

Franciszek Borowiec*, Tadeusz Zajac**, Władysław Migdał***, Piotr Micek*

Akademia Rolnicza w Krakowie, *Katedra Żywienia Zwierząt,

Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, *Katedra Hodowli Trzody Chlewnej

Wpływ skarmiania nasion lnu oleistego w dawkach pokarmowych na strawność składników oraz wskaźniki fizjologiczne w treści żwacza i osoczu krwi owiec

Effect of diet with linseed on nutrient digestibility and some indices in rumen content and in blood plasma of sheep

Słowa kluczowe: nasiona lnu, trzyczki, strawność składników, bilans azotu, przyrosty masy ciała, lotne kwasy tłuszczowe, cholesterol

Key words: linseed, wethers, digestibility, N retention, weight gain, volatile fatty acids (VFA), cholesterol

Celem podjętych badań żywieniowo-fizjologicznych było określenie wpływu dodatku nasion lnu oleistego odmiany Opal w ilości 10%, w uzupełniających mieszankach treściwych dla trzyczek na strawność składników pokarmowych, bilans azotu, przyrosty masy ciała, zawartość w osoczu krwi lipidów całkowitych, trójglicerydów, cholesterolu całkowitego i jego frakcji lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL) i lipoprotein o niskiej gęstości (LDL) oraz w treści żwacza pH, azotu amoniaku (N-NH₃) i lotnych kwasów tłuszczowych (LKT). Doświadczenie przeprowadzono na trzyczkach rasy długowłnista owca polska w wieku 4. miesiący, o początkowej masie ciała 27 kg. Przeprowadzone badania wykazały, że skarmianie gniecionych nasion lnu w dawkach pokarmowych nie miało istotnego wpływu na strawność składników pokarmowych, bilans azotu, przyrosty masy ciała trzyczek oraz zużycie składników pokarmowych na jednostkę przyrostu. Dodatek nasion lnu nie miał również istotnego wpływu na przebieg procesów fermentacyjnych w żwaczu, z wyjątkiem tendencji do zmniejszania koncentracji sumy lotnych kwasów tłuszczowych w treści żwacza pobranej przed

The aim of nutritional and physiological study was to evaluate the effect of 10% addition of oily linseed (Opal species) to concentrate mixtures on digestibility, N balance, live weight gain, rumen pH, N-ammonia and volatile fatty acid (VFA) concentrations in the rumen fluid as well as on blood plasma parameters of lambs: total lipids, triglycerides, total cholesterol, low density lipoproteins (LDL) and high density lipoproteins (HDL). The experiment was carried out on 4-month Polish Long-haired rams weighing approximately 27 kg. The addition of pressed oily linseed had no essential influence on nutrients digestibility, N balance, live weight gains and feed conversion. The addition of the oily linseed to the diet did not have a significant effect on fermentation in the rumen, except for a tendency for a lower VFA concentration in the rumen fluid samples taken before feeding and at 1.5 h after feeding. Linseed supplementation significantly increased the plasma blood concentrations of total lipids, triglycerides, total cholesterol, HDL and LDL.

karmieniem i w 1,5 godziny po karmieniu. Stwierdzono natomiast statystycznie istotny wzrost zawartości w osoczu krwi lipidów całkowitych, trójglicerydów, cholesterolu ogólnego, HDL i LDL.

Wstęp

Nasiona lnu oleistego mają szerokie zastosowanie w przemyśle chemicznym, spożywczym, farmaceutycznym i kosmetycznym (Rumińska i Ożarowski 1990). Badania przeprowadzone przez Gambuś i in. (1999a i 1999b) wskazują na dużą możliwość wykorzystania nasion lnu oleistego w piekarnictwie. W ostatnich latach nastąpił wyraźny wzrost zainteresowania nasionami lnu oleistego jako paszy dla zwierząt, szczególnie w aspekcie modyfikacji produktów zwierzęcych: wzbogacenia ich w nienasycone kwasy tłuszczowe, obniżenia zawartości cholesterolu, a podniesienia ich walorów dietetycznych i zdrowotnych. Pozytywne wyniki przy zastosowaniu nasion roślin oleistych uzyskano nie tylko u zwierząt monogastrycznych, ale także u zwierząt przeżuwających (Bartnikowska 2000, Bartnikowska i Kulasek 1994, Barowicz i in. 1997, 1998, Brzóska i in. 1999, Stasiniewicz i in. 2000, Strzetelski i in. 1992). Należy jednak podkreślić, że stosowanie zwiększonych ilości tłuszczu w dawkach pokarmowych dla przeżuwaczy może mieć wpływ na procesy w żwaczu oraz przemiany lipidów w organizmie (Ikwuegbu i Sutton 1982), co należy uwzględnić w praktycznym żywieniu tych zwierząt.

Celem podjętych badań było określenie wpływu dodatku nasion lnu oleistego w dawkach pokarmowych dla owiec na strawność składników pokarmowych, wykorzystanie azotu oraz poziom wskaźników fizjologiczno-biochemicznych w treści żwacza i osoczu krwi.

Material i metodyka badań

Badania fizjologiczno-żywniowe przeprowadzono na 14 tryczkach, rasy długowłnistej owcy polskiej (DOP), o masie ciała około 27 kg, w wieku 4 miesięcy. Doświadczenie trwało 87 dni. Wybrane do badań zwierzęta podzielono na 2 grupy po 7 sztuk w grupie. Dawki pokarmowe dla tryczek były bilansowane zgodnie z normami według systemu INRA. W zależności od okresu doświadczenia tryczki otrzymywały od 0,6 do 0,8 kg siana łąkowego i od 0,4 do 0,8 kg mieszanki treściwej sporządzonej w oparciu o własną recepturę. Grupa kontrolna (I_k) otrzymywała mieszankę bez udziału nasion lnu, zaś grupa doświadczalna (II_b) mieszankę treściwą z udziałem 10% nasion lnu oleistego odmiany Opal. Komponentami mieszanek treściwych odpowiednio dla grupy I i II były: ziarno

jęczmienia 54,9% i 45,6%, otręby pszenne 26,0% i 37,1%, ziarno owsa 12,1% i 3,1%, śruta poekstrakcyjna sojowa 4,5% i 1,7% oraz jednakowa ilość: soli — 0,5%, fosforanu paszowego — 1,0%, kredy pastewnej — 0,5% i polfamiksu „O” — 0,5%. Zwierzęta przez cały okres badań przebywały w indywidualnych klatkach, co umożliwiło określenie ilości spożycia pasz przez owce. Tryczki miały stały dostęp do wody pitnej.

W trzecim miesiącu doświadczenia, z każdej grupy tryczków wybrano po 5 sztuk i umieszczono w klatkach metabolicznych. Badania strawnościowo-bilansowe przeprowadzono metodą klasyczną. Po zakończeniu tych badań od tryczków trzykrotnie, pobrano krew oraz treść żwacza, tj. przed pobraniem paszy, 1,5 i 3,0 godziny po karmieniu. W okresie doświadczenia prowadzono kontrolę masy tryczków poprzez comiesięczne ważenie. To pozwoliło na określenie dziennych przyrostów masy ciała oraz zużycia składników pokarmowych i jednostek energetycznych na przyrost masy ciała.

W skarmianych paszach oraz zebranych kale oznaczono zawartość podstawowych składników metodą (AOAC 1990). Zawartość NDF (neutralne włókno detergentowe) i ADF (kwaśne włókno detergentowe) w paszach oznaczono metodą Goeringa i Van Soesta (1970). Na podstawie uzyskanych wyników analiz chemicznych oraz wartości tabelarycznych (Jarrige 1989) dokonano oceny wartości pokarmowej stosowanych pasz w systemie INRA (JPŻ — jednostka paszowa żywca, BTJN — ilość trawionego w jelicie białka mikroorganizmów syntetyzowanego w żwaczu z dostępnego azotu, BTJE — ilość trawionego w jelicie białka mikroorganizmów syntetyzowanego w żwaczu z dostępnej energii) korzystając z programu komputerowego Winwar wersja 1.3. W mieszankach treściwych i nasionach lnu oznaczono profil kwasów tłuszczowych na chromatografii gazowym Varian 3400 CX z detektorem FID (gaz nośny argon, kolumna DB-23, programowana temperatura kolumny 100–205°C z szybkością 20°C/min., dozownika 200°C, detektora 240°C) według metody Folcha i in. (1957).

W treści żwacza pobranej przy pomocy pompy próżniowej, po przesączeniu przez poczworną gazę serowarską oznaczono pH na pehametrze typ 517 i zawartość N-NH₃ metodą Conway'a (Pinkiewicz 1971). Zawartość LKT w treści żwacza oznaczono na chromatografii gazowym Varian 3400 CX z detektorem FID (gaz nośny argon, kolumna DB-FFAP, programowana temperatura kolumny 90–205°C z szybkością 25°C/min., dozownika 200°C, detektora 240°C) według metody Folcha i in. (1957).

Krew do badań pobrano od tryczków z żyły jarzmowej do probówek z heparyną. Krew wirowano przez 10 minut przy 3 tys. obrotów/minutę, w osoczu oznaczono zawartość: lipidów całkowitych, trójglicerydów, cholesterolu całkowitego i jego frakcji HDL i LDL, przy użyciu zestawów odczynników "Bio-chemtest" firmy POCH.

Wyniki opracowano statystycznie wykorzystując procedurę GLM programu SAS.

Wyniki i ich omówienie

W tabeli 1 przedstawiono skład chemiczny oraz wartość pokarmową siana łąkowego, nasion lnu, i mieszanek treściwych. Zawartość składników w sianie nie odbiegała od wartości tabelarycznych (Normy żywienia bydła, owiec i kóz 1997), zaś nasion lnu od wartości uzyskanych dla tej odmiany przez Borowca i in. 2001. Dobór komponentów do mieszanek treściwych (M_K i M_D) pozwolił na uzyskanie mieszanek o bardzo zbliżonej zawartości w 1 kg paszy białka (BTJN i BTJE) oraz energii (JPŻ). Dodatek nasion lnu do mieszanki treściwej (M_D) wpłynął na skład kwasów tłuszczowych, powodując zwiększenie udziału kwasu $C_{18:3}$, a obniżenie udziału kwasów $C_{16:0}$, $C_{18:1}$, i $C_{18:2}$.

Tabela 1

Zawartość składników pokarmowych w paszach — *Nutrient content of feeds*

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Siano łąkowe <i>Meadow hay</i>	Mieszanka treściwa <i>Concentrate mixture</i>		Nasiona lnu <i>Linseed</i>
		M_K	M_D	
Sucha masa — <i>Dry matter</i> [g/kg]	844,00	874,60	884,00	926,40
	g/kg suchej masy — <i>g/kg dry matter</i>			
Substancja organiczna — <i>Organic matter</i>	930,45	933,23	929,53	963,74
Białko ogólne — <i>Crude protein</i>	109,95	151,84	152,45	217,30
Ekstrakt eterowy — <i>Ether extract</i>	27,72	29,95	85,18	446,13
Włókno surowe — <i>Crude fibre</i>	272,27	62,43	80,32	106,65
Bezazotowe substancje wyciągowe <i>N-free extractives</i>	520,51	689,01	611,58	193,66
Popiół surowy — <i>Crude ash</i>	69,55	66,77	70,47	36,26
NDF	595,38	276,32	302,26	387,70
ADF	323,04	88,68	99,09	246,50
Skład kwasów tłuszczowych [% sumy kwasów] — <i>Fatty acid composition [% of total fats]</i>				
$C_{14:0}$	–	–	–	0,03
$C_{16:0}$	–	18,71	9,20	5,78
$C_{18:0}$	–	2,69	3,29	3,52
$C_{18:1}$	–	23,09	16,46	19,85
$C_{18:2}$	–	48,81	27,99	15,89
$C_{18:3}$	–	5,59	42,07	54,34
$C_{20:0}$	–	–	0,16	0,13
$C_{20:1}$	–	–	0,43	0,18
Pozostałe niezidentyfikowane kwasy <i>Other unidentified acids</i>	–	1,11	0,40	0,28
Zawartość składników w 1 kg paszy — <i>Nutrient content in 1 kg feed</i>				
JPŻ — <i>UFV</i>	0,55	1,00	1,02	1,59
BTJN — <i>PDIN</i>	56,65	95,56	98,25	122,00
BTJE — <i>PDIE</i>	67,45	99,11	91,20	57,00

Ważnym wskaźnikiem określającym wartość stosowanych dawek pokarmowych dla zwierząt jest strawność zawartych w nich składników pokarmowych. W tabeli 2 przedstawiono współczynniki strawności oraz bilans azotu. Składniki pokarmowe charakteryzowały się wysoką strawnością. Nie stwierdzono wpływu skarmianych nasion lnu oleistego na strawność składników, z wyjątkiem tłuszczu. Dla tego składnika uzyskano dodatni, statystycznie istotny ($P < 0,01$), wpływ skarmiania nasion lnu na jego strawność. Również Borowiec i in. (1995) oraz Urbaniak i in. (1991) stwierdzili wzrost strawności tłuszczu przy zastosowaniu nasion rzepaku w mieszankach treściwych w żywieniu jagniąt starszych.

Tabela 2

Współczynniki strawności (%) i bilans azotu (g)
Digestibility coefficients (%) and the N balance (g)

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Grupa — <i>Group</i>	
	I _K	II _D
Sucha masa — <i>Dry matter</i>	73,91	73,30
Substancja organiczna — <i>Organic matter</i>	76,19	75,68
Białko ogólne — <i>Crude protein</i>	74,35	72,77
Ekstrakt eterowy — <i>Ether extract</i>	82,69 A	89,37 B
Włókno surowe — <i>Crude fibre</i>	55,29	55,47
NDF	62,94	62,95
ADF	52,03	51,68
Bilans N [g/dobę] — <i>N balance [g/day]</i>	7,29	7,77
Retencja azotu [%] — <i>N retention [%]</i>		
• ogólna — <i>total</i>	26,56	28,53
• właściwa — <i>true</i>	36,97	39,28

Retencja azotu, która jest wskaźnikiem wykorzystania azotu przez zwierzęta z pobranych pasz wykazała, że skarmianie w dawkach nasion lnu wpłynęło pozytywnie na wielkość tego wskaźnika (tab. 2). Stwierdzono niewielkie, statystycznie nieistotne ($P > 0,05$), zwiększenie bilansu oraz retencji azotu u jagniąt. Można sądzić, że białko zawarte w nasionach lnu spowodowało dopływ większej ilości białka nie rozłożonego w żwaczu do dwunastnicy, co zwiększyło tym samym podaż aminokwasów. Z drugiej zaś strony mogło to być spowodowane zwiększeniem ilości białka mikrobiologicznego żwacza przez dodatek tłuszczu. Jest to zgodne z sugestią Ikwuegbu i Sutton (1982), który wykazał, że niewielki dodatek tłuszczu powoduje wzrost wydajności syntezy białka mikroorganizmów.

Konsekwencją dodatniego bilansu azotu były stosunkowo dobre (około 155 g/dz.), jak dla tej rasy, dzienne przyrosty masy ciała jagniąt (tab. 3). Nie

stwierdzono jednak istotnych różnic ($P > 0,05$) pomiędzy grupami, chociaż zaznaczyło się pewne zwiększenie przyrostu u tryczków grupy II_D otrzymującej nasiona lnu w dawce pasz. Zwiększenie przyrostów masy ciała w tej grupie jagniąt miało wpływ na zużycie składników pokarmowych na jednostkę przyrostu. Uzyskano niewielkie obniżenie zużycia suchej masy, JPŻ, BTJE przy skarmianiu w dawkach pokarmowych nasion lnu oleistego. Podobny efekt obniżenia zużycia składników pokarmowych na przyrost 1 kg masy ciała uzyskał Brejta i in. (1999) przy dodatku 10% nasion lnu oraz Stasiniewicz i in. (2000) przy 19% dodatku nasion lnu do mieszanek uzupełniających stosowanych w żywieniu młodego bydła opasowego.

Tabela 3

Przyrosty masy ciała tryczków oraz zużycie składników pokarmowych
Live weight gains of wethers and nutrient conversion

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Grupa — <i>Group</i>	
	I _K	II _D
Początkowa masa ciała [kg] — <i>Initial body weight</i>	27,14	27,21
Końcowa masa ciała [kg] — <i>Final body weight</i>	40,14	40,64
Średni dobowy przyrost [g] — <i>Average daily gain</i>	151,20	156,20
Zużycie składników na kg przyrostu — <i>Nutrient conversion /kg weight gain</i>		
Suchej masy — <i>Dry matter</i>	7,94	7,73
JPŻ — <i>UFV</i>	7,04	6,90
BTJN — <i>PDIN</i> [g]	641,06	682,25
BTJE — <i>PDIE</i> [g]	761,80	704,25

Aby prześledzić przemiany tłuszczów w organizmie tryczków oznaczono niektóre wskaźniki w osoczu krwi. Uzyskane wyniki z tych oznaczeń przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Wskaźniki przemian tłuszczowych w osoczu krwi tryczków
Some lipids metabolism indices in blood plasma of wethers

Wyszczególnienie <i>Item</i>		Grupa — <i>Group</i>		SE	P
		I _K	II _D		
Lipidy całkowite — <i>Total lipids</i>	[mg/dl]	219,65	292,05	15,06	0,053
Trójglicerydy — <i>Triglicerydes</i>	[mg/dl]	7,24	11,64	1,46	0,029
Cholesterol całkowity <i>Total cholesterol</i>	[mg/dl]	64,79	93,06	5,33	0,0007
HDL	[mg/dl]	36,73	53,27	3,44	0,0053
LDL	[mg/dl]	26,62	36,84	2,63	0,0482

W osoczu krwi tryczków żywionych dawką pasz z udziałem nasion lnu stwierdzono podwyższenie zawartości lipidów całkowitych, trójglicerydów oraz cholesterolu i jego frakcji (HDL, LDL), w stosunku do tryczków grupy kontrolnej. Świadczy to, że zwiększona podaż tłuszczu w dawce pokarmowej dla tryczków wynikająca z wprowadzenia do dawki nasion lnu miała bezpośredni wpływ na przemiany tłuszczów i zwiększenie niektórych wskaźników biochemicznych w osoczu krwi. Na taką zależność zwrócili uwagę również inni autorzy, prowadząc badania na jagniętach i cielętach, stosując w dawce pokarmowej nasiona rzepaku, wytłoki rzepakowe lub poekstrakcyjną śrutę rzepakową o zwiększonej zawartości tłuszczu (Piechnik i in. 2000, Urbaniak i in. 1993 oraz Zduńczyk i Lewicki 1992). Inny wynik uzyskał Barowicz i in. (1997) prowadząc badania na tucznikach, wykazał on, że skarmianie nasion lnu w mieszankach pełnoporcjowych w ilości 4% lub 8% istotnie obniżyło w osoczu krwi tuczników ilość lipidów całkowitych, cholesterolu i jego frakcji. Wykazał więc hipocholesterolemiczne działanie nienasyconych kwasów tłuszczowych zawartych w nasionach lnu na zawartość cholesterolu i jego frakcji w organizmie tuczników. U zwierząt przeżuwających inny jest proces przemian w organizmie, w żwaczu zachodzi proces biouwodorowania nienasyconych kwasów tłuszczowych i powstawanie kwasów tłuszczowych nasyconych. W związku z tym trudniej uzyskać tak korzystny wpływ oddziaływania nienasyconych kwasów tłuszczowych na wskaźniki przemian tłuszczowych w osoczu krwi i obniżenie frakcji cholesterolu LDL.

Skarmianie nasion lnu w dawkach pokarmowych dla tryczków grupy II_D miało wpływ na procesy fermentacyjne w żwaczu, w wyniku czego zaznaczyły się różnice w oznaczanych wskaźnikach treści żwacza w stosunku do grupy kontrolnej (tab. 5). W treści żwacza pobranej od tryczków grupy II_D przed karmieniem i 1,5 godziny po zjedzeniu dawki pasz wykazano obniżenie koncentracji sumy lotnych kwasów tłuszczowych (LKT), a w nich kwasu octowego, zaś zwiększenie tej sumy kwasów tłuszczowych po trzech godzinach od pobrania pasz. Świadczy to o pewnym przesunięciu w czasie intensywności procesu fermentacji węglowodanów w żwaczu u tryczków otrzymujących nasiona lnu w dawce pokarmowej. Konsekwencją wzrostu sumy LKT w treści żwacza po trzech godzinach było obniżenie się pH do 5,99. Nie zaobserwowano różnic w procentowym udziale pozostałych kwasów w treści żwacza tryczków pomiędzy grupami I_K a II_D, chociaż można zauważyć tendencję do zwiększania się udziału kwasu propionowego w sumie LKT u tryczków otrzymujących nasiona lnu. Można by sądzić, że tłuszcz zawarty w nasionach lnu w pewnym stopniu ogranicza fermentację bakterii celulolitycznych obniżając produkcję kwasów, w tym octowego. Potwierdzeniem tego są wyniki uzyskane przez Ikwuegbu i Suttona (1982) przy stosowaniu dodatku oleju lnianego w dawkach dla owiec, przez Chrzęszcz i in. (1995) oraz Strzetelskiego i in. (1992) przy żywieniu młodego bydła nasionami lnu, którzy stwierdzili obniżenie sumy LKT, a w nich kwasu octowego, w treści żwacza zwierząt.

Tabela 5

Wskaźniki w treści żwacza — *Some indices in rumen liquid*

Wyszczególnienie <i>Item</i>	Pobranie treści żwacza w godzinach <i>Sampling of rumen liquid in h</i>	Grupa — <i>Group</i>		SE	P
		I _K	II _D		
pH	1	6,51	6,63	0,07	0,8634
	2	5,90	6,01		
	3	6,17	5,99		
N-NH ₃ [mg/dl]	1	8,29	6,88	1,31	0,6694
	2	22,05	21,84		
	3	20,92	22,37		
Suma kwasów <i>Total acids</i> [mml/l]	1	45,21	36,14	2,83	0,3978
	2	70,61	61,28		
	3	63,36	73,57		
Kwas octowy <i>Acids-acetic</i> [mml/l]	1	30,62	24,03	1,64	0,3685
	2	41,11	35,11		
	3	38,73	45,26		
Kwas propionowy <i>Acid propionic</i> [mml/l]	1	7,13	6,84	0,87	0,1354
	2	17,80	16,89		
	3	13,76	17,25		
Kwas masłowy <i>Acid butyric</i> [mml/l]	1	5,93	4,00	0,52	0,0617
	2	10,49	8,41		
	3	9,43	9,68		
Kwas izomasłowy <i>Acid izobutyric</i> [mml/l]	1	0,57	0,49	0,02	0,007
	2	0,39	0,27		
	3	0,28	0,23		
Kwas walerianowy <i>Acid valeric</i> [mml/l]	1	0,42	0,31	0,05	0,3669
	2	0,41	0,30		
	3	0,86	0,91		
Kwas izowalerianowy <i>Acid izovaleric</i> [mml/l]	1	0,54	0,47	0,02	0,0212
	2	0,41	0,30		
	3	0,30	0,24		

Wnioski

1. Dodatek 10% nasion lnu oleistego w mieszankach treściwych dla tryczków nie ma istotnego wpływu na strawność składników dawki, wykorzystanie azotu, przyrosty masy ciała i zużycie składników na jednostkę przyrostu.
2. Udział w dawce nasion lnu podwyższa zawartość lipidów całkowitych, trójglicerydów oraz cholesterolu i jego frakcji w osoczu krwi tryczków.
3. Przy skarmianiu nasion lnu w dawce pokarmowej należy się liczyć z pewnym obniżeniem produkcji LKT w żwaczu zwierząt i zmianę proporcji kwasu octowego do propionowego.

Conclusions

1. The 10% addition of oily linseed to supplementary concentrate mixtures for wethers has no essential influence on digestibility of diet nutrients and on nitrogen utilization, live weight gains and feed conversion.
2. The content of total lipids, triglycerides, total cholesterol and also HDL and LDL in the blood plasma of wethers increased as a result of oily linseed addition to the diet.
3. When linseed is added to the diet, a certain decrease in the production of VFA in the rumen as well as a change in the proportion of acetic to propionic acid can be expected.

Literatura

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of official Analytical Chemists. Ed. by Kenneth Helrich, 15th edition, Arlington, Virginia, USA.
- Barowicz T., Brejta W. 2000. Modyfikowanie walorów dietetycznych mięsa wołowego czynnikami żywieniowymi. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.* 6: 15–19.
- Barowicz T., Brzóska F., Pietras M., Gąsior R. 1997. Hipocholesterolemiczny wpływ pełnych nasion lnu w diecie tuczników. *Med. Wet.* 53: 164–167.
- Barowicz T., Pietras M., Gąsior R. 1998. Wpływ skarmiania pełnotłustych nasion lnu na wzrost, jakość tusz oraz skład kwasów tłuszczowych w mięśni najdłuższym świń. *Rocz. Nauk Zoot.* 25, 2: 95–107.
- Bartnikowska E. 2000. Jakość żywności pochodzenia zwierzęcego a zdrowie człowieka. *Rocz. Nauk Zoot. Supl.* 4: 9–15.

- Bartnikowska E., Kulasek G. 1994. Znaczenie nienasyconych kwasów tłuszczowych w żywieniu człowieka i zwierząt. Cz. II. Med. Wet. 3: 34–38.
- Borowiec F., Kowalski Z.M., Furgał K., Kamiński J. 1995. Effects of rape oil slime and full-fat rape seeds when fed in green forage diets on rumen fermentation and digestibility in lambs. Acta Agr. et Silv. 33: 21–29.
- Borowiec F., Zając T., Kowalski Z.M., Micek P., Marciński M. 2001. Comparison of nutritive value of some new commercial linseed oily cultivars. J. Anim. and Feed Sci. 10: 301–308.
- Brejta W., Barowicz T., Gąsior R. 1999. Wykorzystanie pełnotłustych nasion lnu i rzepaku w opasie młodego bydła rzeźnego. Rośliny Oleiste XX (1): 207–220.
- Brzóska F., Brejta W., Gąsior R. 1999. Wpływ rodzaju kiszonki z traw, poziomu paszy treściwej i dodatku nasion lnu na efektywność opasania buhajków oraz jakość tusz i skład mięsa. Roczn. Nauk. Zoot. 26, 1: 141–154.
- Chrzęszcz E., Kistowski T., Korniewicz A., Czarnik-Matuszewicz H. 1995. Wpływ nasion rzepaku na wskaźniki produkcyjne i fizjologiczne cieląt oraz jakość tuszy. Roczn. Nauk Zoot. 22, 1: 231–249.
- Folch J., Lees M., Sloane Stanley G.H. 1957. A simple method for the isolation purification of total lipides from animal tissues. J. Biol. Chem. 226: 497–509.
- Gambuś H., Borowiec F., Gambuś F., Zając T. 1999a. Zdrowotne aspekty chleba z dodatkiem nasion lnu oleistego. Żywność 4 (21): 185–194.
- Gambuś H., Gambuś F., Borowiec F., Zając T. 1999b. Możliwości zastosowania nasion lnu oleistego w piekarnictwie. Zesz. Nauk. AR Kraków, Techn. Żyw. 360, 11: 83–94.
- Goering H., Van Soest P. 1970. Forage fiber analysis. USDA Agr. Handbook 379: 1–20.
- Ikwuegbu O.A., Sutton J.D. 1982. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. Br. J. Nutr. 48: 365–375.
- Jarrige R. 1989. Ruminant nutrition: Recommended allowances and feed tables. INRA, Paris.
- Normy żywienia bydła, owiec i kóz. 1997. Wartość pokarmowa pasz dla przeżuwaczy. IŻ Kraków.
- Piechnik S., Borowiec F., Furgał K., Micek P., Marciński M. 2000. Wpływ skarmiania nasion rzepaku w żywieniu pastwiskowym jagniąt na wzrost, wydajność rzeźną oraz skład mięsa. Roczn. Nauk Zoot. Supl. 6: 279–283.
- Pinkiewicz E. 1971. Podstawowe badania laboratoryjne w chorobach zwierząt. PWRiL, str. 80.
- Rumińska A., Ożarówski A. 1990. Leksykon roślin leczniczych. PWRiL Warszawa, str. 263, 279.
- Stasiniewicz T., Strzetelski J., Kowalczyk J., Osieglowski S., Pustkowiak H. 2000. Performance and meat quality of fattening bulls fed complete feed with rapeseed oil cake or linseed. J. of Anim. and Feed Sci. 9: 283–296.
- Strzetelski J., Lipiarska E., Kowalczyk J., Stasiniewicz T., Maciaszek K. 1992. The use of rape seeds in a complete feed in intensive fattening of young bulls. J. of Anim. and Feed. Sci. 1: 107–115.
- Urbaniak M., Potkański A., Konowalczuk-Przybecka I. 1991. Wpływ udziału nasion rzepaku w dawkach dla owiec na strawność składników pokarmowych oraz bilans azotu. Roczn. AR w Poznaniu 228, 41: 71–76.
- Urbaniak M., Potkański A., Krajna J. 1993. Wpływ różnych poziomów wycieków rzepakowych w mieszankach na wyniki produkcyjne oraz wybrane wskaźniki fizjologiczne u tuczonych jagniąt. Post. Nauk. Rol. 6: 187–191.
- Zduńczyk Z., Lewicki C. 1992. Zastosowanie śruty z rzepaku „00” o różnej zawartości tłuszczu w mieszankach treściwych dla cieląt. Zesz. Nauk. ART w Olsztynie, S. Zoot. 36: 70–87.