

Bożena Patkowska-Sokoła, Robert Bodkowski, Stefania Kinal*,
Wiesława Walisiewicz-Niedbalska**, R. Popiolek, Maja Słupczyńska*

Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Katedra Hodowli Owiec i Zwierząt Futerkowych

* Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa

** Instytut Chemii Przemysłowej im. I. Mościckiego w Warszawie

I. Wpływ podawania preparowanych termicznie nasion lnu na zawartość tłuszczu i kwasów tłuszczowych w mleku polskiej owcy górskiej

I. The effect of thermally protected linseeds application on fat and fatty acids in milk of Polish Mountain Sheep

Słowa kluczowe: mleko owcze, preparowane termicznie nasiona lnu, tłuszcz, kwasy tłuszczowe

Key words: ewe's milk, thermally protected linseeds, fat, fatty acids

Celem pracy była próba zmodyfikowania składu kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka polskiej owcy górskiej poprzez skarmianie preparowanych termicznie nasion lnu. Badania przeprowadzono na 20 maciorkach polskiej owcy górskiej będących w 20–21 tygodniu laktacji, które podzielono na dwie grupy (po 10 szt. każda): kontrolną (bez dodatku) i doświadczalną (150 g dodatek preparowanych termicznie nasion lnu). W trakcie trwającego 30 dni doświadczenia od każdej maciorki pobrano 4-krotnie próbki mleka, w których oznaczono zawartość tłuszczu oraz chromatograficznie skład kwasów tłuszczowych. W wyniku skarmiania preparowanych termicznie nasion lnu wzrosła w mleku zawartość tłuszczu oraz korzystnej modyfikacji uległ skład kwasów tłuszczowych (obniżyła się w nim zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych oraz wzrosła zawartość kwasów tłuszczowych nienasyconych). W największym stopniu wzrósł w mleku poziom kwasów tłuszczowych wielonienasyconych. Największe zmiany zanotowano po najdłuższym 30-dniowym okresie podawania preparowanych nasion lnu.

The aim of the study was to modify the fatty acids composition in the fat of milk of Polish mountain sheep by feeding of thermally protected linseeds. The experiment was conducted on 20 ewes of Polish mountain sheep in 20–21 week of lactation. The animals were divided into two groups (10 animals in each group): control (without supplement) and experimental (supplement of 150 g thermally protected linseeds). During 30 days of experiment milk samples were taken four times and fat content and fatty acids composition in milk were determined. The data of experiment indicated that feeding thermally protected linseeds caused the increase of fat content in milk as well as positively modified fatty acids composition (decreased content of saturated fatty acids and increased content of unsaturated fatty acids). The greatest increase was noted for content of polyunsaturated fatty acids in milk. The influence of feeding thermally protected linseeds was most significant after 30 days of treatment.

Wstęp

Mleczne użytkowanie owiec, ze względu na ugruntowaną od tysiącleci tradycję, jest najbardziej rozpowszechnione w krajach basenu Morza Śródziemnego (Grecja, Hiszpania, Włochy). Stamtąd też pochodzi około 75% światowej produkcji mleka owczego oraz jego przetworów. Jak dowodzą doświadczenia wielu krajów mleczny kierunek użytkowania sprzyja intensyfikacji produkcji, umożliwia uzyskanie lepszych efektów ekonomicznych oraz wzbogaca rynek o atrakcyjne i wartościowe z punktu widzenia diety produkty stanowiące często przedmiot eksportu. W ostatnich latach wzrost zainteresowania mlecznym kierunkiem użytkowania owiec obserwuje się również w innych krajach (Anglia, Austria, Bułgaria, Niemcy, Słowacja, Szwajcaria, Węgry).

Powszechnie znane są zdrowotne walory mleka owczego. W porównaniu z mlekiem krowim i kozim charakteryzuje się ono znacznie większą zawartością witamin (A, D, K) oraz mikro- i makroelementów. Zawiera ono również 2-krotnie więcej białka oraz łatwo przyswajalnego tłuszczu.

Tłuszcz mleka owczego, podobnie jednak jak większość tłuszczów pochodzenia zwierzęcego, charakteryzuje się niekorzystnym składem kwasów tłuszczowych. Przeważają w nim bowiem nasycone kwasy tłuszczowe, natomiast stosunkowo niewiele jest nienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym NNKT (Patkowska-Sokoła i in. 1996, 2002).

Liczne doniesienia zagraniczne i krajowe wskazują, że możliwa jest modyfikacja składu kwasów tłuszczowych tłuszczu zwierząt monogastrycznych poprzez wzbogacenie ich diety nasionami roślin oleistych lub tłuszczem o wysokiej zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych (Ajuyah i in. 1991, Hertzman i in. 1988). Znacznie trudniej jest jednak zmodyfikować profil kwasów tłuszczowych tłuszczu przeżuwaczy, ponieważ większość nienasyconych kwasów tłuszczowych ulega w żwaczu tych zwierząt procesowi uwodorowania. Procesowi temu można zapobiec podając zwierzętom przeżuwającym tłuszcz w formie chronionej.

Celem badań była próba modyfikacji składu kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka polskiej owcy górskiej poprzez wprowadzenie do ich dawki pokarmowej preparowanych termicznie nasion lnu.

Material i metody

W części analitycznej badań w surowych i poddanych obróbce termicznej (temp. 120°C przez 35 minut) brązowych nasionach lnu odmiany Opal została oznaczona sucha masa, białko ogólne i tłuszcz surowy (Ładoński i in. 1986). W tłuszczu wyekstrahowanym z nasion lnu został oznaczony procentowy udział kwasów tłuszczowych na chromatografie gazowym PU 4410 firmy Philips

z detektorem płomieniowo-jonizacyjnym. Do przeprowadzenia rozdziału została użyta kolumna kapilarna typu Rtx-2330 o długości 105 m, grubości 20 μm , i średnicy 0,25 mm. Rozdział został przeprowadzony w temperaturze programowanej: izoterma początkowa — 160°C (30 min) — 3°C/min do 180°C — 17 min. w temp. 180°C — przez 5 min. do 210°C — 20 min. w temp. 210°C. Inne parametry rozdziału: temp. detektora — 230°C, komory nastrzykowej — 220°C, kolumny — 160°C, gaz nośny — Hel 80 PSI. Identyfikacja kwasów tłuszczowych została przeprowadzona poprzez porównanie czasów retencji uzyskanych pików z czasami retencji wzorców. Wszystkie analizy i oznaczenia zostały wykonane w laboratorium Katedry Technologii Surowców Pochodzenia Zwierzęcego Wydziału Technologii Żywności AR we Wrocławiu.

Doświadczenie właściwe zostało przeprowadzone na 20 trzyletnich maciorach polskiej owcy górskiej będących w 20–21 tygodniu laktacji. Zwierzęta zostały podzielone na dwie grupy (po 10 sztuk każda): kontrolną i doświadczalną (tab. 1). Podstawą żywienia zwierząt w obu grupach była zielonka pastwiskowa oraz siano łąkowe. Dodatkowo maciorki z grupy doświadczalnej otrzymywały codziennie w czasie doju 150 g preparowanych termicznie nasion lnu odmiany Opal. Przeciętna dawka pokarmowa maciorek z grupy kontrolnej zawierała 1,47 JP, 166 g białka BTJN i 155 g białka BTJE, natomiast z grupy doświadczalnej 1,45 JP, 194 g białka BTJN i 172 g białka BTJE. W trakcie trwającego 30 dni doświadczenia od każdej sztuki 4-krotnie zostały pobrane próbki mleka. Pierwszy udój kontrolny został przeprowadzony w dniu rozpoczęcia doświadczenia, natomiast trzy kolejne w 10-dniowych odstępach. W próbkach mleka została oznaczona zawartość tłuszczu surowego (Ładoński i in. 1986) oraz udział kwasów tłuszczowych (parametry kolumny i warunki rozdziału jak w części analitycznej badań).

Uzyskane wyniki badań zostały opracowane statystycznie z użyciem testu t.

Tabela 1

Układ doświadczenia — *Scheme of experiment*

| Grupy <i>Groups</i> | Ilość zwierząt <i>Number of animals</i> [szt.] | Rodzaj dodatku <i>Kind of supplement</i> | Ilość dodatku <i>Amount of supplement</i> [g] | Okres stosowania <i>Duration of application</i> [dni – <i>days</i>] |
|--------------------------------------|--|--|---|--|
| Kontrolna <i>Control</i> | 10 | Brak dodatku <i>Without supplement</i> | – | – |
| Doświadczalna <i>Experimental</i> | 10 | Preparowane termicznie nasiona lnu <i>Thermically protected linseeds</i> | 150 | 30 |

Wyniki

Skład chemiczny surowych nasion lnu stosowanych w żywieniu macierek przedstawiono w tabeli 2. Największy procent w tłuszczu nasion lnu stanowiły wielonienasycone kwasy tłuszczowe — 68,44%, kolejno jednonienasycone — 19,53%, natomiast najmniej było nasyconych kwasów tłuszczowych — 12,01%. W grupie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych największy udział miał kwas oleinowy C_{18:1} — 98,5%, natomiast w grupie kwasów wielonienasyconych kwas linolenowy C_{18:3} — 73,8%.

Tabela 2

Skład chemiczny surowych nasion lnu — *Chemical composition of linseeds*

| Wyszczególnienie — <i>Specification</i> | Zawartość w % — <i>Content in %</i> |
|---|-------------------------------------|
| Sucha masa — <i>Dry matter</i> | 92,00 |
| Białko surowe — <i>Crude protein</i> | 26,10 |
| Tłuszcz surowy — <i>Crude fat</i> | 37,00 |
| w tym kwasy tłuszczowe — <i>fatty acids</i> : | |
| C _{14:0} | 0,29 |
| C _{15:0} | 0,18 |
| C _{16:0} | 8,42 |
| C _{17:0} | 0,11 |
| C _{18:0} | 2,71 |
| C _{18:1} | 19,24 |
| C _{18:2} | 17,89 |
| C _{18:3} | 50,55 |
| C _{20:0} | 0,17 |
| C _{20:1} | 0,29 |
| C _{22:0} | 0,13 |

Obróbka termiczna, jakiej zostały poddane nasiona lnu, nie wpłynęła istotnie na zawartość w nich suchej masy, białka ogólnego i tłuszczu surowego oraz profil kwasów tłuszczowych.

W oparciu o analizy składu chemicznego skarmianych pasz (zielonka, siano łąkowe, siemię lniane) obliczono, że przeciętny udział tłuszczu w suchej masie dawki pokarmowej macierek z grupy kontrolnej wynosił około 1,73%. Dodatek preparowanych termicznie nasion lnu (grupa doświadczalna) spowodował wzrost udziału tłuszczu w dawce pokarmowej do około 5%.

W momencie rozpoczęcia doświadczenia (udój I) poziom tłuszczu w mleku macierek z grupy kontrolnej i doświadczalnej był na zbliżonym poziomie (tab. 3). Po 10 dniach stosowania dodatku nasion lnu (udój II) zawartość tłuszczu w mleku owiec z grupy doświadczalnej była wyższa w porównaniu z mlekiem owiec z grupy kontrolnej o 3,27 jedn. proc. [$P \leq 0,05$], po 20 dniach (udój III) o 7,63 jedn. proc. [$P \leq 0,01$] natomiast po najdłuższym 30-dniowym okresie skarmiania preparowanych termicznie nasion lnu (udój IV) o 8,64 jedn. proc. [$P \leq 0,01$] (tab. 3).

W mleku z I udoju (w momencie rozpoczęcia doświadczenia) nie stwierdzono istotnych różnic między maciorkami z grupy kontrolnej i doświadczalnej w zawartości grup kwasów tłuszczowych o różnym stopniu nasycenia i poszczególnych kwasów tłuszczowych (tab. 4).

Tabela 3

Zawartość tłuszczu w mleku maciorek z kolejnych udojów
Content of fat in milk in the following milking

| Grupa <i>Group</i> | Symbol statystyczny <i>Statistic symb.</i> | Zawartość tłuszczu w mleku — <i>Content of fat in milk [%]</i> | | | |
|--------------------------------------|--|--|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | | udój I <i>I milking</i> | udój II <i>II milking</i> | udój III <i>III milking</i> | udój IV <i>IV milking</i> |
| Kontrolna <i>Control</i> | \bar{x} SD | 7,62 0,08 | 7,64 ^a 0,05 | 7,73 ^A 0,07 | 7,75 ^A 0,07 |
| Doświadczalna <i>Experimental</i> | \bar{x} SD | 7,61 0,07 | 7,89 ^b 0,07 | 8,32 ^B 0,06 | 8,42 ^B 0,04 |

Dane oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (a, b), $P \leq 0,01$ (A, B)
Means marked with different letters are significantly different on the level $P \leq 0.05$ (a, b) $P \leq 0.01$ (A, B)

Tabela 4

Zawartość kwasów tłuszczowych w mleku na początku doświadczenia (I udój)
The content of fatty acids in milk at the beginning of experiment (I milking)

| Kwasy tłuszczowe <i>Fatty acids</i> | Zawartość — <i>Content [g/100 g mleka]</i> | | | |
|--|--|-------|-------------------------------------|-------|
| | kontrolna — <i>control</i> | | doświadczalna — <i>experimental</i> | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| C _{10:0} | 0,276 | 0,059 | 0,293 | 0,054 |
| C _{12:0} | 0,265 | 0,056 | 0,269 | 0,041 |
| C _{14:0} | 1,243 | 0,099 | 1,268 | 0,085 |
| C _{16:0} | 2,612 | 0,050 | 2,541 | 0,064 |
| C _{18:0} | 0,718 | 0,075 | 0,712 | 0,071 |
| C _{20:0} | 0,148 | 0,010 | 0,151 | 0,011 |
| C _{22:0} | 0,006 | 0,001 | 0,006 | 0,001 |
| Łącznie nasycone <i>Total saturated</i> | 5,268 | 0,120 | 5,240 | 0,078 |
| C _{16:1} | 0,056 | 0,004 | 0,056 | 0,003 |
| C _{18:1} | 2,076 | 0,119 | 2,092 | 0,078 |
| C _{20:1} | 0,020 | 0,005 | 0,019 | 0,003 |
| Łącznie jednonienasycone <i>Total monounsaturated</i> | 2,152 | 0,117 | 2,167 | 0,078 |
| C _{18:2} | 0,107 | 0,013 | 0,110 | 0,008 |
| C _{18:3} | 0,093 | 0,008 | 0,093 | 0,007 |
| Łącznie wielonienasycone <i>Total polyunsaturated</i> | 0,200 | 0,019 | 0,203 | 0,012 |
| Nienasycone do nasyconych <i>Unsaturated to saturated</i> | 0,45 | | 0,45 | |

Różnice zaobserwowano natomiast po 10 dniach podawania preparowanych nasion lnu. W grupie doświadczalnej udział nasyconych kwasów tłuszczowych był niższy w porównaniu z grupą kontrolną o 3,45% [$P \leq 0,05$]. Jednocześnie mleko maciorek z grupy doświadczalnej charakteryzowało się wyższym o 17,49% udziałem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych [$P \leq 0,01$] oraz o 32,02% wielonienasyconych kwasów tłuszczowych [$P \leq 0,01$] (tab. 5). Mleko maciorek z grupy doświadczalnej charakteryzowało się również wyższą zawartością kwasów oleinowego C_{18:1}, linolowego C_{18:2} i linolenowego C_{18:3} odpowiednio o 17,72, 24,32 i 41,39% [$P \leq 0,01$] (tab. 5).

Tabela 5
Zawartość kwasów tłuszczowych w mleku po 10 dniach stosowania preparowanych termicznie nasion lnu (udój II) — *The content of fatty acids in milk after 10 days of application of thermally protected linseeds (II milking)*

| Kwasy tłuszczowe <i>Fatty acids</i> | Zawartość — <i>Content</i> [g/100 g mleka] | | | |
|--|--|-------|-------------------------------------|-------|
| | kontrolna — <i>control</i> | | doświadczalna — <i>experimental</i> | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| C _{10:0} | 0,292 ^a | 0,085 | 0,245 ^b | 0,021 |
| C _{12:0} | 0,258 ^a | 0,039 | 0,229 ^b | 0,024 |
| C _{14:0} | 1,271 ^A | 0,059 | 1,193 ^B | 0,020 |
| C _{16:0} | 2,599 ^A | 0,045 | 2,510 ^B | 0,049 |
| C _{18:0} | 0,694 ^a | 0,050 | 0,747 ^b | 0,039 |
| C _{20:0} | 0,151 | 0,019 | 0,160 | 0,012 |
| C _{22:0} | 0,007 | 0,001 | 0,006 | 0,001 |
| Łącznie nasycone <i>Total saturated</i> | 5,272 ^a | 0,104 | 5,090 ^b | 0,074 |
| C _{16:1} | 0,054 ^a | 0,003 | 0,057 ^b | 0,002 |
| C _{18:1} | 2,083 ^A | 0,092 | 2,452 ^B | 0,071 |
| C _{20:1} | 0,018 ^a | 0,004 | 0,023 ^b | 0,005 |
| Łącznie jednonienasycone <i>Total monounsaturated</i> | 2,155 ^A | 0,094 | 2,532 ^B | 0,071 |
| C _{18:2} | 0,111 ^A | 0,011 | 0,138 ^B | 0,018 |
| C _{18:3} | 0,092 ^A | 0,008 | 0,130 ^B | 0,008 |
| Łącznie wielonienasycone <i>Total polyunsaturated</i> | 0,203 ^A | 0,015 | 0,268 ^B | 0,018 |
| Nienasycone do nasyconych <i>Unsaturated to saturated</i> | | 0,45 | | 0,55 |

Dane oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (a, b), $P \leq 0,01$ (A, B)
Means marked with different letters are significantly different on the level $P \leq 0,05$ (a, b) $P \leq 0,01$ (A, B)

Po 20 dniach podawania preparowanych termicznie nasion lnu (udój III) różnica w zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych między grupami wynosiła 3,55% [$P \leq 0,05$] (tab. 6). Jednocześnie mleko maciorek otrzymujących preparowane nasiona lnu charakteryzowało się wyższą zawartością jedno- i wieloniena-

syconych kwasów tłuszczowych odpowiednio o 30,81 i 60,59% [$P \leq 0,01$]. Wyższy był w nim również udział kwasu oleinowego $C_{18:1}$ o 31,33% [$P \leq 0,01$], linolowego $C_{18:2}$ o 44,14% [$P \leq 0,01$] i linolenowego $C_{18:3}$ o 80,43% [$P \leq 0,01$] (tab. 6).

Tabela 6
Zawartość kwasów tłuszczowych w mleku po 20 dniach stosowania preparowanych termicznie nasion lnu (udój III) — *The content of fatty acids in milk after 20 days of application of thermically protected linseeds (III milking)*

| Kwasy tłuszczowe <i>Fatty acids</i> | Zawartość — <i>Content</i> [g/100 g mleka] | | | |
|--|--|-------|-------------------------------------|-------|
| | kontrolna — <i>control</i> | | doświadczalna — <i>experimental</i> | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| $C_{10:0}$ | 0,287 ^A | 0,039 | 0,235 ^B | 0,034 |
| $C_{12:0}$ | 0,269 | 0,053 | 0,240 | 0,033 |
| $C_{14:0}$ | 1,305 ^A | 0,104 | 1,210 ^B | 0,022 |
| $C_{16:0}$ | 2,627 ^A | 0,046 | 2,502 ^B | 0,052 |
| $C_{18:0}$ | 0,742 ^A | 0,077 | 0,826 ^B | 0,041 |
| $C_{20:0}$ | 0,148 ^A | 0,016 | 0,174 ^B | 0,010 |
| $C_{22:0}$ | 0,007 | 0,001 | 0,007 | 0,001 |
| Łącznie nasycone <i>Total saturated</i> | 5,385 ^a | 0,114 | 5,194 ^b | 0,062 |
| $C_{16:1}$ | 0,055 ^a | 0,002 | 0,060 ^b | 0,004 |
| $C_{18:1}$ | 2,068 ^A | 0,114 | 2,716 ^B | 0,065 |
| $C_{20:1}$ | 0,019 ^A | 0,005 | 0,026 ^B | 0,008 |
| Łącznie jednonienasycone <i>Total monounsaturated</i> | 2,142 ^A | 0,111 | 2,802 ^B | 0,067 |
| $C_{18:2}$ | 0,111 ^A | 0,011 | 0,160 ^B | 0,018 |
| $C_{18:3}$ | 0,092 ^A | 0,005 | 0,166 ^B | 0,017 |
| Łącznie wielonienasycone <i>Total polyunsaturated</i> | 0,203 ^A | 0,014 | 0,326 ^B | 0,029 |
| Nienasycone do nasyconych <i>Unsaturated to saturated</i> | | 0,43 | | 0,60 |

Dane oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (a, b), $P \leq 0,01$ (A, B)
Means marked with different letters are significantly different on the level $P \leq 0.05$ (a, b) $P \leq 0.01$ (A, B)

Po 30 dniach skarmiania preparowanych nasion lnu (udój IV) udział nasyconych kwasów tłuszczowych w mleku maciorek otrzymujących te nasiona był niższy w porównaniu z mlekiem maciorek z grupy kontrolnej o 2,80% [$P \leq 0,05$] (tab. 7). Mleko maciorek otrzymujących preparowane termicznie nasiona lnu charakteryzowało się jednocześnie wyższą zawartością jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych odpowiednio o 30,53 i 65,60% (różnice statystycznie wysokoistotne). Zawierało ono również o 31,35% więcej kwasu oleinowego $C_{18:1}$ [$P \leq 0,01$], o 50,42% kwasu linolowego $C_{18:2}$ [$P \leq 0,01$] i o 83,84% kwasu linolenowego $C_{18:3}$ [$P \leq 0,01$] (tab. 7).

Tabela 7

Zawartość kwasów tłuszczowych w mleku po 30 dniach stosowania preparowanych termicznie nasion lnu (udój IV) — *The content of fatty acids in milk after 30 days of application of thermically protected linseeds (IV milking)*

| Kwasy tłuszczowe <i>Fatty acids</i> | Zawartość — <i>Content</i> [g/100 g mleka] | | | |
|--|--|-------|-------------------------------------|-------|
| | kontrolna — <i>control</i> | | doświadczalna — <i>experimental</i> | |
| | \bar{x} | SD | \bar{x} | SD |
| C _{10:0} | 0,295 | 0,124 | 0,234 | 0,025 |
| C _{12:0} | 0,259 | 0,079 | 0,231 | 0,034 |
| C _{14:0} | 1,281 | 0,253 | 1,216 | 0,067 |
| C _{16:0} | 2,613 ^A | 0,164 | 2,483 ^B | 0,080 |
| C _{18:0} | 0,709 ^a | 0,153 | 0,822 ^b | 0,064 |
| C _{20:0} | 0,155 | 0,061 | 0,176 | 0,011 |
| C _{22:0} | 0,006 | 0,001 | 0,007 | 0,001 |
| Łącznie nasycone <i>Total saturated</i> | 5,318 ^a | 0,259 | 5,169 ^b | 0,098 |
| C _{16:1} | 0,059 | 0,004 | 0,059 | 0,003 |
| C _{18:1} | 2,134 ^A | 0,233 | 2,803 ^B | 0,063 |
| C _{20:1} | 0,021 ^A | 0,005 | 0,028 ^B | 0,006 |
| Łącznie jednonienasycone <i>Total monounsaturated</i> | 2,214 ^A | 0,233 | 2,890 ^B | 0,089 |
| C _{18:2} | 0,119 ^A | 0,023 | 0,179 ^B | 0,024 |
| C _{18:3} | 0,099 ^A | 0,011 | 0,182 ^B | 0,026 |
| Łącznie wielonienasycone <i>Total polyunsaturated</i> | 0,218 ^A | 0,030 | 0,361 ^B | 0,049 |
| Nienasycone do nasyconych <i>Unsaturated to saturated</i> | | 0,46 | | 0,63 |

Dane oznaczone różnymi literami różnią się istotnie na poziomie $P \leq 0,05$ (a, b), $P \leq 0,01$ (A, B)
Means marked with different letters are significantly different on the level $P \leq 0.05$ (a, b) $P \leq 0.01$ (A, B)

Naturalny tłuszcz w pokarmach, jak też dodatek tłuszczów do diety, jest ważnym komponentem dawki, głównie ze względu na swoją wartość kaloryczną. Składnik ten pozwala bowiem rekompensować w przypadku zwierząt o dużym zapotrzebowaniu na energię występujący w okresie żywienia pastwiskowego deficyt energetyczny. U owiec użytkowanych mlecznie jest on również bezpośrednim źródłem tłuszczu mleka.

W przypadku zwierząt przeżuwających ilość tłuszczu jaki może być skarmiany w dawce jest ściśle ograniczona. Przekroczenie poziomu 5–8% może bowiem niekorzystnie wpływać na metabolizm i trawienie w żwaczu (Grummer 1988) oraz powodować obniżoną produkcję mleka i tłuszczu (Storry i in. 1971). Ponadto redukujące środowisko żwacza powoduje uwodornienie większości kwasów tłuszczowych o nienasyconych wiązaniach (Mills i in. 1970, Sklan i in. 1974). Sposobem uniknięcia ograniczeń ilości tłuszczu w dawce pokarmowej przeżu-

waczy oraz zabezpieczeniem wchodzących w jego skład nienasyconych kwasów tłuszczowych przed biouwodornieniem może być skarmianie tłuszczu w postaci chronionej (Bodkowski i in. 1995, 1998; Patkowska-Sokoła i in. 1994a, 1994b, Stankiewicz 1983; Stasiniewicz 1982).

W niniejszych badaniach do ochrony tłuszczu nasion lnu przed lipolizą i nienasyconych kwasów tłuszczowych przed uwodornieniem została zastosowana obróbka termiczna. Wysoka skuteczność tej metody została potwierdzona w licznych badaniach (Broderick i in. 1980, Lindberg i in. 1982). O jej skuteczności świadczą również wyniki niniejszych badań. Przy skarmianiu nasion lnu zabezpieczonych tą metodą nie tylko nie nastąpił spadek zawartości tłuszczu w mleku, ale nawet odnotowano jego wzrost. Dodatkowo dzięki zastosowaniu wysokiej temperatury najprawdopodobniej nastąpiła inaktywacja zawartej w nasionach lnu substancji antyżywniowej — linamaryny.

Sposobem ochrony tłuszczu przez lipolizą oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych przed biouwodornieniem w żywcu może być również obróbka hydrotermiczna, chemiczna, podawanie go w postaci soli wapniowych i magnezowych, a w przypadku płynnych olejów stosowanie utwardzonych kapsułek żelatinowych.

W trakcie trwania doświadczenia nie zaobserwowano negatywnych skutków skarmiania preparowanych termicznie nasion lnu. Zwierzęta chętnie wyjadały ten dodatek. Nie wystąpiły u nich również zaburzenia gastryczne.

Efektem skarmiania dawki pokarmowej wzbogaconej w preparowane termicznie nasiona lnu były natomiast korzystne zmiany w składzie kwasów tłuszczowych tłuszczu mleka. Już po 10 dniach ich podawania odnotowano istotny wzrost zawartości w mleku nienasyconych kwasów tłuszczowych (zarówno jednonajak i wielonienasyconych) oraz obniżenie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych. Jeszcze większe zmiany stwierdzono po dłuższym, 20- i 30-dniowym okresie skarmiania tych nasion. W największym stopniu wzrosła w mleku zawartość dwóch egzogennych kwasów tłuszczowych — kwasu linolowego $C_{18:2}$ i linolenowego $C_{18:3}$, które są bardzo ważne dla prawidłowego funkcjonowania człowieka (Ziemiański i in. 1991). Najprawdopodobniej wzrost wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, należących do grupy niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), był związany z wysokim ich udziałem w tłuszczu nasion lnu.

Autorom niniejszego opracowania nie udało się znaleźć w dostępnej literaturze prac na temat stosowania nasion lnu w żywieniu laktujących owiec. Wzrost zawartości tłuszczu w mleku oraz korzystną modyfikację składu kwasów tłuszczowych zaobserwowano również w wyniku skarmiania innych chronionych nasion roślin oleistych (Astrup i in. 1976, Stankiewicz 1983, Strzetelski i in. 1987, Weyant i in. 1974).

Wnioski

Efektem wzbogacenia dawki dojonych owiec preparowanymi termicznie nasionami lnu były zmiany w składzie mleka:

- wzrost zawartości tłuszczu,
- modyfikacja profilu kwasów tłuszczowych (wzrost udziału nienasyconych kwasów tłuszczowych i obniżenie nasyconych),
- wzrost zawartości kwasów tłuszczowych: oleinowego, linolowego i linolenowego,
- poprawa stosunku U/S (nienasyconych kwasów tłuszczowych do nasyconych).

Poprzez dodatek do dawki pokarmowej laktujących macierek dodatku preparowanych termicznie nasion lnu można poprawić walory zdrowotne mleka owczego (korzystnie zmienić skład kwasów tłuszczowych oraz poprawić stosunek kwasów tłuszczowych nienasyconych do nasyconych).

Conclusion

The application of thermically protected linseeds in ewes nutrition caused changes in milk composition:

- increase of fat content,
- modification of fatty acids profile (increase of share of unsaturated fatty acids and decrease of the amount of saturated fatty acids),
- increased content of oleic, linoleic and linolenic acids,
- improved unsaturated to saturated fatty acids ratio.

Supplementing the daily feeding ration of milking ewes with thermically protected linseeds may improve the quality of milk (beneficially changes fatty acids composition as well as proportion between unsaturated to saturated fatty acids).

Literatura

- Ajuyah A.O., Lee K.H., Hardin R.T., Sim J.S. 1991. Changes in the yield and in the fatty acids composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oilseed. *Poult. Sci.*, 70: 2304-2314.
- Astrup H.N., Vik-Mo L., Ekern A., Blakke F. 1976. Feeding protected and unprotected oils to dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 59 (3): 426-430.
- Bodkowski R., Patkowska-Sokoła B., Szymańko T., Jarosz L. 1995. Lammfleischqualität Verbesserung durch Verfütterung präparierter Kurbissamen. *Fleischwirtschaft*, 75 (5): 722-728.

- Bodkowski R. 1998. Próba modyfikacji składu kwasów tłuszczowych tłuszczu jagniąt poprzez dodatek do diety chronionych nasion roślin oleistych (rzepak, słonecznik). Praca doktorska. Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt AR Wrocław.
- Broderick G.A., Craig W.M. 1980. Effect of heat treatment on ruminal degradation and escape, and intestinal digestability of cottonseed meal protein. *J. Nutr.*, 110: 423-430.
- Grummer R.R. 1988. Influence oil fatty acids on ruminal fermentation and nutrient digestability. *J. Dairy Sci.*, 71 (1): 117-123
- Hertzman C., Goransson L., Ruderus H. 1988. Influence of fishmeal, rape-seed and rape-seed meal in feed on the fatty acids composition and storage stability of porcine body fat. *Meat Sci.*, 23: 37-53.
- Lindberg J.E., Soliman H.S., Sanne S. 1982. The study of rumen degradability of untreated and heat treated rape seed meal and of whole rape seed including and comparison between two nylon bag techniques. *Swed. J. Agric. Res.*, 12: 83-88.
- Ładoński W., Gospodarek T. 1986. Podstawowe metody analityczne produktów żywnościowych. Warszawa – Wrocław.
- Mills S.C., Scott T.W., Russel G.R., Smith H.M. 1970. Hydrogenation of C₁₈ unsaturated fatty acids by pure cultures of rumen micrococcus. *Austral. J. Biol. Sci.*, 23: 1109-1115.
- Patkowska-Sokoła B., Bodkowski R., Dobrzański Z., Bodak E., Jarosz L. 1994a. Wpływ podawania chronionych nasion dyni jadalnej na poprawę jakości mięsa jagnięcego. *Rocz. Inst. Przem. Mięs. i Tłuszcz.*, XXXIII: 145-163.
- Patkowska-Sokoła B., Bodkowski R., Dobrzański Z., Kołacz R., Bodak E. 1994b. Próba polepszenia jakości mięsa jagnięcego poprzez wprowadzenie do diety jagniąt chronionego tłuszczu roślinnego. *Zesz. Nauk. PTZ*, 13: 203-213.
- Patkowska-Sokoła B., Jamroz D., Bodkowski R., Wiertelcki T., Ćwikła A. 2002. Differences of fatty acids pattern and CLA (c9t11) content in colostrum and milk of cattle, sheep and goats. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 11: 88
- Patkowska-Sokoła B., Popiołek R., Ćwikła A., Nowakowski P. 1996. Wpływ przynależności gatunkowej zwierząt (owce, kozy i krowy) na skład chemiczny tłuszczu mleka. *Zesz. Nauk. PTZ*, 30: 93-94.
- Sklan D., Budowski P. 1974. Desaturation and saturation of fatty acids by sheep rumen bacteria, optimal conditions and co-factor requirements. *J. Dairy Sci.*, 57: 56-60.
- Stankiewicz B. 1983. Wpływ osłaniania nasion rzepaku przed procesami biowodorowania w żwaczu krów na produkcję mleka, tłuszczu oraz jego skład chemiczny. Praca doktorska. Instytut Zootechniki, Kraków.
- Stasiniewicz T. 1982. Wpływ osłanianych koncentratów tłuszczowo-białkowych na skład i jakość tłuszczu mleka krów. *Rocz. Nauk. Zoot. Mon. i Roz.*, 20: 39-60.
- Storry J., Hall A.J., Johanson V.W. 1971. The effects of increasing amounts of dietary coconut oil on milk fat secretion in the cow. *J. Dairy Res.*, 38: 73-77
- Strzetelski J., Ryś R., Stasiniewicz T., Sroka M. 1987. Wpływ formalinowania białka nasion roślin oleistych wysokobiałkowych na wydajność mleczną, zawartość tłuszczu i kwasów tłuszczowych w mleku. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 14 (1): 187-197.
- Weyant J.R., Bitman J., Wood D.L., Wreen T.R. 1974. Polyunsaturated milk fat in cows fed protected sunflower soybean supplement. *J. Dairy Sci.*, 57: 607-611.
- Ziemlański Ś., Budzyńska-Topolowska J. 1991. Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe. PWN, Warszawa.