

## SASTAV LIPIDA FERMENTISANIH KOBASICA SA DODATKOM LANENOG ULJA

*Slaviša Stajić<sup>1</sup>, Slobodan Lilić<sup>2</sup>, Danijela Vranić<sup>2</sup>, Vladimir Tomović<sup>3</sup>,  
Dušan Živković<sup>1</sup>*

**Izvod:** U ovom ogledu ispitivan je sastav masnih kiselina fermentisanih kobasica kod kojih je deo čvrstog masnog tkiva (ČMT, koje čini 5, 7 i 9% nadeva) zamenjen lanenim uljem pripremljenim kao alginatni gel i emulzijom sa izolatom proteina soje. Zamena dela ČMT-a lanenim uljem imala je značajan uticaj na sastav masnih kiselina koji se progresivno menjao sa povećanjem sadržaja ulja: sadržaj zasićenih masnih kiselina, oleinske i ukupnih mononezasićenih masnih kiselina je značajno smanjen dok je sadržaj  $\alpha$ -linolenske kiseline višestruko veći (15–40 puta) kod varijanti s lanenim uljem. Fermentisane kobasice sa lanenim uljem imale su značajno povoljnije odnose PUFA/SFA i n-6/n-3.

**Ključne reči:** fermentisane kobasice, laneno ulje, masne kiseline

### Uvod

Fermentisane kobasice su proizvodi od mesa koji su poznati od davnina a nastale su kao potreba ljudi da produže održivost mesa i vekovima su bile značajan izvor biološki vrednih proteina i energije zbog visokog sadržaja mesa i masnog tkiva. Međutim, s razvojem novih i usavršavanjem postojećih postupaka konzervisanja mesa, počinju više da se cene zbog svojih senzornih karakteristika. Senzorni kvalitet i stabilnost fermentisanih kobasica umnogome zavisi od količine masnog tkiva i njegovog masnokiselinskog sastava – masno tkivo doprinosi boji, mirisu, ukusu i teksturi, dok zasićenost masnih kiselina utiče na čvrstinu masnog tkiva i manju podložnost oksidaciji.

Međutim, utvrđena je povezanost ishrane bogate zasićenim masnim kiselinama (SFA) s povećanim rizikom od pojave kardiovaskularnih bolesti i pozitivan efekat n-3 polinezasićenih masnih kiselina (n-3 PUFA) na smanjene učestalosti srčanih oboljenja a takođe i u prevenciji i lečenju drugih oboljenja (McAfee i sar., 2010). Zbog toga su sprovedena brojna istraživanja koja su imala cilj da razviju postupke i procedure proizvodnje mesa i proizvoda od mesa s manjim sadržajem SFA i većim sadržajem nezasićenih, i to pre svih n-3 PUFA. Poboljšanje nutritivnih svojstava fermentisanih kobasice u smislu promene profila masnih kiselina moguće je izvesti zamenom dela masnog tkiva uljima bogatim PUFA kao što je laneno ulje koje obično sadrži više od 50%  $\alpha$ -linolenske kiseline (ALA) i oksidativno je stabilno (Stajić i sar., 2017). Međutim, s druge strane, zbog značaja masnog tkiva za senzorni kvalitet fermentisanih kobasica, proces proizvodnje predstavlja izazov, jer je potrebno napraviti proizvod boljih nutritivnih svojstava sa istim ili neznatno promenjenim senzornim svojstvima.

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Nemanjina 6, 11080 Beograd, Srbija (stajic@agrif.bg.ac.rs);

<sup>2</sup>Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Srbija;

<sup>3</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

Cilj ovog ogleda jeste da ispita uticaj nivoa zamene dela čvrstog masnog tkiva (ČMT) lanenim uljem pripremljenim kao emulzija sa izolatom proteina soje (IPS) i alginatnim gelom na sastav lipida fermentisanih kobasica.

### Materijal i metode rada

Napravljeno je 7 različitih varijanti fermentisanih kobasica: kontrolna (KON) od mesa buta svinja i čvrstog masnog tkiva (ČMT) u odnosu 75:25 i šest modifikovanih varijanti kod kojih 20%, 28% i 36% ČMT-a (što čini 5%, 7% i 9% od nadeva KON) zamenjeno lanenim uljem pripremljenim kao alginatni gel (A varijante) i emulzija sa izolatom proteina soje (E varijante) – Tabela 1. Izrada nadeva i proces proizvodnje je bio identičan kao što su prikazali Stajić i sar., (2014.) i trajao je 20 dana.

Tabela 1. Sirovinski sastav nadeva kobasica  
*Table 1. Recipe formulation of experimental batches*

	KON	A5	A7	A9	E5	E7	E9
svinjsko meso	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75
ČMT	6,25	5,00	4,50	4,00	5,00	4,50	4,00
alginatni gel	-	3,25	4,55	5,85	-	-	-
alginat	-	0,125	0,175	0,225	-	-	-
voda	-	1,875	2,625	3,375	-	-	-
ulje	-	1,25	1,75	2,25	-	-	-
emulzija sa IPS-om	-	-	-	-	2,75	3,85	4,95
IPS	-	-	-	-	0,25	0,35	0,45
voda	-	-	-	-	1,25	1,75	2,25
ulje	-	-	-	-	1,25	1,75	2,25
% prema KON	-	108,00	111,20	114,40	106,00	108,40	110,80
ulje u nadevu (%)	0	4,63	6,29	7,87	4,72	6,46	8,12

Ukupni lipidi, za određivanje masnih kiselina, ekstrahovani su metodom ubrzane ekstrakcije rastvaračima ASE 200 (Dionex, Sanivejl, SAD), smešom n-heksana i izopropanola (60:40, v-v) prema Spirić i sar. (2010.). Potom su konvertovani u metilestre masnih kiselina i analizirani kako su opisali Milićević i sar. (2014.).

Rezultati su obrađeni jednofaktorijskom analizom varijanse, prikazani su kao srednja vrednost ± standardna devijacija. Razlike između srednjih vrednosti testirane su Takejevim testom. Statistička značajnost je određivana na nivou od  $P < 0,05$ .

### Rezultati istraživanja i diskusija

Kao što se i očekivalo, najzastupljenija masna kiselina u KON jeste oleinska kiselina (C18:1n9), a zatim slede zasićene palmitinska (C16:0) i stearinska (C18:0) i polinezasićena linolna kiselina (C18:2n6), dok su ostale (po očekivanju) zastupljene u količini od tragova do nekoliko procenata (Tabela 2).

Table 2. Sastav lipida na kraju procesa proizvodnje  
Table 2. Fatty acid profile after production period

	KON	A5	A7	A9	E5	E7	E9
Miristinska C14:0	1,01±0,01 <sup>e</sup>	0,89±0,02 <sup>d</sup>	0,84±0,01 <sup>c</sup>	0,84±0,01 <sup>c</sup>	0,85±0,01 <sup>c</sup>	0,78±0,01 <sup>b</sup>	0,71±0,01 <sup>a</sup>
Palmitinska C16:0	24,66±0,11 <sup>f</sup>	22,51±0,04 <sup>e</sup>	21,10±0,22 <sup>c</sup>	21,19±0,09 <sup>c</sup>	21,58±0,09 <sup>d</sup>	20,55±0,05 <sup>b</sup>	18,68±0,05 <sup>a</sup>
Stearinska C18:0	11,70±0,03 <sup>e</sup>	11,41±0,10 <sup>d</sup>	10,21±0,05 <sup>b</sup>	10,21±0,09 <sup>b</sup>	10,65±0,07 <sup>c</sup>	10,24±0,03 <sup>b</sup>	9,77±0,06 <sup>a</sup>
<b>Ostale SFA</b>	0,68±0,01 <sup>c</sup>	0,54±0,02 <sup>ab</sup>	0,55±0,03 <sup>ab</sup>	0,56±0,02 <sup>ab</sup>	0,58±0,02 <sup>b</sup>	0,54±0,01 <sup>a</sup>	0,53±0,02 <sup>a</sup>
<b>ΣSFA</b>	38,05±0,13 <sup>f</sup>	35,35±0,10 <sup>e</sup>	32,70±0,18 <sup>c</sup>	32,79±0,17 <sup>c</sup>	33,66±0,10 <sup>d</sup>	32,11±0,07 <sup>b</sup>	29,68±0,09 <sup>a</sup>
Palmitoleinska C16:1	2,28±0,01 <sup>c</sup>	1,97±0,02 <sup>b</sup>	1,83±0,05 <sup>ab</sup>	1,72±0,29 <sup>ab</sup>	1,93±0,02 <sup>b</sup>	1,72±0,01 <sup>a</sup>	1,61±0,02 <sup>a</sup>
Oleinska C18:1n9	45,83±0,10 <sup>f</sup>	42,88±0,05 <sup>e</sup>	42,29±0,05 <sup>cd</sup>	42,11±0,14 <sup>c</sup>	42,46±0,07 <sup>d</sup>	41,04±0,09 <sup>b</sup>	39,27±0,10 <sup>a</sup>
<b>ΣMUFA</b>	49,06±0,09 <sup>f</sup>	44,85±0,07 <sup>e</sup>	44,12±0,09 <sup>cd</sup>	43,83±0,25 <sup>c</sup>	44,40±0,09 <sup>d</sup>	42,75±0,09 <sup>b</sup>	40,87±0,11 <sup>a</sup>
Linolna C18:2n6	11,60±0,20 <sup>a</sup>	12,57±0,06 <sup>b</sup>	12,96±0,15 <sup>c</sup>	12,97±0,16 <sup>c</sup>	13,17±0,12 <sup>cd</sup>	13,30±0,03 <sup>d</sup>	13,86±0,12 <sup>e</sup>
α-Linolenska C18:3n3	0,34±0,01 <sup>a</sup>	6,22±0,06 <sup>b</sup>	9,17±0,11 <sup>d</sup>	9,35±0,25 <sup>d</sup>	7,76±0,06 <sup>c</sup>	10,70±0,05 <sup>e</sup>	14,36±0,03 <sup>f</sup>
<b>Ostale PUFA</b>	0,95±0,01 <sup>a</sup>	1,01±0,02 <sup>b</sup>	1,06±0,02 <sup>cd</sup>	1,08±0,02 <sup>d</sup>	1,02±0,01 <sup>bc</sup>	1,14±0,02 <sup>e</sup>	1,24±0,02 <sup>f</sup>
<b>ΣPUFA</b>	12,89±0,21 <sup>a</sup>	19,80±0,05 <sup>b</sup>	23,19±0,25 <sup>d</sup>	23,38±0,39 <sup>d</sup>	21,95±0,10 <sup>c</sup>	25,14±0,05 <sup>e</sup>	29,45±0,13 <sup>f</sup>
<b>PUFA-SFA</b>	0,34±0,01 <sup>a</sup>	0,56±0,00 <sup>b</sup>	0,71±0,01 <sup>d</sup>	0,71±0,02 <sup>d</sup>	0,65±0,00 <sup>c</sup>	0,78±0,00 <sup>c</sup>	0,99±0,01 <sup>f</sup>
<b>n-6-n-3</b>	29,15±0,57 <sup>d</sup>	2,10±0,03 <sup>c</sup>	1,48±0,01 <sup>ab</sup>	1,46±0,03 <sup>ab</sup>	1,78±0,02 <sup>bc</sup>	1,31±0,01 <sup>ab</sup>	1,02±0,01 <sup>a</sup>

a-f Vrednosti (sred±sd) u istom redu s različitim malim slovom u superskriptu značajno se razlikuju (P < 0,05)

Zamena dela ČMT-a lanenim uljem imala je značajan uticaj na sastav masnih kiselina, što je i očekivano s obzirom na profil masnih kiselina lanenog ulja (g-100g ukupnih masnih kiselina): 54,45 ALA, 9,81 ΣSFA, 20,63 ΣMUFA i 69,52 ΣPUFA. Veći udeo ulja uticao je na smanjenje ΣSFA i ΣMUFA i povećanje ΣPUFA. Efekat je izraženiji kod E varijanti zbog većeg sadržaja lanenog ulja u nadevu (Tabela 1).

Sadržaj svih SFA za koje se smatra da imaju uticaj na povećanje rizika od KVB-a (C14:0, C16:0 i C18:0) značajno je smanjen s dodatkom lanenog ulja. S povećanjem udela ulja u nadevu kobasica smanjuje se i sadržaj navedenih masnih kiselina, ali nisu uvek utvrđene značajne razlike između varijanti A7 i A9. Sadržaj ukupnih zasićenih masnih kiselina (ΣSFA) je, shodno smanjenju pojedinačnih zasićenih masnih kiselina, značajno manji kod varijanti s lanenim uljem, pri čemu je utvrđeno značajno smanjenje s povećanjem udela ulja (osim između A7 i A9).

Sadržaj oleinske kiseline (i ΣMUFA) takođe je značajno manji kod varijanti s lanenim uljem i progresivno se smanjuje s povećanjem udela ulja, jer je njen sadržaj u lanenom ulju manji nego u svinjskom masnom tkivu i u mastima mišića. Sadržaj linolne kiseline (LN, C18:2 n-6) značajno je veći kod kobasica s lanenim uljem, a povećanje sadržaja lanenog ulja u nadevu utiče na porast njenog sadržaja, s tim da su varijante sa 9% imale značajno veći sadržaj od varijanti sa 5% ulja.

Najveći efekat zamena dela ČMT-a lanenim uljem uočen je kod sadržaja α-linolenske kiseline (ALA, 18:3n3) koji je višestruko veći kod varijanti s lanenim uljem. Povećanje sadržaja lanenog ulja u nadevu značajno je uticalo na povećanje sadržaja ALA i izraženiji je kod E varijanti. S obzirom na povećan sadržaj LN-a i ALA, sadržaj ΣPUFA je značajno veći kod varijanti s lanenim uljem, značajno se povećava s povećanjem sadržaja lanenog ulja, a efekat je izraženiji kod E varijanti. Značajno povećanje sadržaja ΣPUFA i smanjenje sadržaja ΣSFA uticali su na značajno povećanje njihovog odnosa, koji je kod svih varijanti s lanenim uljem bio u preporučenom intervalu 0,4–1,0. Povećanje sadržaja lanenog ulja uticalo je na povećanje PUFA-SFA odnosa, a efekat je bio izraženiji kod E varijanti. Promene sadržaja LN-a i ALA uticale su na značajan porast n-6 i, naročito, n-3 PUFA, tako da je njihov odnos višestruko manji kod varijanti s lanenim uljem. Već varijante sa 5% lanenog ulja (A5 i E5) imaju dvostruko manji odnos od gornje granice (ne treba da prelazi 4 (Jiménez-Colmenero, 2007.)) i on se smanjuje s povećanjem sadržaja lanenog ulja, pa je kod E9 postignut odnos oko 1:1.

Zamena dela masnog tkiva lanenim uljem, slično rezultatima ovog istraživanja, značajno je uticala na profil masnih kiselina u sličnim istraživanjima. Valencia i sar., (2006.) utvrdili su značajno smanjenje proaterognih SFA, povećanje sadržaja LN i višestruko povećanje sadržaja ALA, dok sadržaj oleinske kiseline nije značajno promenjen, ali je sadržaj ΣMUFA značajno manji kod varijante s lanenim uljem (3,3% ulja u nadevu). Takođe, slično kao u našem istraživanju, sadržaj ΣSFA je značajno manji, a sadržaj ΣPUFA veći kod varijante s lanenim uljem, dok su odnosi PUFA-SFA povećani sa 0,3 na oko 0,6, a n-6-n-3 smanjeni sa 14–18 na manje od 3. Vrlo slične rezultate dobili su i de Ciriano i sar. (2012.) – smanjenje sadržaja proaterogenih SFA i ΣSFA, smanjenje sadržaja oleinske kiseline i ΣMUFA, povećanje ΣPUFA uz smanjenje sadržaja LN-a i višestruko povećanje sadržaja ALA. Kod odnosa PUFA-SFA utvrđeno je povećanje sa 0,50 na 0,71 i 0,75, dok je odnos n-6-n-3 značajno smanjen sa 16,99 na

mного povoljnije 2,30 i 2,00. Povećanjem sadržaja lanenog ulja 3–6% (zamenom dela ČMT-a) u fermentisanim kobasicama Pelser i sar. (2007.) su, kao u ovom istraživanju, takođe utvrdili progresivno smanjene sadržaja proaterogenih i  $\Sigma$ SFA, smanjenje sadržaja oleinske kiseline i  $\Sigma$ MUFA, dok se sadržaj ALA višestruko progresivno povećao. Odnos PUFA-SFA povećan je sa 0,33 na 0,49–0,71, dok se odnos n-6-n-3 smanjio sa 11,3 na 1,93–1,05 s povećanjem sadržaja lanenog ulja.

Međutim, i pored značajno poboljšanih funkcionalnih svojstava povećanje udela lanenog ulja u fermentisanim kobasicama je ograničeno, budući da su u prethodnom istraživanju Stajić i sar. (2017.) utvrdili smanjenje prihvatljivosti fermentisanih kobasica sa povećanjem sadržaja ulja.

### Zaključak

Povećanjem udela lanenog ulja utvrđen je pozitivan uticaj na nutritivna svojstva fermentisanih kobasica – progresivno smanjenje SFA i povećanje PUFA, naročito ALA, i progresivno poboljšanje parametara koji govore o nutritivnom kvalitetu: odnosi PUFA-SFA i n-6-n-3, uz izraženiji efekat kod kobasica kod kojih je čvrsto masno tkivo zamenjeno laneim uljem pripremljnim kao emulzija sa izolatom proteina soje. Pozitivan nutritivni efekat u preporučenim okvirima postignut je već kod varijanti sa 5% ulja.

### Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta III-46009 koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoje Republike Srbije.

### Literatura

- García-Íñiguez de Ciriano M., Berasategi I., Navarro-Blasco Í., Astiasarán I., Ansorena D. (2013). Reduction of sodium and increment of calcium and  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids in dry fermented sausages: effects on the mineral content, lipid profile and sensory quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(4), 876–881.
- Jiménez-Colmenero F. (2007). Healthier lipid formulation approaches in meat-based functional foods. *Technological options for replacement of meat fats by non-meat fats*. *Trends in Food Science and Technology*, 18(11), 567–578.
- McAfee A. J., McSorley E. M., Cuskelly G. J., Moss B. W., Wallace J. M. W., Bonham, M. P., Fearon A. M. (2010). Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. *Meat Science*. 84(1), 1–13.
- Milićević D., Vranić D., Mašić Z., Parunović N., Trbović D., Nedeljković-Trailović J., Petrović Z. (2014). The role of total fats, saturated-unsaturated fatty acids and cholesterol content in chicken meat as cardiovascular risk factors. *Lipids in Health and Disease*, 13, 42–42.
- Stajić S., Lilić S., Danijela V., Stanišić N., Živković D. (2017). Senzorni kvalitet fermentisanih kobasica sa dodatkom lanenog ulja tokom skladištenja. *Zbornik*

- radova XXII Savetovanja o biotehnologiji, 673–678. Čačak, Srbija: Agronomski fakultet Univerziteta u Kragujevcu, Čačak.
- Stajić S., Živković D., Tomović V., Nedović V., Perunović M., Kovjanić N., Lević S., Stanišić N. (2014). The utilisation of grapeseed oil in improving the quality of dry fermented sausages. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(11), 2356–2363.
- Spiric A., Trbovic D., Vranic D., Djinovic J., Petronijevic R., Matekalo-Sverak V. (2010). Statistical evaluation of fatty acid profile and cholesterol content in fish (common carp) lipids obtained by different sample preparation procedures. *Analytica Chimica Acta*, 672(1–2), 66–71.
- Pelser W. M., Linssen J. P. H., Legger A., Houben J. H. (2007). Lipid oxidation in n-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science*, 75(1), 1–11.
- Valencia I., Ansorena D., Astiasarán I. (2006). Stability of linseed oil and antioxidants containing dry fermented sausages: A study of the lipid fraction during different storage conditions. *Meat Science*, 73(2), 269–277.

## FATTY ACID PROFILE OF LIPIDS OF FERMENTED SAUSAGES WITH FLAXSEED ADDED

*Slaviša Stajić<sup>1</sup>, Slobodan Lilić<sup>2</sup>, Danijela Vranić<sup>2</sup>, Vladimir Tomović<sup>3</sup>, Dušan Živković<sup>1</sup>*

### Abstract

The study examined the fatty acid profile of fermented sausages in which one part of backfat (making up 5%, 7% and 9% of the control treatment formulation) was replaced with flaxseed oil pre-treated with alginate and soy protein isolate. Increase in the content of pre-treated flaxseed oil had a significant effect on the fatty acid profile, which progressively changed with the increase of the oil content: saturated fatty acid content, content of oleic and total monounsaturated fatty acids were significantly lower while the content of  $\alpha$ -linolenic acid increased multiple times (15–40 times) with the addition of flaxseed oil. Fermented sausages with flaxseed oil had significantly favorable PUFA/SFA and n-6/n-3 ratios.

**Key words:** fermented sausages, flaxseed oil, fatty acids

---

<sup>1</sup>University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, 11080 Belgrade, Serbia (stajic@agrif.bg.ac.rs)

<sup>2</sup>Institute of Meat Hygiene and Technology, Kačanskog 13, 11000 Belgrade, Serbia

<sup>3</sup>University of Novi Sad, Faculty of Technology, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia