

## **Modyfikacje prozdrowotne mięsa jagnięcego – możliwości i ograniczenia**

**Bronisław Borys**

*Instytut Zootechniki PIB, Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka, 88-160 Janikowo*

**D**uże zainteresowanie świadomych konsumentów i inspirowane tym nasilenie badań nad prozdrowotnymi cechami spożywczych produktów pochodzenia zwierzęcego, głównie z mięsa i mleka, podyktowane jest zagrożeniem chorobami cywilizacyjnymi, wynikającym w dużym stopniu z niewłaściwego odżywiania. W tym kontekście zastrzeżenia do żywności pochodzenia zwierzęcego, w tym do produktów z mięsa owiec, dotyczą głównie: zbyt wysokiej zawartości tłuszczu, niekorzystnego profilu kwasów tłuszczowych, zbyt wysokiej zawartości cholesterolu (Wood i Enser, 1997). Mimo braku jednoznacznych dowodów naukowych pojawiają się ostatnio doniesienia medialne, odwołujące się do Światowej Organizacji Zdrowia, jakoby duża konsumpcja mięs czerwonych zwiększała ryzyko wystąpienia raka, zwłaszcza jelita grubego (Zaraska, 2015). Wieprzowina, wołowina i baranina znalazły się nawet na liście około 70 czynników „prawdopodobnie rakotwórczych”. Należy jednak pamiętać, że zalecany poziom spożycia mięsa i tłuszczów zwierzęcych, jak i proporcje kwasów tłuszczowych dotyczą całej racji pokarmowej człowieka. Mniej korzystny pod tym względem skład żywności pochodzenia zwierzęcego może być z powodzeniem równoważony innymi składnikami diety. Zbyt daleko idące ograniczanie lub w skrajnych przypadkach rezygnacja z produktów mięsnych i mlecznych w diecie człowieka eliminuje z niej wiele składników bioaktywnych, niezbędnych do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania organizmu. Dotyczy to również tak negatywnie postrzeganego cholesterolu. W prowadzonych z dużym natężeniem badaniach nad właściwościami prozdrowotnymi spożywczych produktów i możli-

wościami ich korzystnej modyfikacji można wyodrębnić następujące, główne kierunki:

- optymalizacja poziomu zawartości tłuszczu,
- poprawa profilu kwasów tłuszczowych tłuszczu (zwiększenie zawartości kwasów PUFA, PUFA *n3* oraz CLA) i przeciwdziałanie ich utlenianiu,
- ograniczenie do uzasadnionego fizjologicznie poziomu zawartości cholesterolu i przeciwdziałanie jego utlenianiu,
- wzbogacenie żywności pochodzenia zwierzęcego w naturalne przeciwutleniacze, głównie w witaminę E,
- poszukiwanie nowych związków prozdrowotnych w produktach spożywczych pochodzenia zwierzęcego, np. L-karnityny.

**Tłuszcz.** Preferencje konsumenckie co do zawartości tłuszczu w mięsie owczym są bardzo zróżnicowane i uwarunkowane tradycją, względami religijnymi oraz stopniem świadomości zdrowotnej. W krajach europejskich optymalne wartości referencyjne dla zawartości tłuszczu w mięsie jagnięcym to: dla tłuszczu śródmięśniowego: 1,5–2,5%, dla okrywowego: 5 mm, dla całych elementów kulinarnych (łącznie tłuszcz okrywowy, międzymięśniowy i śródmięśniowy): 5–10%. Obniżenie zawartości tłuszczu poniżej ww. poziomów wiąże się pogorszeniem jakości kulinarnej i przerobowej, a przede wszystkim walorów organoleptycznych mięsa.

Tłuszcz śródmięśniowy jest pożądanym i ma ogólnie najkorzystniejszy skład kwasów tłuszczowych. Tłuszcz okrywowy (podskórny) podobnie, choć skład kwasów tłuszczowych jest w nim gorszy, a tłuszcz międzymięśniowy jest ogólnie niepożądany, zarówno ze względu na

skład kwasów tłuszczowych, jak i obniżanie wartości kulinarnych mięsa. Równocześnie badania wskazują, że tłuszcz okrywowy i międzymięśniowy, w porównaniu ze śródmięśniowym, odznaczają się korzystnie wyższą zawartością CLA i niekorzystnie wyższą zawartością cholesterolu. Mięso z jagniąt żywionych ekstensywnie na pastwisku jest zazwyczaj najmniej otłuszczone i obiektywnie najzdrowsze, ale równocześnie mniej preferowane przez konsumentów niż z jagniąt tuczonych intensywnie lub dokarmianych paszami treściwymi.

Otłuszczenie tusz i mięsa owiec zależy od wielu czynników: rasy, płci, wieku, systemu utrzymania i żywienia, wzajemnie oddziaływających na siebie, przy naturalnie dużej zmienności osobniczej.

Analiza opublikowana w 2001 r. na łamach „British Medical Journal”, a przeprowadzona przez zespół Hoopera na podstawie wyników 26 dużych projektów badawczych (Hooper i in., 2001), wykazała istnienie słabej (statystycznie niepotwierdzonej) zależności między ilością konsumowanego tłuszczu a poziomem cholesterolu w surowicy krwi i zapadalnością na choroby serca.

### Profil kwasów tłuszczowych

Mięso bydła i owiec jest postrzegane jako najmniej pożądane ze względu na dużą zawartość SFA, ale równocześnie bardzo wartościowe ze względu na wysoką zawartość CLA, zwłaszcza mięso owcze. Zwraca się uwagę na 2x wyższą niż w mięsie innych gatunków zwierząt gospodarskich (wieprzowina, mięso drobiowe) zawartość hipercholesterolemicznych kwasów laurynowego C12:0 i mirystynowego C14:0.

Główne kierunki prozdrowotnej modyfikacji składu kwasów tłuszczowych to:

- zwiększenie udziału kwasów nienasyconych, zwłaszcza wielonienasyconych PUFA,
- zawężenie stosunku kwasów PUFA  $n6:n3$ ,
- zwiększenie zawartości CLA (zwłaszcza izomeru C18:2 c9 t11).

Z czynników genetycznych praktyczne znaczenie ma dobór ras lub krzyżowanie z rasa-

mi o genetycznie uwarunkowanym małym otłuszczeniu, z którym wiąże się korzystniejszy profil lipidowy mięsa, np. z rasą Texel. Mniejsze otłuszczenie, i co za tym idzie korzystniejszy profil lipidowy wiąże się również z płcią jagniąt. U maciorek, z natury bardziej otłuszczonych niż tryczki, występuje tendencja do mniej korzystnego profilu kwasów tłuszczowych. Również wiek zwierząt i warunki utrzymania, a przede wszystkim czynniki żywieniowe warunkują i stwarzają możliwości modyfikacji profilu kwasów tłuszczowych mięsa. Mięso zwierząt młodszych ma korzystniejszy skład FA niż starszych, ale zawiera więcej cholesterolu, a jagniąt ssących (poniżej 3 mies.) mniej CLA. Utrzymanie na pastwisku jest zazwyczaj korzystniejsze niż alkierzowe; większa aktywność ruchowa (+ zielonka) skutkuje mniejszym otłuszczeniem i wyższym udziałem kwasów nienasyconych UFA w puli kwasów tłuszczowych.

Zdecydowanie najbardziej efektywne jest modyfikowanie profilu FA czynnikami żywieniowymi. Korzystne jest wypasanie jagniąt na pastwisku lub żywienie zielonkami, ale efekty są zróżnicowane w zależności od systemu żywienia. Pożądane efekty daje stosowanie pasz bogatych w kwasy PUFA  $n3$ ; np. dostępnych w kraju nasion roślin oleistych (rzepak, len, słonecznik), a zwłaszcza produktów ubocznych, uzyskiwanych przy produkcji biopaliw (makuchy: rzepakowy i słonecznikowy).

Stosowanie w żywieniu jagniąt pełnowartościowych nasion oleistych jest ekonomicznie nieuzasadnione, ale pośląd tych nasion może być wykorzystywany. Zasadność stosowania ww. makuchów jest uzależniona od relacji ich cen do cen komponentów zbożowych. Najbogatszym źródłem kwasów PUFA  $n3$  są oleje rybne, ale w naszym kraju są trudno dostępne, powodują niepożądany rybi posmak mięsa oraz zwiększają podatność tłuszczu mięsa na utlenianie.

Zwraca się uwagę, że przekroczenie poziomu 10% tłuszczu w dawce może być niekorzystne dla procesów trawiennych w przedżołądkach owiec, a zbyt daleko idąca modyfikacja profilu kwasów tłuszczowych ma negatywne skutki dla jakości mięsa.



Matki czarnogłówki na dobrym pastwisku  
*Black-headed ewes on a good pasture*

Owce Skudde na słabym pastwisku  
*Skudde sheep on a poor pasture*



Tryki rasy Ile de France  
*Ile de France rams*

Zbyt wysoka zawartość kwasów nienasyconych w tłuszczu mięsa i mleka powoduje przede wszystkim pogorszenie właściwości technologicznych (miękki i mazisty tłuszcz) oraz walorów sensorycznych – smaku i zapachu. Większa zawartość CLA i długołańcuchowych kwasów tłuszczowych przy niektórych procesach technologicznych (np. wędzeniu) prowadzi do powstawania szkodliwych dla zdrowia izomerów trans kwasów tłuszczowych. Z wyższą zawartością nienasyconych FA wiąże się również mniejsza trwałość produktów mięsnych i nabiałowych (również barwy), spowodowana większą podatnością oksydacyjną; nawet w stanie zamrożenia. Przeciwdziała się temu przez stosowanie przeciwutleniaczy, głównie naturalnych witamin: E (tokoferol),  $\beta$ -karotenu oraz C.

### Witamina E

Suplementacja dawki witaminą E może mieć potrójnie korzystne działanie: pozytywnie wpływa na stan fizjologiczny i produktywność zwierząt, zwiększa zawartość tej witaminy w produktach spożywczych, jest najskuteczniejszym naturalnym antyoksydantem. Witamina E przerywa łańcuch reakcji wolnorodnikowych w komórkach organizmu, zwiększając ich żywotność.

Żywnienie pastwiskowe oraz stosowanie dodatku witaminy E w tuczu jagniąt z zastosowaniem nasion oleistych oraz makuchu rzepakowego i słonecznikowego ma korzystny wpływ zarówno na wyniki tuczu, jak też na jakość zdrowotną mięsa oraz jego trwałość (stabilność oksydacyjną).

Trwałość witaminy E w mięsie poddanym obróbce termicznej zależy od wieku jagniąt oraz zastosowanej metody obróbki termicznej, a jej ubytki wahają się od 30 do 100%. Znaczenie witaminy E jako przeciwutleniacza w produktach spożywczych pochodzenia owczarskiego będzie omawiane w dalszej części tego opracowania.

### Cholesterol

Niesłusznie przypisuje się temu związkowi jednoznacznie negatywną rolę jako składnikowi diety człowieka. Dominujące do niedawna negatywne poglądy w dużej części były kreowane medialnie przez potężne lobby farmaceutyczne. Cholesterol jest niezbędnym składnikiem strukturalnym błon komórkowych, prekursorem

szeregu hormonów, decydujących między innymi o rozplodzie oraz uczestniczy w syntezie witaminy D<sub>3</sub> i kwasu żółciowego.



Tucz jagniąt w owczarni  
*Fattening of lambs in a sheep house*



Tucz jagniąt z wypasem  
*Fattening of lambs with grazing*

W ostatnim okresie coraz większą uwagę zwraca się na zagrożenia, jakie niesie ze sobą konsumpcja utlenionych form cholesterolu, tzw. oksysteroli. Zidentyfikowano około 100 związków, pochodnych utleniania cholesterolu. Po wszechnie występują one w mleku i produktach nabiałowych, poddawanych procesowi pasteryzacji. Świeże mięso i mleko zawierają śladowe ilości oksysteroli. Utlenianiu cholesterolu sprzyjają: kontakt produktów spożywczych z tlenem,

wysoka temperatura obróbki termicznej, dostęp do światła, obecność jonów metali, niski poziom naturalnych przeciwutleniaczy oraz długi okres przechowywania przed spożyciem. Poza unikaniem ww. czynników degradacji cholesterolu do oksysteroli, skutecznym działaniem, zapobiegającym utlenianiu cholesterolu, jest wzbogacanie mięsa i mleka w naturalne przeciwutleniacze, takie jak witaminy E i C,  $\beta$ -karoten oraz flawonoidy. Niewątpliwie, najskuteczniejszym naturalnym przeciwutleniaczem jest witamina E.

Skuteczność suplementacji witaminą E dawki pokarmowej dla tuczonych jagniąt dla redukcji utleniania cholesterolu w mięsie stwierdzono w badaniach własnych (Borys i in., 2013 b). Badania wykonano w celu określenia wpływu stosowania w tuczu jagniąt mieszanki z udziałem 30% DDGS (suszony wywar kukurydziany) z suplementacją (lub bez) witaminy E (Polfamix E – 0,2%) na zawartość i stabilność oksydacyjną cholesterolu w kulinarnej jagnięcinie, odkostnionym mięsie pieczeniowym z udźca.

Table 1. Wpływ tuczu jagniąt mieszanką z DDGS z suplementacją (lub bez) wit. E na utlenianie cholesterolu w mięsie surowym i grillowanym po 100 dniach mrożenia

*Table 1. Effect of fattening lambs with a DDGS mixture with or without vitamin E on cholesterol oxidation in raw and grilled meat after 100-day freezing*

Wyszczególnienie – <i>Item</i>	Mieszanka treściwa – <i>Concentrate mixture</i>		
	standardowa <i>standard</i>	DDGS 30%	DDGS 30% + E
Zawartość w 100 g mięsa surowego przed zamrożeniem: <i>Content in 100 g of raw meat before freezing:</i>			
tłuszcz – <i>fat</i> (g)	8,08	6,97	8,91
tokoferol – <i>tocopherol</i> ( $\mu$ g)	1,7	2,0	5,7
cholesterol (mg)	57,6	50,9	57,7
Suma oksysteroli w mięsie po 100 dniach mrożenia: <i>Total oxysterols in meat after 100 days of freezing (mg/100 g)*:</i>			
mięso surowe – <i>raw meat</i>	57,9	60,3	41,0
mięso grillowane – <i>grilled meat</i>	63,7	66,4	42,8

DDGS – suszony wywar kukurydziany – *DDGS – maize dried distillers grains with solubles*.

\*Suma: 7  $\alpha$ -hydroksycholesterol, 17 hydroksycholesterol, 5, 6  $\alpha$ -epoksycholesterol, 5, 6  $\beta$ -epoksycholesterol, 20  $\alpha$ -hydroksycholesterol, 7 ketocholesterol, 25 hydroksycholesterol i cholestanetriol.

\**Sum of: 7  $\alpha$ -hydroxycholesterol, 17 hydroxycholesterol, 5, 6  $\alpha$ -epoxycholesterol, 5, 6  $\beta$ -epoxycholesterol, 20  $\alpha$ -hydroxycholesterol, 7 ketocholesterol, 25 hydroxycholesterol and cholestanetriol.*

Wybrane wyniki przeprowadzonych badań zestawiono w tabeli 1. Stwierdzono, że żywienie tuczonych jagniąt mieszanką z 30% udziałem DDGS nie wpływało istotnie na zawartość tłuszczu, cholesterolu i witaminy E w mięsie surowym z udźca oraz nie wpływało na stopień utleniania cholesterolu po 100 dniach przechowywania w stanie zamrożonym. Żywienie jagniąt mieszanką z DDGS + suplementacja witaminą E (200 mg E/kg mieszanki) nie wpłynęło na zawartość tłuszczu i cholesterolu w mięsie surowym, natomiast spowodowało istotny wzrost zawartości witaminy E. Uzyskany poziom witaminy E w mięsie zmniejszył istotnie stopień oksydacji cholesterolu podczas jego zamrożenia; dotyczyło to zarówno mięsa w stanie

surowym, jak i po obróbce termicznej metodą grillowania.

### L-karnityna

W ostatnim czasie duże zainteresowanie w kontekście prozdrowotnych właściwości produktów spożywczych, pozyskiwanych od owiec, budzi L-karnityna. Jest to składnik produktów spożywczych (głównie pochodzenia zwierzęcego) znacznie mniej znany od dotychczas omówionych. Dlatego też, zanim omówię wybrane zagadnienia, dotyczące jej zawartości i możliwości modyfikacji jej poziomu w produktach spożywczych pozyskiwanych od owiec, chciałbym w kilku zdaniach przypomnieć podstawowe wiadomości na temat samej L-karnityny oraz jej

funkcji i roli w organizmie człowieka. Zainteresowanych bardziej szczegółowymi wiadomościami na temat tego związku odsyłam do opracowania R. Bodkowskiego i in., opublikowanego w nr. 10 Przeglądu Hodowlanego w 2011 r. Związek ten jest zaliczany do substancji witaminopodobnych, o podobnym mechanizmie działania jak witaminy z grupy B. Biologicznie korzystnie czynna jest lewoskrętna forma karnityny (L-karnityna) w odróżnieniu od prawoskrętniej (D-karnityny), biologicznie nieaktywnej a nawet szkodliwej. Bodkowski i in. (2011) podają, że L-karnityna jest niezbędna człowiekowi do prawidłowego funkcjonowania mięśni szkieletowych i serca, i w tych organach znajduje się 98% tego związku. Organizm człowieka potrafi sam syntetyzować ten związek (w wątrobie i nerkach), jednak nie jest samowystarczalny w tym zakresie, zwłaszcza przy dużej aktywności fizycznej. Szacuje się, że do zapewnienia pełnej wydolności organizmu, w zależności od intensywności wysiłku fizycznego, potrzeba dostarczyć z pożywieniem średnio 8–11 mg L-karnityny na dobę, a przy ekstremalnie dużym wysiłku (np. u wyczynowych sportowców) nawet 300 mg/dobę. W obecnym stanie wiedzy L-karnitynie przypisuje się przede wszystkim rolę w metabolizmie lipidów i w transporcie długołańcuchowych kwasów tłuszczowych z cytoplazmy (cytozolu) do mitochondriów, gdzie ulegają złożonym przemianom enzymatycznym na energię, niezbędną do funkcjonowania komórki, jak i całego organizmu. L-karnityna bierze również udział w detoksykacji komórek organizmu, polegającej na usuwaniu z mitochondriów krótko- i średniołańcuchowych kwasów tłuszczowych, które w nadmiarze mają działanie toksyczne.

Wśród innych naukowo potwierdzonych funkcji metabolicznych L-karnityny do istotnych z punktu widzenia zdrowotności i wydolności organizmu człowieka należy zaliczyć wpływ na obniżenie poziomu triacylogliceroli i cholesterolu we krwi oraz wpływ na redukcję kwasu mlekowego, co ma istotne znaczenie dla wytrzymałości organizmu na długotrwały wysiłek fizyczny. Stwierdzono również, że związek ten uczestniczy w ochronie przed reaktywnymi formami tlenu i ich pochodnymi, a więc pełni funkcje antyoksydanta oraz ułatwia usuwanie z organizmu nadmiaru jonów szkodliwych pierwiastków, takich jak kadm czy ołów. Bodkowski i in. (2011) podają,

że dzięki stymulacji przemian metabolicznych kwasów tłuszczowych przez L-karnitynę zwiększa się o około 70% ich wykorzystanie energetyczne. Większe spalanie tłuszczu w organizmie powoduje mniejsze odkładanie tkanki tłuszczowej i w konsekwencji przeciwdziała powstawaniu otyłości, jednej z głównych przyczyn powstawania wielu chorób cywilizacyjnych.

Omówione tutaj dość skrótowo główne funkcje metaboliczne L-karnityny wskazują, że jej niedobór w organizmie człowieka może mieć daleko idące niekorzystne skutki dla zdrowia i wydolności fizycznej jego organizmu. Równocześnie, preparaty z L-karnityną budzą zrozumiałe zainteresowanie i są oferowane jako suplementy diety o działaniu przeciwko otyłości oraz budzące zrozumiałe kontrowersje preparaty dla wyczynowych sportowców, wspomagające wydolność i wytrzymałość fizyczną organizmu. Zagadnieniami, dotyczącymi skutków niedoboru L-karnityny w organizmie człowieka oraz terapeutycznymi możliwościami wykorzystania tego związku w leczeniu różnych chorób zajmują się intensywnie nauki medyczne. Z punktu widzenia racjonalnych zasad diety, sprzyjających podtrzymaniu dobrego zdrowia człowieka, istotne jest natomiast wprowadzanie do diety produktów żywnościowych bogatych w L-karnitynę oraz zbadanie możliwości wzbogacenia ich w ten ważny związek. Jak już wspomniano, L-karnityna występuje przede wszystkim w produktach pochodzenia zwierzęcego, natomiast produkty roślinne są ubogie w ten ważny dla człowieka związek. Dlatego też, niekorzystne skutki niedoboru tego składnika diety diagnozuje się stosunkowo częściej u wegetarian.

Z dostępnego piśmiennictwa wynika (Bodkowski i in., 2011; Pękała i in., 2012), że najbogatszym i wysoko biodostępnym źródłem L-karnityny jest mleko, a zwłaszcza mięso zwierząt przeżuwających. Pierwsze w kraju badania zespołu autorów z ośrodka wrocławskiego wykazały, że z trzech podstawowych w naszym kraju gatunków zwierząt przeżuwających (krowy, owce i kozy) najbogatsze w L-karnitynę mleko i mięso uzyskuje się kolejno od: owiec, bydła i kóz. Uzyskane przez ww. zespół wyniki, dotyczące zawartości L-karnityny wolnej i całkowitej (całkowita = wolna + związana w formie pochodnych acylowych) w mleku i mięsie tych trzech gatunków zwierząt oraz wskaźnik jej biodostępności podano w tabeli 2.

Tabela 2. Zawartość L-karnityny w mleku i mięsie przeżuwaczy  
(Bodkowski i in., 2011; Pękala i in., 2012)

Table 2. L-carnitine content of ruminant milk and meat (Bodkowski et al., 2011; Pękala et al., 2012)

Wyszczególnienie - Item	L-karnityna – L-carnitine		Biodostępność (LKW:LKC) Bioavailability (FC:TC)
	wolna (LKW) <i>free (FC)</i>	całkowita (LKC) <i>total (TC)</i>	
Mleko – Milk (mg/100 ml):			
owcze – sheep	3,6	11,1	0,32
krowie – cow	2,3	8,4	0,27
kozie – goat	1,1	5,9	0,19
Mięso – Meat (mg/100 g mld):			
jagnięcina – lamb meat	89,0	108,8	0,82
wołowina – beef	78,8	102,1	0,77
koźlina – goat meat	73,6	96,8	0,76

Dane te wskazują, że mleko owcze przewyższało bardzo wyraźnie mleko krowie i kozie pod względem zawartości L-karnityny; w zawartości LKW odpowiednio o 56,5 i 237,3%, a w LKC o 32,1 i 88,1%. W badaniach innych autorów (za Bodkowskim i in., 2011) stwierdzono jeszcze większą przewagę mleka owczego w zawartości L-karnityny; w stosunku do mleka krów: 6–22 razy, koziego 9–16 razy, mleka kłaczy 6–13 razy, a do mleka ludzkiego 4 razy większą. Mięso przeżuwaczy (*m. longissimus dorsi* – LD) okazało się szczególnie bogatym źródłem L-karnityny, przy czym różnice międzygatunkowe były znacznie mniejsze niż w przypadku mleka. Badany mięsień LD 3-miesięcznych tryczków w porównaniu z LD 6-miesięcznych bukatów i 3-miesięcznych koźląt zawierał odpowiednio o 12,9 i 20,9% więcej LKW oraz o 6,6 i 12,4% LKC.

Z punktu widzenia jakości zdrowotnej obu ww. surowców spożywczych bardzo istotna jest biodostępność L-karnityny w nich zawartej. Wskaźnik ten mierzony stosunkiem L-karnityny wolnej do całkowitej okazał się najwyższy dla produktów spożywczych pozyskiwanych od owiec (tab. 2), i był ponad 2x wyższy dla mięsa (0,82) niż dla mleka (0,32). Trzeba tutaj podkreślić, że biodostępność L-karnityny zawartej w naturalnych produktach spożywczych jest nieporównywalnie wyższa niż w oferowanych przez handel licznych preparatach typu „suplement diety”, w których zazwyczaj osiąga poziom 15–20%. Zawartość L-karnityny w produktach spożywczych pochodzenia zwierzęcego jest uzależniona nie tylko od gatunku zwierząt, ale również od innych czynników natury zootechnicznej oraz zabiegów technologicznych i kulinarnych,

którym jest poddawane mleko i mięso przed spożyciem. Poznanie tych zależności pozwala z jednej strony maksymalizować zawartość tego cennego prozdrowotnego związku w surowcach i produktach spożywczych, a z drugiej unikać jego nadmiernych strat podczas obróbki technologicznej.



Tusze jagnięce  
Lamb carcasses

Większość badań, dotyczących czynników warunkujących poziom L-karnityny, wykonano na mleku i mięsie pozyskiwanym od bydła i owiec, które uważa się za najbogatsze naturalne źródła tego związku. Ze względu jednak na temat tego opracowania, skoncentruję się na zagadnieniach, dotyczących mięsa owczego. Ośrodek wrocławski przeprowadził pionierskie w skali kraju badania nad zróżnicowaniem poziomu tego związku w zależności od wieku jagniąt oraz rodzaju mięśnia. Badania Bodkowskiego i in. (2012 a) nad wpływem masy ubojowej jagniąt (i tym samym ich wieku) wykazały, że poziom L-karnityny w jagnięcinie wzrastał wraz z masą ciała i wiekiem – zawartość L-karnityny wolnej od 70,2 mg/100 g LD dla mięsa trzyczeków ubijanych przy masie ciała 14 kg do

98,8 mg/100 g przy masie ubojowej 60 kg (wzrost o 40,6%). Niezależnie od masy i wieku jagniąt, biodostępność L-karnityny kształtowała się na podobnym poziomie, około 80%. W badaniach tego samego zespołu autorów (Bodkowski i in., 2012 b) nad zróżnicowaniem poziomu L-karnityny w zależności od rodzaju/lokalizacji tkanki mięśniowej wykazano, że w mięśni sercowym jagniąt jest jej blisko 2x więcej niż w mięśniach szkieletowych, przy niższej o około 10 punktów procentowych biodostępności. Zawartość wolnej L-karnityny w mięśni sercowym wynosiła 147,6 mg/100 g, przy biodostępności 69,9%, podczas gdy odpowiednie wartości dla LD wynosiły 86,2 mg/100 g i 82,0%, a dla mięśni udźca odpowiednio 80,0 mg/100 g i 81,8%.

Tabela 3. Wpływ żywienia tuczonych jagniąt suszonym wywarem kukurydzianym (DDGS) z suplementacją (lub bez) wit. E na zawartość wolnej L-karnityny w mięsie oraz jej ubytki podczas obróbki termicznej  
Table 3. Effect of fattening lambs with maize dried distillers grains with solubles (DDGS) with or without vitamin E on free L-carnitine content of meat and its losses during heat treatment

Wyszczególnienie - Item	Grupa żywieniowa – Feeding group		
	K	DDGS	DDGS+E
Mięso surowe (MS) – Raw meat			
L-karnityna wolna – free L-carnitine (mg/100 g)	82,4	83,0	85,9
L-karnityna całkowita – total L-carnitine (mg/100 g)	101,3	102,6	106,1
biodostępność – bioavailability	0,814	0,809	0,810
Mięso mikrofalowane – microwaved meat (10 min, 500 W)			
L-karnityna wolna – free L-carnitine (mg/100 g)	71,2	71,6	73,0
biodostępność – bioavailability	0,835	0,831	0,824
ubytki – losses (%)	13,6	13,7	15,1
Mięso gotowane – cooked meat (15 min, 80–100°C)			
L-karnityna wolna – free L-carnitine (mg/100 g)	62,5	62,3	65,8
biodostępność – bioavailability	0,864	0,848	0,863
ubytki – losses (%)	24,1	25,0	23,4
Mięso gotowane – cooked meat (30 min, 80–100°C)			
L-karnityna wolna – free L-carnitine (mg/100 g)	50,0	51,4	52,0
biodostępność – bioavailability	0,849	0,864	0,852
ubytki – losses (%)	39,3	38,1	32,5

W badaniach własnych, wykonanych we współpracy z zespołem wrocławskim (Borys i in., 2013 a), analizowano wpływ żywienia jagniąt oraz metody obróbki termicznej mięsa na zawartość L-karnityny. Jagnięta-trzyczki tuczono intensywnie do masy ciała 40–45 kg w 3 grupach mieszanką treściwą + dodatek siana. W grupie kontrolnej K stosowano standardową mieszankę treściwą, opartą na komponentach

zbożowych (>50%) i śrucie rzepakowej (13%), a w grupach doświadczalnych mieszankę, zawierającą 30% DDGS z suplementacją (lub bez) wit. E – odpowiednio grupy DDGS i DDGS+E. Oznaczenia zawartości L-karnityny wykonano na próbach mięśnia *longissimus lumborum* (LL), surowych oraz poddanych obróbce termicznej metodą mikrofalowania przez 10 min oraz gotowania przez 15 i 30 min. W tabeli 3 podano



wybrane wyniki tych badań. Uzyskane wyniki wskazują, że żywienie tuczonych jagniąt mieszkanką z DDGS nie wpłynęło w większym stopniu na zawartość L-karnityny w mięsie, jej biodostępność, jak i ubytki tego związku podczas obróbki termicznej. Zastosowanie w mieszance z wysokim udziałem DDGS dodatku wit. E spowodowało natomiast potwierdzony statystycznie wzrost zawartości L-karnityny w surowym mięsie jagniąt – na poziomie 4–5%, który utrzymywał się również po gotowaniu przez 15 i 30 min, a w mniejszym stopniu (o 2,5%) po 10-minutowym mikrofalowaniu mięsa. Nie stwierdzono bardziej charakterystycznego wpływu żywienia mieszkanką z DDGS i witaminą E na biodostępność L-karnityny oraz jej ubytki przy stosowanych metodach obróbki termicznej. W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono informacji na temat wpływu poziomu witaminy E w dawce na zawartość L-karnityny w produktach spożywczych pochodzenia zwierzęcego ani wyjaśnienia mechanizmu tego zjawiska.

Podobnie jak w przypadku mleka, również obróbka termiczna mięsa powoduje znaczące ubytki L-karnityny w jagnięcinie, a wielkość tych strat zależy od zastosowanej metody oraz czasu oddziaływania czynnika cieplnego na tkankę mięśniową. Najmniejsze ubytki wolnej L-karnityny stwierdzono przy obróbce cieplnej mięsa w kuchence mikrofalowej (10 min, próby zanurzone w wodzie), a największe przy gotowaniu w wodzie przez 30 min; średnio odpowiednio 14,1% vs. 36,6%. Wydłużenie czasu

gotowania mięsa z 15 do 30 minut spowodowało dużo większe ubytki L-karnityny, w wartościach bezwzględnych o 61,5%.

W najnowszych badaniach własnych (Borys i in., 2015) nie stwierdzono wpływu rodzaju zielonki w dawce dla tuczonych półintensywnie jagniąt (trawa vs. koniczyna czerwona) na zawartość L-karnityny w surowej jagnięcinie i jej biodostępność. Po obróbce termicznej metodą pieczenia i grillowania stwierdzono spadek zawartości obu form L-karnityny, przy podwyższonej jej biodostępności w mięsie pieczonym. Mięso grillowane w porównaniu z pieczonym odznaczało się zbliżoną zawartością wolnej L-karnityny (LKW; 75,3 vs. 74,1 mg/100 g), a wyższą zawartością ogólnej L-karnityny (LKC; 93,7 vs. 87,7 mg/100 g) oraz niższą biodostępnością (80,42 vs. 84,47%), przy niższych ubytkach LKW i LKC po obróbce termicznej, odp. 5,58 vs. 8,57% i 8,44 vs. 11,30%. W sumie grillowanie mięsa jagnięcego w porównaniu z pieczeniem było korzystniejsze ze względu na mniejsze ubytki L-karnityny, natomiast mniej korzystne ze względu na gorszą biodostępność tego prozdrowotnego składnika. W świetle uzyskanych wyników można postawić tezę, że ze względu na potrzebę zachowania dużej zasobności jagnięciny w ważną zdrowotnie L-karnitynę najkorzystniej byłoby spożywać ją bez obróbki termicznej (na surowo) lub też po zastosowaniu zabiegów technologicznych, które minimalizowałyby straty tego cennego składnika w wyrobach finalnych i potrawach kulinarnych.



Grillowanie czopsów jagnięcych  
*Grilling lamb chops*

Tabela 4. Charakterystyka jakości zdrowotnej kiełbasy typu salami z mięsa jagnięcego w zależności od wybranych czynników  
 Table 4. Characteristics of health quality of salami-type sausage from lamb meat depending on some factors

Czynnik/grupa Factor/group	Ocena sensoryczna <sup>1</sup> Sensory assessment <sup>1</sup>	Tłuszcz Fat (g/100 g)	Cholesterol (mg/100 g)	PUFA (g/100 g)	n3 FA (g/100 g)	CLA (g/100 g)	PUFA :SFA	Wit. E <sup>3</sup> Vit. E <sup>3</sup> (μg/g)	TBARS <sup>3</sup> (mg MDA /1 kg)	Oksysterole <sup>2,3</sup> Oxysterols <sup>2,3</sup> (mg/100 g)
Pochodzenie rasowe – Breed origin:										
OK	17,7	47,22	84,4	3,87	0,42	0,09	0,192	8,2	3,42	42,6
IFxOK	18,2	50,37	97,9	4,03	0,40	0,10	0,181	8,1	1,91	46,3
Metoda tuczu – Fattening method:										
intensywny – intensive	18,0	50,09	84,6	4,01	0,40	0,10	0,185	5,9	0,97	44,1
półintensywny – semi-intensive	18,0	50,74	91,6	4,11	0,39	0,10	0,193	7,1	1,87	51,6
Pasza objętościowa w dawce – Roughage in ration:										
siano z traw – grass hay	18,0	50,74	89,6	4,26	0,41	0,10	0,193	7,1	1,87	51,6
wypas na pastwisku – pasture grazing	18,4	49,10	85,6	4,17	0,44	0,15	0,195	7,0	2,24	45,1
Komponent paszy treściwej – Component of concentrate mixture:										
śruta rzepakowa – rapeseed meal	18,0	50,09	84,6	4,01	0,40	0,10	0,185	5,9	0,96	44,1
DDGS+L+E	17,0	48,95	91,6	3,96	0,39	0,10	0,189	6,7	2,31	48,6
Surowiec mięsny – Meat raw material:										
wołowina + jagnięcina beef + lamb	18,6	30,61	93,3	1,04	0,21	0,18	0,070	10,6	1,27	46,4
jagnięcina + tłuszcz wieprzowy lamb + pork fat	18,0	49,41	89,0	4,05	0,40	0,11	0,189	7,2	2,12	59,8

OK – pełnono-mleczna owca kolumbia, IFxOK – mieszańce Ile de France x OK – OK – prolific-dairy Kolumbia sheep, IFxOK – Ile de France x OK.

FA – kwasy tłuszczowe, SFA – nasycone FA, PUFA – wielonienasycone FA, CLA – sprzężony kwas linolowy, TBARS – wskaźnik utleniania tłuszczu w mięsie (MDA = dialdehyd malonowy), DDGS+L+E – suszony wywar kukurydziany + nasiona lnu + Polfamix E.

FA – fatty acids, SFA – saturated FA, PUFA – polyunsaturated FA, CLA – conjugated linoleic acid, TBARS – meat lipid oxidation (MDA = malondialdehyde), DDGS+L+E – maize dried distillers grains with solubles + linseed + Polfamix E.

<sup>1</sup>Suma ocen za zapach, soczystość, kruchość i smakowitość, maks. po 5 pkt = 20 pkt; <sup>2</sup>suma: 7 α-hydroksycholesterol, 17 hydroksycholesterol, 5, 6 α-epoksycholesterol, 20 α-hydroksycholesterol, 7 ketocholesterol, 25 hydroksycholesterol i cholesterol; <sup>3</sup> oznaczono po 3 m przechowywania salami w stanie zamrożenia.

<sup>1</sup>Total score for aroma, juiciness, tenderness and palatability, max. 5 points each = 20 pts; <sup>2</sup>total of 7 α-hydroxycholesterol, 17 hydroxycholesterol, 5, 6 α-epoxycholesterol, 20 α-hydroxycholesterol, 7 ketocholesterol, 25 hydroxycholesterol and cholesterol; <sup>3</sup>determined after 3-month frozen storage of salami.

### **Dylematy z modyfikacjami prozdrowotnymi na przykładzie salami z jagnięciny**

Po tym przeglądzie aktualnych zagadnień, dotyczących możliwości i ograniczeń kształtowania jakości zdrowotnej mięsa owczego, nasuwa się zasadnicze pytanie, czy jest możliwe podanie jednoznacznej technologii/receptury na wyprodukowanie produktów mięsnych optymalnych z punktu widzenia tej jakości? Trzeba uczciwie stwierdzić, że taka receptura nie istnieje. Niech zaświadczą o tym dane, zestawione w tabeli 4, z niepublikowanych badań własnych Instytutu Zootechniki PIB i Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego nad wpływem różnych czynników na wybrane parametry jakości zdrowotnej kiełbasy typu salami z mięsa jagnięcego. Generalną ideą takiego, z natury rzeczy uproszczonego, zestawienia wyników było pokazanie, że różne czynniki zootechniczne i technologiczne, wpływające na jakość zdrowotną gotowych do spożycia produktów spożywczych, na jedne cechy oddziałują korzystnie a na inne negatywnie. W przeprowadzonych badaniach krzyżowanie towarowe plenno-mlecznych owiec kołudzkich z trykami mięsnej rasy Ile de France dawało jednoznaczne korzyści w zakresie wyników tuczu i wartości rzeźnej jagniąt mieszańców, natomiast wpływało niekorzystnie na większość analizowanych parametrów jakości zdrowotnej salami (wyższa zawartość tłuszczu i cholesterolu, gorszy stosunek PUFA:SFA, większe utlenianie cholesterolu po 3 miesiącach przechowywania), jednak przy korzystnym wpływie na zmniejszenie wskaźnika utleniania tłuszczu TBARS (aż o 44,2%). Salami z mięsa jagniąt tuczonych intensywnie było ogólnie lepsze pod względem jakości zdrowotnej niż z mięsa jagniąt tuczonych półintensywnie (niższa zawartość cholesterolu i oksycholesteroli po 3 miesiącach mrożenia, przy mniejszej podatności tłuszczu na utlenianie; wskaźnik TBARS blisko 2x mniejszy).

Stosowanie w warunkach tuczu półintensywnego wypasu jagniąt na pastwisku w porównaniu z żywieniem w owczarni dawką z sianem wpływało korzystnie na większość parametrów zdrowotnych kiełbasy salami, a bardziej wyraźne różnice dotyczyły obniżonej zawartości cholesterolu i mniejszej jego podatności na utlenianie, podwyższonej zawartości CLA, jednak przy równocześnie podwyższonym stopniu utle-

niania tłuszczu. W przypadku salami, odmiennie niż w przypadku czystego mięsa jagnięcego, zastosowanie w żywieniu tuczonych jagniąt mieszanki z dużym udziałem DDGS, nasion lnu i dodatku witaminy E nie miało wyraźniejszego wpływu na profil lipidowy, natomiast powodowało niekorzystny wzrost zawartości cholesterolu oraz zwiększenie podatności tego składnika, jak i tłuszczu, na utlenianie, przy tendencji do wzrostu zawartości witaminy E.

W ramach przeprowadzonych badań porównano również kiełbasę salami, wyprodukowaną w warunkach półtechnicznych według autorskiej receptury, opracowanej w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego z mięsa jagnięcego, pochodzącego z badań Instytutu Zootechniki PIB ZD Kołuda Wielka (z dodatkiem 30% tłuszczu wieprzowego), z luksusową kiełbasą salami z mięsa wołowego i jagnięcego (w proporcji 7:3) pochodzenia zagranicznego, dostępną w sklepach jednej z dużych sieci handlowych. Salami krajowe zawierało o ponad 60% więcej tłuszczu, ale o jednoznacznie korzystniejszym składzie kwasów tłuszczowych (blisko 4x więcej wielonienasyconych kwasów tłuszczowych PUFA, 2x więcej kwasów PUFA *n3* i blisko 2x wyższy stosunek PUFA:SFA), przy mniejszej o około 40% zawartości CLA i mniejszej zawartości cholesterolu. Równocześnie jednak, salami krajowe zawierało o 32% mniej witaminy E i przy niższej zawartości cholesterolu, po 3 miesiącach przechowywania w stanie zamrożenia, wykazywało znacznie wyższy stopień utlenienia tak tłuszczu, jak i cholesterolu.

### **Podsumowanie**

Obecny stan badań i wynikającej z nich wiedzy w zakresie modyfikacji prozdrowotnych mięsa owczego wskazują na potrzebę bardziej kompleksowego podejścia do tych zagadnień; określenia zakresu pożądanych zmian naturalnego składu i cech fizykochemicznych, uwzględnienia powiązań modyfikowanych cech i składników z innymi ważnymi parametrami jakościowymi oraz skutków zabiegów modyfikacyjnych na etapie ich przetwarzania na finalne produkty spożywcze i kulinarne.

Konieczne jest zatem nadanie badaniom z tego zakresu charakteru bardziej kompleksowego i interdyscyplinarnego.

### Literatura

- Borys B., Przegalińska-Gorączkowska M. (2005). Zawartość cholesterolu w tkance mięśniowej i tłuszczach zapasowych tuczonych jagniąt w zależności od standardu wagowego i metody tuczu. *Rocz. Nauk. Zoot., Supl.*, 21: 89–92.
- Borys B., Pękala J., Patkowska-Sokoła B., Bodkowski R., Borys A., Lochyński S., Kłopotek E. (2013 a). The influence of lambs feeding with DDGS with and without vitamin E supplementation on L-carnitine level in raw and thermally processed meat. 11th World Conf. on Animal Production, Beijing, 15–20.10.2013 (doniesienie naukowe opublikowane na nośniku elektronicznym).
- Borys B., Pieszka M., Borys A., Kłopotek E. (2013 b). The influence of lambs feeding with DDGS with and without vitamin E supplementation on oxysterols concentration in raw and thermally processed meat. 11th World Conf. on Animal Production, Beijing, 15–20.10.2013 (doniesienie naukowe opublikowane na nośniku elektronicznym).
- Borys B., Pękala J., Bodkowski R., Knapik J., Pieszka M., Czyż K. (2015). The content of L-carnitine in raw, roasted and grilled lamb meat depending on the type of forage in ration. 4th Int. Conf.: Trends in Meat and Meat Products Manufacturing, Krakow, 11–12.06.2015, p. 20.
- Bodkowski R., Patkowska-Sokoła B., Nowakowski P., Jamroz D., Janczak M. (2011). Produkty pochodzące od przeżuwaczy – najważniejsze źródło L-karnityny w diecie człowieka. *Prz. Hod.*, 10: 22–25.
- Bodkowski R., Nowakowski P., Jamroz D., Janczak M. (2012 a). Wpływ wieku na kształtowanie się zawartości całkowitej i wolnej karnityny w mięsie owczym. *Mat. LXXVII Zjazdu PTZ*, Wyd. CD, Wrocław, s. 1.
- Bodkowski R., Patkowska-Sokoła B., Nowakowski P., Jamroz D., Janczak M. (2012 b). Wpływ rodzaju tkanki mięśniowej na kształtowanie się zawartości całkowitej i wolnej karnityny w mięsie owczym. *Mat. LXXVII Zjazdu PTZ*, Wyd. CD, Wrocław, s. 1.
- Hooper L., Summerbell C.D., Higgins J.P., Thompson R.L., Capps N.E., Smith G.D., Riemersma R.A., Ebrahim S. (2001). Dietary fat intake and prevention of cardiovascular disease: systematic review. *Brit. Med. J.*, 322 (7289): 757–763.
- Pękala J., Patkowska-Sokoła B., Lochyński S., Bodkowski R., Jamroz D., Nowakowski P., Janczak M. (2012). Wpływ czynników fizjologicznych na kształtowanie się zawartości L-karnityny w wybranych produktach pochodzenia zwierzęcego. Prezentacja Power Point (16 slajdów). *Mat. LXXVII Zjazdu PTZ*, Wrocław.
- Wood J.D., Enser M. (1997). Factors influencing fatty acid in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. *Brit. J. Nutr.*, 78, Suppl. 1: 49–60.
- Zaraska M. (2015). Wołowina, wieprzowina, rakowina. *Polityka*, 45: 34–35.

## MODIFICATION OF LAMB MEAT TO IMPROVE ITS HEALTH BENEFITS: POSSIBILITIES AND LIMITATIONS

### Summary

In view of the partly substantiated concerns over the impact of animal food products on consumer health, intensive research is underway to determine their health-promoting properties and the possibility of their favourable modification. The main areas of research include the optimization of fat content, improving the fatty acids profile of fat and preventing their oxidation, reducing cholesterol to a physiologically appropriate level and preventing its oxidation, enriching animal foods with natural antioxidants, and searching for new health-promoting substances in food products of animal origin. The present paper presents the main determinants and possibilities of favourable modification of lamb health quality using zootechnical methods as well as the limitations to obtaining unambiguously favourable effects resulting from the need to take multiple actions and the different nature of the interrelationships between the health quality parameters of animal foods. The results of the present author's own research concerning a salami-type sausage from lamb meat were used to analyse the effect of one of the sheep meat processing methods on the quality of food products obtained and the efficiency of using the methods of modifying the health quality of this type of meat. Current knowledge on modifying sheep meat to improve its health benefits shows the need for taking a comprehensive approach to these issues: to determine the extent of desirable changes in the natural composition and physicochemical properties, accounting for the relationships between the modified characteristics and components with other important quality parameters, and considering the consequences of the modifications during processing for the final food and culinary products.

Fot. w art. B. Borys