Postępy Nauk Rolniczych nr 5/97

Tadeusz Barowicz, Mariusz Pietras
Instytut Zootechniki w Krakowie

Nienasycone kwasy tłuszczowe w żywieniu świń*

Wstęp

Z roku na rok rośnie ilość tłuszczu utylizacyjnego przeznaczanego na cele paszowe, głównie jako dodatek do mieszanek dla drobiu i świń. Tłuszcz w dawce zwiększa przede wszystkim koncentrację energii, poprawia smakowitość i wykorzystanie paszy, jest źródłem witamin w nim rozpuszczalnych (A, D, E i K) oraz nienasyconych kwasów tłuszczowych określanych też jako witamina F. Ilość i rodzaj nienasyconych kwasów tłuszczowych decyduje o wartości i aktywności biologicznej tłuszczu. Liczba podwójnych wiązań oraz miejsce występowania pierwszego podwójnego wiązania w łańcuchu węglowym kwasu tłuszczowego decydują o wartości odżywczej tłuszczu.

Występujące w organizmach zwierzęcych kwasy tłuszczowe zawierają w swoich łańcuchach od 12 do 24 atomów węgla (C), przy czym w największej ilości występują kwasy mające 16 (kwas palmitynowy) lub 18 (kwas stearynowy, oleinowy) atomów węgla [24].

W zależności od ilości podwójnych wiązań w łańcuchu węglowym, kwasy tłuszczowe dzieli się na trzy rodziny określane jako n-9, n-6 i n-3 lub omega 9, omega 6 oraz omega 3. Dla określenia struktury nienasyconych kwasów tłuszczowych używa się zwykle skróconego opisu cyfrowego, w którym pierwsza liczba mówi, jaka jest liczba atomów węgla w cząsteczce, cyfra po dwukropku oznacza liczbę wiązań podwójnych, a ostatnia cyfra określa pozycję pierwszego wiązania podwójnego, licząc od metylowego (HCH) końca łańcucha. Ostatni element tego opisu stanowi równocześnie nazwę rodziny (grupy) kwasów. Wyjściowymi substancjami dwóch głównych rodzin są kwasy linolowy (C 18 : 2, n-6) i alfa-linolenowy (C 18 : 3, n-3) [24]. Najczęściej występujące w paszach oraz w organizmach zwierzęcych kwasy tłuszczowe przedstawiono w tabeli 1.

Nienasycone kwasy tłuszczowe syntetyzowane są głównie przez rośliny oraz organizmy niższe (bakterie, drożdże). Stąd ich źródłem dla zwierząt mogą być głównie nasiona roślin oleistych i produkty ich przemian (tab. 2).

* Praca wykonana w ramach projektu badawczego nr 5 S 305 016 06 finansowanego przez KBN w latach 1994–1996.

Tabela 1. Najczęściej występujące w paszach i tkankach zwierząt kwasy tłuszczowe

Nazwa kwasu	Zapis sumaryczny (liczba węgli, liczba podwójnych wiązań, rodzina (n))	Schemat strukturalny 1 3 6 9 12 15 18 22 HCH COOH
Kwasy nasycone		
Laurynowy	C 12 : 0	#----------#
Mirystynowy	C 14 : 0	#----------#
Palmitynowy	C 16 : 0	#----------#
Stearynowy	C 18 : 0	#----------#
Kwasy jednonienasycone (monoenowe)		
Oleinowy	C 18 : 1 (n-9)	#-------=----------#
Erukowy	C 22 : 1 (n-9)	#-------=----------#
Kwasy wielonienasycone (polienowe)		
Linolowy (LA)	C 18 : 2 (n-6,9)	#----=--=----------#
Alfa-linolenowy (ALNA)	C 18 : 3 (n-3,6,9)	# -=--=--=----------#
Arachidonowy (AA)	C 20 : 4 (n-6,9,12,15)	#----=--=--=--=----------#
Eikosapentaenowy (EPA)	C 20 : 5 (n-3,6,9,12,15)	#-=--=--=--=--=----------#
Dokozaheksaenowy (DHA)	C 20 : 6 (n-3,6,9,12,15,18)	# -=--=--=--=--=--=------#

Tabela 2. Zawartość kwasów tłuszczowych (w %) w tłuszczach zwierzęcych i olejach roślinnych [33]

Rodzaj tłuszczu	Kwasy tłuszczowe (C)									
	4 : 0– 10 : 0	12 : 0	14 : 0	16 : 0	16 : 1	18 : 0	18 : 1	18 : 2	18 : 3	22 : 1
Tłuszcze zwierzęce										
Masło krowie	9,2	3,2	11,2	26,0	2,7	11,2	27,8	1,4	1,5	—
Smalec	—	—	1,6	26,8	2,5	15,6	40,7	8,7	0,8	—
Łój	—	—	3,0	26,0	3,5	20,0	40,0	4,5	0,5	—
Tłuszcz drobiowy	—	—	1,3	26,7	7,2	7,1	39,8	13,2	0,7	—
Oleje roślinne										
Oliwa z oliwek	—	—	—	12,0	1,0	2,3	72,0	11,0	0,7	—
Olej kukurydziany	—	—	0,6	14,0	0,3	2,3	30,0	50,0	1,6	0,2
Olej słonecznikowy	—	—	0,1	5,8	0,1	6,3	33,0	52,0	0,3	—
Olej arachidowy	—	0,1	0,5	10,7	—	2,7	49,0	29,0	0,8	—
Olej sojowy	—	0,1	0,2	10,0	0,2	4,0	25,0	52,0	7,4	—
Olej rzepakowy	—	0,1	0,1	4,4	0,6	2,0	55,2	20,2	11,8	2,8
Olej lniany	—	—	—	6,5	—	3,5	18,0	14,0	58,0	—
Olej z wiesiołka	—	—	—	6,6	—	1,8	11,7	70,6	0,6	—

Kwasy tłuszczowe w organizmie zwierzęcia mogą podlegać pewnym przemianom. Tkanki zwierząt mają zdolność desaturacji kwasu stearynowego (C18 : 0) do oleinowego (C 18 : 1, n-9). Do niezbędnych (koniecznych do dostarczania z pożywieniem) kwasów tłuszczowych zalicza się jedynie kwasy mające dwa lub więcej wiązań podwójnych, których zwierzęta nie syntetyzują. Należą one do rodzin n-6 i n-3. Istnieje kilka kryteriów niezbędności w organizmie zwierzęcia kwasów tłuszczowych. Wszystkie kryteria spełnia kwas linolowy (C 18 : 2), a w pewnych przypadkach również kwas gamma-linolenowy (C 18 : 3) [24].

Skład kwasów tłuszczowych w tkankach zwierząt w znacznym stopniu zależy od diety. Wielokrotnie wykazano, że żywienie młodych zwierząt dietami z niedoborem kwasu linolowego i linolenowego prowadzi do zahamowania wzrostu, prawidłowego rozwoju i może mieć udział w patogenezie wielu schorzeń [24, 33]. Objawami niedoborów nienasyconych kwasów tłuszczowych u trzody chlewnej są między innymi:

— zahamowanie wzrostu i niskie przyrosty masy ciała;
— zmiany skórne — łuszczenie się skóry, wypadanie sierści, odbarwienie skóry;
— zwiększenie przepuszczalności skóry i wrażliwości na zakażenia bakteryjne;
— zmiany stłuszczeniowe wątroby;
— zmiany degeneracyjne układu rozrodczego tak u samców, jak i u samic, prowadzące do ograniczenia ich zdolności reprodukcyjnych;
— wzrost podstawowej przemiany materii;
— wzrost spożycia wody;
— zaburzenia transportu cholesterolu;
— ograniczenia w biosyntezie prostaglandyn;
— wzrost kruchości włosowatych naczyń krwionośnych;
— uszkodzenie nerek (krwiomocz, białkomocz);
— osłabienie tonusu mięśniowego i kurczliwości mięśnia sercowego;
— zwiększenie lub zmniejszenie masy niektórych narządów.

Użytkowość rozpłodowa

Zwiększenie użytkowości rozpłodowej świń i poprawy odchowu prosiąt to jedne i z trudniejszych zabiegów w chowie i hodowli świń. Od jednej lochy w roku można uzyskać teoretycznie do dwudziestu, jednakże w praktyce uzyskuje się zwykle od 13 do 18, prosiąt. Badania przeprowadzone w kraju [16, 28, 29, 30] oraz za granicą [34, 56] wskazują na korzystny wpływ podawania nienasyconych kwasów tłuszczowych na płodność loch. Korzystne działanie przypisuje się między innymi ich udziałowi w syntezie prostaglandyn.

Nienasycone kwasy tłuszczowe, szczególnie kwas linolenowy, są prekursorami m.in. prostaglandyny E 1 i prostacykliny I 2 [62], ważnych czynników regulujących

napięcie ścian naczyń krwionośnych i modulujących ich reaktywność na działanie katecholamin, kinin, niektórych jonów oraz glukozy.

W badaniach przeprowadzonych na zwierzętach laboratoryjnych wykazano związek między stężeniem prostaglandyn we krwi a wielkością przepływu naczyniowego. Prostacyklina I 2 rozszerza naczynia krwionośne, a zmniejszenie jej stężenia prowadzi do skurczu naczyń i spadku macicznego przepływu krwi [20, 21, 52]. Podobne działanie wykazuje prostaglandyna D 2 [14]. Po zahamowaniu syntezy prostaglandyn (np. indometacyną) spada maciczny przepływ krwi, powodując większą śmiertelność płodów [19]. Prostaglandyny, prostacykliny, a także tromboksany oprócz działania regulacyjnego na naczynia krwionośne wpływają na adhezję i agregację płytek krwi [1, 62]. Dostarczenie natomiast w diecie nienasyconych kwasów tłuszczowych zwiększa syntezę prostaglandyn i poprawia przepływ krwi [1, 46]. Wojnarski [61] w badaniach przeprowadzonych na królikach wykazał, że olej z nasion wiesiołka zwiększał masą ciała noworodków przy urodzeniu oraz masę łożyska. Podawanie oleju z wiesiołka powodowało również zmniejszenie liczby resorpcji płodów oraz mniejszą śmiertelność.

Dembiński i Bronicki [16] wykazali, że podawanie loszkom Erafetu® (tłuszcz paszowy w którym nienasycone kwasy tłuszczowe stanowią nie mniej niż 40% sumy kwasów tłuszczowych) w ilości 100 g dziennie sprawia, że zostają one o 24–36 dni wcześniej pokryte niż loszki z grupy kontrolnej. W tej grupie zwierząt obserwuje się również większą skuteczność pokryć oraz mniejsze brakowanie. Podobne wyniki w przypadku żywienia loszek remontowych paszami zawierającymi śrutę sojową uzyskali Preś i in. [51]. W innych doświadczeniach Dembiński i Bronicki [16] wykazali korzystny wpływ podawania lochom Erafetu® na liczbę prosiąt urodzonych w miocie, zmniejszenie upadków odchowywanych prosiąt, zwiększenie ich masy przy odsadzeniu oraz kondycję macior. Ten stan wpływał korzystnie na skrócenie okresu spoczynku i międzymiotu. W grupie loch otrzymujących Erafet® poziom progesteronu we krwi był wyższy. Zjawisko to autorzy łączą z liczbą zagnieżdżonych w macicy płodów.

Wyniki innych autorów [30, 50, 56] wskazują również na wzrost liczby urodzonych prosiąt oraz ich przeżywalności pod wpływem stosowania zarówno przed, jak i podczas ciąży dawek paszowych zawierających nienasycone kwasy tłuszczowe. I tak Preś i in. [51] wykazali, że dodatek tłuszczu roślinnego przyczynił się do wzrostu liczby prosiąt urodzonych przez wieloródki o około 1 prosię, zaś u pierwiastek wzrost ten wynosił tylko 0,3 prosięcia. Średnia masa ciała prosiąt po urodzeniu była zbliżona, różnice wystąpiły w 21 dniu życia prosiąt; prosięta pochodzące od loch doświadczalnych w porównaniu z grupą kontrolną były o 1,3 kg cięższe. Od urodzenia do 42 dnia życia odnotowano również większą liczbę upadków prosiąt pochodzących od macior żywionych w czasie ciąży mieszanką kontrolną, niż karmionych mieszanką z nienasyconymi kwasami tłuszczowymi. W podobnych badaniach Lapshina i Matayeava [34] lochy otrzymujące przez okres ciąży mieszankę zawierającą w swoim składzie 1,25% kwasu linolowego zwiększyły liczbę urodzonych prosiąt w miocie z 8,3 do 10,1 oraz masę ciała z 1,1 do 1,3 kg.

Rozwój parenchymy w gruczole mlekowym

Gruczoł mlekowy lochy jest częścią układu rozrodczego, a jego rozwój stymulowany jest przez kompleksowe współdziałanie wielu hormonów i lokalnych czynników [26].

Wyniki badań przeprowadzonych na zwierzętach laboratoryjnych wskazują, że podawanie nienasyconych kwasów tłuszczowych w diecie stymuluje przebieg mammogenezy, natomiast kwasy tłuszczowe nasycone hamują ten proces [12, 58, 59]. Sądzi się, że mechanizm oddziaływania nienasyconych kwasów tłuszczowych na komórki sekrecyjne gruczołu mlekowego polega na wywoływaniu zmian w ich błonach. Przejawiają się one między innymi uczynnieniem receptorów hormonalnych, dzięki czemu stają się one łatwiej dostępne dla krążących w krwiobiegu hormonów laktogennych. Stwierdzono wzrost liczby receptorów hormonu wzrostu i prolaktyny w gruczołach mlekowych niedojrzałych płciowo zwierząt otrzymujących w diecie nienasycone kwasy tłuszczowe [38, 39].

Pietras i Barowicz [49] w badaniach przeprowadzonych na niedojrzałych płciowo loszkach linii 990 wykazali, że podawanie zwierzętom w diecie między 42 a 84 dniem życia 14% dodatku porafinacyjnych kwasów tłuszczowych korzystnie wpływa na tworzenie się komórek sekrecyjnych w rozwijających się w tym okresie gruczołach mlekowych. Świadczyła o tym istotnie większa produkcja mleka przez lochy otrzymujące dodatek tłuszczów porafinacyjnych, jak również większa masa miotów w 21 dniu życia (tab. 3). Ta ostatnia wartość jest najlepszym wskaźnikiem mleczności

Tabela 3. Mleczność loch otrzymujących między 42 a 84 dniem życia w diecie 14% dodatek porafinacyjnych kwasów tłuszczowych [49]

Wyszczególnienie	Kontrola	Tłuszcz porafinacyjny między 42 a 84 dniem życia
Liczba miotów	9	9
Liczba prosiąt w miocie [szt.]	9,9	9,7
Masa miotu [kg]:		
przy urodzeniu	14,5	15,9
w 21 dni życia	39,8	46,7
przy odsadzeniu	61,4	72,4
Masa ciała prosiąt [kg]:		
przy urodzeniu	1,5	1,7
w 21 dni życia	4,6	4,9
przy odsadzeniu	7,8	8,1
Produkcja mleka przez lochę przez 21 dni [kg]	110,9	125,4
Upadki prosiąt w okresie od urodzenia do odsadzenia	11,2	5,2

lochy, gdyż do tego czasu prosięta wykazują niewielkie zainteresowanie stałą paszą i stąd ich wzrost jest prawie całkowicie zależny od wydajności mlecznej matki oraz składu jej mleka.

Skład chemiczny siary i mleka loch

Nowo narodzone prosię w pierwszych godzinach po porodzie narażone jest na działanie niekorzystnego wpływu temperatury otoczenia. Przyczyniają się do tego nie wykształcone mechanizmy termoregulacyjne, jak również niska zawartość tłuszczu podskórnego, którego ilość waha się od 1 do 2% [7]. Intensywność żywienia loch i jakość stosowanych pasz wywierają decydujący wpływ na ilość mleka oraz jego skład chemiczny. Siara i mleko do 2 tyg. życia prosiąt jest zasadniczo jedynym ich pokarmem, zaś w okresie od 3 do 4 tyg. jest pokarmem głównym. Znaczenie mleka od 6 tyg. życia znacznie się zmniejsza [18].

Obecność tłuszczu zwierzęcego lub oleju roślinnego w dawkach pokarmowych dla loch karmiących zwiększa poziom tłuszczu w siarze i w mleku [40, 43, 48, 53].

Krause i in. [32] oraz Schmidtke [53], podając w dawce lochom karmiącym olej sojowy, stwierdzili wzrost zawartości kwasu linolowego i linolenowego w siarze i mleku. Zawartość tego pierwszego w siarze wzrastała do 35,2%, zaś w mleku do 17,6%. Miller i in. [42] oraz Seerley i in. [55], podając lochom karmiącym olej kukurydziany, wykazali wzrost poziomu kwasu linolowego w siarze nawet do 35,5%, a w mleku do 32,0%. Migdał i Kaczmarczyk [40], żywiąc lochy karmiące paszą z dodatkiem oleju rzepakowego, stwierdzili w siarze i w mleku obniżenie poziomu kwasów tłuszczowych monoenowych oraz wzrost kwasów polienowych. Autorzy ci uzyskali wzrost zawartości polienowych kwasów tłuszczowych o 2% w siarze i w mleku, podając lochom paszę o dwukrotnie większej zawartości kwasów tłuszczowych w porównaniu z paszą zwierząt kontrolnych (tab. 4).

Tabela 4. Skład chemiczny siary i mleka loch kontrolnych (O) oraz otrzymujących od 95 dnia prośności do 21 dnia laktacji dodatek oleju rzepakowego (R) [40]

Składniki	Grupa	Dni laktacji			
		1	7	14	21
Białko [%]	O	10,7	5,7	5,3	5,2
	R	11,1	6,6	6,0	5,3
Tłuszcz [%]	O	6,0	6,7	6,9	6,7
	R	6,5	7,2	7,6	7,3
Suma kwasów polienowych*	O	19,5	12,9	12,2	12,0
	R	19,8	17,0	14,1	14,1

* w % sumy kwasów tłuszczowych

Tabela 5. Spadek zawartości glikogenu w wątrobie (w mg/g tkanki) prosiąt w ciągu pierwszych 24 godzin życia w zależności od żywienia loch [8]

Godziny życia prosiąt	Liczba prosiąt	Rodzaj dawki	
		kontrola	olej kukurydziany
0	4	174,9	170,0
6	4	77,8	90,0
12	4	62,2	60,8
24	4	20,2	33,4

Wraz ze wzrostem poziomu tłuszczu w siarze i w mleku loch otrzymujących dawki z udziałem oleju roślinnego rośnie ich wartość energetyczna [40, 53, 55, 60]. Duża zawartość polienowych kwasów tłuszczowych oraz większa wartość energetyczna siary i mleka loch otrzymujących w diecie olej roślinny korzystnie wpływają na wzrost i rozwój odchowywanych prosiąt [55]. Szczególnie korzystny wpływ wywiera wzrost zawartości w mleku kwasu linolowego, którego aktywność biologiczna decyduje między innymi o przeżywalności i odporności odchowywanych prosiąt, wykorzystaniu przez nie składników pokarmowych, a tym samym o przyrostach masy ciała.

W tabeli 5 przedstawiono wpływ żywienia prosiąt mlekiem loch otrzymujących w paszy dodatek oleju kukurydzianego. Wyniki wskazują na lepszą adaptację w pierwszych godzinach życia prosiąt otrzymujących z siarą większą ilość polienowych kwasów tłuszczowych.

O pozytywnym oddziaływaniu na prosięta dodatku olejów roślinnych do diety karmiących loch informowali ostatnio również Janssens i Wilde [27], Prang [48] oraz Mpalios [43]. Autorzy ci wykazali, że prosięta karmione mlekiem o wyższej koncentracji tłuszczu oraz polienowych kwasów tłuszczowych są odporniejsze na działanie stresu pourodzeniowego, szybciej rosną, w ich krwi znajduje się więcej somatotropiny, co w konsekwencji sprawia, że w porównaniu z rówieśnikami z grup kontrolnych cechuje je między innymi lepsza przeżywalność.

Wzrost i rozwój rosnących świń

Tłuszcze — jako źródło energii i nienasyconych kwasów tłuszczowych — wpływają również korzystnie na wzrost, wykorzystanie paszy i zdrowie prosiąt [15, 29]. Wyniki licznych badań wskazują, że wprowadzenie np. porafinacyjnych kwasów tłuszczowych do paszy dla rosnących tuczników zwiększa przyrosty dzienne oraz zmniejsza spożycie paszy na przyrost 1 kg masy ciała [10, 16, 57]. Urbańczyk i in. [57] stwierdzili większe przyrosty u tuczników otrzymujących 20% dodatek do paszy porafinacyjnych kwasów tłuszczowych. Bury i in. [10] wykazali, że żywienie prosiąt miedzy 8 a 12 tyg. życia mieszankami wzbogaconymi w tłuszcz porafinacyjny

spowodowało istotne zwiększenie przyrostów, przy znacznie mniejszym spożyciu paszy. Jones i in. [28] w badaniach nad przydatnością tłuszczu w paszach dla prosiąt odłączonych stwierdzili korzystny wpływ oleju sojowego na przyrosty i wykorzystanie paszy. Zastosowanie w żywieniu rosnących loszek paszowego tłuszczu — Erafet® również powodowało wzrost dziennych przyrostów o 80–120 g [16].

Stosunkowo niewielu autorów łączy zwiększoną podaż kwasów tłuszczowych w dawce z aktywnością hormonalną rosnących prosiąt. Pietras i in. [49] wykazali wzrost poziomu hormonu wzrostu w surowicy krwi loszek otrzymujących między 42 a 84 dniem życia 14% dodatek porafinacyjnych kwasów tłuszczowych. Współzależność między egzogennym hormonem wzrostu a dodatkiem tłuszczu do paszy w żywieniu świń wykazały badania Azaina i in. [2]. Autorzy ci wykazali, że podawanie porcyny przez 28 dni świniom kontrolnym zwiększa przyrosty o 9%, zaś u świń doświadczalnych otrzymujących ponadto dodatek tłuszczu wzrost przyrostów wynosił 16%. Z drugiej strony Janssens i Wilde [27] wykazali, że dodatek oleju sojowego do paszy zwiększa sekrecję somatotropiny we krwi. Anaboliczny wpływ hormonu wzrostu u świń jest stosunkowo dobrze poznany. Stwierdzono, że zwiększa on między innymi syntezę białka, przyrosty masy ciała oraz poprawia wykorzystanie paszy [6, 13, 36].

Podawanie rosnącym loszkom w diecie porafinacyjnych kwasów tłuszczowych wywołuje zmiany składu kwasów tłuszczowych w surowicy krwi [49]. Obserwuje się wzrost zawartości kwasu linolowego z 16,4% do 32,4%, kwasu linolenowego zaś z 0,72% do 2,78%. Podobne zależności stwierdzili również Glapś i in. [22] oraz Otten i in. [47].

Wzrost koncentracji polienowych kwasów tłuszczowych we krwi rosnących loszek otrzymujących w paszy dodatek porafinacyjnych kwasów tłuszczowych powoduje wzrost poziomu insuliny we krwi [49]. Podobny efekt obserwował również Barowicz i in. [4,5] u tuczników między 70 a 105 kg masy ciała otrzymujących dawki z 4 lub 8% dodatkiem pełnych nasion lnu. Insulina u rosnących świń wykazuje działanie antylipolityczne i jest niezbędna dla prawidłowego przebiegu konwersji glukozydo-lipidów oraz wywiera anaboliczny wpływ na drodze pobudzania syntezy RNA [25].

Tabela 6. Wpływ 14% dodatku tłuszczu porafinacyjnego podawanego w paszy między 42 a 84 dniem życia na wzrost i składniki krwi loszek [49]

Wyszczególnienie	Grupa	
	kontrolna	tłuszcz porafinacyjny
Przyrosty [g]	250	310
Zużycie paszy [kg/kg]	3,13	2,54
Hormon wzrostu [ng/ml]	14,2	21,0
Insulina [mcU/ml]	4,7	5,9
Tyroksyna [ng/ml]	30,2	44,0
Trójjodotyronina [ng/ml]	0,4	0,5

Tłuszcze porafinacyjne podane w paszy rosnącym świniom powodują również wzrost poziomu hormonów tarczycy we krwi [49]. Hormony te są niezbędne dla prawidłowego wzrostu i rozwoju zwierzęcia. Biorą między innymi udział w regulacji przemiany tłuszczowców.

Pietras i in. [49] wykazali, że zastąpienie w żywieniu odsadzonych prosiąt tłuszczu utylizacyjnego 14-procentowym dodatkiem tłuszczu porafinacyjnego poprawia wskaźniki wzrostu, zwiększając w surowicy krwi poziom hormonów niezbędnych dla prawidłowego wzrostu i rozwoju (tab. 6).

Właściwości dietetyczne mięsa wieprzowego

Innym ważnym aspektem stosowania nienasyconych kwasów tłuszczowych w żywieniu świń jest modyfikowanie składu tłuszczu zapasowego oraz śródmięśniowego na bardziej pożądany ze względu na zdrowie konsumenta — człowieka. Wieprzowina w porównaniu z mięsem wołowym, a zwłaszcza drobiowym, cechuje się znacznie wyższą zawartością tłuszczu, w tym nasyconych kwasów tłuszczowych. Czynnik ten sprawia, że w profilaktyce antycholesterolowej u ludzi dietetycy zalecają ograniczanie lub nawet rezygnację z konsumpcji mięsa wieprzowego [9].

Poprawę walorów dietetycznych mięsa wieprzowego można uzyskać dwoma sposobami: genetycznie — przez selekcję i krzyżowanie mające na celu obniżenie otłuszczenia tusz i obniżenia zawartości tłuszczu śródmięśniowego — oraz poprzez żywienie mające na celu zwiększenie w tkance mięśniowej nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz przez wprowadzenie do tłuszczu kwasów hamujących syntezę cholesterolu endogennego w wątrobie u ludzi. Kwasy tłuszczowe nasycone są bowiem aktywatorami enzymu reduktazy HMG CoA, zaś nienasycone — inhibitorami, co ogranicza ilość cholesterolu endogennego syntetyzowanego w wątrobie; ma to szczególne znaczenie u ludzi tzw. ryzyka cholesterolowego [17, 45].

Zastosowanie w dawkach dla tuczników pełnych nasion rzepaku w istotny sposób wpływa na skład kwasów tłuszczowych tłuszczu zapasowego i tłuszczu międzymięśniowego [11, 35, 54]. Obserwuje się podwyższenie zawartości kwasu linolowego i linolenowego w obydwóch rodzajach tłuszczu przy jednoczesnym obniżeniu ilości kwasu palmitynowego i stearynowego. Podobny efekt w przypadku zastosowania w żywieniu tuczników dodatku oleju sojowego wykazali Grela [23], oleju rzepakowego Myer i in. [44], zaś słonecznikowego Marchello i in. [37] , Klingenberg i in.[31] oraz Barowicz i in. [3].

Migdał i Kaczmarczyk [41] w badaniach przeprowadzonych na tucznikach otrzymujących w diecie porafinacyjne kwasy tłuszczowe stwierdzili, że słonina grzbietowa, tłuszcz okołonerkowy, jak też i tłuszcz okołojelitowy charakteryzują się wyższą zawartością nienasyconych kwasów tłuszczowych, głównie kwasu oleinowego, linolowego i linolenowego. Tłuszcz okołonerkowy jest bardziej stabilnym tłuszczem,

Tabela 7. Skład kwasów tłuszczowych (w % sumy kwasów) w mięśniu najdłuższym tuczników otrzymujących w paszy od 70 do 105 kg masy ciała dodatek pełnych nasion lnu [4]

Wyszczególnienie	Dodatek nasion lnu [%]		
	0	4	8
Suma kwasów nasyconych	43,19	$44,20^{a}$	$42,07^{b}$
Suma kwasów nienasyconych	56,49	$55,49^{a}$	$57,57^{b}$
Suma kwasów monoenowych	43,52	43,83	44,26
Suma kwasów polienowych typu n-3	$1,55^{A}$	$1,81^{A}$	$2,42^{B}$

^{a,b} — $P \leq 0,05$; ^{A,B} — $P \leq 0,01$

wykazującym mniejsze zmiany w zawartości kwasów tłuszczowych w porównaniu z tłuszczem okołojelitowym i słoniną.

Barowicz i Brzóska [4] — żywiąc tuczniki mieszanką pełnoporcjową z 0, 4 lub 8% dodatkiem śruty z pełnych nasion lnu — wykazali, że szczególnie 8% dodatek nasion lnu do mieszanek dla tuczników o masie ciała 70 do 105 kg, nie pogarszając jakości tuszy oraz właściwości mięsa, wpływa korzystnie na jego wartość dietetyczną. Przejawiała się ona nieznacznym obniżeniem zawartości tłuszczu w mięsie oraz zwiększeniem w nim zawartości polienowych kwasów tłuszczowych, typu n-3, szczególnie kwasu linolenowego, przy jednoczesnym obniżeniu sumy kwasów tłuszczowych nasyconych (tab. 7). Przyjmuje się, że zawartość kwasów linolowego i linolenowego w tłuszczu, na którą można w sposób wyraźny oddziaływać poprzez żywienie, nie powinna być większa niż 15% sumy kwasów tłuszczowych [35], gdyż są one podatne na procesy oksydacyjne, które mogą zachodzić w tkankach zwierząt, powodując między innymi zmianę konsystencji, barwy, zapachu i wartości dietetycznej mięsa oraz tłuszczu zapasowego.

W przeprowadzonych przez nas badaniach nie wykazano wyraźnego wpływu podawania nasion lnu na zawartość cholesterolu w tkankach tuczników [5]. Podobną tendencję obserwowali Busboom i in. [11], Klingenberg i in. [31] oraz Lipiński i in. [35]. Udział pełnych nasion lnu w dawkach pokarmowych dla tuczników w ilości 4 i 8% powodował natomiast, zależny od wysokości dawki, spadek poziomu cholesterolu całkowitego w surowicy krwi tuczników, nie wywierając istotnego wpływu na zawartość tego składnika w mięśniu najdłuższym oraz mięśniu sercowym [4]. Podobne, hipocholesteremiczne zmiany we krwi tuczników otrzymujących w diecie olej słonecznikowy wykazali Klingenberg i in. [31].

Podsumowanie i wnioski

Cytowane wyniki badań — zarówno krajowych, jak i zagranicznych — wskazują, że nienasycone kwasy tłuszczowe zawarte w nasionach roślin oleistych, olejach oraz w tłuszczach porafinacyjnych, zastosowane w dawkach pokarmowych dla świń w znacznym stopniu modyfikują wiele procesów fizjologicznych w organizmie zwierzęcia. Poprawiają między innymi wskaźniki rozpłodowe loch, korzystnie oddziałują na skład chemiczny siary i mleka, dodatnio wpływają na tworzenie i rozwój parenchymy w rozwijających się gruczołach mlekowych, tym samym polepszając wskaźniki odchowu prosiąt. Zastosowane w żywieniu rosnących tuczników zwiększają tempo wzrostu oraz poprawiają dietetyczne właściwości mięsa wieprzowego, a mianowicie obniżają w mięsie zawartość tłuszczu oraz zwiększają ilość polienowych kwasów tłuszczowych, szczególnie z grupy n-3. Zwrócenie większej uwagi na zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych w dawkach pokarmowych dla świń jest celowe również i z tego względu, że tłuszcz o wysokiej koncentracji nienasyconych kwasów tłuszczowych jest szczególnie podatny na procesy oksydacyjne tak w paszy, jak i w tkankach zwierząt. Stąd wyłania się konieczność prowadzenia dalszych badań nad optymalizacją ich stosowania oraz metodami hamującymi niekorzystne procesy utleniania. Należy również przypuszczać, że dalszy dynamiczny rozwój metod badawczych zaowocuje w najbliższych latach poszerzeniem wiadomości nad rolą nienasyconych kwasów tłuszczowych w innych ważnych, a nie omówionych w niniejszym opracowaniu, procesach życiowych świń.

Literatura

[1] Adam O., Wolfram G., Zollner N. 1986. Effects of linolenic and eicosapentaenoic acids on prostaglandin biosynthesis and platelet function in man. *Klin. Wochenschr.* 64: 274–280.

[2] Azain M.J., Seerly R.W., Reagan J.O., Anderson M.K. 1991. Effect of a high-fat diet on the performance response to porcine somatotropin (PST) in finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 69: 153–161.

[3] Barowicz T., Pietras M., Brzóska F., Kołat S. 1996. Użytkowość, jakość tusz i mięsa rosnących świń otrzymujących w dawce dodatek oleju rybnego lub słonecznikowego. Konferencja "Genetyczne i środowiskowe uwarunkowania wartości rzeźnej i jakości mięsa zwierząt", Lublin, 13–14.06.1996, 101–105.

[4] Barowicz T., Brzóska F., Pietras M. 1996. Wpływ stosowania pełnych nasion lnu w mieszankach dla tuczników na właściwości dietetyczne mięsa wieprzowego. XXVI Sesja Naukowa Komisji Żywienia Zwierząt KNZ PAN pt. Dodatki paszowe w żywieniu zwierząt, Olsztyn, 15–16.10.1996, 196–197.

[5] Barowicz T., Brzóska F., Pietras M., Gąsior R. 1997. Hipocholesteremiczny wpływ pełnych nasion lnu w diecie tuczników. *Medycyna Wet.* 53: 164–167.

[6] Beermann D.H., Fishell V.K., Roneker K., Boyd R.D., Armbruster G. 1990. Dose-response relationships between porcine somatotropin, muscle composition, muscle fiber characteristics and pork quality. *J. Anim. Sci.* 68: 2690–2697.

[7] Boyd R.D., Moser B.D., Peo E.R., Cunningham P.J. 1978. Effect of energy source prior to parturition and during lactation on tissue lipid, liver glycogen and plasma levels of some metabolites in the newborn pig. *J. Anim. Sci.* 47: 874–882.

[8] Boyd R.D., Moser B.D., Peo R.R., Lewis A.J., Johnson R.K. 1982. Effect of tallow and choline chloride addition to the diet of sows on milk composition, milk yield and preweaning pig performance. *J. Anim. Sci.* 54: 1–7.

[9] Brisson G.J. 1986. Dietary fat and human health. Rec.Adv.Anim.Nutr., Eds. W. Haresign i D.J.A. Cole, Butterworths, Boston, 3–24.

[10] Bury B., Łuczyńska-Bury B., Glapś J. 1983. Dodatek tłuszczu utylizacyjnego i porafinacyjnego oraz lizyny i metioniny w żywieniu prosiąt odsadzonych. *Rocz. Nauk. Zoot. Monogr. Rozpr.* 21: 219–229.

[11] Busboom J.R., Rule D.C., Colin D., Heald T., Mazhar A,. 1991. Growth, carcass characteristics, and lipid composition of adipose tissue and muscle of pigs fed canola. *J. Anim. Sci.* 69: 1101–1108.

[12] Carrington C.A., Hosick H.L. 1985. Effects of dietary fat on the growth of normal, preneoplastic and neoplastic mammary epithelial cells in vivo and in vitro. *J. Cell. Sci.* 75: 269–272.

[13] Chung C.S., Etherton T.D., Wiggins J.P. 1985. Stimulation of swine growth by porcine growth hormone. *J. Anim. Sci.* 60: 118–130.

[14] Clark K.E., Harrington D.J. 1982. Effect of the prostaglandin synthetase inhibitor tranylcypromine on uterine blood flow in pregnancy. *Prostaglandins* 23, 227–236.

[15] Crawshaw R. 1994. Feedfat for pigs. *Feed Compounder* 14: 25–32.

[16] Dębiński Z., Bronowicki M. 1994. Dodatki natłuszczające w żywieniu loch i loszek — wpływ na użytkowość rozpłodową. *Trz. Chl.* **32**(5): 14.

[17] Drevon J. C. 1992. Marine oils and their effects. *Scand. J. Nutr.* 36,suppl. 26: 38–45.

[18] Elsley F.W.H. 1971. Nutrition and lactation in the sow. W: Lactation. Ed. I.R. Falconer, London, Butterworths, 393–412.

[19] Ferris T.F., Weir E.K. 1983. Effect of captopril on uterine blood flow and prostaglandin E synthesis in the pregnant rabbit. *J. Clin. Invest.* 71: 809–815.

[20] Gerber J.G., Hubbard W.C. 1979. Uterine vein prostaglandin levels in late pregnant dogs. *Prostaglandins* 17: 627–628.

[21] Gerber J.G., Payne N.A., Murohy R.C., Nies A. 1981. Prostacyclin produced by the pregnant uterus in the dog may act as a circulating vasodepressor substance. *J. Clin. Invest.* 67: 632–636.

[22] Glapś J., Kliszewski W., Łuszczyńska-Bury B., Bury B. 1983. Przydatność tłuszczu utylizacyjnego i porafinacyjnego w żywieniu tuczników. *Rocz. Nauk. Zoot. Monogr. Rozpr.* 21: 203–217.

[23] Grela E.R. 1995. Skład kwasów tłuszczowych w mięśniach rosnących świń żywionych paszą z dodatkiem oleju sojowego i witaminy E. Międzynarodowa Konferencja "Perspektywy hodowli zwierząt w Polsce", Wrocław, 18–19.09.1995, t.II, 85–89.

[24] Grys S.1995. Rola kwasu gamma-linolenowego w ustroju człowieka. W: Zbiór prac II sympozjum nt.Olej z nasion wiesiołka w profilaktyce i terapii, Łódź, 6–7.10.1995, Łódź, Makolab., 22–34.

[25] Gürtler H., Späth H. 1991. Characteristics of hormonal regulation of fat metabolism in pigs. *Mh. Vet. Med.* 46: 643–646.

[26] Imagawe W., Bandyopadhyay G.M., Nandi S. 1990. Regulation of mammary epithelial cell growth in mice and rats. *Endocr. Rev.*11: 494–523.

[27] Janssens G., Wilde R. 1989. Consequence of dietary lipid feeding in periparturient swine on endogenous growth hormone secretion and subsequent litter performence. W:Use of somatotropin in livestock production. eds. K.Sejrsen, M.Vestergaard i A. Neimann-Sorensen, London, Elsevier Applied Science, 300–303.

[28] Jones D.B., Hancock J.D., Harmon D.L., Wolker C.E. 1992. Effects of exogenous emulsifiers and fat sources on nutrient digestibility, serum lipids and growth performance in weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 70: 3473–3482.

[29] Kaczmarczyk J., Migdał W. 1985. Tłuszcz w żywieniu świń. *Postępy Nauk Roln.* 6: 67–77.

[30] Kaczmarczyk J., Migdał W. 1986.Wyniki odchowu prosiąt w zależności od źródła energii w dawce pokarmowej dla loch wysokoprośnych i karmiących. *Acta Agr. Silv.* ser.zoot., 25: 49–57.

[31] Klingenberg I.L., Knabe D.A., Smith S.B. 1995. Lipid metabolism in pigs fed beef tallow or high-oleic acid sunflower oil. *Comp. Biochem and Physiol.* ser.B. *Biochem and Molecular Biol.* 110: 183–192.

[32] Krause P. E., Danielsen V., Nielsen H.E., Christensen K. 1977. The influence of different dietary levels of linolenic acid on reproductive performance and fatty acid composition of milk fat and plasma lipids in pigs. *Acta Agr. Scand.* 27: 289–296.

[33] Kulasek G., Bartnikowska E. 1994. Znaczenie nienasyconych kwasów tłuszczowych w żywieniu człowieka i zwierząt (cz.I). Źródła pokarmowe, metabolizm i zapotrzebowanie. *Magazyn Wet.* **3**(4): 39–44.

[34] Lapshin S.A., Matyaev V.I. 1994. Optimalization of lipid nutrition in pregnant sows. *Zootekhnija* 8: 16–18.

[35] Lipiński K., Ostoja H., Tywończuk J., Korzeniowski W. 1996. Jakość tkanek tłuszczowych i mięsnych tuczników żywionych mieszankami pełnoporcjowymi ze zróżnicowanym udziałem nasion rzepaku. Konferencja "Genetyczne i środowiskowe uwarunkowania wartości rzeźnej i jakości mięsa zwierząt", Lublin, 13–14.06.1996, 101–105.

[36] Machlin L.J. 1972. Effect of porcine growth hormone on growth and carcass composition of the pig. *J. Anim. Sci.* 35: 794.

[37] Marchello M.J.,Cook N.K., Slanger W.D., Johnson V.K., Fischer A.G., Dinusson W.E. 1983. Fatty acid composition of lean and fat tissue of swine fed various dietary levels of sunflower seed. *J. Food Sci.* 48: 1331–1334.

[38] McFadden T.B., Daniel T. E., Akers R.M. 1990. Effects of plane nutrition, growth hormone, and unsaturated fat on mammary growth in prepubertal lambs. *J. Anim. Sci.* 68: 3171–3179.

[39] McFadden T. B., Daniel T. E., Akers R.M. 1990. Effects of plane of nutrition, growth hormone and unsaturated fat on growth hormone, insulin and prolactin receptors in prepubertal lambs. *J. Anim. Sci.* 68: 3180–3189.

[40] Migdał W., Kaczmarczyk J. 1990. Skład chemiczny siary i mleka loch rasy rasy pbz żywionych dawkami z udziałem oleju rzepakowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 384: 125–130.

[41] Migdał W., Kaczmarczyk J. 1993. Zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu tuczników otrzymujących porafinacyjne kwasy tłuszczowe w dawkach pokarmowych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie* **29**(283): 91–98.

[42] Miller G.M., Conrad J.H., Harrington R.B. 1971. Effect of dietary unsaturated fatty acids and stage of lactation on milk composition and adipose tissue in swine. *J. Anim. Sci.* 32: 79–83.

[43] Mpalios I. 1994. The effect of dietary fat addition to sow diets, on the birth weight of the piglets and on their growth rate up to weaning. *Epitheörësë Zöotechnikës Epistëmës* 19: 119–127.

[44] Myer R.O., Lamkey J.W., Walker W.R., Brendemuhl J.H., Combs G.E. 1992. Performance and carcass characteristics of swine when fed diets containing canola oil and added copper to alter unsaturated: saturated ratio of pork fat. *J. Anim. Sci.* 70: 1417–1423.

[45] Nicolosi R.J., Stucchi A.F. 1990. N-3 fatty acids and atherosclerosis. *Current Opinion in Lipidology* 1: 442–448.

[46] O'Brien P.M.S., Morrison R., Broughton Pipkin F. 1985. The effect of dietary supplementation with linoleic and gammalinolenic acids on the pressor response to angiotensin II — a possible role in pregnancy-induced hypertension? *Br. J. Clin. Pharmac.* 19: 335–342.

[47] Otten W., Wisth Ch., Laizzo P.A., Eichinger H.M. 1993. A high omega 3 fatty acid diet alters acid composition of heart, kidney, adipose tissue and skeletal muscle in swine. *Ann. Nutr. Metab.* 37: 134–141.

[48] Prang N. 1992. Einsatz von Tierfett im Mischfutter für Schweim. *Mühle + Mischfuttertechnik* 129: 21–23.

[49] Pietras M., Barowicz T., Brzóska F., Gąsior R. 1996. Wpływ dodatku tłuszczu porafinacyjnego do dawki na metabolizm i poziom hormonów u rosnących świń. *Rocz. Nauk. Zoot.* 23: 155–165.

[50] Preś J., Fuchs B., Schleicher A., Fritz Z. 1991. Wpływ podawania tłuszczu lochom prośnym na ich wskaźniki produkcyjne. *Rocz. Nauk. Zoot. Monogr. i Rozpr.* 30: 97–103.

[51] Preś J., Fuchs B., Schleicher A. 1991. Wpływ mieszanek z udziałem dodatków natłuszczających na wyniki odchowu loszek remontowych. *Rocz. Nauk. Zoot. Monogr. i Rozpr.* 30: 105–110.
[52] Rankin J.G. 1976. A role prostaglandins in the regulation of the placental blood flows. *Prostaglandins* 11: 343–353.
[53] Schmidtke S. 1991. Einsatz hochaufgefetteter Rationen bei hochgraviden und laktierenden Sauen — Einfluss auf Aufzuchtleistung und ausgewählte Parameter des Intermediärstoffwechsels. Thesis, Tierärztliche Hochschule Hannover, Germany, 124 pp.
[54] Schöne F. 1992. Evaluation of rapeseed oilmeal with varying glucosinolate content in growing pigs. Vorträge zum Generalthema des 104 VDLUFA-Kongress vom 14–19.09.1992 in Göttingen: Ökologische Aspekte extensiver Landbewirtschaftung, VDLUFA-Verlag, 431–434.
[55] Seerley R.W., Pace R.A., Folley C.W., Scarth R.D. 1974. Effect of energy intake prior to parturition on milk lipids and survival rate, thermostability and carcass composition of piglets. *J. Anim. Sci.* 38: 64–70.
[56] Smith S.J. 1980. Mechanism of chain length determination in biosynthesis of milk fatty acids. *J. Dairy Sci.* 63: 337–352.
[57] Urbańczyk J., Ryś R., Morstin E., Kościńska A. 1977. Próba ustalenia optymalnego udziału porafinacyjnych kwasów tłuszczowych w dawkach pokarmowych dla tuczników. *Acta Agr. Silv.* 17: 159–171.
[58] Welsch C.W. 1987. Enhancement of mammary tumorigenesis by dietary fat; review of potential mechanisms. *Am. J. Clin. Nutr.* 45: 192–202.
[59] Wicha M.S., Liotta L.A., Kidwell W.R. 1979. Effects of free fatty acids on the growth of normal and neoplastic rat mammary epithelial cells. *Cancer Res.* 39: 426–434.
[60] Witter R.C., Rock J.A.T. 1970.The influence of the amount and nature of dietary fat on milk fat composition in the sow. *Br. J. Nutr.* 24: 749–760.
[61] Wojnarski L. 1995. Wpływ metazonu i oleju nasion wiesiołka na rozwój płodu u królika. W: Zbiór prac II sympozjum nt.Olej z nasion wiesiołka w profilaktyce i terapii, Łódź, 6–7.10.1995, Wyd. Makolab, 170–177.
[62] Zaorska B. 1986. Prostaglandyny i inne eikozanoidy, PZWL, Warszawa.

Unsaturated fatty acids in pig nutrition

Summary

The role of unsaturated fatty acids in animals, especially in pigs, nutrition is discussed. Special attention is paid to unsaturated fatty acids in sow reproduction, in parenchyma development processes in the mammary gland, the effect of feeding them on chemical composition of colostrum and milk, and on the improvement of pork dietary properties. It was shown that the addition of 14% post-refining fats to feed positively affects parenchyma formation in developing mammary gland, and thus improves the piglet performance. It is suggested that the addition of 8% whole linseeds to diet improves dietary value of pork, reflected in decreased fat content and increases its content of polyene fatty acids, especially those of n-3 group.