

Sastav i važnije promene masti funkcionalnih fermentisanih kobasica*

Vasilev Dragan¹, Vuković Ilija¹, Saičić Snežana², Vasiljević Nađa³, Milanović-Stevanović Mirjana², Tubić Miodrag⁴

S a d r Ź a j: U radu su ispitivani sadržaj masnih kiselina, hidrolitičke i oksidacione promene masti konvencionalne fermentisane kobasice, fermentisane kobasice sa palminom masti, funkcionalne fermentisane kobasice i funkcionalne fermentisane kobasice sa palminom masti. Sadržaj pojedinih masnih kiselina srazmeran je učešću masnog tkiva i palmine masti u proizvodu. Fermentisane kobasice sa palminom masti sadrže više palmitinske kiseline, a fermentisane kobasice sa masnim tkivom sadrže više stearinske kiseline. Sadržaj oleinske kiseline veći je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti, a sadržaj linolne kiseline veći je u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja. Sadržaj transmasnih kiselina kod fermentisanih kobasica sa palminom masti je stotinu puta veći nego u fermentisanim kobasicama sa masnim tkivom svinja. Ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina veći je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti, ali je ukupan sadržaj nezasićenih masnih kiselina u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja i palminom masti gotovo isti. Masti fermentisanih kobasica sa palminom masti sadrže više mononezasićenih masnih kiselina, a masti fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja više polinezasićenih masnih kiselina. Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti oko 3,9 puta veći, a u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom oko 3,3 puta veći od sadržaja polinezasićenih masnih kiselina. U mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja manji su odnosi između sadržaja zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, a veći između sadržaja polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina. U fermentisanim kobasicama sa palminom masti, kao i kod funkcionalne fermentisane kobasice koja sadrži dijetna vlakna, slabije su izražene hidrolitičke i oksidacione promene masti. Oksidacione promene masti za vreme skladištenja manje su izražene kod vakuum-pakovanih fermentisanih kobasica. Upotreba preparata mikroinkapsulisanih omega-3 masnih kiselina ne utiče na promene masti fermentisanih kobasica.

Ključne reči: fermentisane kobasice, funkcionalna hrana, masti, sadržaj masnih kiselina, hidroliza, oksidacija.

Uvod

Fermentisane kobasice sadrže između 30 i 45% masti. Funkcionalne fermentisane kobasice sadrže, po pravilu, manje masti od konvencionalnih proizvoda (Müller, 2006; Vuković i dr., 2009), ali u njihovom sastavu mogu da se nalaze ulja bogata omega-3 masnim kiselinama, kao što su maslinovo (Muguerza i dr., 2001; Jimenez-Colmenero, 2007), suncokretovo (Carvalho i dr., 2006; Rubio i dr., 2007), sojino (Muguerza i dr., 2003, 2004; Rubio i dr., 2007), laneno, deodorisano riblje ulje (Valencia i dr., 2006/a), ulje algi (Valencia i dr., 2007) itd. Ulja, međutim, nisu dovoljno stabilna i, u fermentisanim

kobasicama, lakše oksidišu nego životinjske masti. Umesto ulja mogu da se koriste hidrogenisane biljne masti koje su stabilnije i na sobnoj temperaturi imaju čvrstu konzistenciju (Jones i Jew, 2007; Hilk, 2005), kao i preparati inkapsulisanih omega-3 masnih kiselina (Jimenez-Colmenero, 2007).

Masti fermentisanih kobasica, proizvedenih od svinjskog i govedeg mesa i masnog tkiva svinja, sadrže 22,14–25,46% palmitinske, 12,47%–14,85% stearinske, 40,91–43,83% oleinske, 12,51–15,45% linolne i 0,72–0,77% linoleinske kiseline (Ansorena i Astiasaran, 2004; Valencia i dr., 2006/b). Muguerza i dr. (2001) i Valencia i dr. (2006/b) navode da odnos između nezasićenih i zasićenih masnih kise-

***Napomena:** U radu je prikazan deo rezultata dobijenih u toku realizacije naučnoistraživačkog projekta broj TR-20073 („Razvoj proizvoda od mesa kao funkcionalne hrane“), finansiran sredstvima Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (2008–2010).

¹Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

²Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

³Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Dr Subotića 8, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

⁴Kompanija „BigBull“, Sremska 26, 22 225 Bačinci, Republika Srbija.

lina u fermentisanim kobasicama iznosi 2,08, a odnos između polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina je 0,33–0,43. U mastima fermentisanih kobasica kod kojih je 25% masnog tkiva zamenjeno emulzijama sojinog ulja, maslinovog ulja i ulja alge *Schizochytrium*, povećava se sadržaj polinezasićenih masnih kiselina, a time i odnos između polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina na 0,61–0,73 (Muguerza i dr., 2001; Muguerza i dr., 2003; Ansorena i Astiasaran, 2004; Valencia i dr., 2006/b; Valencia i dr., 2007). Valencia i dr. (2006/a) navode da fermentisane kobasice proizvedene sa 25% masnog tkiva, u 100 g sadrže 6,23 g palmitinske, 3,49 g stearinske, 11,05 g oleinske, 4,20 g linolne i, u manjoj meri, ostale masne kiseline. Funkcionalne fermentisane kobasice u kojima je 25% masnog tkiva zamenjeno emulzijom ribljeg ulja sadrže, u 100 g, 6,26 g palmitinske, 3,11 g stearinske, 10,37 g oleinske, 4,02 g linolne, 0,64 g eikosapentaenoične (EPA) i 0,46 g dokosaheksaenoične (DHA) masne kiseline.

Za vreme zrenja i skladištenja fermentisanih kobasica hidrolizu masti katalizuju lipaze masnog tkiva i mikroorganizama. Tkivne lipaze učestvuju u lipolizi u većem obimu (do 75%) nego bakterijske (Johansson i dr., 1996; Leroy i dr., 2006). Hidroliza masti se odvija bez obzira na prisustvo antioksidansa (Müller, 2006). Na stepen lipolize utiče, pored ostalog, vrsta mesa i stepen usitnjenosti nadeva. Lipoliza je intenzivnija u mesu svinja nego u mesu goveda i u nadevu finije usitnjenih kobasica. Finijim usitnjavanjem više se oštećuju ćelije mišićnog i masnog tkiva, što olakšava lipolizu (Johansson i dr., 1996). Na početku zrenja fermentisanih kobasica, kiselinski broj je u opsegu od 4,8 do 6,2 mg KOH/g masti i povećava se na kraju zrenja do vrednosti od 34,1 do 41 mg KOH/g masti (Eim i dr., 2008). Kiselinski broj fermentisanih kobasica proizvedenih sa dodatkom repičinog ulja iznosi, na kraju zrenja, 6,3 mg KOH/g (Müller, 2006), a sa dodatkom emulzije sojinog ulja, kreće se u opsegu od 10,23 do 10,86 mg KOH/g (Muguerza i dr., 2003).

Oksidacione promene fermentisanih kobasica zavise od više činilaca, kao što su kvalitet masnog tkiva, prisustvo antioksidanasa, dužina zrenja, bakterijska flora kobasice, zatim prečnik, dužina i način skladištenja kobasice i drugo. Fermentisane kobasice dobijene od smrznutog mesa i masnog tkiva, koji su duže vreme bili skladišteni, lakše podležu oksidaciji. Kobasice koje sadrže nitrite i antioksidanse, kao što su, askorbinska kiselina (Zanardi i dr., 2004), butilhidroksianizol (BHA), butilhidroksitoluen (BHT) (Ansorena i Astiasaran, 2004; Valencia i dr., 2006/a), polifenoli, flavonidi, karotinoidi dijetnih vlakana (Fernandez-Lopez i dr.,

2004), stabilnije su na oksidaciju. Takođe je poznato da je oksidacija masti izraženija u fermentisanim kobasicama manjeg prečnika (Müller, 2006). U fermentisanim kobasicama sa manjom pH vrednosti, u čijoj mikroflori ima više heterofermentativnih laktobacila koji deluju prooksidativno, oksidacija masti je izraženija nego u fermentisanim kobasicama sa višim pH, u čijoj mikroflori se nalaze mikrokoke čija katalaza razlaže vodonik-peroksid (Leroy i dr., 2006). Pakovanjem proizvoda u vakuumu usporava se oksidacija masti (Ansorena i Astiasaran, 2004). Omega-3 masne kiseline, koje u fermentisanim kobasicama lako oksidišu, štite se od oksidacije mikroinkapsulacijom (Hilk, 2005; Jimenez-Colmenero, 2007; Jones i Jew, 2007). Oksidacija neinkapsulisanih omega-3 masnih kiselina u fermentisanim kobasicama može da se umanjati primenom antioksidanasa BHA i BHT (Valencia i dr., 2006/a) ili ekstrakta ruzmarina (Müller, 2006). Stepen oksidacije masti izražava se peroksidnim brojem, koji predstavlja količinu aktivnog kiseonika na kilogram masti ili ulja i izražava se u mmol/kg ili kao meq O₂/kg (meq = miliekvivalent). Vrednost peroksidnog broja izražena u meq O₂/kg dvostruko je veća u odnosu na vrednosti izražene u mmol/kg (1 mmol/kg = 2 meq O₂/kg). Prema podacima iz literature, kod fermentisanih kobasica u kojima je 15 i 25% masnog tkiva zamenjeno emulzijom ulja alge *Schizochytrium*, peroksidni broj ne prelazi vrednost od 2 meq O₂/kg masti (Valencia i dr., 2007). Na kraju zrenja fermentisanih kobasica peroksidni broj iznosi 0 meq O₂/kg masti, kao i kod proizvoda u kojima je 15%, 20% i 25% masnog tkiva zamenjeno emulzijom sojinog ulja, što je objašnjeno antioksidativnim delovanjem vitamina E iz sojinog ulja (Muguerza i dr., 2003).

Razlaganjem slobodnih masnih kiselina i produkata oksidacije nastaju niža jedinjenja, kao što su alkani, alkeni, alkoholi, aldehidi, ketoni i furani (Leroy i dr., 2006). TBARS vrednost, kojom se izražava stepen ovih promena, počinje da raste na početku i nastavlja sa rastom za vreme zrenja (Marco i dr., 2006). Prema podacima mnogih autora, TBARS vrednost fermentisanih kobasica veoma varira i iznosi od 0,13, pa čak i do 8,0 mg MAL/kg (Ansorena i Astiasaran, 2004; Fernandez-Lopez i dr., 2004; Marco i dr., 2006; Müller, 2006; Valencia i dr., 2006/b). Ansorena i Astiasaran (2004) su utvrdili da se TBARS vrednost smanjuje za vreme skladištenja kao posledica reakcije malonaldehida sa proteinima i šećerima. TBARS vrednost fermentisanih kobasica dobijenih sa dodatkom antioksidanasa iznosi 0,22–0,50 mg MDA/kg (Ansorena i Astiasaran, 2004; Müller, 2006; Valencia i dr., 2006/b). TBARS vrednost fermentisanih kobasica dobijenih sa nitri-

tima iznosi oko 0,10 mg MDA/kg (Zanardi i dr., 2004). Zamenom dela masnog tkiva emulzijom sojinog ulja koja sadrži vitamina E dobija se niža TBARS vrednost fermentisanih kobasica je niža i iznosi 0,29 mg MAL/kg (Muguerza i dr., 2003). Zamenom dela loja emulzijom ulja lešnika koje sadrži α -tokoferol, postiže se TBARS vrednost sudžuka od 0,4 do 0,6 mg MAL/kg, a kod sudžuka proizvedenog samo sa lojem ova vrednost iznosi 0,6 mg MAL/kg (Yildiz-Turp i Serdaroglu, 2008).

U prethodnom saopštenju (Saičić i dr., 2009) dali smo kraći prikaz važnijih promena masti, a u ovom radu detaljnije su prikazani rezultati ispitivanja sadržaja masnih kiselina, hidrolitičkih i oksidacionih promena masti funkcionalnih fermentisanih kobasica, proizvedenih sa masnim tkivom svinja i palminom masti.

Materijal i metode

Izrađivane su i ispitivane četiri vrste eksperimentalnih fermentisanih kobasica, i to 1) konvencionalna fermentisana kobasica (goveđe i svinjsko meso I kategorije 75% i čvrsto masno tkivo, 25%), 2) fermentisana kobasica sa palminom masti (goveđe i svinjsko meso I kategorije, 80% i palmina mast, 20%), 3) funkcionalna fermentisana kobasica (goveđe i svinjsko meso I kategorije, 75%, čvrsto masno tkivo, 20%, inulin, 2,5%, Fibruline instant Cosucra S.A., Belgija, i dijetna vlakna graška, 2,5% – Swelite, Cosucra S.A., Belgija) i 4) funkcionalna fermentisana kobasica sa palminom masti (goveđe i svinjsko meso I kategorije, 80%, palmina mast, 15%, inulin, 2,5% – Fubruline instant, Cosucra S.A., Belgija i dijetna vlakna graška 2,5%, Swelite, Cosucra S.A., Belgija). Na 1 kg nadeva dodavano je 28,0 g nitritne soli za salamurenje, 0,625 g preparata probiotičke bakterije *Lactobacillus casei* LC 01 (Chr. Hansen, Danska), 1,5 g dekstroze, 4,0 g saharoze i 4,0 g mešavine začina. U funkcionalne fermentisane kobasice dodavan je preparat omega-3 masnih kiselina (Denomega Gat 100, GAT Food Essentials, Austrija). Masa svake proizvodne partije bila je 40 kilograma. Eksperimenti su ponavljani tri puta. Posle usitnjavanja i mešanja u kuteru, nadev je punjen u kolagene veštačke omotače prečnika 60 mm. Kobasice su prvo temperirane, a zatim podvrgnute fermentaciji u toku dva dana pri temperaturi od 26°C. Sledeća tri dana kobasice su dimljene pri temperaturi od 22°C do 24°C, a dalje zrenje se odvijalo pri 15°C do 21. dana proizvodnje. Relativna vlažnost vazduha za vreme trenja postepeno je opadala, od 91% do 85%. Kobasice su skladištene do 60 dana na dva načina: 1) neupakovane pri temperaturi od

15°C i relativnoj vlažnosti vazduha od 75–80% i 2) upakovane u vakuum-pakovanju pri temperaturi od 15°C (vakuum do 100%).

Za ispitivanje su primenjene navedene standardne metode: 1) sadržaj ukupne masti – SRPS ISO 1443 (1992); 2) sadržaj masnih kiselina – ekstrakcija lipida iz uzorka i priprema metil estara po metodi koju su opisali Garces i Mancha (1993), a potom određivanje sadržaja masnih kiselina metodom gasne hromatografije na 100 m koloni sa odnosom splita 1:30, identifikacijom sa standardom FAME MIX 37, 3) sadržaj omega-3 masnih kiselina određen je zaštićenom metodom firme „GAT Food Essentials“, Austrija. 4) kiselinski broj – ekstrakcijom lipida iz uzorka i dalje određivanje po metodi SRPS ISO 660 (2000); 5) peroksidni broj – ekstrakcijom lipida iz uzorka i dalje određivanje po metodi SRPS ISO 3960 (2001); 6) TBARS vrednost (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) – po metodi Tarladgis i dr. (1964) i Holland (1971). Rezultati ispitivanja statistički su obrađeni.

Rezultati i diskusija

Sadržaj masnih kiselina

Sadržaj masnih kiselina u masnom tkivu svinja i palminoj masti prikazan je u tabeli 1. Osnovna razlika između njih je u tome što palmina mast sarži oko 2,5 puta više palmitinske kiseline, a masno tkivo svinja dva puta više stearinske kiseline. Odnos između palmitinske i stearinske kiseline u masnom tkivu svinja je 2:1, a u palminoj masti 10:1. Masno tkivo svinja sadrži, takođe, za oko 2% više oleinske i linolne kiseline, kao i 0,13% arahidonske kiseline, koja nije dokazana u palminoj masti.

Sadržaj masnih kiselina u mastima fermentisanih kobasica, proizvedenih sa masnim tkivom svinja i palminom masti prikazan je u tabeli 2. Kao što ovi rezultati pokazuju, sadržaj pojedinih masnih kiselina srazmeran je učešću masnog tkiva i palmine masti u kobasici. To znači da fermentisane kobasice sa palminom masti sadrže više palmitinske kiseline, a fermentisane kobasice sa masnim tkivom sadrže više stearinske kiseline. Sadržaj oleinske kiseline je za oko 2% veći u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti, a sadržaj linolne kiseline za oko 2% veći u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja. Funkcionalne fermentisane kobasice, pored toga, sadrže i dve omega-3 masne kiseline, eikosapentaenoičnu i dokosaheksaenoičnu, koje su, preparatom ovih kiselina, dodate u nadev za vreme izrade, u količini 40 mg/100 grama. Sadržaj masnih kiselina u mastima konvencionalne i funkcionalne fermentisane kobasice tipičan je za fermentisane ko-

Tabela 1. Sadržaj masnih kiselina u masnom tkivu i palminoj masti (g/100g)
Table 1. Fatty acids content in fatty tissue and palm fat (g/100g)

<i>Masne kiseline/Fatty acids</i>		<i>Masno tkivo/Fatty tissue</i>	<i>Palmina mast/Palm fat</i>
Kaprilna/Caprilic	8:0	n.d.	n.d.
Kaprična /Capric	10:0	n.d.	n.d.
Laurinska/Lauric	12:0	1,66	0,15
Miristinska/Myristic	14:0	1,12	0,79
Palmitinska/Palmitic	16:0	18,16	44,92
Palmitoleinska/Palmitoleic	16:1	n.d.	0,14
Heptadekanoična/Heptadecanoic	17:0	n.d.	0,11
Stearinska /Stearic	18:0	9,19	4,44
Arahidonska/Arachidonic	20:0	0,13	n.d.
Oleinska /Oleic	18:1n9c	41,80	39,82
Linolna /Linolic	18:2n6c	11,92	9,20
Elaidinska/Elaidic	18:1n9t	–	n.d.
Linoleaidinska/Linoleaidic	18:2n6t	–	n.d.

n. d. – nije detektovano/not detected

basice sa masnim tkivom (*Ansorena i Astiasaran*, 2004; *Valencia i dr.*, 2006/a i 2006/b). Sadržaj *trans* masnih kiselina kod fermentisanih kobasica sa palminom masti je stotinu puta veći nego u fermentisanim kobasicama sa masnim tkivom svinja. Prema *Simopuloussu i dr.* (2000) dozvoljeni dnevni unos *trans* masnih kiselina za čoveka je 2,0 grama. Da bi čovek, sa funkcionalnom fermentisanom kobasicom u koju je dodato 15% palmine masti, uneo 2,0 grama *trans* masnih kiselina u organizam trebao bi dnevno da pojede oko 330 grama tog proizvoda.

masti sadrže oko 6% više zasićenih masnih kiselina nego kobasice sa masnim tkivom, međutim, nije utvrđena razlika između ukupnog sadržaja nezasićenih masnih kiselina u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja i kobasica sa palminom masti. Masti fermentisane kobasice sa palminom masti sadrže više mononezasićenih masnih kiselina, a masti fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja sadrže više polinezasićenih masnih kiselina. Masti fermentisanih kobasica sa palminom masti sadrže oko 3,9, a masti fermentisanih kobasica

Tabela 2. Sadržaj masnih kiselina u mastima fermentisanih kobasica
Table 2. Fatty acids content in fats of fermented sausages

<i>Masne kiseline (% u masti)/ Fatty acids (% in fats)</i>		<i>Konvencionalna f. kobasica/ Conventional</i>	<i>Kobasica sa palminom masti/ With palm fat</i>	<i>Funkcionalna Kobasica/ Functional</i>	<i>Funkcionalna kobasica sa palminom masti/ Functional with palm fat</i>
Kaprilna/Caprilic	8:0	0,30	0,40	0,32	0,39
Kaprična/Capric	10:0	0,10	0,03	0,12	0,04
Laurinska/Lauric	12:0	0,07	0,17	0,08	0,16
Miristinska/Myristic	14:0	0,13	1,20	0,16	1,21
Palmitinska /Palmitic	16:0	25,92	37,76	25,93	37,78
Stearinska/Stearic	18:0	12,88	6,20	12,89	6,21
Arahidonska/Arachidonic	20:0	0,33	0,30	0,36	0,27
Oleinska/Oleic	18:1n9c	38,86	40,46	38,85	40,47
Linolna/Linolic	18:2n6c	11,64	9,81	11,62	9,80
Linoleinska/Linolenic	18:3n3	0,13	0,53	0,12	0,55
EPA C20:5n3 + DHA C20:6n3		–	–	0,20	0,20
Elaidinska/Elaidic	18:1n9t (<i>trans</i>)	0,02	1,99	0,02	1,99

Ukupan sadržaj zasićenih i nezasićenih masnih kiselina i njihovi međusobni odnosi prikazani su u tabeli 3. Masti fermentisanih kobasica sa palminom

sa masnim tkivom svinja sadrže 3,3 puta više mononezasićenih u odnosu na polinezasićene masne kiseline. Na osnovu toga, u mastima fermentisanih

kobasica sa masnim tkivom svinja manji su odnosi između sadržaja zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, a veći između sadržaja polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina.

Za vreme skladištenja, hidroliza masti više je izražena kod fermentisanih kobasica sa masnim tkivom (do 20,3 mg KOH/g), nego kod fermentisanih kobasica sa palminom masti (do 10,2 mg KOH/g)

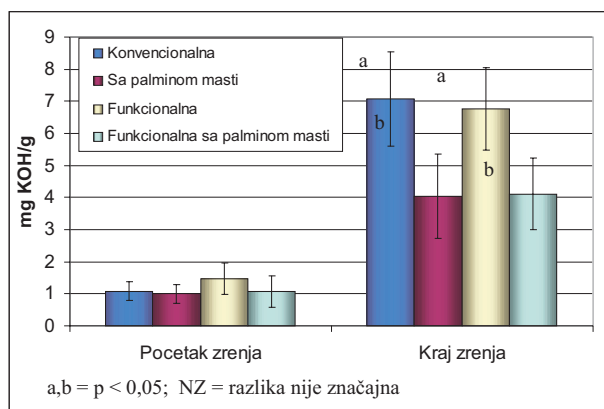
Tabela 3. Ukupan sadržaj zasićenih i nezasićenih masnih kiselina i njihovi odnosi u mastima fermentisanih kobasica

Table 3. Total content of saturated and unsaturated fatty acids and their ratio in fats of fermented sausages

Masne kiseline (% u masti)/ Fatty acids (% in fats)	Konvencionalna f. kobasica/ Conventional	Kobasica sa palminom masti/ With palm fat	Funkcionalna kobasica/ Functional	Funkcionalna kobasica sa palminom masti/ Functional with palm fat
Σ Zasićene/Saturated	39,73	46,06	39,86	46,06
Σ Nezasićene/Unsaturated	50,63	50,80	50,79	51,02
Mononezasićene/Monounsaturated	38,86	40,46	38,85	40,47
Polinezasićene/Polyunsaturated	11,77	10,34	11,94	10,55
Zasićene/nezasićene/ Saturated/Unsaturated	0,78	0,91	0,78	0,90
Polinezasićene / zasićene/ Polyunsaturated/Saturated	0,30	0,22	0,30	0,23

Hidrolitičke i oksidacione promene masti

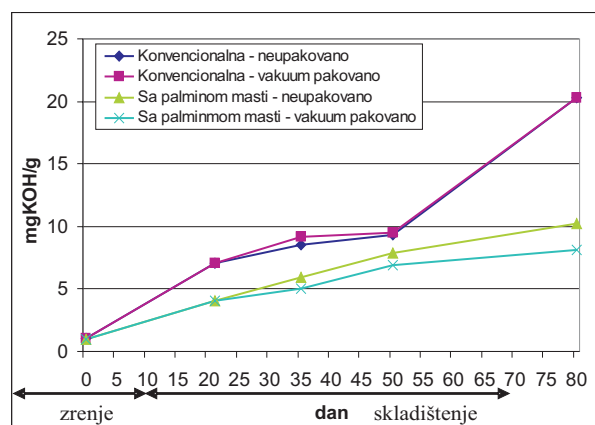
Na početku zrenja fermentisanih kobasica kiselinski broj bio je u opsegu od 1,0 do 1,5 mg KOH/g i ne postoji značajna razlika između ovih vrednosti kod fermentisanih kobasica sa masnim tkivom i palminom masti. Međutim, na kraju zrenja fermentisanih kobasica sa masnim tkivom kiselinski broj bio je 6,7, odnosno 7,1 mg KOH/g, a fermentisanih kobasica sa palminom masti 4,0, odnosno 4,1 mg KOH/g. Razlika između vrednosti kiselinskog broja fermentisanih kobasica sa masnim tkivom i kobasica sa palminom masti statistički je značajna ($p < 0,05$).



Slika 1. Kiselinski broj fermentisanih kobasica na početku i na kraju zrenja

Figure 1. Acid value of sausages at the beginning and at the end of ripening

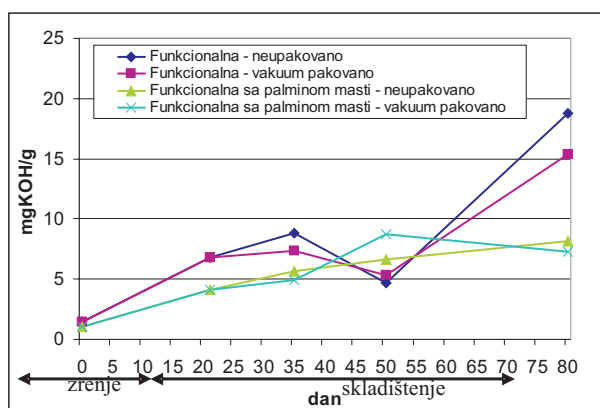
(slike 2 i 3). Način skladištenja ne utiče značajnije na hidrolizu masti, jedino je kod funkcionalne fermentisane kobasice na kraju skladištenja u vakuum-pakovanju utvrđen nešto manji kiselinski broj (15,44 mg KOH/g) u odnosu na istu kobasicu koja je skladištena na vazduhu (18,81 mg KOH/g).



Slika 2. Kiselinski broj fermentisanih kobasica u toku zrenja i skladištenja

Figure 2. Acid value of fermented sausages during ripening and storage

Vrednosti kiselinskog broja fermentisanih kobasica u skladu su sa rezultatima ispitivanja drugih autora (Muguerza i dr., 2003; Müller, 2006; Eim i dr., 2008). Manje vrednosti kiselinskog broja fermentisanih kobasica sa palminom masti posledica su, pre svega, veće stabilnosti te masti, ali i činjenice da se u tim kobasicama hidroliza masti odvija samo pod uticajem bakterijskih lipaza, dok u fermentisanim

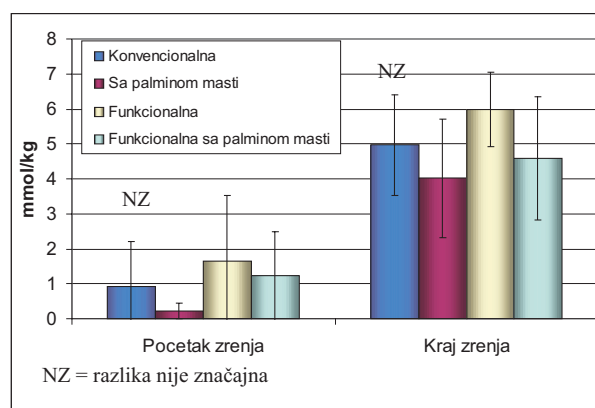


Slika 3. Kiselinski broj funkcionalnih fermentisanih kobasica u toku zrenja i skladištenja
Figure 3. Acid value of functional fermented sausages during ripening and storage

kobasicama sa masnim tkivom u hidrolizi učestvuje i lipaza masnog tkiva (Johansson i dr., 1996; Leroy i dr., 2006). Dodatak mikroinkapsulisanih omega-3 masnih kiselina ne utiče na povećanje kiselinskog broja kod funkcionalnih fermentisanih kobasica, što potvrđuju i rezultati drugih autora (Hilk, 2005; Jimenez-Colmenero, 2007; Jones i Jew, 2007). Takođe, ni način skladištenja ne utiče na kiselinski broj fermentisanih kobasica, što je posledica činjenice da hidroliza masti ne zavisi od prisustva vazduha već od aktivnosti lipolitičkih enzima (Johansson i dr., 1996; Leroy i dr., 2006; Müller, 2006).

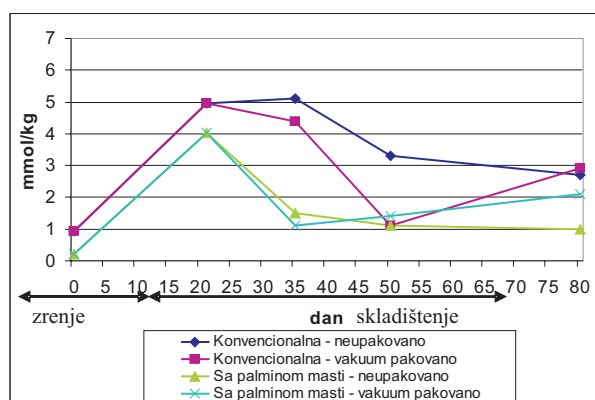
Na početku zrenja peroksidni broj fermentisanih kobasica kreće se u opsegu od 0,2 do 1,7 mmol/kg. Na kraju zrenja peroksidni broj fermentisanih kobasica sa masnim tkivom iznosi 5,0, odnosno 6,0 mmol/kg, a kobasica sa palminom masti 4,0, odnosno 4,6 mmol/kg. Kod funkcionalnih fermentisanih kobasica sa masnim tkivom i palminom masti peroksidni broj se povećava sa 1,89 na 6,16 mmol/kg. Međutim, zbog variranja rezultata, značajnost razlika između vrednosti peroksidnog broja nije statistički potvrđena (slika 4). Ovi rezultati potvrđuju navode Jimenez-Colmenero (2007) da je palmina mast stabilnija na oksidaciju nego masno tkivo svinja.

U toku skladištenja peroksidni broj se smanjuje i kod fermentisanih kobasica sa masnim tkivom i na kraju skladištenja je 2,7, odnosno 3,2 mmol/kg, a kod proizvoda skladištenih u vakuum-pakovanju 2,9, odnosno 5,5 mmol/kg. Kod fermentisanih kobasica sa palminom masti peroksidni broj se smanjuje na 1,0, odnosno 2,7 mmol/kg, a kod ovih kobasica u vakuum-pakovanju na 1,9, odnosno 2,1 mmol/kg (slike 5 i 6). Peroksidni broj funkcionalne fermentisane kobasice na kraju zrenja veći je nego kod konvencionalne (slike 5 i 6), što može da bude posledica prooksidativne aktivnosti laktobacila koji



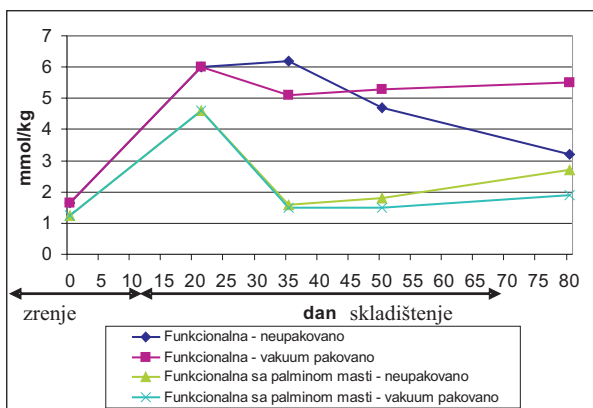
Slika 4. Peroksidni broj fermentisanih kobasica na početku i na kraju zrenja
Figure 4. Peroxide value of fermented sausages at the beginning and at the end of ripening

bolje rastu u funkcionalnoj fermentisanoj kobasici, kao i manjeg broja mikrokokka. Slične rezultate saopštili su i Leroy i dr. (2006). Mikroinkapsulisane omega-3 masne kiseline, koje su dodate funkcionalnim fermentisanim kobasicama, zaštićene su od oksidacije mikroinkapsulama (Hilk, 2005; Jones i Jew, 2007; Jimenez-Colmenero, 2007) i ne utiču na peroksidni broj fermentisanih kobasica. U fermentisanim kobasicama sa palminom masti, koja je stabilnija na oksidaciju, vrednosti peroksidnog broja za vreme zrenja i skladištenja su manje nego u kobasicama sa masnim tkivom (slike 5 i 6).



Slika 5. Peroksidni broj fermentisanih kobasica u toku zrenja i skladištenja
Figure 5. Peroxide value of fermented sausages during ripening and storage

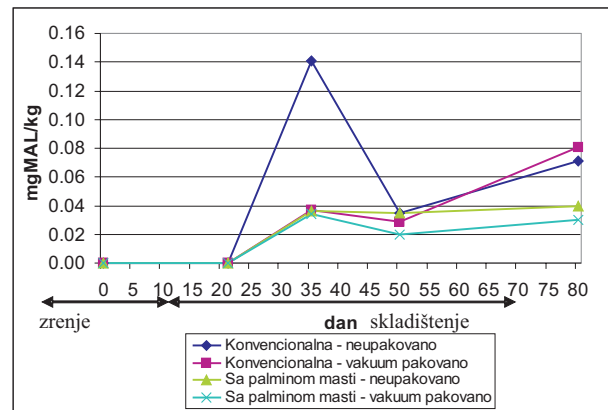
Na početku i na kraju zrenja svih fermentisanih kobasica TBARS vrednost je 0,0 mg MAL/kg (slike 7 i 8). Za vreme skladištenja TBARS vrednost se postepeno povećava do 35. dana, pri čemu je najveća vrednost utvrđena kod konvencionalne fermentisane kobasice skladištene na vazduhu (0,141 mgMAL/kg),



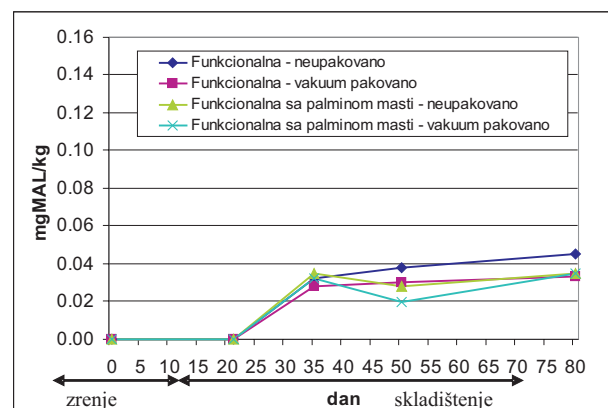
Slika 6. Peroxidni broj funkcionalnih fermentisanih kobasica u toku zrenja i skladištenja
Figure 6. Peroxide value of functional fermented sausages during ripening and storage

a znatno manje vrednosti kod ostalih proizvoda, nezavisno od sastava i načina skladištenja (0,028–0,037 mgMAL/kg). U toku daljeg skladištenja, TBARS vrednost konvencionalne fermentisane kobasice se smanjuje, verovatno kao posledica reakcije malondialdehida sa proteinima i šećerima, što su utvrdili i drugi autori (*Ansorena i Astiasaran, 2004*). TBARS vrednost se od 50. dana ponovo postepeno povećava kod svih kobasica, naročito kod konvencionalne fermentisane kobasice, bez obzira na način skladištenja, i na kraju tog perioda TBARS vrednost neupakovanih fermentisanih kobasica sa masnim tkivom iznosi 0,045, odnosno 0,071 mg MAL/kg, a kod kobasica skladištenih u vakuum-pakovanju 0,033, odnosno 0,081 mg MAL/kg. Kod fermentisanih kobasica sa palminom masti TBARS vrednost iznosi 0,035, odnosno 0,040 mg MAL/kg, a kod kobasica u vakuum-pakovanju 0,030, odnosno 0,035 mg MAL/kg. Manja TBARS vrednost funkcionalnih fermentisanih kobasica mogla bi da bude posledica antioksidativnog delovanja dijetnih vlakana, o čemu izveštavaju *Fernandez-Lopez i dr. (2004)*, a kod fermentisanih kobasica sa palminom masti većom stabilnosti te masti, kao i u njoj prisutnih prirodnih antioksidanasa (*Jimenez-Colmenero, 2007*). Antioksidativnu aktivnost u fermentisanim kobasicama dobijenih uz upotrebu različitih biljnih ulja i dijetnih vlakana utvrdili su i drugi autori (*Muguerza i dr., 2003; Fernandez-Lopez i dr., 2004; Yildiz-Turp i Serdaroglu, 2008*). Proizvodi sa dodatkom preparata mikroinkapsulisanih omega-3 masnih kiselina nisu imali veće TBARS vrednosti od proizvoda bez dodatka ovog preparata, o čemu izveštavaju i drugi autori (*Hilk, 2005; Jones i Jew, 2007; Jimenez-Colmenero, 2007*). Treba istaći da su TBARS vrednosti kod svih fermentisanih kobasica manje od praga osetljivosti za užegao ukus, koji,

prema navodima *Zanardi i dr. (2004)*, za sveže svinjsko meso iznosi 0,5 mg MDA/kg, a za kuvano meso 1,0 mg MDA/kg.



Slika 7. TBARS vrednost fermentisanih kobasica za vreme zrenja i skladištenja
Figure 7. TBA value of fermented sausages during ripening and storage



Slika 8. TBARS vrednost funkcionalnih fermentisanih kobasica za vreme zrenja i skladištenja
Figure 8. TBA value of functional fermented sausages during ripening and storage

Zaključak

Sadržaj pojedinih masnih kiselina srazmeran je učešću masnog tkiva i palmine masti u proizvodu. Fermentisane kobasice sa palminom masti sadrže više palmitinske kiseline, a fermentisane kobasice sa masnim tkivom sadrže više stearinske kiseline. Sadržaj oleinske kiseline veći je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti, a sadržaj linolne kiseline veći je u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja. Sadržaj *trans* masnih kiselina kod fermentisanih kobasica sa palminom masti je stotinu puta veći nego kod fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja.

Ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina veći je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti, ali je ukupan sadržaj nezasićenih masnih kiselina u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja i palminom gotovo isti. Masti fermentisanih kobasica sa palminom masti sadrže više mononezasićenih masnih kiselina, a masti fermentisanih kobasica sa masnim tkivom svinja više polinezasićenih masnih kiselina. Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina je u mastima fermentisanih kobasica sa palminom masti oko 3,9 puta veći, a u mastima fermentisanih kobasica sa masnim tkivom oko 3,3 puta veći nego sadržaj polinezasićenih masnih kiselina. U mastima fermentisanih koba-

sica sa masnim tkivom svinja manji su odnosi između sadržaja zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, a veći između sadržaja polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina.

U fermentisanim kobasicama sa palminom masti, kao i kod funkcionalne fermentisane kobasice koja sadrži dijetna vlakna, slabije su izražene hidrolitičke i oksidacione promene masti. Oksidacione promene masti za vreme skladištenja manje su izražene kod vakuum-pakovanih fermentisanih kobasica. Upotreba preparata mikroinkapsuliranih omega-3 masnih kiselina ne utiče na promene masti fermentisanih kobasica.

Literatura

- Ansorena D., Astiasaran I., 2004.** Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. *Meat Science*, 67, 237–244.
- Carvalho I. S., Miranda I., Pereira H., 2006.** Evaluation of oil composition of some crops suitable for human nutrition. *Industrial Crops and Products*, 24, 75–78.
- Eim V. S., Simal S., Rossello C., Femenia A., 2008.** Effects of addition of carrot fibre on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). *Meat Science*, 80, 173–182.
- Fernandez-Lopez J., Fernandez-Gines J. M., Aleson-Carbonell L., Sendra E., Sayas-Barbera E., Perez-Alvarez J. A., 2004.** Application of functional citrus by-products to meat products, *Trends in Food Science and Technology*, 15, 176–185.
- Garces R., Mancha M., 1993.** One step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Analytical Biochemistry*, 21, 1, 139–143.
- Hilk M., 2005.** Fischöl sucht Fleischwurst, omega-3-Fettsäuren machen aus Fleischwaren funktionelle Lebensmittel. *Fleischwirtschaft*, 85, 62–64.
- Holland C. D., 1971.** Determination of Malonaldehyde as an Index of Rancidity in Nut Meats Journal of the AOAC. 54 (5), 1024–1026.
- Jimenez-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, 567–578.
- Johansson G., Molly K., Green I., Demeyer D., 1996.** Lipolysis and Proteolysis in Meat Fermentation, European AIR Project, Optimisation of Endogenous and Bacterial Metabolism for the Improvement of Safety and Quality of fermented Meat products. Proceedings of a Workshop at the 42nd International Congress of Meat Science and Technology, Lillehammer, September 1, 6–17.
- Jones P., Jew S., 2007.** Functional food development: concept to reality. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 387–390.
- Leroy F., Verluyten J., De Vuyst L., 2006.** Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106, 270–285.
- Marco A., Navarro J. L., Flores M., 2006.** The influence of nitrite and nitrate on microbial, chemical and sensory parameters of slow dry fermented sausage. *Meat Science*, 73, 660–673.
- Muguerza E., Gimeno O., Ansorena D., Bloukas J. G., Astiasaran I., 2001.** Effect of replacing pork backfat with pre-emulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona – a traditional Spanish fermented sausage. *Meat Science*, 59, 251–258.
- Muguerza E., Ansorena D., Astiasaran I., 2003.** Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. *Meat Science*, 65, 1361–1367.
- Muguerza E., Gimeno O., Ansorena D., Astiasaran I., 2004.** New formulations for healthier dry fermented sausages. *Trends in Food Science and Technology* 15, 452–457.
- Müller W. D., 2006.** Funktionelle Fleischerzeugnisse – Rohwürste, *Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach*, 45, 173, 185–191.
- Rubio B., Martinez B., Sanchez M. J., Garcia-Cachan M. D., Rovira J., Jaime I., 2007.** Study of the shelf life of dry fermented sausage „salchichon“ made from raw material enriched in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids and stored under modified atmospheres. *Meat Science*, 76, 128–137.
- Saičić S., Vuković I., Vasilev D., Vasiljević N., Tubić M., 2009.** Influence of pork backfat substitution with palm oil on lipid hydrolysis and oxidation in fermented sausage. 42th IUPAC Congress, Glasgow; <http://www.iupac2009.org>.
- Simopulous A. P., Leaf A., Salem N., 2000.** Workshop Statement on the Essentiality of and Recommended Dietary Intakes for Omega-6 and Omega-3 Fatty Acids, Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 63 (3), 119–121.
- Tarladgis B. G., Pearson A. M., Dugan L. R., 1964.** Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. II Formation of the TBA malonaldehyde complex without acid-heat treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 15, 602.
- Valencia I., Ansorena D., Astiasaran I., 2006/a.** Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n-3 PUFAs. *Meat Science*, 72, 727–733.
- Valencia I., Ansorena D., Astiasaran I., 2006/b.** Stability of linsseed oil and antioxidants containing dry fermented sausages: A study of the lipid fraction during different storage conditions. *Meat Science* 73, 269–277.
- Valencia I., Ansorena D., Astiasaran I., 2007.** Development of dry fermented sausages rich in docosahexaenoic acid with oil from the microalga *Schizochytrium sp.*: Influence on nutritional properties, sensorial quality and oxidation stability. *Food Chemistry*, 104, 3, 1087–1096.

- Vuković I., Vasilev D., Vasiljević N., 2007. Fermented sausage as functional food. I International Congress Food Technology, Quality and Safety, XI Symposium NODA, Proceedings, Novi Sad, November 13–15, 2007, 130–134.
- Vuković I., Saičić S., Vasilev D., Tubić M., Vasiljević N., Milanović-Stevanović M., 2009. Neki parametri kvaliteta i nutritivna vrednost funkcionalnih fermentisanih kobasica. Tehnologija mesa, 50, 68–74.
- Yildiz-Turp G., Serdaroglu M., 2008. Effect of replacing beef fat with hazelnut oil on quality characteristics of sucuk – A Turkish fermented sausage. Meat Science, 78, 447–545.
- Zanardi E., Ghidini S., Battaglia A., Chizzolini R., 2004. Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants, Meat Science, 66, 415–423.

The composition and significant changes in fats of functional fermented

Vasilev Dragan, Vuković Ilija, Saičić Snežana, Vasiljević Nađa, Milanović-Stevanović Mirjana, Tubić Miodrag

S u m m a r y: The paper presents investigations of fatty acids content, hydrolytic and oxidative changes in fats of conventional fermented sausage, fermented sausage with palm fat, functional fermented sausage and functional fermented sausage with palm fat. Content of some fatty acids is proportional to the share of fatty tissue and palm fat in the product. Fermented sausages with palm fat have higher content of palmitic acid, while sausages with fatty tissue show higher content of stearic acid. Oleic acid content is higher in fats of sausages with palm fat; content of linolic acid is higher in fats of fermented sausages with pork fatty tissue. Content of trans-fatty acids in fermented sausages with palm fat is one hundred times higher compared to sausages containing pork fatty tissue. Total content of saturated fatty acids is higher in fats of fermented sausages with palm fat. However, total content of unsaturated fatty acids is almost equal in sausages with palm fat and sausages with pork fatty tissue. Fats of fermented sausages with palm fat contain more monounsaturated fatty acids, while fats of fermented sausages with pork fatty tissue contain more polyunsaturated fatty acids. Content of monounsaturated fatty acids is about 3.9 times higher in fermented sausages with palm fat and about 3.3 times higher in fermented sausages with pork fatty tissue, then the content of polyunsaturated fatty acids. The ratio of saturated and unsaturated fatty acids is lower in fats of sausages with pork fatty tissue while the ratio of polyunsaturated and saturated fatty acids is higher in the same type of sausages. Hydrolytic and oxidative changes of fats are less pronounced in fermented sausages with palm fat and in functional fermented sausages containing dietary fibers. Oxidative changes in fats during storage are less pronounced in vacuum-packed fermented sausages. Usage of preparations of microencapsulated omega-3 fatty acids does not influence changes in fats of fermented sausages.

Key words: fermented sausages, functional food, fats, fatty acids content, hydrolysis, oxidation.

Rad primljen: 7.06. 2010.
Rad prihvaćen: 11.06.2010.