

Funkcionalni proizvodi od mesa – savremeni pristup unapređenju nutritivne vrednosti i kvaliteta proizvoda od mesa

Dragan Vasilev¹,
Ilija Vuković¹,
Snežana Saičić²,
Nađa Vasiljević³

¹ Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, Bulevar oslobođenja 18, Beograd

² Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, Beograd

³ Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Dr Subotića 8, Beograd

Rad primljen: 20.09.2012.godine

Kontakt:

Doc. dr Dragan Vasilev
Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica
animalnog porekla
Fakultet veterinarske medicine
Bulvar oslobođenja 18, Beograd
vasilevd@vet.bg.ac.rs

Kratak sadržaj: U ovom tekstu prikazane su važnije osobine i nutritivna vrednost funkcionalnih proizvoda od mesa, i to fermentisanih, barenih i jetrenih kobasica, sa osvrtom na pojam funkcionalne hrane, nutritivne i funkcionalne osobine mesa i karakteristike najvažnijih funkcionalnih dodataka. Funkcionalna hrana, pored osnovnih nutrijenata, sadrži i sastojke za koje je dokazano da pozitivno utiču na zdravlje ljudi, kao što su probiotici, prebiotici, sinbiotici, antioksidansi, strukturni lipidi, omega-3 polinezasićene masne kiseline, bioaktivni peptidi, mikroelementi i vitamini. Takođe su prikazani i rezultati ispitivanja osnovnog hemijskog sastava, masnokiselinskog sastava i senzornih osobina funkcionalnih fermentisanih, barenih i jetrenih kobasica. Eksperimentalne kobasice su ispitane standardnim fizičko-hemijskim, hemijskim, mikrobiološkim i senzornim metodama. Za razliku od konvencionalnih proizvoda od mesa, funkcionalni proizvodi sadrže više proteina mesa, manje proteina vezivnog tkiva i manje masti, a time imaju i bolji kvalitet, veću biološku, a manju energetska vrednost. U zavisnosti od količine masnog tkiva koja je zamenjena prebioticima, energetska vrednost kod funkcionalnih fermentisanih kobasica je do 17,5 % manja nego kod konvencionalne fermentisane kobasice, a kod funkcionalnih barenih kobasica za 12 % manja od konvencionalne barene kobasice. Funkcionalne fermentisane kobasice sadrže *Lactobacillus casei* LC 01 u broju većem od 108 cfu/g pa se ovi proizvodi mogu okarakterisati kao probiotski. Kod funkcionalnih barenih kobasica masnokiselinski sastav je znatno poboljšan za menom dela masnog tkiva lanenim i repičinim uljem, pri čemu odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina iznosi 0,49 - 0,53, a odnos n-6 i n-3 masnih kiselina 1,75 - 2,50. Funkcionalne fermentisane, barene i jetrene kobasice obogaćene su inulinom i dijetnim vlaknima graška, tako da sadrže prebiotike u količini od 2,7 do 5,7 g/100g. Ukupan senzorni kvalitet funkcionalnih proizvoda je visoko ocenjen (4,63 - 5,00). Međutim, kod barenih kobasica dodatak biljnih ulja (6 %) uticao je nepovoljno na boju, miris i ukus, tako da je ukupni senzorni kvalitet lošije ocenjen (4,36) nego kod konvencionalne (4,88). Kod fermentisanih kobasica dodatak 8 % suspenzije inulina uticao je na miris i ukus, tako da je ukupni senzorni kvalitet lošije ocenjen (4,58) nego kod konvencionalne (4,63). Bezbednost funkcionalnih proizvoda od mesa zasniva se na sprovođenju svih mera dobre higijenske i proizvođačke prakse i kontroli proizvodnje u skladu sa načelima HACCP.

Ključne reči: funkcionalna hrana, proizvodi od mesa, kvalitet, nutritivna vrednost.

UVOD

Funkcionalna hrana je ona hrana koja, pored osnovnih hranljivih materija (proteini, masti i ugljeni hidrati) sadrži i sastojke za koje je dokazano da pozitivno utiču na zdravlje ljudi. Funkcionalna hrana, takođe, sadrži manje potencijalno štetnih sastojaka, kao što su masti bogate zasićenim masnim kiselinama, kuhinjska so i drugi sastojci [12]. Funkcionalna hrana se proizvodi od prirodnih sastojaka i predstavlja sastavni deo svakodnevne ishrane. Funkcionalni dodaci hrani su probiotici, prebiotici, sinbiotici, antioksidansi, strukturni lipidi, polinezasićene masne kiseline, bioaktivni peptidi, dijetna vlakna, mineralne materije, mikroelementi

i vitamini [17]. Proizvodnja funkcionalne hrane je trenutno najrazvijenija u mlinskopekarskoj i mle-karskoj industriji, a poslednjih godina u industriji mesa se radi na razvoju funkcionalnih proizvoda od mesa.

Hranljiva vrednost i funkcionalne osobine mesa

Na osnovu sadržaja proteina, vitamina, mikroelemenata i drugih sastojaka meso poseduje visoku nutritivnu vrednost. Krto meso sadrži od 20 do 24 % proteina, u kojima gotovo polovinu čine esencijalne aminokiseline [19]. Proteini mesa sadrže sve esencijalne aminokiseline, kao i ami-

nokiselinu taurin koja učestvuje u razvoju nervnog sistema i retine, osmotskoj regulaciji, regulisanju kalcemije i u funkcionisanju imunog odgovora. Taurin je najzastupljenija slobodna aminokiselina u srčanom mišiću, gde deluje antiaritmično i pozitivno inotropno, i na taj način poboljšava pravilnost i jačinu kontrakcija [24]. Intramuskularne masti mesa sadrže i polinezasićene masne kiseline, a u mastima preživara nalazi se i konjugovana linolna kiselina (CLA). Konjugovana linolna kiselina u organizmu čoveka deluje antikarcinogeno, antioksidativno i imunostimulativno, ostvaruje dodatnu ulogu u kontrolisanju gojaznosti i smanjuje rizik od dijabetesa [24]. Meso je jedan od najvažnijih izvora vitamina B-kompleksa. Konzumiranjem 100 g svinjskog mesa obezbeđuje se 200 % dnevnih potreba za vitaminom B12, 64 % dnevnih potreba za vitaminom B1 i 28 % potreba za nijacinom. Sa 100 g goveđeg mesa obezbeđuje se 500 % dnevnih potreba za vitaminom B12 i 42 % za nijacinom [8]. Iskorišljivost folne kiseline koja potiče iz mesa, znatno je bolja nego iz namirnica biljnog porekla [2]. Crveno meso je važan izvor gvožđa koje se nalazi u hemijskom obliku, što doprinosi boljoj iskorišćenosti gvožđa poreklom iz mesa (15-25 %) nego iz namirnica biljnog porekla (1-7 %). Meso je značajan izvor cinka, koji se iz mesa resorbuje oko 40 %, dok se cink iz biljaka resorbuje manje od 10 %. Oko 25 % dnevnih potreba za selenom, koji je jedan od najvažnijih antioksidanasa, može se obezbediti iz mesa [2]. Meso sadrži i mnoge druge sastojke, koji su od značaja za funkcionisanje organizma, kao što su L-karnitin, koenzim Q₁₀, karnozin, anserin, taurin, kreatin, glutation, α -liponska kiselina, konjugovana linolna kiselina i bioaktivni peptidi. L-karnitin učestvuje u metabolizmu masti, pomaže snižavanje holesterola u krvi, pomaže izgradnju mišićne mase i ima ulogu u prevenciji miopatija. Toplotna obrada i zamrzavanje (do 6 meseci) ne smanjuju sadržaj L-karnitina u mesu. Konezim Q₁₀ (ubihinon) sprečava stvaranje slobodnih radikala i ostvaruje značajnu antioksidativnu ulogu u organizmu. Pored toga, učestvuje u metabolizmu fosfolipida, značajan je za srčanu aktivnost, snižava povišen krvni pritisak i pomaže kod neurodegenerativnih oboljenja. Karnozin i anserin su najzastupljeniji antioksidansi u mesu. Oni ujedno sprečavaju nastajanje AGE-a (Advanced Glycoylation End – products) koji se smatra markerom za oboljenja koja se dovode u vezu sa starenjem. Kreatin ima značajnu ulogu kao rezervoar energije, jer se iz kreatin-fosfata obnavlja adenozin-trifosfat (ATP), koji je neposredni izvor energije za mišićnu kontrakciju. Kao izvor kreatina značajno je prerigorano meso, dok je u mesu u kome je nastupio postmortalni rigor sadržaj kreatina veoma mali. Glutation predstavlja značajan intracelularni antioksidans, a takođe igra ulogu i u detoksikaciji ćelije. Alfa liponska kiselina je značajna kao antioksidans i „lovac“ na slobodne radikale. Bioaktivni peptidi su jedinjenja koja se dobijaju enzimskim razlaganjem proteina do nižih peptida i aminokiselina. Nalaze se u zrelom mesu i fermentisanim proizvodima od mesa. U organizmu čoveka snižavaju krvni pritisak, deluju antioksidativno, antitrombotično, antimikrobno i imunostimulativno [24].

Funkcionalni dodaci

Funkcionalni dodaci predstavljaju prirodne sastojke biljnog i životinjskog porekla, koji pozitivno utiču na zdravlje ljudi i čine hranu funkcionalnom [12]. Najznačajniji funkcionalni dodaci su probiotici, prebiotici, omega-3 polinezasićene masne kiseline, proteinski dodaci, biljna ulja i masti, biljni steroli i antioksidansi.

Probiotici

Probiotici su mikroorganizmi koji, uneti u organizam putem hrane, deluju pozitivno na zdravlje čoveka. Da bi neki mikroorganizam mogao da bude označen kao probiotik, mora da bude pripadnik crevne flore zdravog čoveka, da poseduje sposobnost da preživi pasažu kroz želudac i creva i da poseduje sposobnost adherencije na ćelije crevnog epitela [10]. Da bi probiotska bakterija mogla da se primenjuje u proizvodima od mesa mora da ima sposobnost da se razmnožava u proizvodu i da ne utiče nepovoljno na njegov kvalitet. Proizvodi od mesa mogu biti označeni kao probiotski ukoliko sadrže probiotske bakterije u broju većem od 10⁶ log cfu/g [17]. Najpoznatiji probiotski sojevi bakterija pripadaju rodovima *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*. Probiotske bakterije deluju pozitivno na zdravlje čoveka na nekoliko načina: sprečavaju infekcije crevnim bakterijama, ostvaruju antikarcinogeni efekat, redukuju sadržaj holesterola u krvi, stimulišu stvaranje antitela, kako lokalno tako i sistemski, a pošto poseduju sposobnost da stvaraju enzim β -galaktozidazu koji razlaže laktozu, probiotici pomažu njeno varenje i na taj način deluju pozitivno kod intolerancije na laktozu [9].

Prebiotici

Prebiotici su nesvarljive supstance koje povoljno deluju na zdravlje. Pored toga što nisu svarljivi, prebiotici imaju nisku energetsku vrednost, stimulišu rast korisnih (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus*), a inhibišu rast nepoželjnih bakterija (*Clostridium*), i povećavaju volumen stolice. Na taj način preveniraju crevne infekcije, deluju imunostimulativno, redukuju nivo holesterola u krvi, pomažu resorpciju hranljivih materija i učestvuju u prevenciji kolorektalnog karcinoma [9]. Najznačajnije prebiotske supstance koje se koriste u namirnicama su oligosaharidi i dijetna vlakna.

Od oligosaharida široko se primenjuju inulin i oligofruktoza. Dobijaju se ekstrakcijom iz korena biljke *Cichorium intybus* ili enzimskom konverzijom saharoze. Sastavljeni su od β -D-fruktofuranosa koje su povezane β -(2-1) vezama, koje su otporne na digestivne enzime iz sluzokože creva, što ih čini nesvarljivim [20]. Laktobacili i bifidobakterije poseduju enzim 2,1- β -D-fruktan-fruktanhidrolazu koja razlaže inulin do mlečne kiseline i drugih jedinjenja, koja sprečavaju rast štetnih bakterija. Inulin i oligofruktoza poboljšavaju sastav crevne flore, stimulišu resorpciju kalcijuma iz hrane i sprečavaju konstipaciju [3]. Inulin poseduje i odgovarajuće tehnološke osobine koje ga čine pogodnim kao zamena za masti. U vodenim sistemima formira gel koji ima strukturu sličnu mastima, ima neutralan miris i ukus, a pošto nije svarljiv ima malu energetsku vrednost [11]. Dnevni unos od nekoliko gra-

ma inulina (4 ili više) deluje pozitivno na zdravlje čoveka. Međutim, pošto razlaganje inulina u crevima čoveka zavisi isključivo od crevne mikroflore, ne preporučuje se unos veći od 4 g po obroku, odnosno 8 g dnevno, jer u suprotnom može doći do nadimanja i dijareje [17].

Dijetna vlakna predstavljaju ostatak jestivih delova biljaka (strukturni polisaharidi i lignin), koji nisu svarljivi u želucu i tankom crevu čoveka. Uneta hranom dijetna vlakna snižavaju nivo holesterola u krvi, smanjuju rizik od gojaznosti i kardiovaskularnih oboljenja, pomažu normalizaciju nivoa glukoze i insulina u krvi, imaju laksativni efekat, preveniraju nastanak divertikuloza i divertikulitisa i smanjuju rizik od karcinoma debelog creva [7]. Dijetna vlakna (vlakna ovsa, šećerne repe, soje, graška, jabuke) kao i biljni proteini i njihovi derivati (proteini soje i suncokreta, derivati pšenice i kukuruza, brašno semena pamuka i ovsa) pored pozitivnog dejstva na zdravlje ljudi, poseduju i povoljne tehnološke karakteristike kao zamene za masti u proizvodima od mesa [25]. Dijetna vlakna citrusa sadrže antioksidativne materije, kao što su polifenoli, flavonidi i askorbinska kiselina [6]. Preporučeni dnevni unos dijetnih vlakana za žene je 25 g, a za muškarce 38 g [5].

Omega-3 polinezasićene masne kiseline

Omega-3 masne kiseline su polinezasićene masne kiseline, a naziv su dobile na osnovu položaja prve dvostruke veze koja se nalazi na trećem ugljenikovom atomu. Poznatije su eikosapentaenska kiselina (EPA), dokosaheksaenska (DHA) i α -linoleinska kiselina (ALA). EPA i DHA su poreklom iz ribljeg ulja, a ALA iz biljnih ulja. Postoje i omega-6 masne kiseline, čija je prva dvostruka veza na šestom ugljenikovom atomu, a najvažniji predstavnici su arahidonska (potiče iz animalnih tkiva) i linolna (nalazi se u biljnim uljima, semenkama i jezgrima) [4]. Masne kiseline deluju na biohemijske procese u organizmu u zavisnosti od dužine lanaca, broja i mesta dvostrukih veza, tako da se značajno razlikuje metabolizam omega-3 i omega-6 masnih kiselina. Iz omega-3 masnih kiselina stvaraju se eikosanoidi 3 i 5 koji imaju antiinflamatorni i antitrombotični efekat. Nasuprot njima, iz omega-6 masnih kiselina se stvaraju eikosanoidi 2 i 4 koji imaju proinflamatorni i protrombotični efekat. Iz tog razloga veoma je važan odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina, koji ne bi trebalo da bude veći od 4 [12]. Omega-3 masne kiseline pozitivno utiču na kardiovaskularni sistem, imaju povoljan efekat kod imunoloških oboljenja i značajnu ulogu u funkcionisanju mozga. Ulja bogata polinezasićenim masnim kiselinama mogu da se dodaju u proizvode od mesa u obliku emulzija (najčešće sa izolatom sojinih proteina) i biljnih masti dobijenih iz ovih ulja, dok savremeniji oblik u kome se omega-3 masne kiseline dodaju u namirnice jesu preparati pripremljeni mikroinkapsulacijom ovih kiselina. Pošto polinezasićene masne kiseline lako podležu oksidaciji, primena mikroinkapsulisanih omega-3 masnih kiselina ima veći značaj [28]. Preporučeni dnevni unos omega-3 masnih kiselina je najmanje 0,6 g [5].

Proteinski dodaci

U proizvodnji funkcionalne hrane mogu da se koriste proteinski dodaci biljnog i životinjskog porekla. Proteini biljnog porekla se danas široko koriste u izradi proizvoda od mesa, pre svega jer su jeftiniji od mesa, ali poseduju i značajnu nutritivnu vrednost. Proteini soje, suncokreta, pšenice i kukuruza, brašno pamučnog semena i ovsa, sadrže supstance koje pozitivno deluju na zdravlje, a ujedno mogu da se koriste kao zamena za masti. Proteini soje preveniraju pojavu kardiovaskularnih bolesti, karcinoma, osteoporoze i simptoma menopauze. Proteini suncokreta su bogati L-argininom koji je važan u prevenciji hiperholesterolemije i agregacije trombocita [12]. Od proteina životinjskog porekla značajni su protein mleka natrijum-kazeinat i proteini surutke, među kojima su α -laktalbumin, β -laktoglobulin, laktoferin, laktoperoksidaza, imunoglobulini i različiti faktori rasta, koji su poznati po antikarcinogenom dejstvu i pozitivnom uticaju na digestivne enzime. Proteini surutke su bogati aminokiselinama metioninom i cisteinom koje sadrže sumpor, a koje imaju značaj u prevenciji karcinoma [15].

Biljna ulja i masti

Biljna ulja su bogata polinezasićenim masnim kiselinama, koje se zbog pozitivnog uticaja na zdravlje primenjuju u proizvodnji funkcionalne hrane. Biljna ulja se dodaju u proizvode od mesa u obliku emulzija sa biljnim proteinima ili proteinima surutke. Biljne masti u poređenju sa uljima, imaju čvrstu konzistenciju i manje su podložne oksidaciji. Međutim, veoma je važno kojim je tehnološkim postupkom dobijena biljna mast. Najnepovoljniji postupak je hidrogenizacija, kada dolazi do stvaranja *trans* masnih kiselina, koje nepovoljno utiču na zdravlje ljudi, tako što povećavaju nivo LDL holesterola u krvi, povećavaju rizik od srčanih oboljenja i od pojave karcinoma. Savremeniji postupci dobijanja biljnih masti, kao što je interesterifikacija, sprečavaju stvaranje *trans* masnih kiselina. Masti kokosovog i palminog ulja, koje se najčešće koriste, bogate su zasićenim masnim kiselinama, što doprinosi čvršćoj konzistenciji i većoj stabilnosti na oksidaciju, ali su u poređenju sa masnim tkivom manje povoljne, zbog povećanog sadržaja palmitinske kiseline [1].

Biljni steroli

Biljni steroli, koji se još nazivaju fitosteroli, predstavljaju prirodne sastojke biljaka koji su koncentrisani u biljnim uljima. Struktura fitosterola je slična strukturi holesterola, s tim da ima jedan dodatni bočni lanac (etil ili metil grupa). Najvažniji su sitosterol, kampesterol i stigmasterol. Na organizam konzumenta deluju povoljno tako što sprečavaju resorpciju holesterola u digestivnom traktu i snižavaju njegov sadržaj u krvi. Fitosteroli se namirnicama dodaju u obliku estara, u kome efikasnije ostvaruju efekat. Najbolji izvor fitosterola je kukuruzno ulje (952 mg/100g), nešto manje ga sadrži ulje suncokreta (725 mg/100g), soje (221 mg/100g) i masline (176 mg/100g) [22].

Antioksidansi

Antioksidansi štite organizam od nepovoljnog uticaja slobodnih radikala koji su proizvodi oksidacije. Pored nekih vitamina (vitamini C i E) i minerala (selen), u antioksidanse spadaju i određene materije biljnog porekla, kao što je likopen, crveni pigment paradajza, koji može da se koristi kao dodatak barenim i kuvanim kobasicama. Da bi se postigao pozitivan efekat u organizmu čoveka, potrebno je da se unese 10 - 20 mg likopena dnevno. Kao značajan izvor antioksidanasa mogu da posluže i slatkovodne alge *Chlorella* i *Spirulina*, koje su značajan izvor hlorofila [17]. Važno je napomenuti da i dijetna vlakna koja se, pre svega, koriste kao prebiotici, deluju antioksidativno. Ova vlakna sadrže nerastvorljive antioksidanse kao što su fenolne grupe, koje se oslobađaju pod dejstvom enzima mikroorganizama u digestivnom traktu, a efekat ispoljavaju uklanjanjem slobodnih radikala [26].

Od navedenih funkcionalnih dodataka, u izradi funkcionalnih proizvoda od mesa najveći značaj imaju probiotici, prebiotici i polinezasićene masne kiseline. Polazeći od toga, cilj ovog rada je bio da se ispituju i predstave važnije karakteristike fermentisanih kobasica proizvedenih sa probiotskom bakterijom *Lactobacillus casei* LC 01, u kojima je deo masnog tkiva zamenjen prebioticima inulinom i dijetnim vlaknima graška, zatim barenim kobasicama u kojima je deo masnog tkiva zamenjen prebiotikom inulinom i biljnim uljima bogatim polinezasićenim masnim kiselinama, kao i jeternim kobasicama kod kojih je deo masnog tkiva zamenjen prebioticima inulinom i dijetnim vlaknima graška.

MATERIJAL I METODE ISPITIVANJA

U realizaciji postavljenih ciljeva, proizvedene su sledeće funkcionalne fermentisane, barene i jetrene kobasice:

Funkcionalne fermentisane kobasice: a) konvencionalna fermentisana kobasica, b) funkcionalna fermentisana kobasica sa 2 % inulina u prahu, c) funkcionalna fermentisana kobasica sa 4 % suspenzije inulina i d) funkcionalna fermentisana kobasica sa 8 % suspenzije inulina. Funkcionalne fermentisane koabsice (b, c, d) su sadržale i 1 % dijetnih vlakana graška. Kao starter kultura kod svih eksperimentalnih fermentisanih kobasica korišćen je preparat probiotičke bakterije *Lactobacillus casei* LC 01 (Chr. Hansen, Danska). Kobasice su proizvedene na način koji su opisali Vasilev i sar. [30].

Funkcionalne barene kobasice: a) konvencionalna barena kobasica b) funkcionalna barena kobasica sa 8 % suspenzije inulina, c) funkcionalna barena kobasica sa 6 % lanenog/repčinog ulja i d) funkcionalna barena kobasica sa 8 % suspenzije inulina i 6 % lanenog/repčinog ulja. Eksperimentalne barene kobasice proizvedene su na način kako to opisuje Vasilev i sar. [30].

Funkcionalne jetrene kobasice: a) konvencionalna jetrena kobasica i b) funkcionalna jetrena kobasica sa 4 % suspenzije inulina i 1 % dijetnih vlakana graška. Eksperimentalne jetrene kobasice proizvedene su na način koji su opisali Vasilev i sar. [30].

Eksperimentalne kobasice su ispitivane primenom standardnih fizičko-hemijskih, hemijskih, bakterioloških i senzornih metoda. Vrednost pH ispitivana je pomoću digitalnog pehametra WTW, model 521, sa kombinovanom elektrodom (WTW 340i, Weilheim). Aktivnost vode (a_w) je ispitivana a_w -metrom (a_w -Wert-Messer) marke Lufft (Durotherm, Stuttgart). Za hemijsko ispitivanje eksperimentalnih kobasica primenjene su sledeće standardne metode: 1) sadržaj proteina - po metodi SRPS ISO 937 (1992); 2) relativan sadržaj kolagena u proteinima mesa izračunat je deljenjem sadržaja kolagena i sadržaja proteina mesa. Sadržaj kolagena dobijen je množenjem sadržaja hidropsiprolina (%) faktorom 8 (sadržaj hidropsiprolina određen po metodi SRPS ISO 3496, 2002); 3) sadržaj ukupne masti - po metodi SRPS ISO 1443 (1992); 4) sadržaj vlage - po metodi SRPS ISO 1442 (1998); 5) sadržaj pepela - po metodi SRPS ISO 936 (1999). Ukupni lipidi, za određivanje sadržaja masnih kiselina, ekstrahovani su metodom ubrzane ekstrakcije rastvaračima (ASE 200, Dionex, Nemačka). Metilestri masnih kiselina su pripremljeni transesterifikacijom sa trimetilsulfonijum - hidroksidom, prema metodi SRPS EN ISO 5509:2007. Metilestri su određeni kapilarnom gasnom hromatografijom sa plameno-jonizujućim detektorom na aparatu Shimadzu 2010 (Kyoto, Japan) i identifikovani na osnovu relativnih retencionih vremena, poređenjem sa relativnim retencionim vremenima pojedinačnih metilestara u standardu Supelco 37 Component FAME Mix.

Broj probiotičkog soja bakterije *Lb. casei* LC 01 u fermentisanim kobasicama ispitivan je na MRS agaru (Merck) sa dodatkom moksalaktama (Sigma M-8158) u količini od 112 mg/L, pri 37°C/72 časa u anaerobnoj sredini [13]. Potvrda vrste *Lb. casei* izvršena je ispitivanjem biohemijskih karakteristika izraslih kolonija pomoću sistema API 50 CH (bio-Mérieux).

Ukupan senzorni kvalitet ispitivan je primenom metode petobalnog bod sistema, tako što su senzorne osobine eksperimentalnih kobasica ocenjivane bodovima od 5 (izuzetan) do 1 (neprihvatljiv) [21].

REZULTATI I DISKUSIJA

Funkcionalne fermentisane kobasice

Fermentisane kobasice poseduju značajan potencijal da se izrađuju kao funkcionalna hrana iz više razloga. Fermentisane kobasice se ne obrađuju toplotom, tako da s jedne strane nutritivno visoko vredni sastojci mesa ostaju bitnije nepromenjeni, a sa druge strane otvara se mogućnost primene probiotskih bakterija [32]. U sastavu funkcionalnih fermentisanih kobasica ima više mesa (75-85 %) nego kod konvencionalnih (60-70 %), pa na osnovu toga one sadrže više proteina, esencijalnih aminokiselina, vitamina B-grupe, mineralnih materija i bioaktivnih supstanci.

Od bakterija koje normalno učestvuju u fermentaciji i zrenju ovih proizvoda veliki broj pripada rodu *Lactobacillus*, među kojima se nalaze i probiotski sojevi. U proizvodnji funkcionalnih fermentisanih kobasica mogu da se kao starter kulture

koriste probiotski sojevi *Lb. plantarum* i *Lb. pentosus*, koji su izolovani iz fermentisanih kobasica [14], ili probiotska starter kultura *Lactobacillus casei* LC 01, koja se inače primenjuje u mlekarској industriji [13]. Rezultati naših ispitivanja pokazuju da funkcionalne fermentisane kobasice na kraju proizvodnje sadrže više od 10^8 probiotskih bakterija *Lactobacillus casei* LC 01 u 1g (tabela 1) što odgovara zahtevima za probiotske proizvode [17]. Ujedno, senzorna svojstva fermentisanih kobasica su visoko ocenjena (tabela 2), tako da nije utvrđen nepovoljan uticaj ove probiotske bakterije koja prvenstveno ima primenu u industriji mleka.

Tabela 1. Logaritam broja probiotske bakterije *Lactobacillus casei* LC 01 u fermentisanim kobasicama

Fermentisana kobasica	<i>Lactobacillus casei</i> LC 01 (log cfu/g)
konvencionalna	8,11 ± 0,26
funkcionalna sa 2 % inulina	8,34 ± 0,14
funkcionalna sa 4 % suspenzije inulina	8,54 ± 0,34
funkcionalna sa 8 % suspenzije inulina	8,42 ± 0,14

U proizvodnji funkcionalnih fermentisanih kobasica, kao prebiotici se upotrebljavaju inulin, oligofruktoza i dijetna vlakna. S jedne strane, mogu da se koriste u obliku praha koji se u toku proizvodnje homogenizuje sa nadevom u količini do 3 % . U većim količinama, a pogotovo u količini od 6 %, na preseku kobasica dijetna vlakna postaju vidljiva, a kobasice imaju suviše čvrstu teksturu [27]. S druge strane, inulin može da se koristi i u obliku vodene suspenzije, prethodno pripremljene u kuteru homogenizovanjem sa vodom zagrejanom na 75 °C, koja se potom hladi i zamrzava na -18 °C. Suspenzija inulina može da se koristi kao zamena za masno tkivo u količini do 8 %, dok u većoj količini nepovoljno utiče na boju i aromu [30]. Rezultati ispitivanja senzornih svojstava eksperimentalnih fermentisanih kobasica pokazuju da su fermentisane kobasice sa dodatkom 1 % vlakana graška i 2 % inulina, odnosno 4% suspenzije inulina, bolje ocenjene nego kobasice koje ne sadrže prebiotike, a isto tako i od kobasice sa 8 % suspenzije inulina (tabela 2).

Nakon obrade u kuteru, dijetna vlakna se ravnomerno raspoređuju u nadevu u vidu trodimenzionalne mreže, koja omogućuje ravnomernije raspoređivanje vode i olakšava njenu difuziju iz unutrašnjih ka površinskim slojevima kobasice. Na taj način se kobasice ravnomerno suše i sprečava se nastajanje suvog ruba [25]. Ujedno, funkcionalne fermentisane kobasice imaju niže vrednosti aktivnosti vode, nego konvencionalne. Rezultati naših ispitivanja pokazuju da aktivnost vode konvencionalne fermentisane kobasice iznosi 0,93, kod funkcionalne fermentisane kobasice sa 2 % inulina i kobasice sa 4 % suspenzije inulina iznosi 0,90, a kod kobasice sa 8 % suspenzije inulina 0,89.

Nutritivna vrednost funkcionalnih fermentisanih kobasica zavisi od sadržaja proteina mesa, proteina vezivnog tkiva, polinezasićenih masnih kiselina, bioaktivnih materija i energetske vrednosti. Funkcionalne fermentisane kobasice, koje su proizvedene sa 75 do 85 % mesa prve kategorije, sadrže 24 - 33 % proteina mesa [28, 30], a sadržaj kolagena u proteinima mesa je 4,6 - 6,1 % [33]. Fermentisane kobasice sa domaćeg tržišta sadrže od 17,5 do 32,9 % proteina mesa, a relativan sadržaj kolagena u proteinima mesa iznosi od 6,2 do čak 31,1 % [23]. Svakako da fermentisane kobasice, koje su proizvedene sa više mesa, sadrže srazmerno više vitamina, bioaktivnih i mineralnih materija. Funkcionalne fermentisane kobasice u kojima je deo masnog tkiva zamenjen prebioticima, imaju manju energetska vrednost. Fermentisane kobasice sa tržišta imaju energetska vrednost oko 2000 kJ, dok je energetska vrednost funkcionalnih fermentisanih kobasica oko 1500 kJ, što je značajno manje [33]. Zamenom dela masnog tkiva inulinom u obliku suspenzije moguće je da se energetska vrednost ovih proizvoda smanji i do 30 % [16]. Hemijski sastav i energetska vrednost eksperimentalnih fermentisanih kobasica prikazan je u tabeli 3, gde se vidi da je energetska vrednost funkcionalne fermentisane kobasice sa 2 % inulina manja za 4,8 %, funkcionalne kobasice sa 4 % suspenzije inulina za 7,5 %, i kod kobasice sa 8 % suspenzije inulina za 17,5 % manja od energetske vrednosti konvencionalne fermentisane kobasice.

Fermentisane kobasice mogu da se obogaćuju omega-3 masnim kiselinama. Jedna od mogućnosti za to je upotreba emulzija biljnih ulja (maslinovo, sojino, laneno ulje), kojima se supstituiše do 20 % masnog tkiva. U većoj količini emulzije biljnih ulja deluju nepovoljno na konzistenciju i aromu kobasica [12]. Zamenom masnog tkiva u količini do 25 % emulzijom deodorisanog ribljeg ulja, postiže se značajno obogaćenje fermentisanih kobasica omega-3 masnim kiselinama, ali kobasice ipak poseduju miris i ukus na ribu [28]. Zbog nepovoljnog uticaja ribljeg i biljnih ulja na senzorna svojstva kobasica, najpouzdaniji postupak kojim se ovi proizvodi obogaćuju omega-3 masnim kiselinama jeste primena preparata inkapsulisanih omega-3 masnih kiselina [18, 29]. Funkcionalne fermentisane kobasice koje su obogaćene omega-3 masnim kiselinama imaju znatno povoljniji odnos n-6/n-3 masnih kiselina, koji iznosi 2,3 - 2,9, nego konvencionalne fermentisane kobasice, kod kojih je ovaj odnos višestruko veći i iznosi 14 - 24 [28, 30].

Funkcionalne barene i jetrene kobasice

U proizvodnji funkcionalnih barenih i jetrenih kobasica povećava se količina mesa, a smanjuje količina masnog tkiva, proizvodi se obogaćuju omega-3 masnim kiselinama, fitosterolima i antioksidansima. Pošto se ovi proizvodi obrađuju toplotom, upotreba probiotskih bakterija nema značaja. Kao zamena za masti mogu da se koriste biljna ulja i riblje ulje, koja su ujedno i značajan izvor omega-3 masnih kiselina (biljna ulja sadrže i fitosterole), ali ova ulja u većim količinama nepovoljno utiču na konzistenciju i aromu kobasica [17]. Funkcionalne barene kobasice u kojima je 6 % masnog tkiva za-

menjeno repičinim i lanenim uljem sadrže znatno više polinezasićenih masnih kiselina (18-21 %) i znatno povoljniji odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina (1,7 do 2,5) nego konvencionalne kobasice kod kojih sadržaj polinezasićenih masnih kiselina iznosi oko 12, a odnos n-6/n-3 iznosi od 22 do 23. Rezultati ispitivanja sadržaja zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, njihov odnos, kao i odnos n-6 i n-3 masnih kiselina, prikazan je u tabeli 4.

Međutim, boja barenih kobasica sa 6 % lanenog i repičinog ulja je bleđa, tekstura mekša, a aroma biljnih ulja čini dominantnu komponentu ukusa i mirisa kobasica. Rezultati ispitivanja senzornih svojstava funkcionalnih barenih kobasica prikazan je u tabeli 2.

Sadržaj proteina mesa kod funkcionalnih barenih i jetrenih kobasica veći je nego kod konvencionalnih. Konvencionalne barene kobasice sadrže do 19,8 %, a jetrene kobasice do 23,3 % kolagena u proteinima mesa, dok sadržaj kolagena u ukupnim proteinima dostiže kod barenih kobasica 38,9 %, a kod jetrenih kobasica 33,2% [23]. Sadržaj kolagena u funkcionalnim barenim i jetrenim kobasicama, proizvedenim od goveđeg i svinjskog mesa II kategorije, je znatno manji i iznosi 13 - 16 %. Primenom suspenzije inulina kao zamene za masno tkivo, koja u sastavu barenih kobasica može da bude dodata do 10 %, a u sastavu jetrenih kobasica i do 20 %, smanjuje se značajno energetska vrednost proizvoda, bez nepovoljnog uticaja na senzorne osobine proizvoda [17]. Rezultati naših ispitivanja pokazuju da energetska vrednost funkcionalnih barenih kobasica u kojima je 32 % masnog tkiva (8 % suspenzije inulina u proizvodu) zamenjeno suspenzijom inulina iznosi 998 kJ, što je za 12 % manje od energetske vrednosti konvencionalne barene kobasice koja iznosi 1138 kJ. Energetska vrednost jetrenih kobasica, koje u svom sastavu sadrže 50 % masnog tkiva, iznosi 1859 kJ. Zamenom 10 % masnog tkiva prebiotcima (4 % suspenzije inulina i 1 % dijetnih vlakana graška u proizvodu), energetska vrednost jetrenih kobasica se smanjuje za oko 3 % i iznosi 1812 kJ. Hemijski sastav i energetska vrednost eksperimentalnih barenih i jetrenih kobasica prikazani su u tabeli 4.

U proizvodnji funkcionalnih barenih i kuvanih kobasica značajnu ulogu ima i primena prirodnih antioksidanasa. Mogu se primeniti likopen (iz paradajza) i alge (*Spirulina*), koji poseduju snažan antioksidativni potencijal. Međutim, likopen ima izrazitu crvenu, a alge zelenu boju zbog velikog sadržaja hlorofila, tako da ovi dodaci mogu nepovoljno da utiču na boju proizvoda. Iz tog razloga, u kobasice se dodaju posredstvom nekog nosača, na primer, u mešavini sa jestivim želatinom, tako da u proizvodima „imitiraju“ komadiće povrća [17]. Kod jetrenih kobasica, značajnu funkcionalnu komponentu svakako čini jetra, zbog visokog sadržaja vitamina A, koji je višestruko veći nego u mesu, kao i zbog visokog sadržaja mikroelemenata [31].

Kvalitet i bezbednost funkcionalnih proizvoda od mesa

Novi Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa, koji je od nedavno na snazi, prvi put kod nas propisuje kvalitet funkcionalnih proizvoda od mesa. Prema ovom propisu funkcionalna hrana obuhvata meso i proizvode, koji pored osnovnih nutrijenata, sadrže sastojke ili dodatke za koje je utvrđeno da pozitivno utiču na zdravlje, kao što su produkti zrenja, probiotičke bakterije, nesvarljivi ugljeni hidrati (dijetna vlakna, inulin), omega-3 masne kiseline, prirodni antioksidansi, mikroelementi i vitamini. Sadržaj proteina kod funkcionalnih proizvoda mora biti za 10% veći, a sadržaj kolagena u proteinima za 25% manji od propisanih vrednosti.

Funkcionalna hrana mora da ispunjava sve zahteve u pogledu bezbednosti. Meso i drugi sastojci proizvoda, uključujući funkcionalne dodatke moraju da budu bezbedni za upotrebu. Izvesnu opasnost po bezbednost funkcionalnih proizvoda može da predstavlja upotreba hidrogenizovanih biljnih masti kao zamena za masno tkivo, koje mogu da sadrže *trans* masne kiseline štetne po ljudsko zdravlje [12]. Mikrobiološka stabilnost funkcionalnih fermentisanih kobasica zasniva se prvenstveno na aktivnosti vode ($a_w = 0,88 - 0,92$) i pH-vrednosti (4,8 - 5,0), koje sprečavaju razmnožavanje patogenih bakterija. Aktivnost vode funkcionalnih fermentisanih kobasica, koje sadrže dijetna vlakna i inulin, brže opada i manja je za 0,1 a_w -jedinicu nego kod konvencionalnih fermentisanih kobasica. Takođe, brže opada i pH vrednost usled razlaganja inulina od strane laktobacila. Na taj način upotreba ovih dodataka doprinosi bržem postizanju mikrobiološke stabilnosti funkcionalnih fermentisanih kobasica [6, 30]. Mikrobiološka stabilnost funkcionalnih barenih i jetrenih kobasica postiže se odgovarajućim postupcima toplotne obrade i temperaturnama skladištenja i njihovom kontrolom, isto kao i kod konvencionalnih kobasica. Pasterizovani proizvodi se skladište na temperaturi do 4 °C, proizvodi obrađeni na temperaturama kuvanja do 10 °C, a sterilisani proizvodi do 25 °C [31]. Drugi činiooci od značaja za bezbednost funkcionalnih proizvoda od mesa kontrolišu se isto kao i kod svih drugih proizvoda od mesa sprovođenjem svih mera dobre higijenske i proizvođačke prakse u skladu sa načelima HACCP.

ZAKLJUČCI

Funkcionalni proizvodi od mesa, pored osnovnih hranljivih materija, sadrže i sastojke za koje je dokazano da pozitivno utiču na zdravlje ljudi, kao što su probiotici, prebiotici, sinbiotici, antioksidansi, strukturni lipidi, omega-3 polinezasićene masne kiseline, bioaktivni peptidi, mikroelementi i vitamini. Za razliku od konvencionalnih proizvoda od mesa, funkcionalni proizvodi sadrže više proteina mesa, manje proteina vezivnog tkiva i manje masti, a time imaju i bolji kvalitet, veću biološku, a manju energetska vrednost. U zavisnosti od količine masnog tkiva koja je zamenjena prebiotcima, energetska vrednost kod funkcionalnih fermentisanih kobasica je do 17,5 % manja nego

kod konvencionalne fermentisane kobasice, a kod funkcionalnih barenih kobasica za 12 % manja od konvencionalne barene kobasice. Funkcionalne fermentisane kobasice sadrže *Lactobacillus casei* LC 01 u broju većem od 10^8 cfu/g, pa se ovi proizvodi mogu okarakterisati kao probiotski. Kod funkcionalnih barenih kobasica masnokiselinski sastav je znatno poboljšan zamenom dela masnog tkiva lanenim i repičinim uljem, pri čemu odnos zasićenih i nezasićenih masnih kiselina iznosi 0,49 - 0,53, a odnos n-6 i n-3 masnih kiselina 1,75 - 2,50. Funkcionalne fermentisane, barene i jetrene kobasice obogaćene su inulinom i dijetnim vlaknima graška, tako da sadrže prebiotike u količini od 2,7 do 5,7 g/100g. Ukupan senzorni kvalitet funkcionalnih proizvoda je visoko ocenjen (4,63 - 5,00). Međutim, kod barenih kobasica dodatak biljnih ulja (6 %) uticao je nepovoljno na boju, miris i ukus, tako da je ukupni senzorni kvalitet lošije ocenjen (4,36) nego kod konvencionalne (4,88). Kod fermentisanih kobasica dodatak 8 % suspenzije inulina uticao je na miris i ukus, tako da je ukupni senzorni kvalitet lošije ocenjen (4,58) nego kod konvencionalne (4,63). Bezbednost funkcionalnih proizvoda od mesa zasniva se na sprovođenju svih mera dobre higijenske i proizvođačke prakse i kontroli proizvodnje u skladu sa načelima HACCP.

NAPOMENA / ACKNOWLEDGMENTS

Rezultati rada su proistekli iz projekta 046009 u okviru programa sufinansiranja integrisanih i interdisciplinarnih istraživanja, koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

This paper resulted from the research project numbered 046009 in the Framework of co-financing of integrated and interdisciplinary research, funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of Republic of Serbia.

Tabela 2. Rezultati ispitivanja senzornih osobina funkcionalnih proizvoda od mesa

Naziv proizvoda		spoljašnji izgled	izgled i sastav preseka	boja i održivost boje	miris i ukus	tekstura	Srednja ocena
Fermentisane kobasice	konvencionalna	4,35	4,43	5,00	4,78	4,57	4,63
	funkcionalna sa 2 % inulina	4,75	4,91	4,87	4,67	4,80	4,80
	funkcionalna sa 4 % suspenzije inulina	4,75	4,75	4,85	4,80	4,85	4,80
	funkcionalna sa 8 % suspenzije inulina	4,50	4,60	4,70	4,30	4,80	4,58
Barene kobasice	konvencionalna	5,00	5,00	4,80	4,70	4,90	4,88
	funkcionalna sa suspenzijom inulina	5,00	5,00	4,55	4,55	4,60	4,74
	funkcionalna sa lanenim/repičinim uljem	5,00	5,00	4,00	3,70	4,10	4,36
	funkcionalna sa suspenzijom inulina i lanenim/repičinim uljem	5,00	5,00	3,70	4,00	4,10	4,36
Jetrene kobasice	konvencionalna	5,00	5,00	5,00	4,80	4,60	4,88
	funkcionalna	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Tabela 3. Hemijski sastav (%) i energetska vrednost (kJ) funkcionalnih proizvoda od mesa
* izračunato iz razlike do 100 %

Naziv proizvoda		Sadržaj vode	Sadržaj masti	Sadržaj proteina	Relativan sadržaj kolagena u proteinima	Sadržaj pepela	Prebiotici*	Energetska vrednost (kJ)
Fermentisane kobasice	Konvencionalna	39,7	32,4	22,7	6,6	5,0	0,1	1618
	funkcionalna sa 2 % inulina	37,2	29,7	24,2	5,8	5,0	3,9	1540
	funkcionalna sa 4 % suspenzije inulina	37,9	28,6	24,3	5,5	5,3	4,1	1497
	funkcionalna sa 8 % suspenzije inulina	39,9	24,4	24,5	5,6	4,3	5,7	1344
Barene kobasice	Konvencionalna	62,0	25,3	10,4	16,1	2,5	0,0	1138
	funkcionalna sa suspenzijom inulina	62,2	21,6	10,4	14,4	2,7	3,1	998
	funkcionalna sa lanenim/repičinim uljem	60,9	26,2	10,2	14,1	2,5	0,2	1169
	funkcionalna sa suspenzijom inulina i lanenim/repičinim uljem	62,6	21,7	10,2	13,3	2,8	2,7	998
Jetrene kobasice	Konvencionalna	44,3	44,9	9,0	16,2	1,7	0,1	1859
	Funkcionalna	42,5	43,6	9,1	16,6	1,7	3,1	1812

Tabela 4. Sadržaj i odnosi između zasićenih i nezasićenih masnih kiselina i n-6 i n-3 masnih kiselina

Masne kiseline (% od ukupnog sadržaja masnih kiselina)	Konvencionalna	funkcionalna sa suspenzijom inulina	funkcionalna sa lanenim/repičinim uljem	funkcionalna sa suspenzijom inulina i lanenim/repičinim uljem
Zasićene	39,86	40,20	34,77	32,76
Mononezasićene	48,07	47,90	46,86	46,36
Polinezasićene	12,07	11,88	18,36	20,87
zasićene/ nezasićene	0,66	0,67	0,53	0,49
n-6	11,37	11,24	12,99	13,18
n-3	0,51	0,49	5,19	7,52
n-6/n-3	22,29	22,94	2,5	1,75

LITERATURA

1. Aro A. The scientific basis for trans fatty acid regulations-Is it sufficient? A European perspective. *Atherosclerosis supplements* 2006; 7: 67-68.
2. Biesalski HK. Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat science* 2005; 70: 509-524.
3. Causey JL, Feirtag JM, Gallaher DD, Tunland BC, Slavin JL. Effects of dietary inulin on serum lipids, blood glucose and the gastrointestinal environment in hypercholesterolemic men. *Nutrition Research* 2000; 20 (2): 191-201.
4. DeFilippis AP, Sperling LS. Understanding omega-3's. *American Heart Journal* 2006; (151) 3: 564-570.
5. DRI, Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine of The National Academies, The National Academies Press, Washington DC: 2005; 339-541.
6. Fernandez-Lopez J, Sendra E, Sayas-Barbera E, Navarro C, Perez- Alvarez JA. Physico-chemical and microbiological profiles of "salchichon" (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat Science* 2008; 80 (2): 410-417.
7. Garcia ML, Dominguez R, Galvez MD, Casas C, Selgas MD. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science* 2002; 60: 227 - 236.
8. Gašperlin L. Functional properties of meat and meat products. *Meso-inmesine* 2002; 3 (1): 5-10.
9. Holzapfel WH, Schillinger U. Introduction to pre- and probiotics. *Food Research International* 2002; 35:109-116.
10. Isolauri E, Salminen S, Ouwehand AC. Probiotics. *Best Practice and Research Clinical Gastroenterology* 2004; 18(2): 299-313.
11. Jánváry L. Fleischerzeugnisse mit Mehrwert, Fettreduzierte, nährwertoptimierte wurstezeugnisse mit gesundheitlichem Zusatznutzen. *Fleischwirtschaft* 2006; 86(11): 51-54.
12. Jimenez-Colmenero F. 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* 2007; 18: 567-578.
13. Kröckel L. Einsatz probiotischer Bakterien bei Fleischerzeugnissen. *Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach* 2006; 45 (173): 163-172.
14. Leroy F, Verluyten J, De Vuyst L. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology* 2006; 106: 270-285.
15. McIntosh GH, Royle PJ, Le Leu RK, Regester GO, Johnson MA, Grinstead RL, Kenward RS, Smithers GW. Whey Proteins as Functional Food Ingredients. *International Dairy Journal* 1998; 8: 425-434.
16. Muguerza E, Ansorena D, Astiasaran I. Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. *Meat Science* 2003; 65: 1361-1367.
17. Nitsch P. Funktionelle Fleischerzeugnisse – Bruh- und Kochwurst. *Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach* 2006; 45 (173): 181-184.
18. Pelser WM, Linssen JPH, Legger A, Houben JH. Lipid oxidation in n-3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science* 2007; 75: 1-11.
19. Prändl O, Fischer A, Schmiedhofer T, Sinell H. *Fleisch – Technologie und Hygiene der Gewinnung und Verarbeitung*. Stuttgart:Verlag Eugen Ulmer; 1988.
20. Roberfroid M. Functional food concept and its application to prebiotics. *Digestive and Liver Disease* 2002; 34: 105-110.
21. Radovanović R, Popov-Raljić J. Senzorna analiza prehrambenih proizvoda. Beograd: Poljoprivredni fakultet; Novi Sad: Tehnološki fakultet; 2001.
22. Rozner S, Garti N. The activity and absorption relationship of cholesterol and phytosterols. *Colloids and Surfaces* 2006; 282-283: 435-456.
23. Saičić S, Vranić D, Pavlov N, Velebit B. Sadržaj proteina i proteina vezivnog tkiva u kobasicama. *Tehnologija mesa* 2006; 47 (1-2): 77-80.
24. Schmid VA. Bioaktive Substanzen in Fleisch und Fleischprodukten. *Fleischwirtschaft* 2009; 7: 83-90.
25. Sieg J. Produktideen noch nicht ausgeschöpft, Ballaststoffe der zweiten Generation. *Fleischwirtschaft* 2005; 85 (7): 57-58.
26. Slavin J. Whole grains and human health. *Nutrition Research Reviews* 2004; 17: 1-12.
27. Troeger K, Nitsch P, Müller WD, Munch S. Kein Angriff auf Geschmack und Textur, Funktionelle Fleischerzeugnisse: Ein Beitrag zur gesunden Ernährung. *Fleischwirtschaft* 2005; 85 (7): 54-56.
28. Valencia I, Ansorena D, Astiasaran I. Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n-3 PUFAs. *Meat Science* 2006; 72: 727-733.
29. Vasilev D. Ispitivanje činilaca od značaja za bezbednost i kvalitet fermentisanih kobasica proizvedenih kao funkcionalna hrana. Beograd: Fakultet veterinarske medicine; 2010.
30. Vasilev D, Vuković I, Saičić S. Some quality parameters of functional fermented cooked and liver sausages. *Meat technology* 2011; 52 (1): 141-153.
31. Vuković I. Osnove tehnologije mesa. Beograd: VKS; 2006; 213-298.
32. Vuković I, Vasilev D, Vasiljević N. Fermented sausage as functional food. *Proceedings of 1st International Congress Food Technology, Quality and Safety, „11th Symposium NODA“*, Novi Sad: 2007; 130-134.
33. Vuković I, Saičić S, Vasilev D, Tubić M, Vasiljević N, Milanović-Stevanović M. Neki parametri kvaliteta i nutritivna vrednost funkcionalnih fermentisanih kobasica. *Tehnologija mesa* 2009; 50 (1-2): 68-74.

Functional meat products – modern approach to improvement of quality and nutritive value of meat products

Dragan Vasilev¹,
Ilija Vuković¹,
Snežana Saičić²,
Nađa Vasiljević³

¹ Faculty of Veterinary Medicine,
University of Belgrade

² Institute of Meat Hygiene and Technology, Belgrade

³ Belgrade University School of Medicine

Summary: This paper presents some important properties and nutritive values of functional meat products such as fermented sausage, frankfurter type sausage and liver sausage, with emphasis on the functional food concept, nutritional and functional properties of meat and features of the most important functional ingredients. In addition to basic nutrients, functional food contains ingredients that are proven as having a positive effect on health. These ingredients include probiotics, prebiotics, synbiotics, antioxidants, structural lipids, omega-3 polyunsaturated fatty acids, bioactive peptides, microelements and vitamins. The paper also lays out the basic chemical composition, fatty acid composition and sensory properties of experimental fermented, frankfurter type and liver sausages. Experimental sausages were examined by standard physicochemical, chemical, microbiological and sensory methods. Unlike conventional products, functional meat products contain more meat proteins, less connective tissue proteins and less fat and therefore have a better quality, higher nutritional value, and are lower in calories. Depending on the amount of pork backfat that was replaced with prebiotics, functional fermented sausages had up to 17.5% less calories than the conventional sausage and functional frankfurter type sausages up to 12% less calories than the conventional frankfurter type sausage. Functional fermented sausages contained *Lactobacillus casei* LC 01 more than 108 cfu/g, so these products can be characterized as probiotic sausages. Fatty acid composition of functional frankfurter type sausages was significantly improved by replacing part of the pork backfat with flaxseed and rapeseed oil, wherein the saturated/unsaturated fatty acid ratio was 0.49–0.53, and the n-6/n-3 fatty acids ratio was 1.75–2.50. Functional fermented, frankfurter type and liver sausages were enriched with inulin and pea dietary fiber, so they contained prebiotics in the amount of 2.7–5.7 g/100g. The overall sensory quality of functional products was highly rated (4.63 to 5.00). However, the addition of vegetable oil (6%) to frankfurter type sausages affected their colour, odour and taste, so their overall sensory quality was rated lower (4.36) than the conventional sausage (4.88). The addition of 8% inulin suspension to fermented sausages affected their odour and taste, so their overall sensory quality was rated lower (4.58) than the conventional (4.63). The safety of functional meat products is based on the implementation of good hygiene and manufacturing practice and the control of production in accordance with the principles of HACCP.

Key words: functional food, meat products, quality, nutritive value.