

Wpływ żywienia owiec nasionami rzepaku i lnu na skład chemiczny mleka w okresie doby.

Cz. II. Profil lipidowy

Bronisław Borys¹, Andrzej Borys², Stanisław Grześkiewicz²

¹Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka, 88-160 Janikowo

²Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego, ul. Jubilerska 4, 04-190 Warszawa

Badania wykonano na mleku pozyskanym od 12 karmiących matek w 5. tygodniu laktacji, żywionych zielonkami, sianem i mieszanką treściwą. W grupie kontrolnej stosowano mieszankę standardową, a w doświadczalnej mieszankę z udziałem nasion rzepaku i lnu, odpowiednio w ilości 100 i 50 g/szt./dobę. Mleko do analiz pobierano po 1 godz. od wyssania matek przez jagnięta, w 4 seriach w ciągu doby po 6, 12, 18 i 24 godz. po odpasie. Wprowadzenie do zestawu paszowego nasion rzepaku i lnu spowodowało istotne zmiany w profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu dawki, jak i ogólny wzrost ilości kwasów tłuszczowych pobieranych przez owce w dawce dziennej; głównie jednonienasyconych (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA). Żywienie zestawem paszowym z nasionami ww. oleistych, w porównaniu z kontrolnym, wpływało korzystnie na zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka oraz jego parametry zdrowotne. Stwierdzono zróżnicowaną dynamikę dobową zmian zawartości kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka owiec w zależności od czasu, jaki upłynął od zadania dawki pokarmowej. Wyraźniejszy wpływ żywienia nasionami rzepaku i lnu na dynamikę tych zmian obserwowano również w odniesieniu do zawartości SKL i cholesterolu w mleku.

SŁOWA KLUCZOWE: owce / nasiona rzepaku i lnu / mleko / kwasy tłuszczowe / cholesterol

Nasilone w ostatnim okresie badania wykazały, że racjonalne stosowanie nasion roślin oleistych i ich pochodnych w żywieniu przeżuwaczy, w tym owiec, może być skuteczną metodą korzystnego modyfikowania wartości dietetycznej spożywczych produktów zwierzęcych, głównie mięsa i mleka. W odniesieniu do mleka, w tym mleka owiec, nie do końca rozpoznane są bardzo złożone, a mające praktyczne znaczenie, procesy przemian tłuszczów w organizmie przeżuwaczy [13, 19] oraz dynamika zmian profilu lipidowego mleka w zależności od częstotliwości i pory jego pozyskiwania.

Bardzo mało jest badań z tego zakresu (szczególnie krajowych) dotyczących mleka owiec.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu żywienia owiec nasionami rzepaku i lnu w okresie karmienia jagniąt na profil lipidowy mleka oraz dynamikę jego zmian w ciągu doby.

Materiał i metody

Badania zrealizowano na 12 matkach plenno-mlecznej owcy kołudzkiej; 2 grupy po 6 owiec karmiących po 2 lub 3 jagnięta (średnia liczebność miotu w obu grupach 2,67). Owce utrzymywano w systemie alkierzowym i żywiono grupowo według Norm Żywienia Bydła, Owiec i Kóz [16]. Żywienie doświadczalne, na poziomie odpowiednim do stanu fizjologicznego owiec i liczebności miotu, stosowano od 5. miesiąca ciąży. W skład zestawów paszowych wchodziły: zielonki z traw i lucerny, kiszone wystodki buraczane, siano z traw oraz mieszanka pasz treściwych. Czynnikiem doświadczalnym był skład mieszanki pasz treściwych. W grupie kontrolnej (K) stosowano mieszankę standardową opartą na komponentach zbożowych i poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej, a w doświadczalnej (RL) dodatkowo z udziałem całych nasion rzepaku i lnu, odpowiednio w ilości 100 i 50 g/szt./dobę. Skład komponentowy oraz wartość pokarmową zestawów paszowych stosowanych w grupach K i RL podano w I części opracowania [6].

Całą dawkę dzienną pasz zadawano owcom w jednym odpasie, o godzinie 7 rano. W pierwszej kolejności zadawano mieszankę pasz treściwych, a po jej całkowitym wyjedzeniu – pozostałe pasze dawki.

Badania przeprowadzono w 5. tygodniu laktacji, ciągu jednej doby. Próbkę mleka pobrano w 6., 12., 18. i 24. godzinie od zadania pasz. Jagnięta dopuszczano do ssania matek przez okres 15 minut na 1 godzinę przed każdą wyznaczoną godziną pobierania próbek. Na łączonych próbach mleka z obu połówek wymienia wykonano oznaczenia zawartości tłuszczu oraz profilu lipidowego tłuszczu mleka.

W stosowanych zestawach paszowych oznaczono zawartość tłuszczu metodą Soxhleta, natomiast profil kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej według Kramera i wsp. [14] z modyfikacjami stosowanymi w Instytucie Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w Warszawie [7]. Ekstrakcję tłuszczu z zestawów paszowych wykonano heksanem w łaźni ultradźwiękowej. Zawartość kwasów tłuszczowych oznaczano na chromatografie gazowym 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 oznaczano 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.

Oznaczenia zawartości tłuszczu w mleku przeprowadzono na aparacie MilkoScan, typ 133B. W tłuszczu mleka oznaczono skład kwasów tłuszczowych, w tym udział sprzężonego kwasu linolowego *c9t11* (SKL) oraz zawartość cholesterolu ogólnego. Ekstrakcję tłuszczu z mleka wykonano według procedur podanych przez Folcha i wsp.

[11], a oznaczenia zawartości kwasów tłuszczowych taką samą metodą jak w przypadku zestawów paszowych.

Zawartość cholesterolu oznaczano metodą Thompsona i Merola [20] z modyfikacjami IPMiT w Warszawie [7]. Analizy wykonano na chromatografie gazowym HP 6890 z detektorem płomieniowo-jonizującym, na kolumnie HP-1 o długości 25 m, średnicy 0,20 mm i grubości fazy 0,11 μm . Warunki pracy aparatu: dozownik – 300°C, kolumna – 250°C, (4 min.) – 5°/min. – 300°C (5 min.), detektor – 310°C, gaz nośny – hel (100 kPa), dzielnik – 25:1. W analizie zastosowano cholestan jako standard wewnętrzny, który dodano przed ekstrakcją. Przed analizowaniem próbek ustalono czas retencji cholestanu i cholesterolu, wykonując analizę chromatograficzną roztworu wzorcowego tych związków po upochodnieniu.

Wyniki opracowano statystycznie przy użyciu pakietu Statistica 6PL, procedura ANOVA dla układów czynnikowych; układ dwuczynnikowy (żywienie matek, seria obserwacji) z interakcjami [18]. Do szacowania istotności różnic między seriami obserwacji stosowano test Duncana.

Wyniki i dyskusja

Profil kwasów tłuszczowych w stosowanych zestawach paszowych

Wprowadzenie nasion rzepaku i lnu do mieszanki treściwej zestawu RL spowodowało blisko dwukrotny wzrost zawartości tłuszczu w porównaniu z zestawem kontrolnym K (tab. 1). Tłuszcz zestawu paszowego RL różnił się wyraźnie zawartością kwasów tłuszczowych w stosunku do zestawu K. Udział nasion roślin oleistych powodował wyraźne obniżenie zawartości wszystkich oznaczonych kwasów nasyconych, z wyjątkiem stearynowego C18:0, którego w tłuszczu zestawu RL było o 23,8% więcej niż w K. Łączna zawartość kwasów nasyconych (SFA) w tłuszczu zestawu RL była o 36,4% niższa niż w K, natomiast łączna zawartość kwasów nienasyconych (UFA) w tłuszczu zestawu RL była o 10% wyższa niż w K. Było to efektem zdecydowanie wyższej zawartości kwasów jednonienasyconych MUFA (o 75,3%) i równocześnie niższej o 15,5% zawartości kwasów wielonienasyconych PUFA. Powyższe zróżnicowanie nie dotyczyło jedynie kwasu gadoleinowego C20:1 oraz linolenowego C18:3 (tab. 1).

Blisko dwukrotnie wyższa zawartość tłuszczu w zestawie RL niż w K spowodowała, że bezwzględna ilość poszczególnych kwasów tłuszczowych, jak i całych ich grup w zestawach paszowych kształtowała się inaczej niż ich zawartość w tłuszczu. Tylko podaż kwasu mirystynowego C14:0 była w zestawie RL niższa niż w K (o 38,5%), a kwasów margarynowego C17:0 i lignocerynowego C24:0 podobna. Natomiast w przypadku wszystkich pozostałych kwasów znacznie bogatszym ich źródłem był zestaw doświadczalny RL. Łącznie, różnice dla SFA, MUFA i PUFA wynosiły odpowiednio: 23,5; 240,2 i 64,1%. Tak duży wzrost bezwzględnej zawartości MUFA w zestawie RL wynikał z faktu, że dominującym kwasem tłuszczowym w tłuszczu nasion rzepaku jest kwas oleinowy C18:1 – powyżej 55% [4].

Tabela 1 – Table 1Zawartość tłuszczu oraz profil kwasów tłuszczowych w zestawach paszowych (g/100 g)
Fat content and fatty acid profile in compounded ration (g/100 g)

| Wyszczególnienie Specification | Zestaw paszowy – Compounded ration | | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|
| | K | | RL | |
| | w tłuszczu in fat | w SM zestawu in DM of ration | w tłuszczu in fat | w SM zestawu in DM of ration |
| Tłuszcz – Fat | | 2,20 | | 4,27 |
| Kwasy tłuszczowe: Fatty acids: | | | | |
| C 12:0 | 0,20 | 0,004 | 0,10 | 0,004 |
| C 14:0 | 0,60 | 0,013 | 0,20 | 0,008 |
| C 16:0 | 16,90 | 0,372 | 9,50 | 0,406 |
| C 16:1 | 0,30 | 0,007 | 0,40 | 0,017 |
| C 17:0 | 0,20 | 0,004 | 0,10 | 0,004 |
| C 18:0 | 2,10 | 0,046 | 2,60 | 0,111 |
| C 18:1 | 20,50 | 0,451 | 36,50 | 1,558 |
| C 18:2 | 34,00 | 0,748 | 24,10 | 1,029 |
| C 18:3 | 22,20 | 0,488 | 22,40 | 0,956 |
| C 20:0 | 0,60 | 0,013 | 0,60 | 0,026 |
| C 20:1 | 0,90 | 0,020 | 0,90 | 0,038 |
| C 22:0 | 0,60 | 0,013 | 0,40 | 0,017 |
| C 22:1 | 0,20 | 0,004 | 0,40 | 0,017 |
| C 24:0 | 0,50 | 0,011 | 0,30 | 0,013 |
| C 24:1 | – | – | 0,20 | 0,008 |
| SFA | 21,70 | 0,477 | 13,80 | 0,589 |
| UFA | 78,10 | 1,718 | 85,90 | 3,668 |
| MUFA | 21,90 | 0,482 | 38,40 | 1,640 |
| PUFA | 56,20 | 1,236 | 47,50 | 2,028 |
| UFA/SFA | | 3,599 | | 6,225 |
| PUFA/SFA | | 2,590 | | 3,442 |
| PUFA/MUFA | | 2,566 | | 1,237 |

K – zestaw kontrolny – control ration; RL – zestaw z nasionami rzepaku i lnu – ration with rapeseed and linseed; SM – sucha masa; DM – dry matter;

SFA = Σ C12:0, C14:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C22:0, C24:0; MUFA = Σ C16:1, C18:1, C20:1, C24:1; PUFA = Σ C18:2, C18:3

Dominującym kwasem w tłuszczu nasion lnu jest kwas linolenowy C18:3 – powyżej 55% [3]. Zastosowanie w zestawie doświadczalnym mniejszego dodatku nasion lnu niż rzepaku spowodowało, że zawartość C18:3 w tłuszczu zestawu RL nie wzrosła w porównaniu z zestawem K, ale też nie zmalała, jak w przypadku drugiego ważnego kwasu z grupy PUFA, tj. linolowego C18:2 (spadek o 29,1%).

Zestaw doświadczalny w porównaniu z kontrolnym odznaczał się wyraźnie korzystniejszymi proporcjami MUFA:SFA, jak i PUFA:SFA (wyższymi odpowiednio o 73,0 i 32,9%), a mniej korzystnym stosunkiem PUFA:MUFA (niższym o 51,8%).

W sumie, wprowadzenie do zestawu paszowego nasion rzepaku i lnu w ilości odpowiednio 100 i 50 g spowodowało istotne zmiany zarówno w strukturze (profilu) kwasów tłuszczowych w tłuszczu dawki, jak i ogólny wzrost ilości kwasów pobieranych przez owce grupy RL w dawce dziennej, głównie MUFA i PUFA.

Wpływ skarmiania nasion rzepaku i lnu na profil kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka

Skarmianie nasion rzepaku i lnu spowodowało istotny spadek zawartości prawie wszystkich nasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka (tab. 2); w grupie RL niższa niż w K od 3,2% dla C4:0 do 33,6% dla C10:0. Wyjątek stanowił kwas stearynowy C18:0, którego więcej (o 54,4%; $P \leq 0,01$) zawierał tłuszcz mleka matek RL. W sumie jednak tłuszcz mleka matek RL zawierał o 4,7% ($P \leq 0,01$) mniej SFA. Ogólnie niższa zawartość SFA w tłuszczu mleka matek żywionych nasionami roślin oleistych wynikała z niższej ich podaży w zestawie paszowym RL niż K. Równocześnie, istotnie wyższą zawartość kwasu stearynowego C18:0 można tłumaczyć częściowo wyższą podażą tego kwasu w zestawie doświadczalnym niż w kontrolnym (o 141,3%; tab. 1), a częściowo bardziej nasilonymi u matek RL procesami bakteryjnego biouwodowania w żwaczu 18-węglowych kwasów nienasyconych (C18:1, C18:2 i C18:3) do kwasu C18:0 [13, 19].

Żywienie nasionami rzepaku i lnu wpływało na wzrost zawartości grupy kwasów nienasyconych (UFA) w tłuszczu mleka; u owiec RL o 8,7% wyższa niż u K ($P \leq 0,01$) – tabela 3. Różnica ta wynikała z wyższej w grupie RL łącznej zawartości MUFA (o 9,9%; $P \leq 0,01$), podczas gdy łączna zawartość PUFA była w tłuszczu mleka obu grup żywieniowych praktycznie taka sama. Zarówno w grupie kwasów MUFA, jak i PUFA relacje w zawartości pojedynczych kwasów tłuszczowych między grupami RL i K były w dużym stopniu zróżnicowane. Wśród kwasów MUFA skarmianie nasion oleistych powodowało wzrost zawartości dominującego C18:1 (o 11,9%), a spadek C16:1 i C18:1T (odpowiednio o 15,8 i 12,1%). Natomiast wśród PUFA stwierdzono istotny wzrost zawartości kwasu linolenowego C18:3 i sumy PUFA *n-3* (odpowiednio o 38,8 i 30,3%), a spadek linolowego C18:2 i sumy PUFA *n-6* (odpowiednio o 7,0 i 8,2%) – tabela 3. Różnice te przełożyły się na korzystniejszy w tłuszczu mleka matek RL stosunek UFA:SFA (wyższy o 13,2%; $P \leq 0,01$) oraz PUFA *n-6:n-3* (niższy o 30,4%; $P \leq 0,01$), przy podobnych proporcjach PUFA:SFA (tab. 4).

Zawartość SKL w tłuszczu mleka od obu grup matek była bardzo podobna, jednak przy znacznie wyższej zawartości tłuszczu w mleku matek żywionych nasionami rzepaku i lnu (w grupie RL 6,90% vs. 5,58% w grupie K) [6]. Bez względu na ilość tego składnika w mleku matek RL była o 21,8% wyższa niż w mleku matek grupy K (tab. 4). Wzrost zawartości SKL w mleku na skutek stosowania nasion rzepaku i lnu znajduje potwierdzenie w wynikach większości prac z tego zakresu, przeprowadzonych na zwierzętach przeżuujących [4, 10, 17, 19].

Ogólnie, zmiany profilu kwasów tłuszczowych w mleku owiec matek żywionych nasionami rzepaku i lnu miały podobny charakter, jak uzyskane we wcześniejszych badaniach własnych [8, 10], przy stosowaniu nasion tych samych roślin oleistych.

Tabela 2 - Table 2
Zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka* (g/100 g)
Content of saturated fatty acids in milk fat* (g/100 g)

| Czynnik Factor | Grupa Group | SFA | C 4:0 | C 6:0 | C 8:0 | C 10:0 | C 12:0 | C 14:0 | C 15:0 | C 16:0 | C 17:0 | C 18:0 |
|---------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| Żywienie Feeding | K x | 63,82 ^A | 2,49 | 2,16 ^A | 2,22 ^A | 6,76 ^A | 3,68 ^A | 8,58 ^A | 1,82 ^A | 23,36 ^A | 2,52 ^A | 9,80 ^A |
| | V% | 6,9 | 12,0 | 13,0 | 16,7 | 20,1 | 20,9 | 18,4 | 13,2 | 9,1 | 11,1 | 18,4 |
| Seria | RL x | 60,83 ^A | 2,41 | 1,73 ^A | 1,58 ^A | 4,49 ^A | 2,52 ^A | 7,50 ^A | 1,67 ^A | 21,02 ^A | 2,15 ^A | 15,13 ^A |
| | V% | 5,1 | 14,9 | 12,1 | 15,8 | 19,2 | 17,1 | 15,7 | 9,0 | 8,4 | 7,4 | 11,1 |
| 6. | x | 59,75 ^{AB} | 2,70 ^{AA} | 1,77 ^{AA} | 1,62 ^{ABC} | 4,53 ^{ABC} | 2,55 ^{ABC} | 6,80 ^{ABa} | 1,60 ^{AA} | 20,78 ^{AB} | 2,48 ^{bb} | 14,38 ^{ABC} |
| | V% | 4,7 | 7,0 | 15,3 | 21,0 | 26,0 | 22,0 | 15,3 | 11,9 | 8,2 | 10,5 | 18,9 |
| 12. | x | 63,82 ^B | 2,57 ^B | 2,02 ^A | 1,96 ^B | 5,87 ^B | 3,14 ^C | 8,42 ^B | 1,77 ^A | 22,82 ^B | 2,24 ^b | 12,47 ^{Ca} |
| | V% | 5,8 | 12,5 | 14,9 | 22,4 | 27,1 | 26,8 | 15,0 | 11,8 | 9,5 | 12,1 | 26,2 |
| 18. | x | 64,22 ^A | 2,42 ^{Ca} | 2,07 ^A | 2,08 ^A | 6,39 ^A | 3,47 ^A | 8,90 ^A | 1,86 ^A | 23,12 ^A | 2,23 ^a | 11,14 ^{Ab} |
| | V% | 6,0 | 10,7 | 15,0 | 19,7 | 23,0 | 23,9 | 15,5 | 11,8 | 10,4 | 13,5 | 27,8 |
| 24. | x | 61,51 | 2,12 ^{ABC} | 1,92 | 1,93 ^C | 5,71 ^C | 3,25 ^B | 8,03 ^B | 1,74 | 22,04 | 2,38 | 11,87 ^B |
| | V% | 7,2 | 12,3 | 19,3 | 26,4 | 29,9 | 28,6 | 18,6 | 9,8 | 10,1 | 12,6 | 26,1 |
| SEM | | 0,586 | 0,048 | 0,047 | 0,065 | 0,232 | 0,122 | 0,214 | 0,031 | 0,327 | 0,042 | 0,461 |

*Interakcje żywienie x seria obserwacji statystycznie nieistotne – Interactions of feeding x seria of observations statistically insignificant;

K – zestaw kontroli – control ration; RL – zestaw z nasionami rzepaku i lnu – ration with rapeseed and linseed;

SFA = ΣC4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C20:0, C22:0;

AA, BB, CC – P≤0,01; aa, bb, cc – P≤0,05; SEM – standardowy błąd średniej arytmetycznej – standard error of mean

Tabela 3 – Table 3
Zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka* (g/100 g)
Content of unsaturated fatty acids in milk fat* (g/100 g)

| Czynnik Factor | Grupa Group | UFA | MUFA | C 14:1 | C 16:1 | C 18:1T | C 18:1 | PUFA | C 18:2 | C 18:3 | PUFA n-6 | PUFA n-3 |
|----------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------|--------------------|-------------------|-------------------|
| Żywnienie Feeding | K | x | 35,70 ^A | 31,64 ^A | 0,27 | 1,14 ^A | 2,40 | 29,13 ^A | 4,06 | 2,56 | 2,81 ^a | 0,76 ^A |
| | | V% | 12,3 | 5,5 | 22,0 | 14,0 | 28,7 | 14,0 | 13,3 | 15,2 | 15,3 | 18,4 |
| Seria | RL | x | 38,81 ^A | 34,76 ^A | 0,26 | 0,96 ^A | 2,11 | 32,61 ^A | 4,05 | 2,38 | 2,58 ^a | 0,99 ^A |
| | | V% | 7,7 | 8,1 | 19,2 | 14,6 | 16,1 | 8,4 | 9,9 | 9,7 | 9,3 | 14,1 |
| 6. | x | 39,82 ^{AB} | 35,95 ^{AB} | 0,25 | 1,15 ^A | 2,18 | 33,57 ^{AB} | 3,87 | 2,38 | 0,52 ^{AA} | 2,60 | 0,79 |
| | V% | 7,0 | 7,1 | 20,0 | 18,3 | 29,4 | 7,3 | 10,3 | 11,8 | 21,2 | 11,9 | 20,3 |
| 12. | x | 35,82 ^B | 31,89 ^B | 0,26 | 0,95 ^A | 2,17 | 29,71 ^B | 3,95 | 2,39 | 0,57 ^B | 2,62 | 0,87 |
| | V% | 10,1 | 10,7 | 19,2 | 12,6 | 21,7 | 11,8 | 10,4 | 10,9 | 22,8 | 11,1 | 23,0 |
| 18. | x | 35,39 ^A | 31,28 ^A | 0,29 | 1,02 | 2,25 | 28,91 ^A | 4,10 | 2,48 | 0,59 ^a | 2,71 | 0,90 |
| | V% | 10,8 | 11,5 | 17,2 | 14,7 | 23,6 | 12,6 | 12,0 | 14,5 | 20,3 | 14,8 | 21,1 |
| 24. | x | 37,97 | 33,67 | 0,26 | 1,07 | 2,41 | 31,29 | 4,30 | 2,62 | 0,64 ^{bb} | 2,82 | 0,93 |
| | V% | 11,9 | 12,6 | 19,2 | 15,9 | 24,9 | 13,6 | 11,9 | 14,5 | 18,7 | 14,9 | 19,4 |
| SEM | | 0,582 | 0,555 | 0,008 | 0,026 | 0,080 | 0,556 | 0,068 | 0,048 | 0,018 | 0,052 | 0,026 |

*Interakcje żywienia x seria obserwacji statystycznie nieistotne – Interactions of feeding x seria of observations statistically insignificant;

K – zestaw kontrolny – control ration; RL – zestaw z nasionami rzepaku i lnu – ration with rapeseed and linseed;

MUFA = Σ C10:1, C12:1, C14:1, C15:1, C16:1, C17:1, C18:1, C18:1T, C18:1, C20:1; PUFA = Σ C18:2, C18:3, 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, C20:4; UFA = MUFA + PUFA;

AA, BB – $P \leq 0,01$; aa, bb – $P \leq 0,05$; SEM – standardowy błąd średniej arytmetycznej – standard error of mean

Tabela 4 – Table 4
 Proporcje grup kwasów tłuszczowych oraz zawartość SKL i cholesterolu w mleku
 Proportions of fatty acid groups as well as CLA and cholesterol content in milk

| Czynnik Factor | Grupa Group | SKL - CLA | | UFA:SFA | PUFA:SFA | PUFA:MUFA | PUFA <i>n-6:n-3</i> | Cholesterol* (mg/100 g mleka) (mg/100 g of milk) |
|---------------------|----------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|------------------------|--|
| | | g/100 g tłuszczu g/100 g of fat | mg/100 g mleka mg/100 g of milk | | | | | |
| Żywienie Feeding | K | x | 0,49 | 27,5 ^A | 0,567 ^A | 0,130 ^A | 3,804 ^A | 12,9 |
| | | V% | 16,3 | 22,8 | 18,9 | 14,6 | 20,2 | 28,6 |
| Seria | RL | x | 0,48 | 33,5 ^A | 0,642 ^A | 0,117 ^A | 2,649 ^A | 13,5 |
| | | V% | 14,6 | 17,7 | 12,6 | 10,3 | 12,6 | 29,5 |
| 6. | x | 0,48 | 28,7 | 0,670 ^{AB} | 0,065 | 0,108 ^{ABC} | 3,414 | 11,0 ^A |
| | V% | 14,6 | 23,6 | 11,3 | 13,8 | 9,3 | 29,3 | 31,1 |
| 12. | x | 0,47 | 29,7 | 0,566 ^B | 0,062 | 0,125 ^C | 3,179 | 15,4 ^{Aa} |
| | V% | 17,0 | 27,5 | 15,5 | 14,5 | 11,2 | 27,8 | 28,9 |
| 18. | x | 0,49 | 30,2 | 0,556 ^A | 0,064 | 0,132 ^A | 3,138 | 12,5 ^a |
| | V% | 14,3 | 22,2 | 16,4 | 15,6 | 12,9 | 26,2 | 22,3 |
| 24. | x | 0,51 | 33,4 | 0,625 | 0,071 | 0,129 ^B | 3,174 | 13,7 |
| | V% | 13,7 | 14,8 | 18,1 | 16,9 | 12,4 | 25,9 | 24,4 |
| SEM | | 0,010 | 0,975 | 0,015 | 0,001 | 0,002 | 0,120 | 0,548 |

* Interakcja żywienie x seria obserwacji statystycznie istotna przy $P \leq 0,05$ – Interaction of feeding x seria of observations statistically significant at $P \leq 0,05$
 K – zestaw kontrolny – control ration; RL – zestaw z nasionami rzepaku i lnu – ration with rapeseed and linseed;
 AA, BB, CC – $P \leq 0,01$; aa – $P \leq 0,05$; SEM – standardowy błąd średniej arytmetycznej – standard error of mean

Jednak skala uzyskiwanych efektów w stosunku do grup kontrolnych we wszystkich tych doświadczeniach różniła się wyraźnie. Dużą zmienność efektów modyfikacji profilu kwasów tłuszczowych mleka owiec, przy stosowaniu różnych źródeł olejów roślinnych i w różnych warunkach ich skarmiania, wykazano w licznych badaniach [1, 9, 15, 19] oraz w opracowaniach przeglądowych [2, 5, 12].

Zmiany profilu kwasów tłuszczowych mleka w ciągu doby

Obserwowano istotne zmiany zawartości kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka owiec produkowanego w 6., 12., 18. i 24. godzinie od zadania pasz (tab. 2, 3, 4). Najmniej kwasów nasyconych SFA zawierał tłuszcz mleka z 6. godziny po odpasie. W dwóch następnych seriach ich zawartość istotnie wzrastała (odpowiednio o 6,8 i 7,5%; $P \leq 0,01$), a w 24. godzinie spadała do poziomu zbliżonego do obserwowanego w 6. godzinie po odpasie. Dla większości pojedynczych kwasów z tej grupy (od C6:0 do C16:0) te relacje były podobne. Najwyższą zawartość kwasu masłowego C4:0 miał tłuszcz mleka z 6. godziny, w kolejnych seriach następował spadek, a w 24. godzinie było go o 21,5% mniej niż w 6. ($P \leq 0,01$). Podobny charakter miało zróżnicowanie zawartości SFA o najdłuższych łańcuchach węglowych (C17:0 i C18:0). Najwięcej było ich w tłuszczu mleka z 6. godziny; więcej niż w pozostałych seriach średnio o 7,9% dla C17:0 i o 17,8% dla C18:0.

Zmiany dobowe w łącznej zawartości kwasów nienasyconych UFA, jak i jednonienasyconych MUFA odpowiadały w zasadzie zmianom w zawartości dominującego wśród nich kwasu oleinowego C18:1 (tab. 3). Najwięcej tego kwasu było w tłuszczu mleka z 6. godziny po odpasie. W 12. i 18. godzinie obserwowano spadek (średnio o 12,7%; $P \leq 0,01$), a w 24. godzinie wzrost, jednak do poziomu niższego niż w pierwszej serii obserwacji. Różnice dla pozostałych kwasów MUFA były mniej wyraźne (C16:1) lub nieistotne (C14:1 i C18:1T).

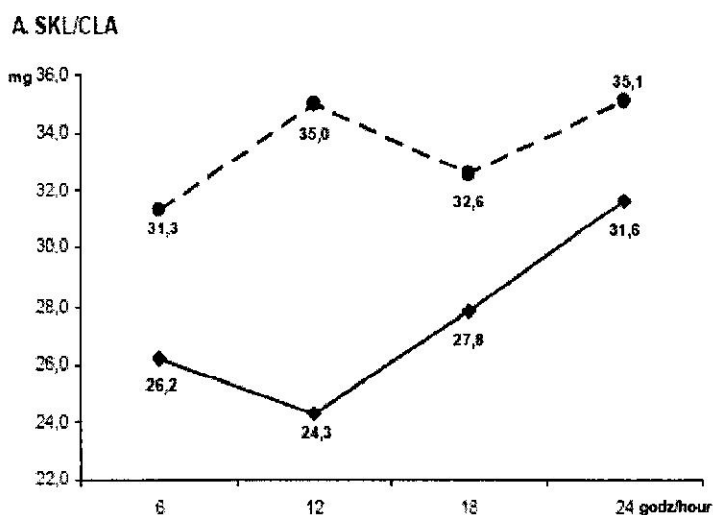
Nie wystąpiły statystycznie potwierdzone zmiany w zawartości PUFA, zależne od czasu od zadania zestawów paszowych (tab. 3). Zaznaczyła się jednak ogólna tendencja wzrostowa w kolejnych seriach obserwacji zarówno dla zawartości pojedynczych kwasów, jak i wszystkich PUFA (w tym PUFA *n-6* i *n-3*). Różnice dla kwasu linolenowego C18:3 okazały się w większości statystycznie istotne; między skrajnymi seriami „6” i „24” różnica wynosiła 23,1% ($P \leq 0,01$).

Nie stwierdzono istotnego zróżnicowania w zawartości SKL w tłuszczu mleka, jak i w mleku w zależności od czasu, jaki upłynął od zadania pasz (tab. 4). Wyraźniejsza różnica między mlekiem z 24. i 6. godziny (16,4%) wynikała z wyższej zawartości tłuszczu – odpowiednio 6,62 vs. 5,97% [6].

Omówione zmiany zawartości SFA i MUFA w kolejnych seriach obserwacji spowodowały istotne zmiany w proporcjach UFA:SFA oraz PUFA:MUFA, przy podobnym stosunku PUFA:SFA (tab. 4). Najwyższy stosunek UFA:SFA miało mleko z 6. godziny po odpasie, przy istotnym spadku w 12. i 18. godzinie (średnio o 16,2%; $P \leq 0,01$) i wzroście w 24. godzinie do poziomu o 6,7% (NS) niższego niż w serii „6”. Odwrotnie, stosunek PUFA:MUFA w mleku z 6. godziny był istotnie niższy niż w pozostałych,

podobnych pod tym względem seriach obserwacji – średnio o 16,3% (wszystkie różnice istotne przy $P \leq 0,01$).

W zakresie analizowanych kwasów tłuszczowych oraz parametrów charakteryzujących ich profil nie wystąpiły statystycznie istotne interakcje żywienie x seria obserwacji. Krzywe zmian dobowych dla mleka matek obu grup żywieniowych przebiegały na zróżnicowanym poziomie, ale miały podobny charakter. Wyjątek, choć statystycznie niepotwierdzony, stanowiła zawartość SKL (rys. 1). Różnice w ilości tego składnika w mleku matek RL i K z 6., 18. i 24. godziny po odpasie były zbliżone i miały liniowy przebieg; w grupie RL średnio na poziomie o 15,9% wyższym. Natomiast w 12. godzinie po odpasie obserwowano skokowo wyższy poziom zawartości SKL w grupie żywionej nasionami rzepaku i lnu (RL), i równocześnie spadek w grupie kontrolnej, co spowodowało, że różnica w zawartości tego składnika wynosiła aż 44,0%.



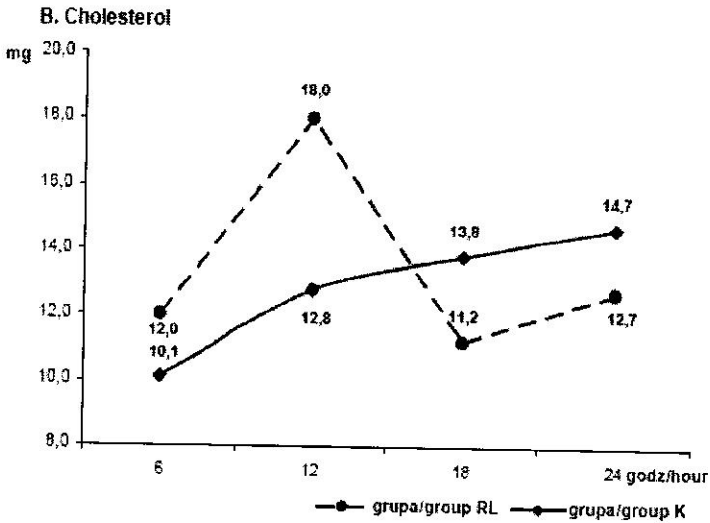
Rys. 1. Dobowe zmiany zawartości SKL w mleku (mg/100 g)
Fig. 1. Diurnal changes of CLA content in milk (mg/100 g)

Brak porównywalnych danych literaturowych odnośnie dynamiki zmian zawartości kwasów tłuszczowych w mleku owiec i innych przeżuwaczy w ciągu doby, nie pozwala na przeprowadzenie dyskusji uzyskanych wyników.

Wpływ skarmiania nasion rzepaku i lnu na zmiany dobowe zawartości cholesterolu w mleku

Nie stwierdzono wyraźniejszego wpływu stosowania porównywanych zestawów paszowych na zawartość cholesterolu w mleku owiec. Istotnie zróżnicowany był natomiast poziom tego składnika w zależności od serii obserwacji. Obserwowane zróżnicowanie nie miało charakteru liniowego (tab. 4). Najwyższą zawartość cholesterolu miało mleko z 12., a najniższą z 6. godziny po odpasie (różnica 40,0%; $P \leq 0,01$).

W zakresie tego składnika wystąpiła statystycznie potwierdzona interakcja grupa żywieniowa x seria obserwacji, która spowodowana była tym, że o ile zawartość cholesterolu w mleku matek grupy kontrolnej (K) rosła liniowo od 6. do 24. godziny po odpasie (różnica między tymi seriami 45,5%), o tyle w grupie RL zmiany miały charakter skokowy (rys. 2). W 6., 18. i 24. godzinie wahania zawartości cholesterolu w mleku RL były stosunkowo mniejsze, a jego poziom nie odbiegał wyraźniej od poziomu w mleku matek K – średnio odpowiednio 12,0 vs. 12,9 mg/100 g. Natomiast w 12. godzinie po odpasie zawartość tego składnika w mleku RL była wyraźnie najwyższa; o 40,1% wyższa niż w grupie K.



Rys. 2. Dobowe zmiany zawartości cholesterolu w mleku (mg/100 g)

Fig. 2. Diurnal changes of cholesterol content in milk (mg/100 g)

Również we wcześniejszych badaniach własnych [8, 10], przy stosowaniu nasion rzepaku i lnu w takich samych proporcjach i ilości, nie stwierdzono istotnego zróżnicowania w zawartości cholesterolu w mleku owiec. W dostępnym piśmiennictwie brak jest danych do dyskusji wyników w zakresie zmian dobowych koncentracji cholesterolu w mleku owiec.

W sumie, wprowadzenie do zestawu paszowego dla owiec matek nasion rzepaku i lnu spowodowało istotne zmiany w profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu dawki, jak i ogólny wzrost ilości kwasów tłuszczowych pobieranych przez owce w dawce dziennej, głównie MUFA i PUFA.

Skarmianie zestawu paszowego z nasionami ww. oleistych, w porównaniu z zestawem kontrolnym, wpływało wyraźnie i ogólnie korzystnie na zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka oraz jego parametry zdrowotne.

Stwierdzono zróżnicowaną dynamikę dobową zmian zawartości kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka owiec w zależności od czasu, jaki upłynął od zadania dawki

pokarmowej. Wyraźniejszy wpływ żywienia nasionami rzepaku i lnu na dynamikę tych zmian obserwowano również w odniesieniu do zawartości SKL i cholesterolu w mleku.

PIŚMIENNICTWO

1. ANTONGIOVANNI M., MELE M., BUCCIONI A., PETACCHI F., SERRA A., MELIS M.P., CORDEDDU L., BANNI S., SECCHIARI P., 2004 – Effect of forage/concentrate ratio and oil supplementation on C18:1 and CLA isomers in milk fat from Sarda ewes. *Journal of Animal and Feed Sciences* 13, Suppl. 1, 669-672.
2. BENCINI R., PULINA G., 1997 – The quality of sheep milk: review. *International Journal of Sheep and Wool Science* 45, 3, 181-220.
3. BOROWIEC F., ZAJĄC T., KOWALSKI Z.M., MICEK P., BARCIŃSKI M., 2001 – Comparison of nutritive value of new commercial linseed oily cultivars for ruminants. *Journal of Animal and Feed Science* 10, 301-308.
4. BORYS A., BORYS B., GRZEŚKIEWICZ S., PAKULSKA E., 2006 – Charakterystyka składu chemicznego nasion rzepaku i uzyskanego z nich makucho przy tłoczeniu oleju metodą „na zimno” i „na gorąco”. *Tłuszcze Jadalne* 41, 1-2, 138-145.
5. BORYS B., 2006 – Zagadnienia z zakresu strategii żywienia owiec na XI Seminarium FAO-CIHEAM w Katanii (Włochy). *Przegląd Hodowlany* 4, 12-15.
6. BORYS B., 2007 – Wpływ żywienia owiec nasionami rzepaku i lnu na skład chemiczny mleka w okresie doby. Cz. I. Składniki podstawowe. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, t. 3, nr 4, 219-227.
7. BORYS B., BORYS A., MROCZKOWSKI S., GRZEŚKIEWICZ S., 1999 – The characteristic of slaughter value and meat quality of milk type lambs and its diversity according to the CLA level in the mothers' milk. *Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego* 36, 101-113.
8. BORYS B., BORYS A., PAJĄK J.J., 2005 – The fatty acid profile of meat of suckling lambs from ewes fed rapeseed and linseed. *Journal of Animal and Feed Sciences* 14, Suppl. 1, 223-226.
9. BORYS B., PAJĄK J.J., BORYS A., 2005 – The effect of rapeseed fed to suckled ewes on the fatty acid profile of lamb meat. *Journal of Animal and Feed Sciences* 14, Suppl. 1, 231-234.
10. BORYS B., MROCZKOWSKI S., 2002 – Ocena diety z udziałem ziarna rzepaku i lnu na skład siary i mleka owiec ze szczególnym uwzględnieniem profilu kwasów tłuszczowych. *Prace i Materiały Zootechniczne, Zeszyt Specjalny* 14, 15-27.
11. FOLCH J., LEES M., STANLEY G.H.S., 1957 – A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226, 247-262.
12. HAENLEIN G.F.W., 1996 – Nutritional value of dairy products of ewe and goat milk. Proceedings of the seminar „Production and utilization of ewe and goat milk”, Crete (Greece), 19-21 October 1995, 159-178.
13. JENKINS T., 2004 – Challenges of meeting cow demands for omega fatty acids. Florida Ruminants Nutrition Symposium, 52-66.
14. KRAMER J.C.K., FELLNER V., DUGAN M.E.R., SAUER F.D., MOSSOBA M.M., YURAWECZ M.P., 1997 – Evaluation acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. *Lipids* 32, 11, 1219-1228.
15. MARCIŃSKI M., BOROWIEC F., MICEK P., ZAJĄC T., 2003 – Wpływ skarmiania nasion lnu olejowego na skład chemiczny mleka owiec. *Roczniki Naukowe Zootechniki, Supplement* 17, 245-248.

16. Normy Żywienia Bydła, Owiec i Kóz, 2001 – Praca zbiorowa. Instytut Zootechniki Kraków, 91-108.
17. REKLEWSKA B., BERNATOWICZ E., 2002 – Bioaktywne składniki frakcji tłuszczowej mleka. *Przegląd Hodowlany* 11. 1-6.
18. STATISTICA – Przewodnik, 2002 – StaSoft Sp. z o.o., Kraków.
19. SZUMACHER-STRABEL M., 2005 – Wpływ dodatku tłuszczów do dawek pokarmowych dla owiec i kóz na zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w płynie żwaczowym i mleku, ze szczególnym uwzględnieniem izomerów sprzężonego kwasu linolowego. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*, Rozprawy Naukowe, z. 365.
20. THOMPSON H.R., MEROLA V.G., 1993 – A simplified alternative to the AOAC Official Method for cholesterol in multicomponent food. *Journal of AOAC* 76 (5), 1057-1068.

Bronisław Borys, Andrzej Borys, Stanisław Grześkiewicz

Effect of feeding rapeseed and linseed to sheep on chemical composition of milk during a 24-hour period. Part II. Lipid's profile

Summary

A total of 12 nursing ewes in the 5th week of lactation were fed with forage, hay and concentrate mixture. Standard mixture was used in the control group (K) and the same mixture supplemented with whole rapeseed and linseed (100 and 50 g/animal/day, respectively) was used in the experimental group (RL). Milk was sampled 1 h after suckling, in 4 series during 24 h (i.e. 6, 12, 18 and 24 h after feeding). Inclusion of rapeseed and linseed to the diet for ewes caused significant changes in the fatty acid profile of dietary fat. Additionally, a general increase in the intake of fatty acids (mainly MUFA and PUFA) of daily ration by RL ewes occurred. Feeding the RL diet favourably influenced the fatty acid content of milk fat and its health quality compared with the control diet. Differences in the dynamic of diurnal changes were observed in the composition of milk fat according to the time after feeding. A very distinct effect of supplementing diet with rapeseed and linseed on the dynamic of diurnal changes was observed especially in case of CLA and cholesterol content of milk.

