sheep milking period



Rys. 2. Zawartość PUFA, PUFA *n-3* i CLA w tłuszczu mlecznym (g/100 g tłuszczu) w okresie dojenia owiec
 Fig. 2. Content of PUFA, *n-3* PUFA and CLA in the milk fat (g/100 g of fat) during the sheep milking period

rał mniej kwasów tłuszczowych nasyconych, a więcej nienasyconych, a wykazane różnice były tym większe, im większy był dodatek ziół do paszy (tab. 2). Tłuszcz mleczny owiec z grupy II, w stosunku do I (kontrolnej), zawierał o 1,8% mniej SFA, o 7,4% więcej UFA, a odpowiednie różnice między grupą III a I wynosiły 2,8 i 10,9% (wszystkie różnice istotne przy $P \leq 0,01$). Na łącznie niższą zawartość SFA w tłuszczu mleka w grupach doświadczalnych miała wpływ niższa w tych grupach zawartość kwasów MCFA oraz niższa zawartość kwasu C16:0 (o 5,5%, $P \leq 0,05$), mimo wyższej zawartości kwasu C18:0 (o 15,6%; $P \leq 0,05$) w grupie III, w stosunku do I. W zakresie kwasów nienasyconych, w tłuszczu mleka matek z obu grup doświadczalnych stwierdzono większą zawartość zarówno kwasów jednonienasyconych (MUFA), jak i wielonienasyconych (PUFA). Różnice między grupą II a I wynosiły w zawartości MUFA 6,7%, a PUFA 11,1%, natomiast dla tłuszczu mlecznego matek z grupy III, odpowiednio 10,6 i 12,5% (wszystkie statystycznie istotne). Wyższa łączna zawartość MUFA w grupach doświadczalnych wynikała przede wszystkim z wyższej zawartości kwasów z 18 atomami węgla, a wyższa zawartość PUFA – z istotnie wyższej zawartości kwasów C18:2 i C18:3. Większa zawartość ww. kwasów PUFA w tłuszczu mleka owiec z grup doświadczalnych spowodowała, że łączna zawartość kwasów PUFA *n-3* (dominujący kwas C18:3) i PUFA *n-6* (dominujący kwas C18:2) była większa w grupach doświadczalnych. Natomiast istotny z punktu widzenia jakości zdrowotnej mleka stosunek PUFA *n-6/n-3* był najkorzystniejszy w mleku matek z grupy II; niższy w porównaniu z grupą I i III, odpowiednio o 6,5 (NS) i 9,2% ($P \leq 0,05$). Tłuszcz mleczny matek z obu grup doświadczalnych, w zestawieniu z kontrolną, odznaczał się korzystniejszymi proporcjami kwasów UFA/SFA oraz PUFA/SFA (tab. 2). Wzrost stosunku UFA/SFA przy dodatku mieszanki ziół w ilości 10 g/szt./dzień (grupa II) wyniósł 9,8% ($P \leq 0,05$), a przy dodatku 20 g/szt./dzień (grupa III) był większy i wyniósł 14,6% ($P \leq 0,01$). Natomiast stosunek PUFA/SFA w obu grupach doświadczalnych był bardzo podobny i jednocześnie wyższy niż w grupie kontrolnej o 16,7% ($P \leq 0,01$). Zawartość CLA, jednego ze składników decydujących o jakości zdrowotnej mleka, w obu grupach doświadczalnych była wyższa niż w kontrolnej; w grupie II o 11,9% (NS), a w grupie III o 28,6% ($P \leq 0,01$). Tłuszcz mleka matek żywionych z większym dodatkiem ziół (20 g/szt./dzień) zawierał o 14,9% ($P \leq 0,01$) więcej CLA, niż przy stosowaniu ziół w ilości 10 g/szt./dzień. W tłuszczu mleka owiec grupy II i III stwierdzono większą zawartość kwasów hipocholesterolemicznych (DFA), odpowiednio o 6,3% ($P \leq 0,05$) i 11,8% ($P \leq 0,01$), a mniejszą hipercholesterolemicznych (OFA), odpowiednio o 2,9% ($P \leq 0,05$) i 5,2% ($P \leq 0,01$), w porównaniu do grupy kontrolnej.

W dostępnej literaturze niewiele prac dotyczy badań składu tłuszczu mlecznego owiec w okresie żywienia zimowego. Zdecydowana większość badań z tego zakresu prowadzona była w warunkach wypasu pastwiskowego. Gerchev i wsp. [15], 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%) do stwierdzonej w badaniach własnych, przy stosowaniu dodatku ziół w ilości 20 g/szt./dzień. Natomiast zawartość kwasów MUFA (24,2%) i PUFA (4,1%) stwierdzona w ww. badaniach była nieznacznie wyższa niż w badaniach własnych. Mihayłowa i wsp. [25], badając skład tłuszczu mleka owiec ras lokalnych wypasanych na górskich pastwiskach,

Tabela 1 – Table 1

Zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka (g/100 g)

Content of fatty acids in milk fat (g/100 g)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Grupa – Group			SEM
	I	II	III	
n	20	20	20	
C4:0	2,01 ^{Ba}	2,20 ^A	2,14 ^b	0,027
C6:0	2,04 ^{Bb}	2,15 ^a	2,18 ^A	0,021
C8:0	2,46	2,44	2,59	0,030
C10:0	9,83 ^a	9,26 ^b	9,56	0,111
C12:0	7,28 ^A	6,31 ^B	6,37 ^B	0,117
C14:0	14,56 ^A	13,61 ^B	13,30 ^B	0,159
C14:1	0,69 ^B	0,71 ^B	0,62 ^A	0,010
C15:0 izo (iso-C15:0)	0,99	0,96	0,97	0,014
C15:0	1,44	1,37	1,40	0,023
C16:0	26,36 ^a	26,64 ^A	24,92 ^{Bb}	0,259
C16:1	1,65	1,74 ^A	1,50 ^B	0,035
C17:0 izo (iso-C17:0)	1,53	1,51	1,52	0,018
C17:0	0,69	0,66	0,70	0,012
C18:0	5,96 ^b	6,09 ^b	6,89 ^a	0,145
C18:1 <i>T</i>	1,39	1,27	1,55	0,057
C18:1 <i>c</i> ₉	14,15 ^{Bb}	15,36 ^a	16,15 ^A	0,223
C18:1 <i>c</i> ₁₁	0,52	0,56	0,61	0,009
C18:1 <i>c</i> inne (other)	0,69 ^{Bb}	0,81 ^a	0,88 ^A	0,022
C18:2	2,07 ^A	2,29 ^B	2,30 ^B	0,034
C18:3	0,43 ^{Bb}	0,53 ^A	0,48 ^a	0,011

Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: A, B – $P \leq 0,01$; a, b – $P \leq 0,05$ Least squares means with different letters differ significantly: A, B – $P \leq 0.01$; a, b – $P \leq 0.05$

zaobserwowali ogólnie niższą zawartość kwasów SFA (70,1%), wyższą PUFA (7,7%) i CLA (2,5%), a nieznacznie niższą MUFA (22,2%) w 3. miesiącu doju (lipiec), niż w badaniach własnych z najwyższym dodatkiem ziół. Badania Borysa i wsp. [9] potwierdzają korzystniejszy, ze zdrowotnego punktu widzenia, wpływ żywienia dojonych owiec zielonką na profil kwasów tłuszczowych w mleku, w porównaniu do żywienia konserwowanymi paszami objętościowymi. Podobną tendencję wykazała Kowal [17] w tłuszczu mleka krowiego pozyskiwanego w okresie jesienno-zimowym w porównaniu z wiosenno-letnim. Korzystny efekt organicznego żywienia krów (pastwiskowego latem) w stosunku do konwencjonalnego (kiszonki przez cały rok) na właściwości prozdrowotne tłuszczu mlecznego potwierdzają badania innych autorów [6, 14, 21].

Reasumując można stwierdzić, że w warunkach żywienia zimowymi paszami objętościowymi, w okresie od 69. do 137. dnia laktacji, w grupie owiec żywionych bez dodatku ziół pogarszały się wskaźniki jakości prozdrowotnej tłuszczu mlecznego – wzrastała zawartość SFA, a malała UFA. Wprowadzenie dodatku ziół do paszy treściwej dojonych owiec, w ilości 10 lub 20 g/szt./dzień (grupa II i III), wpłynęło na poprawę profilu

Tabela 2 – Table 2

Profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mlecznego (g/100 g)

Fatty acid profile of milk fat (g/100 g)

Kwasy tłuszczowe Fatty acids	Grupa – Group			SEM
	I	II	III	
SFA	75,11 ^A	73,79 ^B	72,98 ^B	0,309
MCFA	40,18	37,75	37,71	0,351
UFA	23,78 ^A	25,53 ^B	26,38 ^B	0,298
w tym – including:				
MUFA	20,36 ^{Bb}	21,72 ^a	22,52 ^A	0,255
PUFA	3,43 ^A	3,81 ^B	3,86 ^B	0,051
w tym – including:				
PUFA <i>n-3</i>	0,63 ^{Bb}	0,74 ^{Ab}	0,68 ^a	0,012
PUFA <i>n-6</i>	2,27 ^A	2,49 ^B	2,53 ^B	0,036
CLA	0,42 ^B	0,47 ^B	0,54 ^A	0,012
UFA/SFA	0,316 ^{Bb}	0,347 ^a	0,362 ^A	0,005
PUFA/SFA	0,045 ^A	0,052 ^B	0,053 ^B	0,001
PUFA <i>n-6/n-3</i>	3,618	3,383 ^b	3,725 ^a	0,057
DFA	29,75 ^{Bb}	31,63 ^a	33,27 ^A	0,405
OFA	69,75 ^{Aa}	67,70 ^b	66,09 ^B	0,415
DFA/OFA	0,430 ^{Bb}	0,469 ^a	0,505 ^A	0,009

MCFA = C6:0 + C8:0 + C10:0 + C12:0 + C14:0 + C14:1 + C15:0 izo (iso-C15:0) + C15:0;

SFA = 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 = 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 = C18:2 + CLA + C18:3 + C20:2 + C20:4 + C20:5 + C22:5 + C22:6;

PUFA *n-3* = C18:3 + C20:5 + C22:5 + C22:6;

PUFA *n-6* = C18:2 + C20:2 + C20:4;

DFA = UFA + C18:0;

OFA = SFA – C18:0

Średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie: A, B – P<0,01; a, b – P<0,05

Least squares means with different letters differ significantly: A, B – P<0.01; a, b – P<0.05

kwasów tłuszczowych tłuszczu mlecznego od 97. dnia laktacji. Na skutek tego, na zakończenie eksperymentu tłuszcz w mleku owiec żywionych z dodatkiem ziół w grupie II i III, w porównaniu do I (kontrolnej), zawierał więcej kwasów z grupy MUFA, PUFA (w tym: PUFA *n-3*, PUFA *n-6* i CLA) oraz DFA. Mieszanka ziołowa dodawana do paszy treściwej, w ilości 10 lub 20 g/szt./dzień, zmniejszała zawartość niekorzystnych ze zdrowotnego punktu widzenia kwasów tłuszczowych z grupy SFA oraz OFA. W konsekwencji, korzystnym zmianom uległy również wskaźniki jakości zdrowotnej mleka, wyliczane na podstawie proporcji kwasów tłuszczowych UFA/SFA, DFA/OFA i PUFA/SFA. W świetle powyższej analizy można stwierdzić, że dodatek mieszanki ziół do paszy treściwej dla owiec utrzymywanych w warunkach alkierzowych wpłynął na poprawę właściwości prozdrowotnych tłuszczu mlecznego. Wyższy dodatek ziół (20 g/szt./dzień) pozwolił uzyskać mleko porównywalne pod względem składu kwasów tłuszczowych i walorów prozdrowotnych do mleka owiec utrzymywanych w naturalnych warunkach żywienia pastwiskowego.

PIŚMIENICTWO

1. AWARD A.B., HERRMANN C.S., FINK C.S., HORWATH P.J., 1995 – 18:1 n7 fatty acids inhibit growth and decrease inositol phosphatase release in HT-29 cell compared to n9 fatty acids. *Center Letters* 4, 91, 55-61.
2. BARŁOWSKA J., LITWIŃCZUK Z., 2009 – Właściwości odżywcze i prozdrowotne tłuszczu. *Medycyna Weterynaryjna* 65 (3), 171-174.
3. BARŁOWSKA J., GRODZICKI T., TOPYŁA B., LITWIŃCZUK Z., 2009 – Physicochemical properties of milk fat from 3 breeds of cows during summer and winter feeding. *Archiv Tierzucht* 52 (4), 356-363.
4. BHATTACHARYA A., BANU J., RAHMAN M., CAUSEY J., FERNANDES G., 2006 – Biological effects of conjugated linoleic acids in health and disease. *The 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. BORYS B., BORYS A., GRZEŚKIEWICZ S., 2008 – Wpływ żywienia owiec nasionami rzepaku i lnu na skład chemiczny mleka w okresie doby. Cz. II. Profil lipidowy. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 4 (1), 79-91.
9. BORYS B., MROZKOWSKI S., JARZYNOWSKA A., 2000 – Charakterystyka składu mleka owiec z okresu żywienia letniego i zimowego. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej 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 konferencji “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. 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.
12. 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.
13. 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.

14. FRELICH J., ŠLACHTA M., HANUŠ O., ŠPIČKA J., SAMKOVÁ E., WEGLARZ 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.
15. 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.
16. HIJOVA E., CHMELAROVA A., 2007 – Short chain fatty acids and colonic health. *Bratislavské Lekárske Listy* 108 (8), 354-358.
17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. KUNACHOWICZ H., NADOLNA I., IWANOW K., PRZYGODA B., 2005 – Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
21. 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.
22. 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.
23. 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.
24. MEL'UCHOVA B., BLASKO J., KUBINEC R., GOROV R., DUBRAVSKAJ., MARGETIN M., SOJAK L., 2008 – Seasonal variations in fatty acid composition of pasture forage plants and CLA content in ewe milk fat. *Small Ruminant Research* 78, 56-65.
25. MIHAYLOVA G., JAHREIS G., ODJAKOVA T., KAFEDJIEV V., 2005 – Fatty acid profile of milk from sheep raised on mountain pastures. *Biotechnology in Animal Husbandry* 21 (5-6), 93-96.
26. PETERSEN M.B., SØEGAARD K., JENSEN S.K., 2011 – Herb feeding increases n-3 and n-6 fatty acids in cow milk. *Livestock Science* 141, 90-94.
27. 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.

28. PTASIŃSKA-MARCINKIEWICZ J., 2013 – Zmiany zawartości wybranych kwasów tłuszczowych mleka owczego w zależności od laktacji. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie* 906, 5-25.
29. STRZAŁKOWSKA N., JÓŻWIK A., BAGNICKA E., KRZYŻEWSKI J., HORBAŃCZUK K., PYZEL B., SŁONIEWSKA D., HORBAŃCZUK J.O., 2009 – The concentration of free fatty acids in goat milk as related to the stage of lactation, age and somatic cell count. *Animal Science Papers and Reports* 28 (4), 389-395.

Anna Jarzynowska, Ewa Peter

The effect of adding herbs to the winter diet on the fatty acid profile of the lipid fraction of sheep milk

Summary

The study was carried out on bulk milk samples collected at two-week intervals during the winter (February-April) and individually from ewes at the end of the experiment. The milk was obtained from ewes of the coloured variety of Polish Merino, housed indoors and fed conserved bulky feeds and a mixture of concentrate feeds. Three diet groups were established: group I – control (without the addition of herbs to the concentrate feed) and groups II and III, in which an herbal mixture was added to the concentrate feed in the amount of 10 and 20 g/sheep/day, respectively. The effect of the herb supplement in the sheep diet on the fatty acid profile of the milk fat was analysed. The results showed that in the period from 69 to 137 days of lactation the content of SFA increased in the milk fat of sheep fed without the addition of herbs, while the content of UFA decreased. The addition of the herbal supplement to the concentrate feed in the amount of 10 or 20 g/sheep/day improved the fatty acid profile from the 97th day of lactation. As a result, at the end of the experiment, the milk fat of sheep in groups II and III contained more MUFA acids than that of group I (6.7%; $P \leq 0.05$ and 10.6%; $P \leq 0.01$, respectively), more PUFA (by 11.1% and 12.5%; $P \leq 0.01$), and more DFA (by 6.3%; $P \leq 0.05$ and 11.8%; $P \leq 0.01$). The addition of herbs in the amount of 10 or 20 g/sheep/day (groups II and III) increased the content of *n-3* PUFAs in the milk fat (by 17.5%; $P \leq 0.01$ and 7.9%; $P \leq 0.05$, respectively), *n-6* PUFA (by 9.7% and 11.4%; $P \leq 0.01$) and CLA (by 11.9% and 28.6%; $P \leq 0.01$), and decreased the content SFA (by 1.75% and 2.8%, respectively; $P \leq 0.01$) and OFA (by 2.9%; $P \leq 0.05$ and 5.2%; $P \leq 0.01$). In both experimental groups, beneficial changes were also noted in the health quality indicators of the milk, calculated on the basis of the UFA/SFA, DFA/OFA and PUFA/SFA ratios.

KEY WORDS: sheep / herbs / fatty acid profile / haylage