

# **Wpływ natłuszczenia pasz na wartość dietetyczną produktów pochodzenia zwierzęcego**

***Teresa Banaszkiewicz***

*Katedra Żywienia Zwierząt i Gospodarki Paszowej, Akademia Podlaska  
08-110 Siedlce, ul. B. Prusa 14*

**Słowa kluczowe:** tłuszcze roślinne i zwierzęce, skład kwasów tłuszczowych, modyfikowanie tłuszczu mleka, mięsa i jaj, przeciwutleniacze

## **Tłuszcz jako składnik pasz i ciała zwierząt**

---

Żywienie powoduje powstawanie całego łańcucha procesów chemicznych i fizjologicznych, których wynikiem jest przemiana składników paszy na elementy ciała zwierzęcego. Przeciętny skład ciała zwierząt zależy między innymi od gatunku, wieku, rasy oraz stopnia otłuszczenia. Różnice w składzie chemicznym między poszczególnymi gatunkami nie są jednak zbyt duże. Średnia zawartość tłuszczu w ciele dorosłych zwierząt wynosi od 19 do 26%, ale może ulegać znacznemu zróżnicowaniu w zależności od stopnia utuczenia.

W roślinach, podstawowym pokarmie dla zwierząt gospodarskich, występują zasadniczo te same grupy związków co w ciele zwierząt, ale w innych ilościach i różniące się pod względem jakościowym. W większości roślin stosowanych jako pasza dla zwierząt zawartość tłuszczu jest mała. Dużo gromadzi się go natomiast w niektórych nasionach, głównie nasionach roślin oleistych.

Tłuszcz jest składnikiem pokarmowym o najwyższej wartości energetycznej. Ilość ciepła powstająca przy spalaniu tłuszczów i łatwo strawnych cukrów w bombie kalorymetrycznej jest zbliżona do ilości ciepła powstającego w procesie ich biologicznego utleniania w organizmie i wynosi średnio dla tłuszczu  $39,7 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ , a dla cukrów  $16,6 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Ilość energii wyzwolanej przy utlenianiu białka w organizmie jest natomiast znacznie mniejsza niż podczas spalania w bombie, średnio –  $18,4 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

## Rodzaje oraz ilość tłuszczu dodawanego do dawek pokarmowych

---

Podstawowymi paszami w żywieniu zwierząt są pasze roślinne zawierające (oprócz nielicznych) małe ilości tłuszczu. W związku z tym w standardowych dawkach pokarmowych zawartość tłuszczu wynosi niewiele ponad 2%, a ogólna wartość energetyczna dawek kształtuje się poniżej wymaganego optimum dla współczesnych zwierząt [33]. Najbardziej skoncentrowanym źródłem energii są tłuszcze, które mogą być wykorzystywane do wzbogacania dawek pokarmowych pod względem energetycznym. Dodatek tłuszczu do mieszanek dla zwierząt jest niezbędny przy wykorzystaniu zbóż krajowych, ale zastosowanie kukurydzy w mieszankach dla współczesnych ptaków nie wystarcza również do uzyskania odpowiedniego poziomu energii [36].

W tabeli 1 przedstawiono rodzaje oraz ilości tłuszczów najczęściej stosowanych w żywieniu zwierząt. Jak wynika z przedstawionych danych, najczęściej do mieszanek wprowadza się tłuszcz w ilości od 4% do 8%. Ilość dodawanego tłuszczu uzależniona jest jednak od rodzaju użytego tłuszczu oraz gatunku zwierząt [33, 36].

Do mieszanek pasz treściwych mogą być dodawane tłuszcze pochodzenia roślinnego: olej rzepakowy, sojowy, słonecznikowy, arachidowy, palmowy, lniany; odpady uzyskiwane przy produkcji olejów: szlamy olejowe, ziarnie zaolejone, porafinacyjne kwasy tłuszczowe; tłuszcze pochodzenia zwierzęcego: łój koński lub barani, smalec wieprzowy czy skwarki, a także standaryzowane tłuszcze paszowe. Dobrym źródłem energii, ze względu na wysoką zawartość tłuszczu, mogą być nasiona roślin oleistych lub koncentraty białkowo-tłuszczowe.

Krajowy przemysł paszowy rozpoczął stosowanie tłuszczów na szeroką skalę pod koniec lat osiemdziesiątych, najpierw jako uzupełniające źródło energii w mieszankach dla drobiu, głównie dla brojlerów kurzych i indyczych, następnie trzody chlewnej, szczególnie młodych świń, a ostatnio również w mieszankach dla przeżuwaczy, przede wszystkim dla krów o wysokiej produkcji mleka. Wynika to z konieczności pokrycia wysokiego zapotrzebowania na energię u tych zwierząt, której nie można zapewnić, stosując wyłącznie pasze węglowodanowe.

Efekt natłuszczenia pasz zależy od wielu czynników. Spośród nich najczęściej wymienia się jakość tłuszczu paszowego, jego pochodzenie oraz skład. Istotny wpływ na wykorzystanie tłuszczu może mieć też wiek zwierząt, poziom wprowadzenia tłuszczu do diety oraz skład diety [30]. Rodzaj i ilość dodanego tłuszczu do mieszanki może wpłynąć na poprawienie wyników produkcyjnych zwierząt, obniżenie ich efektów produkcyjnych lub nie dawać żadnego efektu natłuszczenia. Wprowadzony tłuszcz może bowiem wpływać na środowisko przewodu pokarmowego zwierząt, wchodząc w interakcje z innymi nielipidowymi składnikami mieszanki paszowej, głównie węglowodanami nieskrobiowymi zawartymi w zbożach. W związku z tym może powodować np. u młodych kurcząt, wzrost lepkości treści pokarmowej, co nie-

korzystnie wpływa na strawność i wchłanianie składników pokarmowych mieszanki paszowej oraz samego tłuszczu [5].

Niekorzystny wpływ tłuszczu na efekty produkcyjne kurcząt brojlerów może pogłębiać się wraz ze wzrostem stopnia nasycenia tłuszczu [49]. Niekorzystnym interakcjom tłuszczu z innymi składnikami paszy można przeciwdziałać, stosując między innymi preparaty enzymatyczne [20, 43].

Przy stosowaniu w mieszankach tłuszczu zwierzęcego (smalec wieprzowy i tłuszcz utylizacyjny), tłuszczu roślinnego (olej sojowy i rzepakowy), a także mieszaniny tłuszczu zwierzęcego i roślinnego, o stopniu wykorzystania energii z tłuszczu decyduje zarówno jego dawka, jak również skład kwasów tłuszczowych. W wyniku wprowadzenia do składu mieszanek dla kurcząt brojlerów oleju rzepakowego, smalcu wieprzowego, dwóch rodzajów standaryzowanych tłuszczów paszowych, o zróżnicowanej zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, oraz oleju sojowego istotnie lepsze przyrosty oraz mniejsze zużycie paszy uzyskuje się u kurcząt otrzymujących mieszanki natłuszczone, a najefektywniejszym preparatem tłuszczowym okazał się zawierający 200 g NNKT w kilogramie frakcji lipidowej mieszanki. Rodzaj ww. preparatu tłuszczowego nie wpływał natomiast na stopień otłuszczenia tusz, smakowitość mięsa oraz wydajność rzeźną.

W odchowcie kurcząt brojlerów korzystniejsze wyniki produkcyjne uzyskuje się podczas stosowania mieszaniny tłuszczów niż przy ich oddzielnym wprowadzaniu do mieszanek. Dodatek łożu wołowego do mieszanek z udziałem pszenicy nie jest wskazany, gdyż obniża strawność białka i substancji bezazotowych wyciągowych w mieszankach dla drobiu, zwłaszcza w okresie starterowym.

Dla prosiąt, warchlaków i tuczników dobrymi dodatkami tłuszczowymi mogą być oleje roślinne, nasiona roślin oleistych, tłuszcze zwierzęce, głównie smalec wieprzowy oraz tłuszcze standaryzowane (tab. 1). Dodatek tłuszczu generalnie poprawia wyniki produkcyjne tuczu świń, zwiększa przyrosty masy ciała przy mniejszym spożyciu paszy na przyrost. Natłuszczenie olejem rzepakowym w ilości 6% mieszanek dla

**Tabela 1.** Rodzaje oraz ilość dodawanego tłuszczu

Gatunek zwierząt	Rodzaje dodawanych tłuszczów
<b>Drób [36]</b>	oleje i nasiona roślin oleistych
— brojlery 5–8%	tłuszcze standaryzowane
— nioski do 5%	tłuszcze zwierzęce
<b>Trzoda chlewna [36]</b>	oleje i nasiona roślin oleistych
— prosięta, warchlaki	tłuszcze zwierzęce
i tuczniki 4–8%	tłuszcze standaryzowane
<b>Krowy mleczne [33]</b>	oleje i nasiona roślin oleistych
— tłuszcze niechronione – 5%	produkty odpadowe przy produkcji oleju
— tłuszcze chronione 6–8%	sole kwasów tłuszczowych

tuczniaków zawierających np. śrutę poekstrakcyjną rzepakową dało korzystniejsze wyniki produkcyjne niż stosowanie mieszanki nienatłuszczonej zawierającej tę samą śrutę poekstrakcyjną rzepakową czy mieszanki kontrolnej zawierającej śrutę sojową. Nie obserwowano natomiast różnicy w przyrostach dziennych prosiąt otrzymujących w mieszance olej sojowy lub smalec wieprzowy, mimo że strawność tłuszczu w mieszance z olejem była wyższa [29].

Stosowanie dodatku tłuszczu jest również wskazane w żywieniu loch prośnych, dzięki czemu uzyskuje się mioty o wyrównanej masie ciała prosiąt i lepszą ich przeżywalność. Zastosowanie koncentratu tłuszczowego w żywieniu loch prośnych powoduje wzrost liczby urodzonych prosiąt zarówno w wypadku wieloródek, jak i pierwiastek.

W wypadku dorosłych przeżuwaczy poprawienie wskaźników produkcyjnych w wyniku dodania tłuszczu uzyskuje się u krów wysokomlecznych. Do wzbogacania dawek dla krów mogą być stosowane tłuszcze roślinne, produkty odpadowe uzyskiwane przy produkcji olejów, jak również sole wapniowe kwasów tłuszczowych [33, 36]. Wykorzystanie do natłuszczenia nasion rzepaku lub oleju rzepakowego u wysoko wydajnych krów wpływa na wzrost produkcji mleka i zawartość w nim tłuszczu.

Wyniki uzyskane podczas skarmiania dawek pokarmowych zawierających tłuszcz chroniony w postaci soli CaKT uzyskanych z oleju lnianego lub rybnego wskazują na wzrost poziom tłuszczu w mleku, ale również pewne obniżenie wydajności mlecznej oraz zawartości białka w mleku [13].

Dodatkami tłuszczowymi najczęściej stosowanymi w dawkach dla zwierząt w Polsce są produkty rzepakowe. Jest to związane z wysoką wartością energetyczną nasion rzepaku (ok. 13 MJ EN), jak i znaczną zawartością białka (ponad 20%). Tłuszcz nasion rzepaku jest bogaty w nienasycone kwasy tłuszczowe i charakteryzuje się korzystnym stosunkiem kwasów z rodziny n-6/n-3. Kwasy te dosyć łatwo wbudowywane są w tłuszcz zwierzęcy, co można wykorzystać do kształtowania profilu kwasów tłuszczowych produktów pochodzenia zwierzęcego.

## **Skład tłuszczów roślinnych i zwierzęcych**

---

Tłuszcze roślinne są bogatym źródłem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, głównie linolowego i linolenowego. Również dobrym źródłem egzogennych kwasów tłuszczowych są ryby i skorupiaki morskie. Bogatym źródłem kwasu  $\alpha$ -linolenowego jest olej lniany, linolowego zaś olej słonecznikowy i sojowy [3]. Olej rzepakowy zawiera zarówno kwas linolenowy, jak i linolowy w korzystnych dla organizmu proporcjach 1 : 2–3. Kwasy tłuszczowe, eikozapentaenowy i dokozaheksaenowy, należące do rodziny n-3, w postaci naturalnej występują w algach i fitoplanktonie oraz w tłuszczach ryb i innych zwierząt morskich [25, 34]. Tłuszcze pochodzenia zwierzęcego zawierają dużo kwasów nasyconych, głównie kwas palmitynowy i stearynowy.

Wiele kwasów tłuszczowych, takich jak wielonienasycone z rodziny n-3 czy sprzężony kwas linolowy (SKL), spełnia bardzo ważne funkcje fizjologiczne, działając między innymi antymiażdżycowo czy antykancerogennie, inne natomiast, jak kwasy nasycone czy formy trans kwasów nienasyconych, mogą oddziaływać niekorzystnie na procesy biochemiczne i fizjologiczne. Nasycone kwasy tłuszczowe mogą wpływać na wzrost poziomu frakcji LDL cholesterolu [56]. Tłuszcz dostarczany zwierzętom w paszach pochodzenia roślinnego jest źródłem egzogennych kwasów tłuszczowych, do których należą kwas linolowy z rodziny n-6 oraz  $\alpha$ -linolenowy z rodziny n-3. Te dwa kwasy stanowią macierzyste formy dla dwóch rodzin kwasów (n-6 i n-3), z których na drodze przemian enzymatycznych (elongacji i desaturacji) powstają niezbędne długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe – kwas arachidonowy (C20 : 4 n-6) oraz eikozapentaenowy (C20 : 5 n-3) i dokozaheksaenowy (C22 : 6 n-3).

### Funkcje i efekty działania wybranych kwasów tłuszczowych

Kwasy tłuszczowe nasycone krótko- i średniołańcuchowe zawarte w tłuszczach są łatwo i szybko utleniane, dostarczając organizmowi energii.

Nasycone kwasy tłuszczowe o łańcuchach zawierających powyżej 10 atomów węgla są również źródłem energii, lecz ich spożycie winno być ściśle dopasowane do potrzeb energetycznych organizmu. Spośród tych kwasów – laurynowy, mirystynowy i palmitynowy mają tendencję do podwyższania cholesterolu i lipoprotein o niskiej gęstości, określanych jako (LDL) w surowicy krwi, podczas gdy kwas stearynowy nie wykazuje takiego działania [41]. Kwasy nasycone zwiększają tendencję płytek krwi do agregacji, powodując niebezpieczeństwo zakrzepów.

Kwasy tłuszczowe jednonienasycone, głównie kwas oleinowy, wykazują właściwości hipolipidemiczne, obniżają zarówno ogólny poziom cholesterolu, jak i frakcji LDL. Jemu to przypisywane jest korzystne oddziaływanie na obniżenie częstotliwości występowania choroby wieńcowej w krajach basenu Morza Śródziemnego, gdzie w dietach 15–20% energii pochodzi z oleju z oliwek, szczególnie bogatego w kwas oleinowy.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe należące do rodziny n-6 i n-3, ważne ze względów żywieniowych, różnią się strukturą, metabolizmem oraz pełnionymi funkcjami i wywieranymi efektami. Z kwasów tych syntetyzowane są eikozanoidy (substancje biologicznie czynne), a wśród nich zwłaszcza prostaglandyny, zaliczane do hormonów tkankowych. Substancje te wpływają m.in. na regulację czynności układu sercowo-naczyniowego, ciśnienie krwi, formowanie się skrzepów wewnątrz naczyń, stężenie trójglicerydów w osoczu krwi, odpowiedź immunologiczną i procesy zapalne, rozwój nowotworów, regulację czynności hormonów, funkcje nerek, odczuwanie bólu [25].

Poznanie efektów działania kwasów z rodziny n-6, jako prekursorów eikozanoidów, i kwasów z rodziny n-3, jako ich inhibitorów, wymagało określenia proporcji

między kwasami n-6 i n-3 w dziennej racji pokarmowej, które powinny układać się w granicach 3 : 1, 1 : 1, 4–10 : 1 lub średnio 6 : 1. Na podstawie obecnej wiedzy – przy założeniu, że do około 30% energii w diecie powinno pochodzić z tłuszczu – udział energii z poszczególnych kwasów tłuszczowych powinien wynosić 1–13% i tak odpowiednio: z kwasów nasyconych – 8%, jednonienasyconych – 13%, wielonienasyconych – 10%, w tym z linolowego – 7%, linolenowego – 1%, eikozapentaenowego – 1% oraz dokozaheksaenowego – 1%.

Poznanie różnorodnych efektów działania kwasów tłuszczowych wskazuje, w jaki sposób lipidy zawarte w diecie i wzajemne proporcje kwasów w nich występujących mogą przyspieszać i nasilać, względnie opóźniać i łagodzić przebieg chorób degeneracyjnych, jak arterioskleroza, artretyzm, łuszczyca oraz zakłócenia funkcji systemu immunologicznego. Skład tłuszczu pokarmu – poprzez selektywny wpływ na metabolizm lipoprotein – może zatem w znacznym stopniu oddziaływać na stan zdrowotny organizmu.

Poprzez stosowanie w żywieniu zwierząt pasz wzbogaconych tłuszczem można oddziaływać na skład i jakość uzyskiwanych produktów zwierzęcych, powodując zmiany w zawartości lipidów neutralnych, fosfolipidów, cholesterolu oraz poszczególnych kwasów tłuszczowych.

## **Oddziaływanie poprzez żywienie na wartość dietetyczną produktów pochodzenia zwierzęcego**

---

Produkty pochodzenia zwierzęcego zajmują ważne miejsce w bilansie żywności, dlatego interesujące jest ustalenie, jak za pomocą odpowiedniego żywienia zwierząt można oddziaływać na skład mleka, mięsa i jaj, np. poprzez podwyższenie zawartości białka i niektórych składników mineralnych (np. selenu czy jodu), a głównie na skład lipidów zawartych w tych produktach, zapobiegając niedoborowi NNKT w dietach dla ludzi.

W ostatnich latach prowadzone są liczne badania dotyczące modyfikowania składu kwasów tłuszczowych mleka, mięsa i jaj poprzez zastosowanie w żywieniu zwierząt większej ilości kwasów nienasyconych dostarczanych w postaci olejów uzyskanych z nasion roślin oleistych, soli wapniowych kwasów tłuszczowych olejów roślinnych czy oleju rybnego. Prowadzone badania dotyczą głównie wzbogacania produktów w kwas oleinowy, linolowy oraz  $\alpha$ -linolenowy, a ostatnio również w eikozapentaenowy i dokozaheksaenowy. Tłuszcz dodany do paszy może wpływać na skład tłuszczu odkładanego w ciele zwierząt, jego cechy fizyczne, technologiczne oraz walory dietetyczne. Wpływ ten uzależniony jest jednak od rodzaju zastosowanego tłuszczu. Świadczyć o tym mogą między innymi dane przedstawione w tabeli 2. Olej sojowy, zawierający około 55% kwasu linolowego, zastosowany w dawce pokarmo-

**Tabela 2.** Udział kwasu linolowego w tłuszczu rosnących świń żywionych dietą z dodatkiem dwóch tłuszczów roślinnych [38]

Narządy	Olej kokosowo-palmowy (1,4% kw. linolowego)	Olej sojowy (56,3% kw. linolowego)
Wątroba	10,0	21,0
Serce	5,7	18,7
Nerki	11,2	24,2
Płuca	6,1	19,6
Mięsień najdłuższy grzbietu	5,9	25,4
Skóra	6,6	30,8
Tłuszcz nerek	5,1	29,7

wej dla świń, zwiększał jego odkładanie w tłuszczu poszczególnych narządów wewnętrznych bardziej niż olej kokosowo-palmowy, zawierający ok. 1,5% tego kwasu [38]. Wskazuje to, że poprzez odpowiedni dobór rodzaju tłuszczu wprowadzanego do diety można w sposób pożądanym zmieniać skład tłuszczu w ciele zwierząt.

### Modyfikowanie składu tłuszczu mleka

Spośród podstawowych składników mleka, tłuszcz podlega największym zmianom na skutek żywienia. Na jego zawartość w mleku wpływa spożycie pasz objętościowych i ich struktura fizyczna, a ponadto ilość cukrów strukturalnych oraz łatwo fermentujących.

Tłuszcz mleka krowiego jest bogaty w kwasy nasycone, natomiast ubogi w wielonienasycone. Nasycone kwasy tłuszczowe stanowią ok. 68% sumy kwasów, a wśród nich przeważają laurynowy, mirystynowy i palmitynowy. Pozostałe to jednonienasycone (głównie oleinowy), stanowiące ok. 29%, i wielonienasycone kwasy tłuszczowe (głównie linolowy i linolenowy), stanowiące ok. 3% tłuszczu mleka. Cechą charakterystyczną tłuszczu mleka jest obecność krótkołańcuchowych kwasów nasyconych. Ze względu na bardzo wysoką zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych tłuszcz mleka uznawany jest za hipercholesterolemiczny, gdyż zawarte w nim kwasy nasycone mogą stymulować syntezę frakcji LDL cholesterolu w wątrobie człowieka [41, 50].

Specyfiką przemian tłuszczu w żwaczu jest biohydrogenacja. Stopień biowodornienia kwasów tłuszczowych zależy od ilości oraz formy podanego kwasu. Procesowi uwodornienia może ulegać od 52 do 85% nienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny C:18, a proces ten nasila się wraz ze wzrostem poziomu nienasyceń kwasu tłuszczowego [45, 54, 57]. Pomimo zjawiska biohydrogenacji nienasyconych kwasów tłuszczowych w żwaczu krów bezpośrednio podawanie olejów roślinnych prowadzi z reguły do wzrostu udziału nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka. Jednak bardziej efektywne jest podawanie tłuszczu chronionego przed biohydrogenacją w żwaczu [13].

Sposobem zabezpieczającym tłuszcze roślinne przed biouwodornieniem jest między innymi stosowanie odpowiednio przygotowanych nasion roślin oleistych : rzepaku, lnu, słonecznika, soi czy bawełny, preparatów olejów roślinnych chronionych otoczką kazeinową lub soli wapniowych kwasów tłuszczowych. Stosując w dawkach pokarmowych dla krów oleje roślinne lub też ich formy chronione, można korzystnie zmieniać skład kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka, poprawiając w ten sposób walory dietetyczne mleka i przetworów mlecznych [19, 27, 31].

Wprowadzając do dawki pokarmowej dla krów mlecznych produkty z nasion roślin oleistych można podnieść zawartość pożądaných kwasów C : 18, szczególnie oleinowego, a obniżyć nasyconych (od C : 4 do C : 16) w tłuszczu mleka. Zwiększenie zawartości kwasu oleinowego w tłuszczu mleka może wynikać ze zwiększonej jego ilości w dawce pokarmowej, tylko częściowego biouwodornienia w zwalczu, jak również dehydrogenacji kwasu stearynowego w ścianie jelita cienkiego [8].

Zastosowanie chronionego preparatu tłuszczowego (tab. 3), zawierającego 71% kwasów tłuszczowych nienasyconych w ilościach 3, 6 i 9% suchej masy dawki, spowodowało wzrost zawartości kwasów nienasyconych o ok. 44%, jednonienasyconych o ok. 47% oraz hipocholesterolemicznych o ok. 38% w tłuszczu mleka w stosunku do grupy kontrolnej bez ujemnego wpływu na wydajność i zawartość podstawowych składników pokarmowych [12]. Skarmianie zaś soli CaKT sporządzonych z oleju lnianego lub rybnego wykazało korzystniejsze oddziaływanie soli oleju lnianego na wartość dietetyczną mleka niż oleju rybnego. Ze względu na utrzymanie poziomu wydajności i zawartości tłuszczu w mleku ilość tłuszczów chronionych stoso-

**Tabela 3.** Zmiany w składzie tłuszczu mleka wynikające z zastosowania preparatu tłuszczowego w dawkach pokarmowych dla krów [12]

Wyszczególnienie	Chroniony preparat tłuszczowy [% suchej masy dawki]			
	0 kontrolna	3	6	9
Tłuszcz [%]	3,91	3,74	3,89	4,15
Cholesterol ogólny [mg · 100 ml <sup>-1</sup> ]	11,01	9,70	10,43	9,89
Kwasy tłuszczowe mleka [% sumy KT]				
linolowy C <sub>18:2</sub> (LA)	1,52	1,52	2,05	1,94
linolenowy C <sub>18:3</sub> (ALNA)	0,58	0,58	0,63	0,62
eikozapentaenowy C <sub>20:5</sub> (EPA)	0,016	0,015	0,013	0,015
dokozaheksaenowy C <sub>22:6</sub> (DHA)	0,18	0,188	0,182	0,155
nienasycone (UFA)	<b>22,10<sup>B</sup></b>	<b>24,06<sup>AB</sup></b>	<b>30,64<sup>AB</sup></b>	<b>31,82<sup>A</sup></b>
jednonienasycone (MUFA)	<b>19,69<sup>B</sup></b>	<b>21,65<sup>AB</sup></b>	<b>26,75<sup>AB</sup></b>	<b>28,98<sup>A</sup></b>
wielonienasycone z rodziny n-3 (PUFA-3)	0,78	0,78	0,82	0,79
wielonienasycone z rodziny n-6 (PUFA-6)	1,63	1,62	2,19	2,06
hipocholesterolemiczne (DFA)	<b>29,54<sup>b</sup></b>	<b>32,39<sup>ab</sup></b>	<b>37,91<sup>ab</sup></b>	<b>40,89<sup>a</sup></b>

A, B średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $p \leq 0,01$ );

a, b średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $p \leq 0,05$ ).



wanych w postaci soli CaKT w żywieniu krów nie powinna jednak przekraczać 5–6% suchej masy dawki [33]. Również profil kwasów tłuszczowych w mleku owiec daje się modyfikować poprzez stosowanie dodatku tłuszczów roślinnych. Zastosowanie nasion rzepaku poddanych zabiegom termicznym w żywieniu maciorek wpłynęło na wzrost udziału nienasyconych kwasów tłuszczowych (oleinowego, linolowego i lino-lenowego), a obniżenie kwasów nasyconych. Szczególnie korzystny wpływ stwierdza się podczas skarmiania nasion poddanych zabiegom termicznym. Zabieg ogrzewania lub parowania nasion rzepaku prawdopodobnie wpływa na ochronę białka, a pośrednio na obniżenie biouwodornienia nienasyconych kwasów tłuszczowych w żwaczu.

Składnikiem mleka naturalnie w nim występującym jest sprzężony kwas linolowy (CLA) noszący potoczną nazwę kwasu żwaczowego (kwas cis-9 trans-11 oktadekadienowy). Termin CLA odnosi się do izomerów geometrycznych (cis i trans) i pozycyjnych (9,11; 10,12) kwasu linolowego, stanowiących naturalny składnik wielu produktów, głównie tłuszczu mleka i mięsa zwierząt przeżuwających. Dwa izomery wykazują szczególnie wysoką aktywność biologiczną. Związek ten posiada wiele swoistych właściwości funkcjonalnych (czynnika zapobiegającego otyłości, antymiażdżycowego, antynowotworowego i stymulującego układ odpornościowy). Zawartość CLA w produktach pochodzenia zwierzęcego można zmieniać poprzez zastosowanie odpowiednio dobranego dodatku tłuszczowego. Zastosowanie oleju rzepakowego, soli wapniowych oleju rzepakowego lub nasion rzepaku w dawkach pokarmowych dla kóz, owiec lub krów powoduje wzrost zawartości CLA w tłuszczu mleka [18, 22, 37], jednak bardziej efektywne jest zastosowanie oleju lnianego [51]. Poprzez wypasanie krów na pastwisku, jako jedynej dostępnej paszy, można zwiększyć ilość SKL w tłuszczu mleka. Sprzężony kwas linolowy zastosowany w dawkach dla krów może zmieniać skład tłuszczu podskórnego oraz tłuszczu mleka [9].

### Modyfikowanie zawartości kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa zwierząt nieprzeżuwających

Wysoka wartość energetyczna natłuszczanych pasz dla drobiu, szczególnie brojlerów ( $3200\text{--}3300 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), przy zachowaniu odpowiedniego poziomu lizyny i metioniny, pozwala uzyskać wysokie tempo wzrostu i dobre wykorzystanie pasz.

Dodanie do mieszanek 3–5% tłuszczów nie obniża wartości rzeźnej tuszek drobiowych, chociaż zwiększanie wartości energetycznej mieszanek przy użyciu tłuszczów zwierzęcych czy olejów może niekiedy prowadzić do zwiększenia otłuszczenia tusz kurcząt brojlerów. Przez stosowanie tłuszczów w żywieniu zwierząt rzeźnych można wpływać na skład kwasów tłuszczowych frakcji lipidowej mięsa. Frakcja lipidowa mięsa kurcząt brojlerów jest podatna na modyfikowanie, a zmiany w składzie kwasów tłuszczowych wynikają z rodzaju tłuszczu dodanego do paszy [10, 35]. Korzystne zmiany w strukturze kwasów tłuszczowych mięsa u kurcząt brojlerów stwierdzono w wyni-

ku natłuszczania mieszanek starter i grower olejem lnianym [55]. Uzyskane w tych badaniach wyniki wskazują na wzrost procentowej zawartości kwasów tłuszczowych wielonienasyconych – linolowego i linolenowego, obniżenie poziomu kwasu arachidonowego oraz poprawę stosunku PUFA/SFA i PUFA n-6/ PUFA n-3 w mięsie kurcząt rzeźnych w wyniku zastosowania oleju lnianego w mieszankach (tab. 4).

**Tabela 4.** Procentowy udział niektórych kwasów tłuszczowych w mięsie kurcząt [55]

Udział tłuszczu w mieszankach (starter i grower)		Kwasy tłuszczowe		
		linolowy C <sub>18:2</sub> n-6	linolenowy C <sub>18:3</sub> n-3	arachidonowy C <sub>20:4</sub> n-6
I (smalec 4,8/3,4%)	♂	9,64	0,92	0,42
	♀	9,19	0,87	0,37
II (olej lniany 4,8/3,4%)	♂	12,5	13,1	0,34
	♀	13,1	14,6	0,22
III (smalec 9,4/7,9%)	♂	10,2	0,81	0,43
	♀	9,57	0,74	0,29
IV(olej lniany 9,4/7,9%)	♂	17,1	25,0	0,29
	♀	16,5	25,9	0,16

Modyfikowanie składu kwasów tłuszczowych w mięsie wieprzowym jest znacznie trudniejsze niż w mięsie drobiowym. U trzody chlewnej trudne jest szczególnie obniżenie kwasów nasyconych. W wyniku skarmiania nasion rzepaku, wyciągu, oleju rzepakowego czy sojowego obserwowane jest podwyższenie zawartości kwasu oleinowego oraz kwasów tłuszczowych wielonienasyconych w tłuszczu słoniny i mięsa [42], nie obserwowano natomiast istotnych zmian w poziomie kwasów nasyconych w tłuszczu śródmięśniowym [1].

W wyniku zastosowania w mieszankach dla świń nasion lnu obserwowano tendencję do obniżania się poziomu trójglicerydów, tłuszczu całkowitego oraz glukozy w surowicy krwi, a przy udziale 8% nasion stwierdzono istotnie niższy poziom cholesterolu całkowitego oraz jego frakcji LDL, co jest korzystne ze względu na żywienie ludzi [21, 46, 47]. Zagadnienie modyfikowania mięsa wieprzowego, jak na razie, wydaje się możliwe głównie w zakresie zwiększenia w nim kwasów jednonienasyconych, wielonienasyconych, głównie linolenowego, oraz obniżenia stosunku kwasów n-6/n-3, a w niewielkim stopniu obniżenia ogólnej ilości kwasów nasyconych.

Ostatnio zwraca się uwagę na wzbogacenie mięsa zwierząt nieprzeżuwających w sprzężony kwas linolowy, który – zastosowany jako dodatek do paszy – może mo-

dyfikować stosunek tłuszczowo-mięsny w tuszy oraz obniżyć poziom cholesterolu we krwi. Zastosowanie preparatu CLA w ilościach 0,5; 1,0 i 1,5% w mieszance zawierającej 4% oleju słonecznikowego spowodowało istotne zmiany w zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych, jedno- i wielonienasyconych, zarówno w tkance mięśniowej, jak i tłuszczu zapasowym. W tkankach kurcząt otrzymujących dodatek CLA stwierdzono istotny wzrost tego kwasu, a koncentracja izomerów CLA w tuszkach zwiększała się liniowo wraz z zawartością w paszy [48, 52]. Świadczy to o możliwości uzyskiwania produktów drobiowych wzbogaconych w CLA. Preparat CLA wprowadzony w ilości  $18 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  do mieszanki wpłynął na ograniczenie ilości tłuszczu w wątrobie oraz mięśniach piersiowych i nóg [48]. Jednocześnie obserwowano obniżenie zawartości kwasów jednonienasyconych, natomiast wzrost kwasów nasyconych we wszystkich analizowanych tkankach. Dodatek CLA do paszy dla kurcząt brojlerów może powodować pogorszenie przyrostów masy ciała i wykorzystania paszy, istotnie jednak obniża udział tłuszczu w tuszce, przy wzroście zawartości tkanki mięśniowej [52].

### Modyfikowanie zawartości kwasów tłuszczowych w jajach

Dużym zainteresowaniem cieszy się możliwość modyfikowania zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych, a głównie wielonienasyconych we frakcji lipidowej żółtka jaja oraz stosunek kwasów n-6/n-3. W tym celu wykorzystuje się tłuszcze roślinne zawarte w nasionach roślin oleistych, niektórych ziarnach zbóż, jak i oleje rybne bogate w kwasy tłuszczowe z rodziny  $\alpha$ -linolenowego. Obserwowano korzystny wpływ wprowadzania nasion rzepaku, lnu i wiesiołka do mieszanek dla niosek na zawartość i skład NNKT w jajach [7, 11]. W wyniku stosowania lnu występuje jednak możliwość pogorszenia zapachu jaj [7, 16]. Autorzy sugerują więc, żeby dodatek nasion lnu do mieszanek dla niosek nie przekraczał 5%.

Nasiona rzepaku podwójnie ulepszonych wprowadzone do mieszanek dla niosek modyfikują skład kwasów tłuszczowych w żółtku jaja: zwiększają zawartość kwasów wielonienasyconych z rodziny n-3 oraz linolowego, a obniżają poziom kwasu arachidonowego i tym samym podnoszą wartość odżywczą jaj. Jeżeli chodzi o zwiększanie zawartości kwasu dokozaheksaenowego w lipidach żółtka jaja oraz obniżenie stosunku kwasów n-6/n-3 (tab. 5), to podawanie nioskom olejów rybnych jest bardziej efektywne niż olejów roślinnych [32]. Zastosowanie koncentratów roślinno-rybnych, jako komponentów mieszanek dla kur niosek, podniosło zawartość kwasu DHA w jajach oraz spowodowało zawężenie stosunku kwasów n-6/n-3 z 8,2 do 5,3, a nawet do 2,4. Oceniane koncentraty pogorszyły jednak smak i zapach mięsa oraz jaj, chociaż stwierdzono, że jaja te nadawały się do konsumpcji. Wprowadzając do pasz nasiona lnu lub produkty rybne, należy zwracać uwagę na ich poziom w mieszankach, gdyż mogą niekorzystnie wpływać na walory smakowe mięsa drobiowego i jaj.

**Tabela 5.** Zawartość kwasów n-3 we frakcji lipidowej żółtka jaja (% sumy kwasów) [32]

Numer grupy	Kwas linolenowy	Kwas dokozaheksaenowy	Stosunek kwasów n-6 : n-3
I (kontrolna)	0,38	0,88	9,11
II (tłuszcz rybny, 0,2%)	0,32	2,13	5,11
III (olej rzepakowy, 2%)	0,29	1,40	8,55

W ostatnim czasie prowadzone są badania mające na celu modyfikację składu jaja za pośrednictwem sprzężonego kwasu linolowego [53]. Autorzy stwierdzili, że wprowadzenie do składu mieszanki dla kur niosek czystego sprzężonego kwasu linolowego powodowało liniowe zwiększanie się zawartości izomerów CLA w jajach, wraz ze wzrastającą ilością dodawanego CLA. Największą zawartość CLA w jajach stwierdzono po czterotygodniowym okresie żywienia. CLA wpłynął na wzrost udziału kwasów tłuszczowych nasyconych, a spadek kwasów jednonienasyconych i wielonienasyconych we frakcji lipidowej jaja [2, 17, 53].

### Żywieniowe metody zapobiegające utlenianiu tłuszczu

Właściwości smakowo-zapachowe mięsa, tłuszczu czy jaj w znacznym stopniu są warunkowane przez procesy utleniania lipidów i powstałe w wyniku tych procesów lotne związki, które decydują o smakowości produktu. Rodzaj powstających związków zależy natomiast od ilości kwasów tłuszczowych ulegających utlenianiu (n-9, n-6 czy n-3). Efektywną metodą żywieniową, pozwalającą na zapobieganie niekorzystnym zmianom związanym z większą podatnością produktów bogatych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe na utlenianie, jest podawanie w paszy przeciwutleniaczy, np. związków witaminowo-E-aktywnych. Podawanie kurczętom i indykom paszy wzbogaconej w związki E-aktywne powoduje wzrost ich zawartości w mięśniach i innych tkankach, co w istotny sposób zmniejsza podatność kwasów tłuszczowych lipidów mięsa na procesy utleniania i ogranicza powstawanie niepożądanego smaku i zapachu. Zastosowanie dużych ilości wit. E w paszy dla bydła, świń i drobiu wpływa na poprawę cech organoleptycznych mięsa, a także zmniejsza utlenianie nienasyconych kwasów tłuszczowych, co jest szczególnie ważne przy produktach zwierzęcych o walorach dietetycznych [28]. Witamina E, jako naturalny przeciwutleniacz, jest łatwo wbudowywana w lipidy produktów zwierzęcych, a szczególnie ochronną rolę pełni w stosunku do fosfolipidów zawierających najwięcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Zawartość tokoferolu w organizmie zwierząt i w uzyskanych produktach wzrasta proporcjonalnie do jej zawartości w diecie, a już 100 mg witaminy E wprowadzonej do mieszanki zawierającej nasiona lnu może zabezpieczać mięso wzbogacone w wielonienasycone kwasy tłuszczowe przed procesami utleniania w trakcie jego przechowywania w stanie zamrożonym [4, 39]. Zastosowanie paszy wzbogaconej w wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz witaminę E nie wpłynęło na wskaźniki jakości rzeźnej tuczników oraz podstawowy skład chemiczny mięsa tuczników [24]. Witamina E jest również czynnikiem stabilizującym zabarwienie

mięsa w trakcie przechowywania, a barwa mięsa była bardziej stabilna przy wyższych dawkach witaminy E [39].

Barwa mięsa uzależniona jest również od zawartości żelaza w tkance i kształtowana przez reakcje z udziałem kwasów wielonienasyconych. Żelazo jest czynnikiem inicjującym procesy peroksydacji zachodzące w tłuszczu. Dodatek przeciwutleniaczy, szczególnie witaminy E, ma zatem bardzo istotny wpływ nie tylko na zahamowanie przemian oksydacyjnych tłuszczu, ale również zabezpiecza mięso przed utratą barwy na skutek utleniania mioglobiny. Stosowanie dodatku przeciwutleniaczy, a szczególnie witaminy E, do paszy powoduje zahamowanie przemian oksydacyjnych w tłuszczu oraz zapobiega zmianom barwy mięsa. Witamina E jest skutecznym antyoksydantem fazy tłuszczowej, natomiast do antyoksydantów fazy wodnej zalicza się między innymi kwas askorbinowy i askorbiniany. Niekorzystnym zmianom peroksydacji tłuszczów w produktach o zwiększonej zawartości PUFA można więc łatwiej zapobiegać poprzez podawanie wysokich dawek witaminy E wraz z askorbinianem sodu.

Łączne podawanie tokoferolu z askorbinianem sodu jest optymalnym sposobem zachowania równowagi między procesami oksydacji i antyoksydacji zachodzącymi w organizmie. Askorbinian sodu bierze bowiem udział w odbudowie witaminy E, co pozwala na efektywniejsze wykorzystanie tokoferolu pobieranego z dietą [26, 44]. Stosowany w żywieniu tuczników dodatek mieszaniny olejów (lnianego i rybnego) wraz z octanem  $\alpha$ -tokoferolu i askorbinianem sodu pozwala uzyskiwać mięso o walorach dietetycznych. Mięso oraz rosół z tuczników otrzymujących mieszanki z dodatkiem oleju wraz z askorbinianem sodu charakteryzowało się pozytywną oceną sensoryczną zarówno po 24 godz., jak i 3 miesiącach przechowywania.

Jednym z wtórnych produktów utleniania lipidów jest dwualdehyd malonowy (TBA). W mięsie i słoninie świń wzbogaconej w witaminę E odkładało się mniej związków, które reagowały z kwasem tiobarbiturowym [14, 15, 40]. Jednym z najważniejszych enzymów antyoksydacyjnych jest peroksydaza glutationowa. Aktywne centrum tego enzymu stanowi selenocysteina, w związku z tym aktywność antyoksydacyjna tego enzymu zależy od zawartości selenu w organizmie. Poprzez zastosowanie witaminy E i C oraz selenu w dietach dla brojlerów można zahamować utlenianie tłuszczu w wątrobie kurcząt [6].

Korzystny wpływ na ograniczenie stopnia utleniania tłuszczu ma również sprzężony kwas linolowy. Wzrastające ilości dodawanego CLA do diet dla kurcząt powodowały obniżenie stopnia utlenienia tłuszczu w mięsie. Zmniejszeniu uległa również zawartość heksanal, pentanal oraz wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, wzrastał natomiast poziom SKL w mięsie [23]. Jak wynika z prezentowanych badań, dodatek SKL poprawia stabilność oksydacyjną tłuszczu mięsa oraz wpływa korzystnie na jego barwę poprzez redukcję związków lotnych, a dotyczy to szczególnie mięsa naświetlanego [23].

## Podsumowanie

---

Różnice w składzie tłuszczów zwierzęcych i roślinnych polegają na różnej zawartości w nich kwasów nasyconych i nienasyconych, co ma istotny wpływ na ich walory dietetyczne. Stosowanie tłuszczów roślinnych w paszach dla krów mlecznych (nasiona rzepaku, sole wapniowe kwasów tłuszczowych) modyfikuje skład tłuszczu mleka. Wzrasta w nim udział kwasów nienasyconych – głównie oleinowego, linolowego i  $\alpha$ -linolenowego mających działanie hipocholesterolemiczne.

Dodatek do mieszanek paszowych dla drobiu i świń oleju rzepakowego i lnianego najbardziej modyfikuje skład kwasów tłuszczowych tłuszczu zapasowego (zwiększa udział kwasu  $\alpha$ -linolenowego). Nasiona i olej rzepakowy oraz tłuszcz rybny zwiększają zawartość kwasów wielonienasyconych z rodziny n-3 i linolowego, a obniżają arachidonowego w tłuszczu żółtka jaja. Jednakże stosowanie dodatku tłuszczów zawierających znaczne ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych może powodować większą podatność produktów zwierzęcych na utlenianie i wymaga stosowania przeciwutleniaczy.

## Literatura

---

- [1] Ahn R.G., Lutz S., Sim J.S. 1996. Effects of dietary alfa-linolenic acid on the fatty acid composition storage stability and sensory characteristic of pork loin. *Meat Sci.* 43: 291–299.
- [2] Ahn D.U., Sell C. JO., Chamruspollert J.M. 1999. Effect of dietary conjugated linoleic acid on the characteristics of chicken eggs during refrigerated storage. *Poultry Sci.* 78: 922–928.
- [3] Ajuyah A.O., Lee K.H., Hardin R.T., Sim J.S. 1991. Influence of dietary full-fat seeds and oils on total lipid, cholesterol and fatty acid composition of broiler meat. *Can. J. Anim. Sci.* 71: 1011–1019.
- [4] Anderson L.E., Myer R.O., Brendemuhl J.H., Mcdowell L.R. 1995. The effect of excessive dietary vitamin A on performance and vitamin E status in swine fed diets varying in dietary vitamin E. *J. Anim. Sci.* 73:1093–1098.
- [5] Antoniou T.C., Marquardt R.R. 1982. Utilization of rye diets by chicks as affected by lipid type and level and penicillin supplementation. *Poultry Sci.* 61: 107–116.
- [6] Arrieta Acevedo J.M., Diaz Cruz A., Avila Gonzalez E., Guinzberg Perrusquia R., Pina Garza E. 2000. Oxidative hepatic status and productive behaviour of broilers, fed on two sources of selenium and high levels of vitamins E and C. *Veterinaria Mexico* 31:113–119.
- [7] Aymond W.M., Van Elswyk M.N. 1995. Yolk thiobarbituric acid reactive substances and n-3 fatty acids in response to whole and ground flaxseed. *Poultry Sci.* 74: 1388–1394.
- [8] Banks W. 1987. Opportunities for varying the composition of cows milk. *J. Soc. Dairy Technol.* 40: 96.

- [9] Bee G. 2000. Dietary conjugated linoleic acids alter adipose tissue and milk lipids of pregnant and lactating sows. *J. Nutr.* 130: 2292–2298.
- [10] Blanch A., Barroeta A.C., Baucells M.C., Puchal F. 2000. Effect of the nutritive value of dietary fats in relation to their chemical composition on fatty acid profiles of abdominal and skin fat in finishing chickens. *Arch. Geflugelk.* 64: 14–18.
- [11] Brettscheider J., Danicke S., Jerich H. 1995. The influence of graded levels of rapeseed in laying hen diets on egg quality with special consideration of hydrothermal treatment of rapeseed. Proc. 6-th Europ. Symp. on the quality of egg and egg products, Zaragoza: 227–232.
- [12] Brzóska F. 1998. Wpływ żywienia na skład chemiczny i jakość mleka w aspekcie walorów dietetycznych tłuszczu mlecznego. Mat. konf. Lublin - Krasnobród: 10–25.
- [13] Brzóska F., Gašior R., Sala K., Zyzak W. 2000. Modyfikowanie walorów dietetycznych tłuszczu mlecznego krów przy użyciu soli CaKT oleju lnianego i rybnego. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.* 6: 24–28.
- [14] Buckley D.J., Morrissey P.A., Gray J.I. 1995. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. *J. Anim. Sci.* 73: 3122–3133.
- [15] Cannon J.E., Morgan J.B., Schmidt G.R., Tatum J.D., Sofos J.N., Smith G.C., Delmore J., Williams S.N. 1996. Growth and fresh meat quality characteristics of pig supplemented with vitamin E. *J. Anim. Sci.* 74: 98–105.
- [16] Caston J., Squires J., Lesson S. 1994. Hen performance, egg quality and the sensory evaluation of egg from SCWL hens fed dietary flax. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 347–353.
- [17] Chamruspollert M., Selli J.L. 1998. Transfer of dietary conjugated linoleic acid to egg yolks of chickens. *Poultry Sci.* 78: 1138–1150.
- [18] Chilliard Y., Ferlay A., Mansbridge R.M., Doreau M. 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Ann. Zoot.* 49: 181–205.
- [19] Christensen R.A., Drackley J.K., Count D.W., Clark J.H. 1994. Infusion of four long-chain fatty acid mixtures into abomasum of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 71: 1267–1278.
- [20] Cowan W.D., Korsbak A., Hastrup T., Rasmussen P.B. 1996. Influence of added microbial enzymes on energy and protein availability of selected feed ingredients. *Anim. Feed Sci. Techn.* 60: 311–319.
- [21] Cunnane S.C., Stitt P.A., Ganguli S., Armstrong J.K. 1990. Raised omega -3 acid levels in pigs fed flax. *Can. J. Anim. Sci.* 70: 251–262.
- [22] Desilets E., Pellerin D., Chouinard P.Y. 2000. Milk composition in Holstein cows fed canola oil in various forms. *J. Dairy Sci.* 839(1): 278–280.
- [23] Du M., Hn D.U., Nam K.C., Sell J.L. 2000. Influence of dietary conjugated linoleic acid on volatile profiles, color and lipid oxidation of irradiated raw chicken meat. *Meat Sci.* 56: 387–395.
- [24] Flachowsky G., Shone F., Schaarmann G., Lubbe F., Bohme F. 1997. Influence of oil-seeds in combination with vitamin E supplementation in the diet on back fat quality of pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.* 64: 91–100.
- [25] Givens D.I., Cottrill B.R., Davies M., Lee P.A., Mansbridge R.J., Moss A.R. 2000. Sources of n-3 polyunsaturated fatty acids additional to fish oil for livestock diets – a review. *Nutrition Abstracts and Reviews. Series B, Livestock Feeds and Feeding* 70(1): 1–19.

- [26] Hamilton M.J., Gilmore W.S., Benzie J.F.F., Mulholland C.W., Strain J. 2000. Interaction between vitamins C and E in human subjects. *Brit. J. Nutr.* 84: 261–267.
- [27] Jenkins T.C. 1998. Fatty acid composition of milk from Holstein cows fed oleamide or canola oil. *J. Dairy Sci.* 81: 794–800.
- [28] Jensen C., Engberg S., Jacobsen K., Skibsted L.H., Bertelsen G. 1997. Influence of the oxidative quality of dietary oil on broiler meat storage stability. *Meat Sci.* 36: 169–189.
- [29] Jones D.B., Hancock J.D., Harmon D.L., Walker 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.
- [30] Ketels E., Huyghebaert G., De Grote C. 1987. The effect of the age, inclusion level and basal diet composition on the utilisation of fats in broiler diets. *Annales de Zootechnie*, C21–C30.
- [31] Kim Y.K., Shingoethe D.J., Casper D.P., Ludens F.C. 1993. Supplemental dietary fat from extruded soybeans and calcium soaps of fatty acids for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 76: 197–204.
- [32] Koreleski J., Kuchta M., Sieradzka A. 1998. Obserwacje nad zawartością DHA i cholesterolu w żółtku oraz wartością smakową jaj u kur otrzymujących w paszy tłuszcz rzepakowy lub rybny. *Rośliny Oleiste XIX(2)*: 679–683.
- [33] Kowalski Z.M., Kamiński J. 1999. Niektóre aspekty żywienia krów wysoko wydajnych. *Mat. z XXVIII Sesji Żywienia Zwierząt nt. „Potrzeby pokarmowe wysoko wydajnych zwierząt fermowych”*, Krynica: 13–31.
- [34] Lopez-Ferrer S., Baucelis M.D., Barroeta A.C., Grashorn M.A. 1999. N-3 enrichment of chicken meat using fish oil: alternative substitution with rapeseed and linseed oil. *Poultry Sci.* 78: 356–365.
- [35] Manilla H.A., Husveth F. 1999. N-3 fatty acid enrichment and oxidative stability of broiler chicken. *Acta Aliment.* 28(3): 235–249.
- [36] Matyka S. 1997. Natłuszczanie jako sposób poprawy wartości energetycznej pasz przemysłowych. W: *Energetyczne dowartościowanie pasz przemysłowych*, Wyd. CLPP: 23–29.
- [37] Mir Z., Goonewardene L.A., Jaegar S., Scheer H.D. 1999. Effect of feeding canola oil on constituents, conjugated linoleic acid (CLA) and long chain fatty acids in goats milk. *Small Ruminant Res.* 33:137–143.
- [38] Molnar S. 1993. Physiologische Grundlagen der Fettfütterung bei monogastrischen Tieren. *Fat Sci. Technol.* 95: 523–526.
- [39] Monahan F.J., Buckley D.J., Morrissey P.A., Lynch P.B., Gray J.I. 1992. Influence of dietary fat and alfa-tokoferol supplementation on lipid oxidation in pork. *Meat Sci.* 31: 229–241.
- [40] Monahan F.J., Asghar A., Huag A., Shi B., Gray J.I., Buckley D.J., Morrissey P.A. 1993. Effect of dietary lipid and vitamin E supplementation on free radical production and lipid oxidation in porcine muscle microsomal fractions. *Food Chem.* 46: 1–6.
- [41] Ney D.M. 1991. Potential for enhancing the nutritional properties of milk fat. *J. Dairy Sci.* 74: 4002–4012.
- [42] Nürnberg K., Kracht W., Ender K., Nürnberg G. 1997. Modifizierung der Lipidzusammensetzung von Muskel und Depotfettgewebe beim Schwein durch Rapsfütterung. *Symposium Raps in der Tierernährung*. Halle: 61–66.



- [43] Pack M. 1996. Turning grain into gain. *Feed Milling Inter.* 9: 33–39.
- [44] Packer L. 1991. Protective role of vitamine E in biological systems. *Am. J. Clin. Nutr.* 53: 1050S–1055S.
- [45] Pires A.V., Eastridge M.L., Firkins J.L., Lin Y.C. 1997. Effects of heat treatment and physical processing of cottonseed on nutrient digestibility and production performance by lactating cows. *J. Dairy Sci.* 80: 1685–1694.
- [46] Romans J.R., Johnson R., Wulf D.M., Libal Gw., Costello W.J. 1995. Effect of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega -3 fatty acid content of pork: I. Dietary level of flaxseed. *J. Anim. Sci.* 73: 1982–1986.
- [47] Romans J.R. Wulf D.M., Johnson R.C., Libal Gw., Costello W.J. 1995. Effect of ground flaxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega -3 fatty acid content of pork: II. Duration of 15% dietary flaxseed. *J. Anim. Sci.* 73: 1987–1999.
- [48] Simon O., Manner K., Schafer K., Sagredos A., Eder K. 2000. Effects of conjugated linoleic acids on protein to fat proportions , fatty acids and plasma lipids in broilers. *European J. Lipid Sci. Techn.* 102: 402–410.
- [49] Smulikowska S. 1998. Relationship between the stage of digest tract development in chicks and the effect of viscosity enzymes on fat digestion. *J. Anim. Feed Sci.* 7(1): 125–134.
- [50] Storry J.E. 1988. The effect of dietary fat on milk composition. W: Haresing, D.J.A. Cole (red.), *Recent Developments in Ruminant Nutrition*, Butterworths, London: 111–141.
- [51] Szumacher-Strabel M., Potkański A., Cieślak A., Kowalczyk J., Czauderna M. 2001. The effect of different amounts and types of fat on the level conjugated linoleic acid in the meat and milk of sheep. *J. Anim. Feed Sci.* 10(2): 103–108.
- [52] Szymczyk B., Szczurek W., Pisulewski P., Hanczakowski P. 1999. Wpływ dodatku sprzężonego kwasu linolowego (SKL) na wskaźniki produkcyjne i poubojowe kurcząt brojlerów. *Zesz. Nauk. Chów i hodowla drobiu* 45: 241–242.
- [53] Szymczyk B., Pisulewski P., Hanczakowski P., Szczurek W. 2000. Sprzężony kwas linolowy (SKL) – czynnik modyfikujący poziom cholesterolu i skład kwasów tłuszczowych w żółtku jaja kurzego. *Rocz. Nauk. Zoot. Supl.* 5: 221–224.
- [54] Tice E.M., Eastridge M.L., Firkins J.L. 1994. Raw soybeans and roasted soybeans of different particle sizes. 2. Fatty acid utilization by lactating cows. *J. Dairy Sci.* 77: 166–180.
- [55] Torgowski J., Hauser E., Potkański A. 1997. Zastosowanie oleju lnianego i tłuszczu zwierzęcego do podwyższenia wartości energetycznej mieszanek dla kurcząt brojlerów. W: *Energetyczne dowartościowanie pasz przemysłowych*, Wyd. CLPP: 55–57.
- [56] Voigt J., Hagemeister H. 2001. Dietary influence on a desirable fatty acid composition in milk from dairy cattle. *J Anim. Feed Sci.* 10(1): 87–103.
- [57] Wu Z., Palmquist D.L. 1991. Synthesis and biohydrogenation of fatty acids by ruminal microorganism in vitro. *J. Dairy Sci.* 74: 3035–3046.

## **Influence of fat supplement to the feeds on dietary value of animal products**

---

**Key words:** plant and animal fats, fatty acids composition, modification of milk, meat and egg fat, antioxidants

### **Summary**

Paper reviews the types of fats and their quantitative use in diets for farm animals. In the same line, the composition of fatty acids, their function and effects were discussed. Methods of modification of fatty acids in animal products (milk, meat and eggs) and its effects on dietetic quality are described. Moreover the review emphasises the possibility of decreasing saturated and increasing mono- and polyunsaturated and CLA-enriched fatty acids in animal products.