

UNIVERZITET U BEOGRADU

FAKULTET VETERINARSKE MEDICINE

Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla



Marija Glišić, DVM

**UPOTREBA INULIN GEL SUSPENZIJE I INULIN GEL
EMULZIJE KAO ZAMENE ZA ČVRSTO MASNO TKIVO U
PROIZVODNJI FERMENTISANIH KOBASICA**

-Doktorska disertacija-

Beograd, 2019.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE
Department for Food Hygiene and Technology



Marija Glišić, DVM

**THE USE OF INULIN GELLED SUSPENSION AND INULIN
GELLED EMULSION AS PORK BACKFAT REPLACEMENT
IN FERMENTED SAUSAGES PRODUCTION**

-Doctoral Dissertation-

Belgrade, 2019.

MENTOR 1:

Dr Dragan Vasilev, vanredni profesor

Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu

MENTOR 2:

Dr Srđan Stefanović, naučni saradnik

Institut za higijenu i tehnologiju mesa Beograd

ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Mirjana Dimitrijević, redovni profesor

Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu

Dr Neđeljko Karabasil, redovni profesor

Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu

Dr Slaviša Stajić, docent

Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu

Datum odbrane

Zahvalnica

Profesoru Draganu Vasilevu, mom mentoru, pre svega hvala na ogromnom razumevanju i empatiji koju je imao za mene u toku naše divne saradnje, a onda i na stručnoj pomoći prilikom izrade ove disertacije.

Hvala mom drugom mentoru, dr Srđanu Stefanoviću čija je stručnost i kompetentnost pružila veliki doprinos ovom istraživanju.

Takođe se zahvaljujem i članovima komisije, prof. dr Mirjani Dimitrijević, prof. dr Neđeljku Karabasilu i dr Slaviši Stajiću na korisnim sugestijama tokom pisanja ove disertacije.

Profesoru Milanu Ž. Baltiću hvala na mudrim savetima koje mi je davao kad god su se na ovom putu javljale neke prepreke i nedoumice.

Mojim dragim kolegama Branku Suvajdžiću, Mariji Bošković, Jeleni Janjić, Jeleni Ćirić, Jasni Đorđević i Nataši Glamočliji hvala na svesrdnoj pomoći prilikom izvođenja eksperimentalnog dela ove studije.

Hvala kolektivu Katedre za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla Fakulteta veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, Institutu za higijenu i tehnologiju mesa, Katedri za inženjerstvo konzervisane hrane Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu, Industriji mesa „Đurđević“ iz Pećinaca i mesari „Lola“ iz Smedereva koji su omogućili izvođenje eksperimentalnog dela ove doktorske disertacije.

Hvala mojoj porodici koja je uvek tu za mene i uz mene.

Posebnu zahvalnost dugujem svojoj sestri Milici Glišić, bez čije nesebične pomoći i zalaganja ovaj posao ne bi mogao uspešno da se privede kraju, i našem bratu Milošu koji uvek stoji kao stub iza nas dve.

Takođe se zahvaljujem svim divnim ljudima koji su se našli uz mene na ovom putu, jer mi je svako od njih na svoj način pomogao da savladam mnoge poteškoće i prepreke...

Rezultati istraživanja ove doktorske disertacije deo su istraživanja u okviru projekta „Unapređenje i razvoj higijenskih i tehnoloških postupaka u proizvodnji namirnica životinjskog porekla u cilju dobijanja kvalitetnih i bezbednih proizvoda konkurentnih na svetskom tržištu“ (Ev. broj III46009) i projekta „Odabrane biološke opasnosti za bezbednost/kvalitet hrane animalnog porekla i kontrolne mere od farme do potrošača“ (Ev. broj TP31034). Ove projekte finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

UPOTREBA INULIN GEL SUSPENZIJE I INULIN GEL EMULZIJE KAO ZAMENE ZA ČVRSTO MASNO TKIVO U PROIZVODNJI FERMENTISANIH KOBASICA

Kratak sadržaj

Potrošači danas posvećuju veliku pažnju svim aspektima koji određuju kvalitet života. Među njima je i ishrana, koja nije jedini, ali je sigurno jedan od najznačajnijih faktora koji utiču na zdravlje ljudi. Kako je kupovna moć u rukama potrošača, a oni se sve češće susreću sa različitim bolestima koje se dovode u vezu sa ishranom, njihovi zahtevi za balansiranom, raznovrsnom, bezbednom i zdravijom hranom su glavni inicijatori koji su pokrenuli industriju mesa da se proizvedu novi, ili reformulišu konvencionalni proizvodi kako bi se dobili proizvodi od mesa koji su nutritivno prihvatljiviji, a da se pritom zadrži većina senzorskih i kvalitativnih karakteristika takvih proizvoda. Jedan od trenutno najznačajnijih pristupa u razvoju novih proizvoda od mesa, koji potencijalno mogu da budu funkcionalna hrana, podrazumeva reformulisanje konvencionalnih proizvoda, odnosno smanjen sadržaj masti i poboljšanje masnokiselinskog profila tokom procesa proizvodnje.

Cilj ove doktorske disertacije bio je da se proizvedu fermentisane suve kobasice sa smanjenim ili niskim sadržajem masti i poboljšanim masnokiselinskim sastavom, koje bi bile obogaćene prebioticima. Ovakav proizvod imao bi karakteristike funkcionalnih proizvoda od mesa koji poseduju potencijal da ostvare pozitivan uticaj na zdravlje ljudi.

Kako bi se formulisale ovakve kobasice, od 25% čvrstog masnog tkiva svinja koje se uobičajeno nalazi u sastavu fermentisanih suvih kobasica, 64% je zamenjeno inulin gel suspenzijom i inulin gel emulzijama biljnih ulja (16% u nadevu kobasice). Za potrebe eksperimenta napravljeno je 5 grupa kobasica: kontrolna grupa (K) koja je bila uobičajenog sastava (35% junećeg mesa, 40% svinjskog mesa i 25% čvrstog masnog tkiva), I grupa kobasica u kojima je čvrsto masno tkivo zamenjeno inulin gel suspenzijom (35% junećeg mesa, 40% svinjskog mesa, 9% čvrstog masnog tkiva i 16% inulin gel suspenzije) i tri grupe kobasica koje su sadržale inulin gel emulziju lanenog ulja (IU), ulja kukuruznih klica (UK) i ulja uljane repice (UR) (35% junećeg mesa, 40% svinjskog mesa, 9% čvrstog masnog tkiva i 16% inulin gel emulzije ulja). U toku eksperimenta vršena su fizičko-hemijska ispitivanja, analiza sastava masnih kiselina, parametri oksidacije lipida, mikrobiološka ispitivanja, instrumentalno određivanje boje i teksture i senzorska ispitivanja.

Ukupan sadržaj masti kod modificovanih kobasica I (31,38%), IU (35,36%), UR (28,19%) i UK (30,33%) grupe bio je manji u odnosu na kontrolu K (44,37%) ($P < 0,0001$). Sadržaj zasićenih masnih kiselina kod IU (33,98 g/100 g), UR (28,09 g/100 g) i UK (28,69 g/100 g), bio je značajno niži u odnosu na K (36,78 g/100 g) i I (37,52 g/100 g) grupu kobasica. Sadržaj polinezasićenih masnih kiselina kod kobasica sa inulin gel emulzijom IU (19,57 g/100 g), UR (18,35 g/100 g) i UK (23,25 g/100 g) bio je značajno veći u odnosu na K (12,74 g/100 g) i I (12,72 g/100 g) kobasice. Kod modificovanih kobasica sa lanenim uljem i uljem uljane repice, odnos n-6/n-3 masnih kiselina bio je znatno povoljniji (IU - 2,23 i UR - 5,87) u odnosu na druge grupe eksperimentalnih kobasica. Takođe, kod IU grupe sadržaj α -linoleinske kiseline bio je značajno viši (5,74 g/100 g; $P < 0,0001$). Zamena masnog tkiva inulin gel suspenzijom i inulin gel emulzijama imala je značajan efekat na kalo, tako da sve modificovane kobasice pokazuju značajno veći gubitak mase tokom zrenja i skladištenja u odnosu na kontrolne kobasice, a od početka do kraja procesa ispitivanja I grupa kobasica imala je najveći kalo (47,33%) u odnosu na sve ostale grupe kobasica. Proces reformulacije takođe je doveo da povećanja a_w vrednosti kod svih grupa modificovanih (kobasica) u odnosu na kontrolu od početka do kraja proizvodnog procesa. Instrumentalna merenja teksture pokazala su da je reformulacija kobasica dovela do smanjenja čvrstoće, elastičnosti i žvkljivosti kobasica, a povećanja adhezivnosti u odnosu na kontrolne kobasice. Boja modificovanih kobasica na preseku u odnosu na kontrolu imala je nižu L^* i višu a^* vrednost, dok je b^* vrednost bila viša samo kod kobasica sa inulin gel emulzijama. Boja na površini kobasica se značajno razlikovala kod UK grupe kobasica koje su bile dosta tamnije i kod kojih je L^* vrednost (29,48) bila značajno niža u odnosu na druge grupe modificovanih kobasica, kao i u poređenju sa kontrolom ($P < 0,0001$). Parametri oksidacije lipida (kiselinski broj i peroksidni broj) u kobasicama kojima je dodata inulin gel emulzija pripremljena sa biljnim uljima bili su statistički značajno viši u poređenju sa kobasicama K i I grupe ($P < 0,0001$), što ukazuje na intenzivnije procese oksidacije i lipolize u ovim formulacijama. Senzorskom ocenom sve grupe modificovanih kobasica ocenjene su kao prihvatljive na osnovu svih ocenjivanih parametara.

Ova studija je pokazala da od početnog sadržaja čvrstog masnog tkiva (25%) u fermentisanim suvim kobasicama, 64% je moguće zameniti inulin gel suspenzijom ili inulin gel emulzijom. Odnosno, da je moguće napraviti funkcionalne fermentisane suve kobasice sa niskim sadržajem masti koje su prihvatljive kako s tehnološkog tako i sa senzorskog aspekta, sa

približno 4% inulina i 0,32% želatina, dok se dodavanjem 3,2% lanenog ulja i ulja uljane repice značajno poboljšala i nutritivna vrednost dobijenih kobasica.

Ključne reči: fermentisane suve kobasice, funkcionalna hrana, zamena za masno tkivo, inulin gel suspenzija, inulin gel emulzija, laneno ulje, ulje kukuruznih klica, ulje uljane repice

Naučna oblast: Veterinarska medicina

Uža naučna oblast: Higijena i tehnologija mesa

UDK broj:66.022.36:367.52

THE USE OF INULIN GELLED SUSPENSION AND INULIN GELLED EMULSION AS PORK BACKFAT REPLACEMENT IN FERMENTED SAUSAGES PRODUCTION

Summary

Today, consumers pay great attention to all aspects that determine the quality of life. Among them is the diet, which is not the only but certainly is one of the most important factors that affect human health. As purchasing ability is in the hands of consumers, and they are increasingly faced with various diet-related diseases, their demands for balanced, various, safe and healthier food are the main initiators that have influenced the meat industry to produce new, or reformulate conventional products in a way to make them healthier, while retaining the most of sensory and quality characteristics of such products. One of the most important approaches in the development of new meat products, which show the potential to be functional foods, involves the reformulation of conventional products, i.e. reducing fat content and the improvement of the fatty acid profile during the production process.

The aim of this doctoral dissertation was to produce dry fermented sausages with reduced or low-fat content and improved fatty acid composition, which would be enriched with prebiotics. Such a product would have the characteristics of functional meat products that possess a potential to provide a positive impact on human health.

In order to formulate such sausages, of 25% of pork backfat commonly used in dry fermented sausage production, 64% is replaced with inulin gelled suspension and inulin vegetable oils gelled emulsions (16% in the stuffing). For the experiment purposes, 5 groups of sausages were made: control group (K) with a conventional main ingredients (35% beef, 40% pork and 25% pork backfat), I group of sausages in which pork backfat was replaced with inulin gelled suspension (35% of beef, 40% pork, 9% pork backfat and 16% inulin gelled suspension) and three groups of sausages containing inulin linseed oil (IU), corn oil (UK), and rapeseed oil (UR) gelled emulsions (35% beef, 40% pork, 9% pork backfat and 16% inulin oil gelled emulsion). During the experiment, physico-chemical analysis, the fatty acid profile, lipid oxidation parameters, microbiological analysis, instrumental colour and texture measurements and sensory evaluation were performed.

The total fat content of modified sausages I (31.38%), IU (35.36%), UR (28.19%) and UK (30.33%) was lower compared to control K (44.37 %) ($P < 0.0001$). The content of saturated fatty acids in IU (33.98 g / 100 g), UR (28.09 g / 100 g) and UK (28.69 g / 100 g) formulations was significantly lower than K (36.78 g / 100 g) and I (37.52 g / 100 g) sausage group. The content of polyunsaturated fatty acids in sausages with inulin gelled emulsions IU (19.57 g / 100 g), UR (18.35 g / 100 g) and UK (23.25 g / 100 g) were significantly higher than K (12.74 g / 100 g) and I (12.72 g / 100 g) groups of sausages. The n-6/n-3 ratio of modified sausages with linseed and rapeseed oil were more favourable (IU - 2.23 and UR - 5.87) compared to other groups of experimental sausages. Also, in the IU group, the α -linoleic acid content was significantly higher (5.74 g / 100 g; $P < 0.0001$). The replacement of the pork backfat with inulin gelled suspension and inulin gelled emulsions had a significant effect on the weight loss, so that all modified sausages showed a significantly higher weight loss during ripening and storage compared to control sausages, and from the beginning until the end of the production process, I group of sausages had the highest weight loss compared to all other groups of sausages. The reformulation process led to an increase in a_w values in all groups of modified sausages compared to control during the whole production process. Instrumental measurements of the texture showed that the reformulation led to a reduction in the hardness, springiness and chewiness of the sausages, and an increase in adhesiveness in relation to control sausages. The cross-section colour of the modified sausages had lower L^* and higher a^* values compared to the control, while b^* value was higher only in sausages with inulin gelled emulsions. The sausage surface colour differed considerably for UK group of sausages that were much darker, the L^* value (29.48) of these sausages was significantly lower in comparison to other groups of modified sausages, and compared with control ($P < 0.0001$). Higher values of the lipid oxidation parameters were found in sausages with inulin gelled vegetable oil emulsions added, which indicates more intense processes of oxidation and lipolysis in these formulations. The sensory evaluation showed that all groups of modified sausages were acceptable for all tested parameters.

This study showed that of the initial pork backfat content (25%) in dry fermented sausages formulation, 64% could be replaced with inulin gelled suspension or inulin gelled emulsion. Hence, it is possible to produce functional dry fermented sausages with a low fat content that are both technologically and sensory acceptable, with about 4% of inulin and 0.32% of gelatin, while the addition of 3.2% of flaxseed and rapeseed oil significantly improved and nutritive value of the obtained sausages.

Key words: dry fermented sausages, functional food, pork backfat replacement, inulin gelled suspension, inulin gelled emulsion, linseed oil, corn germ oil, rapeseed oil

Major Scientific Discipline: Veterinary Medicine

Specialized Scientific Discipline: Meat Hygiene and Technology

UDC number:66.022.36:367.523

SADRŽAJ

1.	UVOD.....	1
2.	PREGLED LITERATURE.....	3
2.1.	Uticaj ishrane na kvalitet života savremenog čoveka.....	3
2.2.	Koncept funkcionalne hrane.....	4
2.3.	Fiziološki aktivna jedinjenja dobijena iz hrane biljnog i životinjskog porekla.....	5
2.3.1.	Masne kiseline.....	6
2.3.2.	Probiotici i prebiotici.....	7
2.3.3.	Dijetna vlakna.....	8
2.4.	Inulin.....	9
2.4.1.	Hemijska struktura inulina.....	9
2.4.2.	Proizvodnja inulina.....	10
2.4.3.	Fizičko-hemijske karakteristike inulina.....	11
2.4.4.	Primena inulina u prehrambenoj industriji.....	12
2.5.	Značaj mesa u ishrani ljudi.....	12
2.6.	Fermentisane kobasice.....	14
2.6.1.	Podela fermentisanih kobasica.....	15
2.6.2.	Fermentisane suve kobasice.....	15
2.6.3.	Sastojci i dodaci.....	16
2.6.3.1.	Meso i masno tkivo.....	16
2.6.3.2.	Dodaci.....	17
2.6.3.3.	Starter kulture.....	18

2.7.	Strategije za dobijanje nutritivno prihvatljivijeg mesa i proizvoda od mesa.....	19
2.7.1.	Masti i masnokiselinski sastav proizvoda.....	20
2.7.2.	Biljna ulja i ulja plodova mora kao zamene za masno tkivo.....	24
2.7.3.	Mogućnosti zamene čvrstog masnog tkiva u fermentisanim kobasicama.....	26
2.7.3.1.	Zamena masnog tkiva maslinovim uljem.....	26
2.7.3.2.	Zamena masnog tkiva sojinim uljem.....	26
2.7.3.3.	Zamena masnog tkiva ribljim uljem.....	27
2.7.3.4.	Zamena masnog tkiva lanenim uljem.....	27
2.7.3.5.	Zamena masnog tkiva uljem semena grožđa.....	28
2.8.	Stabilizacija ulja gelovima.....	28
2.8.1.	Konjak gel.....	30
2.8.2.	Ekstrakti iz algi – alginat i karagenan.....	31
2.9.	Proces formiranja inulin gela.....	32
2.9.1.	Inulin kao zamena za masno tkivo u fermentisanim kobasicama.....	34
3.	CILJEVI I ZADACI ISTRAŽIVANJA.....	36
4.	MATERIJAL I METODE.....	38
4.1.	Materijal.....	38
4.1.1.	Inulin gel suspenzija i inulin gel emulzije.....	38
4.1.2.	Izrada kobasica.....	39
4.2.	Metode ispitivanja.....	41
4.2.1.	Fizičke metode.....	41
4.2.2.	Fizičko-hemijske metode.....	41

4.2.2.1. pH vrednost.....	41
4.2.2.2. a_w vrednost.....	42
4.2.3. Određivanje hemijskog sastava kobasica.....	42
4.2.4. Određivanje masnokiselinskog sastava kobasica.....	43
4.3. Mikrobiološka ispitivanja.....	44
4.4. Instrumentalno određivanje boje.....	45
4.5. Instrumentalno određivanje teksture.....	45
4.6. Određivanje parametara oksidacije lipida i indeksa proteolize.....	46
4.7. Senzorska analiza.....	46
4.8. Statistička analiza.....	47
5. REZULTATI ISPITIVANJA.....	48
5.1. pH vrednost.....	48
5.2. a_w vrednost.....	49
5.3. Kalo.....	50
5.4. Hemijski sastav.....	51
5.5. Sadržaj hidroksiprolina, kolagena, NaCl i nitrita.....	53
5.6. Sadržaj masnih kiselina i holesterola.....	54
5.7. Parametri oksidacije lipida i indeks proteolize.....	57
5.8. Mikrobiološka ispitivanja.....	61
5.9. Instrumentalno određivanje boje.....	65
5.10. Instrumentalno određivanje teksture.....	66
5.11. Senzorska analiza kobasica.....	67

6.	DISKUSIJA.....	68
6.1.	pH vrednost.....	68
6.2.	Kalo.....	69
6.3.	Hemijski sastav i a_w vrednost.....	71
6.4.	Sadržaj masnih kiselina.....	77
6.5.	Parametri oksidacije lipida.....	82
6.6.	Indeks proteolize.....	85
6.7.	Mikrobiološka ispitivanja.....	86
6.8.	Starter kulture.....	90
6.9.	Instrumentalno određivanje boje.....	93
6.10.	Instrumentalno određivanje teksture.....	97
6.11.	Senzorska analiza.....	99
7.	ZAKLJUČCI.....	104
8.	LITERATURA.....	107
9.	PRILOZI.....	147

1. UVOD

Ishrana čoveka podleže promenama sa razvojem i napretkom ljudske civilizacije tokom više hiljada godina. Ljudi su još od paleolita hranu obezbeđivali prvo sakupljanjem plodova i lovom, a zatim su počeli da se bave poljoprivredom i da za svoje potrebe proizvode hranu. Danas, s obzirom na veoma brzi rast ljudske populacije na planeti Zemlji i razvoj moderne civilizacije, došlo je i do ubrzanog razvoja industrije hrane što je u vezi sa povećanim zahtevima za snabdevanje hranom, naročito u razvijenim, mnogoljudnim zemljama sveta sa velikom gustinom naseljenosti u višemilionskim gradovima.

Moderan način života postao je ubrzan i kompetitivan. To je uticalo na način ishrane i stvaranje određenih navika u ishrani modernog čoveka. Ljudi imaju sve manje vremena za pripremanje i konzumiranje hrane, a povećani unos nekih namirnica, kao i sve češći sedentarni način života doveli su do razvoja mnogih hroničnih bolesti. Svetska zdravstvena organizacija poslednjih decenija sve više ukazuje na značaj ishrane i njenu ulogu u pravilnom funkcionisanju organizma. Izbalansirana ishrana podrazumeva i da prosečni dnevni kalorijski unos bude optimalan, a da energija potiče od različitih vrsta namirnica kako bi se organizam snabdeo svim neophodnim hranljivim materijama koje su važne za zdravlje ljudi. Zbog toga se u ishranu uvode novi koncepti kako bi se određenom vrstom hrane, tj. odabirom namirnica i načinom njihovog pripremanja i konzumiranja moglo uticati na poboljšanje zdravlja i opšteg stanja organizma.

Potrošnja mesa u svetu u poslednjih pedeset godina je dosta porasla i to najviše u visokorazvijenim zemljama Evrope i Amerike. S druge strane, u siromašnijim zemljama, naročito u Aziji i Africi ona se nije promenila. Meso se konzumira češće i u većim količinama, pa ga usled toga mnogi dovode u vezu sa negativnim uticajem na zdravlje, a pojedine sastojke mesa navode kao uzrok mnogih hroničnih oboljenja kao što su kardiovaskularne bolesti, dijabetes, gojaznost pa čak i neke vrste tumora. To je na neki način dovelo do razvoja druge krajnosti, tj. popularizacije vegeterijanske i veganske ishrane koje takođe imaju svoje nedostatke, s obzirom da je takvim načinom ishrane ograničen unos pojedinih visokovrednih proteina i mnogih esencijalnih supstanci neophodnih za normalan i pravilan rast, razvoj i funkcionisanje organizma u celini.

Meso predstavlja značajan izvor biološki visokovrednih proteina, minerala, vitamina, esencijalnih masnih kiselina i drugih značajnih nutritijenata, pa se zato smatra da je ono neophodno u pravilnoj i izbalansiranoj ishrani stanovništva. Mast koja se nalazi u mesu

takođe je značajna i ishrani ljudi, a naročito kod dece u razvoju, iako je poslednjih dvadeset godina došlo do njene neopravedne osude. Preporučeni dnevni unos masti trebalo bi da čini 30% od ukupnog dnevnog energetskeg unosa, pri čemu svakako treba uzeti u obzir da je potrebno smanjiti unos zasićenih, a povećati unos nezasićenih masti, dok *trans* masti nije poželjno koristiti u ishrani. Meso, naročito crveno meso, i proizvodi od mesa mogu da sadrže veliki udeo masti ili neka potencijalno karcinogena jedinjenja, pa je stoga poslednjih godina povećan napor da se razviju nutritivno prihvatljiviji proizvodi od mesa kako bi se njegov potencijalno negativan efekat usled neumerene i neadekvatne konzumacije ili pripreme smanjio i eliminisao. Zbog toga industrija mesa, kao i ostale grane prehrambene industrije počinju sve više da se oslanjaju na koncept „funkcionalne hrane“ i da razvijaju proizvode koji će imati pozitivan efekat na zdravlje ljudi.

Fermentisane kobasice, proizvodi od mesa koji se ne obrađuju na visokom temperaturama, usled čega kod njih ne dolazi do inaktivacije većine hranljivih materija, a dodatno pružaju i mogućnost upotrebe probiotskih mikroorganizama, predstavljaju proizvode koji mogu biti modifikovani i proizvedeni na taj način da ispunjavaju sve zahteve koncepta funkcionalne hrane koja može ostvariti pozitivan efekat na zdravlje ljudi.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Uticaj ishrane na kvalitet života savremenog čoveka

Loše životne navike, kao i svakodnevni stres, koji je nametnuo savremeni način života doveli su do pojave velikih zdravstvenih problema koji se danas svrstavaju u bolesti modernog doba. To su hronične nezarazne bolesti koje nastaju zbog loše i neizbalansirane ishrane, redukovane fizičke aktivnosti, konzumiranja alkohola, cigareta, opojnih sredstava, zloupotrebe lekova, neurednog sna i brojnih drugih uzroka. U te bolesti se pre svega ubrajaju gojaznost, dijabetes, kardiovaskularne bolesti, kancer, osteoporoza i bolesti zuba. Ministarstvo zdravlja Sjedinjenih Američkih Država iznelo je podatak da način ishrane utiče na pojavu 5 od 10 navedenih bolesti koje su najčešće i uzrok smrti kod ljudi. Način ishrane koji se dovodi u vezu sa bolestima koje uzrokuju veliku smrtnost kod ljudi, karakteriše se pre svega prekomernim unosom zasićenih masti, holesterola, soli i prostih šećera, a malim unosom nezasićenih masti, žitarica, mahunarki, voća i povrća. Velika incidenca ovih oboljenja, naročito u populaciji razvijenih zemalja, dovela je do toga da se sve više radi na strategiji koja bi omogućila da se prevencijom smanji pojava oboljenja, da se poboljša zdravlje na nivou čitave populacije i da se smanje godišnji troškovi lečenja ovih bolesti, što je ujedno značajno kako sa zdravstvenog, tako i sa ekonomskog aspekta svake zemlje (WHO, 2003; Cencic i Chingwaru, 2010).

Hrana se više ne posmatra na taj način da se njenim unosom obezbeđuje samo adekvatna količina energije neophodne za rast, razvoj i regeneraciju ćelija i tkiva, već ona danas ima i jednu od vodećih socioloških i kulturoloških uloga koje bitno utiču i određuju kvalitet i način života ljudi. Imajući to u vidu, na početku 21. veka nauka o hrani je stavljena pred nove izazove (Ares i Gámbaro, 2007). Izbalansirana ishrana podrazumeva optimizaciju dnevnog unosa kako nutritivnih tako i nenutritivnih komponenti u cilju poboljšanja zdravlja i smanjenja rizika od pojave hroničnih nezaraznih bolesti (Bojkovska i sar., 2016). Koncept izbalansirane ishrane nastao je kao rezultat iscrpnih istraživanja na polju nauke o hrani, navikama i zdravlju ljudi. Na osnovu izbalansirane ishrane prave se i preporuke prosečnog dnevnog unosa pojedinih vrsta namirnica (Ares i Gámbaro, 2007).

Pored fizičke aktivnosti, pravilnoj i izbalansiranoj ishrani pridaje sve više značaja kada je prevencija bolesti u pitanju, jer su to dva ključna faktora za očuvanje zdravlja i produžetak životnog veka. Još je Hipokrat, grčki filozof i lekar, koji se smatra utemeljivačem medicine kao nauke, rekao: „Nek lek tvoj bude hrana tvoja, a hrana tvoj lek“. U tom kontekstu funkcionalna hrana, kako biljnog, tako i životinjskog porekla (Hasler, 2002), dobija bitnu

ulogu u svakodnevnoj ishrani, ali u isto vreme postavlja i velike ciljeve pred istraživače i prehrambenu industriju (Vasilev, 2010). Prihvatanje funkcionalne hrane kao takve od strane potrošača veoma varira u zavisnosti od njihovog socijalnog, ekonomskog, geografskog, kulturološkog i etničkog porekla (Jiménez-Colmenero i sar., 2001).

2.2. Koncept funkcionalne hrane

Procena određene vrste hrane kao osnovnog izvora energije vrši se na osnovu tri faktora. Najvažniji faktor za evaluaciju neke vrste hrane jeste njena „primarna“ funkcija, odnosno uloga u obezbeđivanju neophodnih nutritivnih komponenti. „Sekundarna“ uloga hrane definisana je njenim senzorskim karakteristikama kao što su ukus, miris, izgled i tekstura, a koje su izuzetno značajne, kako za potrošače, tako i za prehrambenu industriju. Pored ove dve osnovne funkcije postoji i „tercijarna“ funkcija hrane koja naročito u razvijenim zemljama sveta sve više dobija na značaju usled povećane brige o zdravlju ljudi (Heasman i Mellentin, 2001; Dentali, 2002; Sloan, 2008). Tercijarna funkcija hrane podrazumeva da određene komponente hrane imaju ulogu u prevenciji bolesti modifikovanjem fizioloških procesa. Neki od primera tercijarnih svojstava hrane su: antioksidativna, antihipertenzivna, antikancerogena, imunomodulatorska aktivnost. Hrana kod koje postoje ili su izražena ovakva tercijarna svojstva naziva se „funkcionalna hrana“ (Arihara i Ohata, 2010). Dodatno, i sam način i primena naučnih saznanja tokom pripreme hrane u cilju poboljšanja funkcionalnih svojstva se može svrstati u koncept funkcionalne hrane (Cencic i Chingwaru; 2010). U pomenutom kontekstu danas postoje brojna istraživanja koja pokazuju da konzumiranje određene hrane ili unos fiziološki aktivnih komponenti poreklom iz hrane može da se poveže sa smanjenjem rizika od pojave nekih oboljenja (Hasler, 1998).

Pojam „funkcionalne hrane“, najjednostavnije se može definisati na sledeći način: „funkcionalna hrana je ona koja pored svoje nutritivne vrednosti ima i dodatnu ulogu u prevenciji bolesti i promovisanju zdravlja ljudi“ (Arihara, 2004). Ovaj termin je prvi put uveden u Japanu početkom osamdesetih godina (Arihara, 2006). Tri osnovna zahteva koja su neophodna da bi se neka hrana smatrala funkcionalnom hranom su: 1) da je proizvedena od prirodnih sastojaka, 2) da je deo svakodnevne ishrane i 3) da je uključena u regulisanje specifičnih fizioloških procesa kod ljudi kao što je usporavanje procesa starenja, smanjenje rizika od neke bolesti i poboljšanje imunološke aktivnosti (Jiménez-Colmenero i sar., 2001). Japan je takođe prva zemlja koja je formulisala zakonsku regulativu koja se odnosi na funkcionalnu hranu. Ministarstvo zdravlja Japana je 1991. godine ustanovilo koncept hrane

koja ima specifičnu zdravstvenu namenu (FOSHU-Foods for Specific Health Use). FOSHU je hrana za koju se na osnovu poznavanja veze između hrane ili određenih komponenata hrane i zdravlja ljudi može očekivati da ima pozitivan efekat na zdravlje, pa s tim u vezi može na deklaraciji da nosi oznaku sa zdravstvenom izjavom kojom se tvrdi da osoba koja konzumira ovu vrstu hrane može očekivati pozitivan efekat na zdravlje (Arihara i Ohata, 2010). Izjava kojom se hrana ili određeni sastojak hrane dovodi u vezu sa zdravljem ljudi mora da bude potkrepljena izuzetno jakim naučnim dokazima i naučnim tvrdnjama. Organizacija za hranu i lekove (Food & Drug Administration - FDA) u Pravilniku koji je donet 1999. godine iznela je jasne kriterijume šta podrazumeva „značajna naučna tvrdnja“. Tu se jasno vidi razlika između tvrdnji i dokaza koji su tek u nastajanju (studije koje su sprovedene u *in vitro* uslovima, eksperimenti rađeni na životinjama, nekontrolisane studije na ljudima i neusaglašeni epidemiološki podaci) i „značajnih naučnih tvrdnji“. Da bi se donela takva tvrdnja neophodno je izneti dokaze iz doslednih, relevantnih i dobro organizovanih kliničkih, epidemioloških i laboratorijskih studija i potkrepiti ih mišljenjima grupe nezavisnih naučnika i istraživača (Hasler, 2002).

Nutritivne komponente koje neku hranu čine funkcionalnom mogu biti: masne kiseline (mono- i polinezasićene, pre svega n-3 masne kiseline, konjugovana linolna kiselina), karotenoidi (β -karoten, lutein, likopen, zeaksantin), vlakna (rastvorljiva i nerastvorljiva dijetna vlakna i beta-glukani), flavonoidi (antocijanini, flavanoli, procijanidini, flavanoni), izotiocijanati, minerali (kalcijum, kalijum, magnezijum, selen), fenolne kiseline, biljni steroli, polioli (ksilitol, sorbitol, manitol, laktitol), prebiotici (inulin, fruktooligosaharidi, polidekstroza), probiotici (probiotski sojevi kvasaca, laktobacila, bifidobakterija i drugih vrsta bakterija), fitoestrogeni (izoflavoni-daidzein, genistein, lignani), proteini soje, tioli (dialil-sulfid, alil metil trisulfid), vitamini itd. (Arihara i Ohata, 2010).

2.3. Fiziološki aktivna jedinjenja dobijena iz hrane biljnog i životinjskog porekla

Veliki broj namirnica biljnog porekla, kao i fiziološki aktivnih sastojaka koji su izolovani iz biljaka, ispitivani su kako bi se utvrdio njihov uticaj na zdravlje ljudi i njihova uloga u prevenciji različitih bolesti. Ipak, mali je broj onih za koje postoji verodostojna klinička dokumentacija koja to i potvrđuje. Još je manje onih koji su uspeli da zadovolje visoke standarde i zahteve FDA u pogledu „značajne naučne tvrdnje“ i mogućnosti da takva hrana ili sastojak hrane nosi zdravstvenu izjavu i bude povezan sa poboljšanjem zdravlja ljudi. U hranu biljnog porekla koja trenutno ima dozvolu FDA da na svojim oznakama sadrži zdravstvene

izjave spadaju: rastvorljiva vlakna ovsenih pahuljica (β -glukani) (FDA, 1997), rastvorljiva vlakna iz semena i ljuske psilijuma (FDA, 1998), sojin protein (FDA, 1999) i margarin obogaćen estrima sterola i stanola (FDA, 2000). Pored navedenih, postoji još namirnica biljnog porekla za koje su u toku klinička ispitivanja koja bi pokazala potencijalni benefit za zdravlje ljudi, odnosno za njih je postupak odobravanja zdravstvene izjave u toku. To su namirnice za koje postoje umereno jaki dokazi da pokazuju uticaj na zdravlje ljudi i tu spadaju brusnica, beli luk, orasi, grožđe i crna čokolada (Hasler, 2002).

U mesu se nalaze različite supstance za koje se smatra da pružaju određeni benefit ljudskom organizmu, i pomažu kako u sprečavanju nastanka i tretmanu različitih oboljenja, tako i u poboljšanju fizioloških funkcija. Mnoge od njih su izolovane i ispitane, a najznačajnije su sledeće: konjugovana linolna kiselina, (CLA-conjugated linoleic acid), histidil dipeptidi (karnozin i anserin), L-karnitin, glutation, taurin, koenzim Q10, kreatin, kao i neke esencijalne aminokiseline (Arihara i Ohata, 2008).

2.3.1. Masne kiseline

Fiziološki aktivna jedinjenja dobijena iz hrane životinjskog porekla koja se najviše ispituju su n-3 masne kiseline kojih najviše ima u ribi (losos, tuna, skuša, sardine i haringa) (Kris-Etherton i sar., 2000). Eikozapentaenoinska kiselina (EPA, 20:5) i dokozahexaenoinska kiselina (DHA, 22:6) su dve osnovne masne kiseline koje su najviše proučavane. One su dosta zastupljene i u ribljem brašnu, ribljem ulju i ulju od mikroalgi. DHA je esencijalna komponenta fosfolipidnog dvosloja ćelijskih membrana, a u velikoj količini se nalazi u ćelijama mozga i retine gde je neophodna za njihov pravilan razvoj i funkcionisanje, naročito kod dece (Crawford, 2000). S tim u vezi, FDA je dozvolila upotrebu DHA i arahidonske kiseline u formulama za novorođenčad (FDA, 2002).

Ranije su preporuke za dnevni unos n-3 polinezasićenih masnih kiselina (Poliunsaturated Fatty Acids – PUFA) bile u količini od 0,8 do 1,2 g (British Nutrition Foundation, 1992). Internacionalna grupa eksperata koja se bavi uticajem ovih masnih kiselina na zdravlje ljudi predložila je adekvatan dnevni unos za DHA+EPA od 0,65 g na dan, pri čemu bi svaka masna kiselina trebalo da se unese u minimalnoj količini od 0,22 g (Simopoulos i Salem, 1999). Štaviše, visoke količine (2-4 g/dan) dnevnog unosa ovih masnih kiselina se preporučuju u cilju snižavanja nivoa triglicerida u krvi (Kris-Etherton i sar., 2002). Takođe, viši unos n-3 polinezasićenih masnih kiselina značajno smanjuje odnos n-6/n-3 PUFA. Danas je taj odnos u

ishrani ljudi zapadnih zemalja 15-20:1, umesto preporučenog 1-4:1 (Simopoulos, 2002), zbog ekstremno niskog unosa hrane koja sadrži n-3 masne kiseline.

Stotine kliničkih studija je sprovedeno u cilju ispitivanja fizioloških efekata n-3 masnih kiselina kod hroničnih bolesti kao što su kancer, reumatoidni artritis, psorijaza, Kronova bolest, kognitivna disfunkcija i kardiovaskularne bolesti. Potvrđeno je da one pokazuju antitrombogeni, antiinflamatorni i hipotrigliceridemični efekat, inhibiraju formiranje aterosklerotičnih plakova i preveniraju aritmiju, doprinose prevenciji ili poboljšanju autoimunih poremećaja (Connor, 2000). Najbolje su dokumentovana ispitivanja koja pokazuju ulogu n-3 masnih kiselina kod bolesti srca. Meta-analiza 11 nasumičnih ispitivanja pokazala je da povećani unos n-3 masnih kiselina dovodi do generalnog smanjenja smrtnosti u populaciji, smanjenja mortaliteta usled infarkta miokarda i iznenadne smrti kod pacijenata sa hroničnom koronarnom bolešću (Bucher i sar., 2002).

2.3.2. Probiotici i prebiotici

Druga vrsta biološki aktivnih jedinjenja životinjskog porekla kojima se u poslednje vreme pridaje sve veća pažnja su probiotici. Definisani su kao „vijabilni mikroorganizmi koji imaju benefit za ljudsko zdravlje“ (Salminen i sar., 1998). Pozitivni efekti probiotika na zdravlje ljudi prvi put su uzeti u razmatranje kada je Nobelovac, mikrobiolog Mečnikov, izneo tvrdnju da se dugovečnost bugarskih seljaka dovodi u vezu sa bakterijama mlečne kiseline (Fuller, 1992). Pored brojnih sojeva *Lactobacillus acidophilus*, mnoge vrste iz roda *Lactobacillus* su inkorporirane u proizvode koji predstavljaju funkcionalnu hranu. Tako se danas na tržištu mogu naći proizvodi koji sadrže *Lb. johnsonii* La1, *Lb. reuteri* L. GG, sojeve *Lb. casei* itd. U naučnom pregledu probiotika koji je izdao Naučni institut za tehnologiju hrane u Sjedinjenim Američkim Državama, sumirani su naučni dokazi koji upućuju na terapijsku i preventivnu upotrebu ovih funkcionalnih sastojaka kod različitih zdravstvenih problema kao što su kancer, poremećena funkcija digestivnog trakta, problemi sa imunim sistemom, alergije, urogenitalni zdravstveni problemi, povišen holesterol, hipertenzija (Sanders, 1999).

Poslednjih decenija istraživači su se dosta usmerili ka ispitivanju prebiotika, odnosno nesvarljivih sastojaka hrane koji ostvaruju pozitivni efekat za domaćina na taj način što selektivno stimulišu rast i/ili aktivnost jedne ili određenog broja „dobrih“ bakterija u kolonu, što poboljšava zdravlje domaćina (Gibson i Roberfroid, 1995). Prebiotici predstavljaju kratkolančane ugljene hidrate kao što su fruktooligosaharidi i inulin, koji dospevaju u kolon i

služe kao supstrat za endogene bakterije. Takođe je razvijen i novi koncept „sinbiotici“ koji predstavljaju mešavinu probiotika i prebiotika (Gibson i Roberfroid, 1995).

2.3.3. Dijetna vlakna

Dijetna vlakna predstavljaju jestive delove biljaka ili analoge ugljenih hidrata koje ne razlažu enzimi, niti se apsorbuju u tankom crevu, a parcijalno ili potpuno se fermentišu u debelom crevu. Među komponentama dijetnih vlakana nalaze se fruktooligosaharidi (FOS), koji se smatraju prirodnim sastojcima hrane i klasifikovani su kao dijetna vlakna u gotovo svim zemljama Evrope (Flamm i sar., 2001). Takođe, FOS se ubrajaju u GRAS (Generally Recognized as Safe) zbog njihovog jakog prebiotičkog svojstva, dobre gastrointestinalne tolerancije i odsustva genotoksičnog potencijala. Kratkolančani FOS se sintetišu iz FOS korišćenjem saharoze i gljivične β -fruktozil transferaze. Oni se smatraju prototipom prebiotika jer stimulišu rast mikrobiote debelog creva (bifidobakterije i laktobacili) koja ih fermentišu i stvara kratkolančane karboksilne kiseline, a one poboljšavaju apsorpciju minerala (Bounik i sar., 1996; Coudray i sar., 1997; Coussement i Franck, 2001; Flamm i sar., 2001; Harland i Narula, 2001). S obzirom da se samo deo FOS-a vari, sadržaj energije iznosi oko 40-50% ukupno svarljivih ugljenih hidrata, a to daje energetska vrednost od 1,5 kcal po 1 g. Shodno tome, FOS ima sve karakteristike koje ih svrstavaju u veoma interesantane sastojke funkcionalne hrane, a posebno kao sastavni deo niskokalorične ishrane (Kok i sar., 1996; Roberfroid i Slavin, 2000; Cho i Dreher, 2001; Coussement i Franck, 2001; Flamm i sar., 2001). FOS su dodavani u različitim namirnicama (bezalkoholna pića, žitarice i slatkiši, sladoled i dietetski proizvodi), zbog njihove niskokalorične vrednosti i mogućnosti da formiraju viskozne rastvorenje konzistencije slične mastima (Roberfroid i Slavin, 2000; Rodríguez i sar., 2006). Naročito su pogodni da se koriste u proizvodima od mesa kao zamene za mast pošto mesnim emulzijama daju poželjne senzorske karakteristike jer favorizuju retenciju vode, redukuju gubitke usled kuvanja i imaju neutralan ukus (Griguelmo i sar., 1999; Desmond i Troy, 2002; Cáceres i sar., 2004; Selgas i sar., 2005; García i sar., 2006).

2.4. Inulin

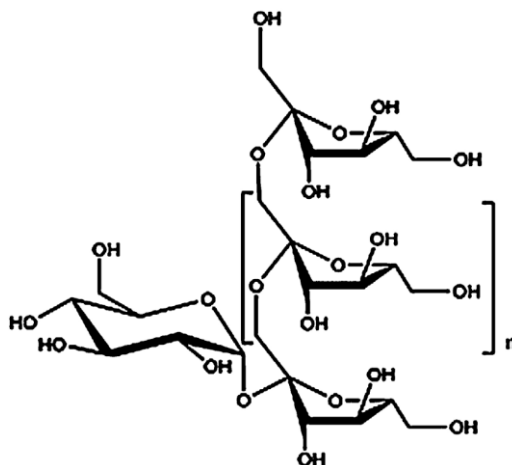
Inulin je široko rasprostranjen u različitim vrstama biljaka i nalazi se u preko 3000 vrsta povrća (Wichienchot i sar., 2011). On je deo svakodnevne ishrane ljudi već vekovima, doprinosi nutritivnim karakteristikama namirnica i pokazuje značajna tehnološka svojstva (Giarnetti i sar., 2015; Kalyani Nair i sar., 2010). Početkom 1800-tih, nemački naučnik Valentine Rosi, otkrio je inulin iz korena elekampanje (*Inula helenium*), a naziv inulin kasnije je dao Thomson, 1817. godine. Julius Sachs, 1864. godine pronašao je inulin sferokristale u daliji, jerusalenskoj artičoki i elekampanji. Prirodni izvor inulina su: koren cikoriје, jerusalimske artičoke, dalije, špargla, praziluk, crni luk, banana, pšenica i beli luk (Bornet, 2008; Roberfroid, 2007).

Inulin povećava nivo apsorpcije minerala i spada u grupu fermentabilnih oligo-, di-, monosaharida i poliola (FODMAP), koji se lako vare u debelom crevu i povlače vodu, tako da sprečavaju konstipaciju i slične bolesti. Inulin prolazi kroz gastrointestinalni trakt uglavnom nesvaren. U kolonu ima funkciju prebiotika, i tu ga selektivno fermentiše saprofitska mikrobiota, čime se poboljšava njihov rast i funkcija u borbi protiv patogenih mikroorganizama u digestivnom traktu (Van Loo, 2004). Neki od načina na koji inulin ostvaruje pozitivne efekte na zdravlje ljudi su: funkcija dijetnih vlakana, niska kalorijska vrednost, utiče na metabolizam lipida, sprečava konstipaciju, ima bifidogeni efekat, redukuje rizik od gastrointestinalnih oboljenja, poboljšava apsorpciju kalcijuma, magnezijuma i gvožđa, reguliše apetit i unos hrane, stimuliše imunski sistem (Shoaib i sar., 2016).

2.4.1. Hemijska struktura inulina

Karakteristično za hemijsku strukturu inulina je da su između jedinica fruktoze prisutne β -(2-1)-d-fruktozil fruktoza veze, a β -konfiguracija anomernog ugljenika čini ga nesvarljivim u tankom crevu ljudi, međutim on se ipak može fermentisati u debelom crevu od strane intestinalne mikrobiote (Apolinario i sar., 2014). Fruktani inulin tipa sastoje se od linearnih (2-1)-d fruktozil jedinica koje su vezane za fruktozil jedinicu saharoze. U inulinu iz cikoriје broj fruktoznih jedinica varira od 2 do 60 što ukazuje na kombinaciju oligomera i polimera (Roberfroid, 2005). Slika 1. pokazuje hemijsku strukturu komponenata inulina (Shoaib i sar., 2016). Step en polimerizacije (SP) i razgranatost imaju ulogu u funkcionalnosti inulina. Inulin iz biljaka ima relativno nizak SP (maksimalno 200), što zavisi od vrste biljaka, klimatskih uslova i fizičkog stanja biljke. Inulin prisutan u bakterijama ima vrlo visok SP, u rasponu od

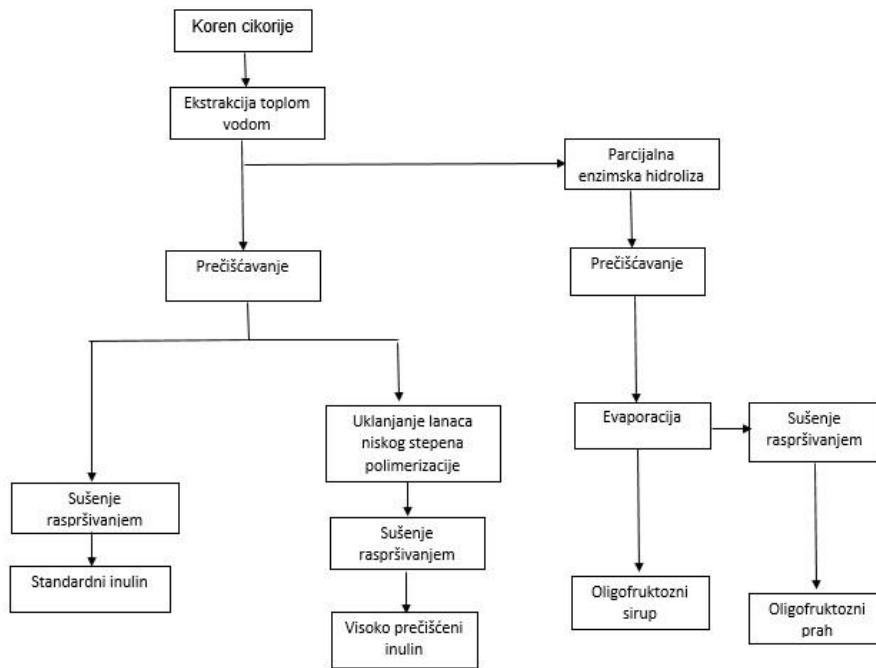
10000 do 100000; štaviše, bakterijski inulin je za 15% razgranatiji od biljnog (Cho i Samuel, 2009).



Slika 1. Hemijska struktura inulina (Shoaib i sar., 2016)

2.4.2. Proizvodnja inulina

Najveća količina inulina komercijalno se proizvodi iz cikorije, mada se dalija i jerusalimska artičoka takođe smatraju dobrim izvorom inulina za industrijsku proizvodnju u krajevima sa umerenom klimom (Flamm i sar., 2001). Poslednjih godina utvrđen je visok sadržaj inulina u do sada neistraženim biljkama. Cikorija je dvogodišnja biljka koja pripada familiji *Asteraceae*. U toku prve godine rasta, ona perzistira u vegetativnoj fazi i formira samo lišće i koren. Koren cikorije ima oblik duguljaste šećerne repe (Boeckner i sar., 2001; Kelly, 2008). Proizvodnja inulina iz ove biljke protiče kroz dve faze. U prvoj fazi se vrši ekstrakcija i početno prečišćavanje sirovog sirupa, koji se u drugoj fazi dalje prečišćava kako bi se dobio komercijalni proizvod (iznad 99,5% čistoće) (Šema 1.). Neke novije metode i njihove kombinacije kao što su: superkritični ugljendioksid (CO₂) (Mendes i sar., 2005), ultrazvuk (Lingyun i sar., 2007), simultana upotreba ultrazvuka i mikrotalasa (Lou i sar., 2009) i pulsno električno polje (Loginova i sar., 2010) takođe se koriste u procesu ekstrakcije kako bi se dobio veći prinos prečišćenog krajnjeg proizvoda sa što manjim utroškom energije. S druge strane, sintetički, fruktani tipa inulina, dobijaju se iz saharoze (Cooper i sar., 2015).



Šema 1. Industrijska proizvodnja inulina (Franck, 2002)

2.4.3. Fizičko-hemijske karakteristike inulina

Inulin se ponaša slično kao sredstva koja povećavaju masu proizvoda i kao veštački zaslađivači, aspartam i acetilsulfam K, koji daju dobar osećaj u ustima sa vrlo malo naknadnog ukusa (Franck, 2002). Inulin iz cikorije se umereno rastvara u vodi (oko 10% na 25 °C) uz odsustvo precipitacije. Za pravljenje rastvora inulina preporučuje se voda zagrejana na 50-100 °C. Rastvor inulina je relativno niskog viskoziteta npr. za 5% rastvor iznosi 1,65 mPa s⁻¹ na 10 °C, a za 30% rastvor, 100 mPa s⁻¹ (Kalyani Nair i sar, 2010). Inulin malo utiče na tačku ključanja i mržnjenja (npr. 15% rastvor inulina smanjuje tačku mržnjenja za 0,5 °C). Kritični parametri za hidrolizu inulina su niska pH vrednost sredine, visoka temperatura i vrlo malo suvih sastojaka (Roberfroid, 2000; Roberfroid, 2007). β-(2-1) veze između jedinica fruktoze mogu da se (parcijalno) hidrolizuju u visoko kiseloj sredini (pri pH intervalu od 3.1-3.5). Inulin pokazuje izuzetna gelirajuća svojstva (za standardni cikorijin inulin - vodeni rastvor koncentracije >25%, a za dugolančani inulin - vodeni rastvor koncentracije >15%). Kada je inulin potpuno rastvoren u vodi ili nekom drugom tečnom medijumu, korišćenjem homogenizatora, stvara se bela kremasta struktura koja se lako može dodati u hranu kao zamena za mast u količinama i do 100% (Imeson, 2010). Gelirajuća svojstva inulina dosta zavise od koncentracije inulina, kvaliteta suve supstance, uslova pri kojima se pravi gel (npr.

temperatura, vreme, brzina ili pritisak), i štaviše od homogenizatora, dok pH vrednost ne utiče na gelirajuća svojstva (između pH 4 i 9). Krioelektronskim mikroskopom je otkriveno da je suspenzija inulin krema sastavljena od 3-D struktura, koje su nerastvorljivi submikronski fragmenti inulina u vodi (Zimeri i Kokini, 2002).

2.4.4. Primena inulina u prehrambenoj industriji

Široka primena inulina u prehrambenoj industriji bazirana je na njegovim pogodnim tehnološkim svojstvima. Koristi se u različitim proizvodima kao zamena za mast ili šećer ili za dobijanje željenih karakteristika proizvoda, pri čemu učestvuje u samo 25-35% energije u poređenju sa svarljivim ugljenim hidratima. Inulin može biti izuzetno razgranat ili linearan u zavisnosti od izvora iz kog potiče. Razgranati polimeri inulina imaju bolju rastvorljivost, u prisustvu vode mogu da formiraju gel i na taj način menjaju teksturu proizvoda i obezbeđuju u ustima ukus i teksturu sličnu mastima (Tungland i Meyer, 2002), dok kratkolančani molekuli pojačavaju ukus, slatkoću i koriste se kao delimična zamena za saharozu (De Castro, 2009). Nivo slatkoće inulina iznosi oko 10% slatkoće saharoze. Aktuelno interesovanje za korišćenje inulina u proizvodnji zdravijih proizvoda postoji zato što on zadovoljava niz zahteva potrošača: bogat je vlaknima, poseduje prebiotska svojstva, sadrži malo masti i malo šećera (Franck, 2002).

2.5. Značaj mesa u ishrani ljudi

Svaka pojedinačna ćelija životinjskog i ljudskog organizma za svoj rad i pravilno funkcionisanje zahteva određenu količinu energije koja se svakodnevno proizvodi razlaganjem ugljenih hidrata, masti i proteina. Ove materije se u organizam unose putem hrane koja pored ovih osnovnih jedinjenja sadrži i vodu, vitamine, minerale i druge sastojke koji ne učestvuju u proizvodnji energije, ali koji su značajni za funkcionisanje ćelija i organizma u celini (Guyton i Hall, 2006).

Meso je važna namirnica u ishrani ljudi potrebna za pravilan rast i razvoj. Ono je glavni izvor biološki visoko vrednih proteina koji zadovoljavaju sve neophodne zahteve tokom rasta i rekonstrukcije tkiva. Bogato je esencijalnim nutrijentima kao što su niacin, folna kiselina, vitamini B1, B2, B6, B12, gvožđe, cink i selen (Verbeke, 1999; Biesalski, 2005). Ovi mikronutrijenti ili nisu prisutni u hrani biljnog porekla, ili je njihova bioiskoristljivost mala. Na primer, mesojedi mogu iz mesa da absorbuju gvožđe iz hema ili drugih porfirinskih jedinjenja bogatih gvoždem, dok unos gvožđa kod herbivora zavisi isključivo od apsorpcije

jonskih oblika gvožđa (Bothwell i Charlton, 1982). Štaviše, utvrđeno je da određene amino kiseline poreklom iz mesa imaju povoljan efekat na nervni i imunski system (taurin), dok neki peptidi (takozvani bioaktivni peptidi) koji se oslobađaju tokom varenja ili obrade hrane, mogu da redukuju rizik od kardiovaskularnih bolesti i hipertenzije (Jiménez-Colmenero, 2007).

Meso je takođe prirodan izvor glutaciona, antioksidansa koji učestvuje u odbrani organizma kod intoksikacija i patoloških procesa (Higgs, 2000). Meso preživara je dodatno i izvor CLA koja ima antikarcinogena i antiaterogena svojstva. Meso sadrži i druge bioaktivne supstance značajne za normalno odvijanje fizioloških procesa, kao što su L-karnitin, taurin, kreatin, holin, i antioksidanse kao što su ubikvinon i histidil dipeptidi (karnozin i anserin) (Arihara, 2006; Jiménez-Colmenero, 2007). Lipidi mozga, koji se sastoje od fosfoglicerida i holesterola, izuzetno su bogati dugolančanim masnim kiselinama, uglavnom eikozapentaenoinskom (EPA, 20:5) i dokosaheksaenoinskom (22:6n:3), koje su animalnog porekla (Crawford, 1970). Ljudi imaju ograničenu sposobnost za proizvodnju taurina iz njegovih prekursora metionina i cisteina (Chesenay i sar., 1998), najverovatnije zbog niskog nivoa dekarboksilaze cistein sulfinske kiseline (Schuller-Levis i Park, 2006), zbog čega se on mora unositi u organizam putem hrane. Taurin se uglavnom može naći u morskim plodovima, pilećem i ćurećem crvenom mesu. Pored toga što ova aminokislina ulazi u sastav proteina, ona pokazuje i nekoliko veoma važnih bioloških funkcija kao što su antioksidativna i antiinflamatorna, što se dovodi u vezu sa prevencijom kardiovaskularnih bolesti, a ona se skoro isključivo može naći u proizvodima životinjskog porekla (Wójcik i sar., 2010). Međutim, i pored toga što meso i proizvodi od mesa, kao i mnoga druga hrana, kada se konzumiraju u prekomernoj količini mogu da imaju negativan uticaj na ljudsko zdravlje, iz svega prethodno navedenog može se zaključiti da ono ima bitan udeo u ishrani i osigurava adekvatno snabdevanje organizma esencijalnim mikronutrijentima i amino-kiselinama (Biesalski, 2005).

2.6. Fermentisane kobasice

Fermentacija i sušenje predstavljaju najstarije načine prezervacije sirovih namirnica. Iako nije poznato od kada datira fermentacija proizvoda od mesa, postoje bibliografski podaci koji govore da su ljudi primenjivali ove procese još pre 2500 godina u Kini (Vignolo i sar., 2010). Mnogi fermentisani proizvodi od mesa su bili poznati u Evropi još u 13. i 14. veku, kada ih je doneo Marko Polo.

Prvi pisani dokument o proizvodnji fermentisanih kobasica pronađen je još u staroj Grčkoj, gde su klimatski uslovi pogodovali ovakvom načinu obrade mesa (Liepe, 1983). Nakon što su Rimljani nasledili tu tradiciju, fermentisane kobasice su se raširile u centralnim, istočnim i severnim evropskim zemljama, kao i u Americi i Australiji, gde su se smatrale nasledem evropskih imigranata (Demeyer, 2004; Fadda i Vignolo, 2007). Uprkos tome što je proizvodnja fermentisanih kobasica široko rasprostranjena, Evropa je i dalje najveći proizvođač i potrošač ovih proizvoda od mesa, a proizvodnja i potrošnja po glavi stanovnika najveća je u Nemačkoj, Italiji, Španiji i Francuskoj (Lücke, 1998; Di Cagno i sar., 2008). Proizvodnja fermentisanih kobasica u zemljama „Novog sveta“ je dosta manja, dok je u SAD-u njihova godišnja proizvodnja približno za 5% manja u odnosu na proizvodnju drugih vrsta kobasica (Maddock, 2007).

Značajan tehnološki napredak i poboljšanja u higijeni mesa koja su se razvila pre oko 50 godina bili su osnova za razvoj niza fermentisanih proizvoda od mesa. Ovi proizvodi se dosta razlikuju u različitim zemljama i regionima u zavisnosti od dostupnosti određenih vrsta mesa, uslova životne sredine i tradicije. Ipak, stabilnost fermentisanih proizvoda od mesa je uglavnom određena kombinacijom aktivnosti bakterija mlečne kiseline (BMK) koje zakišeljavaju sredinu i smanjenjem aktivnosti vode (a_w) tokom procesa sušenja. Dodatno, različite biohemijske i fiziološke promene koje su rezultat interakcije između mikroorganizama, mesa, masti i samog tehnološkog procesa, pružaju tu mogućnost da se na tržištu trenutno mogu naći dosta različitih vrsta fermentisanih kobasica (Vignolo i sar., 2010).

Fermentisane kobasice mogu da se definišu kao proizvod od mesa koji se sastoji od mešavine uglavnom goveđeg i svinjskog mesa, ređe od mesa živine, ovčetine, jagnjetine, guščijeg mesa, konjskog mesa, nojevog mesa i mesa divljači (Vural i Özvural, 2007), čvrstog masnog tkiva (ČMT) svinja, soli, konzervanasa, šećera, začina, a u većini slučajeva dodaju se i starter kulture. Ova mešavina se puni u omotače koji su propustljivi za paru, tako da u njima bude što manje kiseonika, a zatim se stavljaju na fermentaciju i sušenje.

Na osnovu načina proizvodnje fermentisane kobasice se mogu podeliti na one sa dugim i kratkim periodom zrenja. Fermentacija i sušenje traje više od tri meseca kod kobasica sa dugim zrenjem i one se smatraju kvalitetnijim proizvodom zbog ukusa koji se formira u kasnijim fazama sušenja (Lee i sar., 2009). Fermentisane kobasice sa dugim zrenjem mediteranskih zemalja, gde vlada sušna klima, u poslednje vreme se sve više konzumiraju širom sveta (Lücke, 1985; Pérez-Alvarez i sar., 1999). Međutim, fermentisane kobasice sa kratkim periodom zrenja pogodnije su za industrijsku proizvodnju.

2.6.1. Podela fermentisanih kobasica

Iako proizvodnja fermentisanih kobasica zavisi uglavnom od dostupnosti sirovina i uslova sredine u prostoru gde se proizvode, njihova klasifikacija se vrši na osnovu različitih kriterijuma kao što su, sadržaj vlage, odnos vlaga:proteini (V:P), kalo, aktivnost vode, tretman na površini, stepen usitnjenosti mesa i ČMT i geografski region. Suve i polusuve fermentisane kobasice se mogu razdvojiti na osnovu a_w vrednosti (Incze, 2004), odnosno na osnovu V:P odnosa (Sebranek, 2004). Ovi parametri se uglavnom primenjuju u Evropi i Sjedinjenim Američkim Državama. Kada je u pitanju održivost i bezbednost, samo sadržaj vlage ne pruža dovoljno informacija za razliku od pH i a_w vrednosti. Kombinacija inicijalnog odnosa vlaga/so i vlaga/sadržaj proteina, kao i stepen sušenja, utiče na konačni odnos vlaga/proteini. Tačnije, V:P odnos pruža više informacija o stepenu sušenja krtog mesa. Konačna a_w vrednost od 0,90 do 0,91 i V:P odnos od 2,0:1 se uzimaju kao granične vrednosti koje razdvajaju suve od polusuvih kobasica (Vignolo i sar. 2010). Čak i kada se kobasice sa sličnim nazivima dosta razlikuju u zavisnosti od regiona u kome su proizvedene, generalna klasifikacija zasnovana na konačnom sadržaju vlage, a_w vrednosti i V:P odnosu prihvaćena je od strane Ockermana i Basua (2007).

2.6.2. Fermentisane suve kobasice

U osnovi, fermentisane suve kobasice su proizvodi koji imaju pH vrednost između 5,2 i 5,8, odnosno sa nižim sadržajem mlečne kiseline (0,5%-1,0%), vlage manje od 30% i sa V:P vrednošću manjom od 2,3:1. Osnovna razlika između suvih i polusuvih kobasica je dug proces zrenja i sušenja, tokom kojeg biohemijske i fizičke promene utiču na stabilnost i bezbednost krajnjeg proizvoda. Zbog a_w vrednosti koja se kreće od 0,85 do 0,91 fermentisane suve kobasice pokazuju izuzetnu održivost i mogu se čuvati van frižidera. Niska a_w vrednost ovog proizvoda postiže se sušenjem na vazduhu u mediteranskim zemljama, dok se u severnim zemljama sušenje kombinuje sa dimljenjem. Dug proces zrenja fermentisanih suvih

kobasica promovise rast startera, što uglavnom doprinosi njihovim senzorskim karakteristikama, dok je bezbednost proizvoda uglavnom postignuta sušenjem i niskom a_w vrednošću. Čak i kada su fermentisane suve kobasice proizvedene uglavnom od svinjskog mesa, formulacija, stepen usitnjavanja, intenzitet dimljenja, stepen fermentacije, temperatura zrenja kao i vrsta i veličina omotača određuje konačne karakteristike proizvoda (Vignolo i sar., 2010).

2.6.3. Sastojci i dodaci

2.6.3.1. Meso i masno tkivo

Za proizvodnju fermentisanih kobasica poželjno je koristiti meso odraslih, dobro uhranjenih životinja, koje zahvaljujući visokom sadržaju hemoglobina omogućava stabilno formiranje boje (Skandamis i Nychas, 2007; Nørrung i Buncic, 2008). Izbor sirovine najviše zavisi od navika u ishrani, običaja i dostupnosti pojedinih životinjskih vrsta na određenom geografskom području, mada i pored toga najčešće se koristi svinjsko meso, ponekad pomešano sa govedinom i ovčetinom (Vural i Özvural, 2007). Samo svinjsko meso koristi se u mediteranskim zemljama za najkvalitetnije fermentisane kobasice, gde se ukus i izgled ovako proizvedenog proizvoda najviše ceni, dok se u Nemačkoj u ove kobasice dodaje goveđe meso. Zbog dostupnosti govedine (Argentina) i iz religijskih razloga (muslimanske zemlje) u nekim zemljama se za pravljenje kobasica koristi samo govedina i jagnjetina. Funkcionalne karakteristike, kao što su sastav, pH vrednost i svojstva vezivanja, predstavljaju glavne kriterijume za odabir mesa koje će se koristiti za proizvodnju kobasica. Sastav mesa i masti može biti promenljiv u zavisnosti od vrste životinje i anatomske regije trupa. Iako procenat masnog tkiva može da varira (10-40%), masno tkivo mora biti čvrsto, bele boje i sveže, sa visokom tačkom topljenja i niskim sadržajem polinezasićenih masnih kiselina, da bi se izbegla užeglost, izdvajanje masti iz nadeva i da bi se postigla čista površina na preseku (Demeyer, 2004; Lebert i sar., 2007). Bitna stavka pri proizvodnji fermentisanih kobasica je i odabir mesa sa minimalnim mikrobnim opterećenjem, zbog mogućnosti pojave rizika po bezbednost, razvoj nepoželjne arome i loše teksture proizvoda. Za govedinu, optimalna pH vrednost iznosi od 5,4 do 5,5, dok se svinjsko meso obično brže acidifikuje do finalne pH vrednosti od 5,7 do 5,8. Po pravilu, meso koje ima pH vrednost iznad 5,9 ima nizak sadržaj laktata i šećera, voda je u njemu čvrsto vezana, što rezultira lošim uslovima za vezivanje i mogućom kontaminacijom. Bledo, meko i vodnjikavo (pale, soft and exudative-PSE) svinjsko meso, i tamno, čvrsto i suvo (dark, firm and dry-DFD) meso goveda treba izbegavati. Odnos

količine mesa i masnog tkiva u smeši kod gotovo svih industrijskih kobasica iznosi 2:1, dok u tradicionalnim kobasicama taj odnos može da varira. Govedina i svinjetina su najpoželjnije za polusuve kobasice i za proizvode koji se prave na severu Evrope, dok je svinjetina najpogodnija za suve kobasice i mediteranske proizvode (Demeyer, 2004).

2.6.3.2. Dodaci

Kuhinjska so se obično dodaje u količini od 2 do 4%, u zavisnosti od tehnološkog postupka i zahteva tržišta. So ima nekoliko funkcija, uključujući inhibiciju rasta mikroorganizama, redukciju a_w vrednosti i rastvaranje proteina miofibrila. Nitriti i/ili nitrati se dodaju u nadev u količini od 150 do 250 ppm, u zavisnosti od proizvoda i propisa u različitim zemljama (Honikel, 2008). Nitrati se redukuju u nitrite pod uticajem nitrit-redukujućih bakterija (*Micrococcaceae*). Nitriti dodati mesu ili oni koji su nastali redukcijom iz nitrata podležu hemijskoj reakciji redukcije do NO pri pH vrednosti od 5,4 do 5,5; ovo jedinjenje sa mioglobinom stvara termostabilno jedinjenje NO-mioglobin (nitrozil mioglobin), koje je odgovorno za tipičnu crvenu boju fermentisanih suvih kobasica (Honikel, 2008). Upotreba askorbata je postala uobičajena praksa, a glavni razlog za njihovo korišćenje je poboljšanje stabilnosti boje i sprečavanje oksidacije lipida (Balev i sar., 2005). Šećeri se takođe dodaju u fermentisane kobasice, a najčešće se upotrebljavaju dekstroza, glukoza, saharoza i laktoza, kao i kukuruzni sirup i različite vrste skroba (Rust, 2007). Osnovna uloga šećera u fermentisanim proizvodima od mesa jeste da deluju kao supstrat za BMK kako bi one proizvodile mlečnu kiselinu, dok vrsta šećera utiče na dinamiku pada pH vrednosti. Dekstroza i glukoza promovišu brzu acidifikaciju u poređenju sa disaharidima laktozom i saharozom (Demeyer, 2004). U proizvodnji fermentisanih suvih kobasica koje imaju dug period zrenja dodaje se 0,3% glukoze ili saharoze ili 0,5% laktoze (Ruiz, 2007). Ono po čemu se fermentisane kobasice najviše razlikuju jesu začini. Mleveni biber (0,2-0,3%) se uglavnom nalazi u svim vrstama kobasica, a posebno u mediteranskim fermentisanim kobasicama. Ove kobasice takođe mogu da sadrže i veću količinu paprike i/ili belog luka (1-3%). Pored navedenih začina i celo seme slačice, korijander, đumbir, kardamom, muskatni orah i karanfilić najčešće se koriste u formulaciji polusuvih fermentisanih kobasica (Chi i Wu, 2007). Začini takođe deluju kao efikasni antioksidansi, stimulišu aktivnost BMK i inhibiraju rast nepoželjnih mikroorganizama (Arora i Kaur, 1999; Aguirrezábal i sar., 2000; Hagen i sar., 2000; Chi i Wu, 2007). U industrijskoj proizvodnji fermentisanih kobasica takođe se koriste i drugi aditivi, od kojih su neki prirodne (ekstrakt paprike) i veštačke boje koje se dodaju da bi se poboljšala stabilnost crvenog pigmenta (Roncalés, 2007). Često se dodaju i

različite količine egzogenih proteina (0,5-3%) kako bi se osiguralo geliranje proteina i fosfati koji deluju kao sredstva za zgušnjavanje, vlaženje i kao gelirajući agensi. Da bi se zadovoljili zahtevi potrošača za izuzetno ukusnim proizvodima, takođe se dodaju i pojačivači ukusa (glutaminska i guanilinska kiselina) i sredstva za poboljšanje ukusa (hidrolizati proteina, bilje i ekstrakti dima) (Roncalés, 2007). Za brzo snižavanje pH vrednosti mogu se dodavati hemijske kiseline kao što su mlečna ili limunska kiselina ili glukono-delta lakton, međutim njihovo dodavanje može dovesti do pojave različitih nepoželjnih ukusa u krajnjem proizvodu (Rust, 2007).

2.6.3.3. Starter kulture

Potreba za standardizacijom procesa i sigurnim kvalitetom proizvoda dovela je do upotrebe starter kultura (startera), čime je prevaziđeno da se proces fermentacije oslanja samo na prirodnu mikrobiotu. Diebel i Niven (1957) su bili prvi koji su počeli sa korišćenjem startera u SAD-u, dok su u Evropi mikrokoke kao starteri počele da se koriste i ranije (Niinivaara, 1955), kako bi se njihovom upotrebom sprečila pojava nedostataka u boji i ukusu. Nakon ovih prvih iskustava, Nurmi (1966) je razvio startere kao smešu koja se sastojala od laktobacila i mikrokoka. Ispitivanje mikrobiote fermentisanih kobasica pokazalo je da su BMK, uglavnom *Lactobacillus* i koagulaza-negativne koke (KNK) čiji su predstavnici *Micrococcaceae*, dve glavne grupe bakterija koje su važne u tehnološkom postupku za proces fermentacije i zrenja. Tokom poslednjih deset godina intenzivno je ispitivan diverzitet BMK i KNK u tradicionalnim fermentisanim kobasicama (Lebert i sar., 2007). Najčešće vrste bakterija mlečne kiseline koje su identifikovane su: *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus* i *Lactobacillus plantarum*, a dominantna vrsta je *Lb. sakei*. Od koagulaza-negativnih stafilokoka, *Staphylococcus xylosus* i *Staphylococcus carnosus* su najčešće identifikovane vrste iz tradicionalnih proizvoda. *Pediococcus* i *Enterococcus* su rodovi koji su takođe vrlo često izolovani iz fermentisanih kobasica. U fermentisanim polusuvim kobasicama *Pediococcus* omogućava brzu acidifikaciju i nisku pH vrednost tako što metaboliše ugljene hidrate na višim temperaturama (Incze, 2007), dok se u proizvodnji suvih kobasica uglavnom koriste *Lactobacillus* spp.

Ranije se proizvodnja fermentisanih kobasica zasnivala na spontanoj fermentaciji pod uticajem mikroorganizama koji se prirodno nalaze u sirovinama. Endogene BMK koje se u sirovom mesu najčešće nalaze u malom broju (10^2 - 10^3 CFU/g) vrlo brzo započinju proces fermentacije. Tokom ovog procesa simultano i međusobno povezano se dešavaju dve osnovne

mikrobiološke reakcije: smanjenje pH vrednosti mesnog nadeva prilikom glikolize koja se odvija od strane BMK i stvaranje azot oksida od strane KNK tokom redukcije nitrata do nitrita. Za nastanak „kiselkastog“ ukusa kobasica odgovorne su BMK koje razlažu ugljene hidrate i stvaraju kiselinu (Demeyer, 2004). Acidifikacija takođe dovodi do denaturacije i koagulacije proteina, što zajedno sa procesom sušenja omogućava nastanak odgovarajuće teksture proizvoda (Barbut, 2007). Tokom sušenja degradacija proteina mesa odvija se pod uticajem endogenih enzima i bakterijskih enzima (Sanz i sar., 2002). Dokazano je da *Lb. sakei* i *Lb. curvatus* izolovani iz mesa imaju proteolitičku aktivnost i značajnu ulogu u oslobađanju amino-kiselina (Sanz i Toldrá, 2002; Talon i sar., 2002). Kompletna sekvenca genoma *L. sakei* pokazala je njegovu sposobnost za rast u mesu, pri čemu je on otporan na različite uslove sredine tokom fermentacije, kao što su visoka koncentracija soli, niska koncentracija glukoze i promena redoks potencijala (Chaillou i sar., 2005). S druge strane, KNK, posebno *Staphylococcus*, učestvuju u formiranju ukusa tako što katabolišu amino-kiseline i slobodne masne kiseline i stvaraju širok spektar volatilnih jedinjenja koje pojačavaju aromu proizvoda (Stahnke, 2002; Beck, 2005), a dodatno imaju i ulogu u formiranju boje prilikom redukcije nitrata. Kvasci i plesni takođe doprinose stvaranju ukusa kroz lipolitičku i proteolitičku aktivnost i degradaciju mlečne kiseline (Spotti i Berni, 2007). Postoji sve više podataka o upotrebi BMK sa stanovišta bezbednosti proizvoda. Bakteriocinogene BMK kao bioprotektivne kulture prirodno kontrolišu održivost i bezbednost fermentisanih proizvoda od mesa (Vignolo i Fadda, 2007; Castellano i sar., 2008).

2.7. Strategije za dobijanje nutritivno prihvatljivijeg mesa i proizvoda od mesa

Zbog visokog sadržaja holesterola i masti bogatih zasićenim masnim kiselima (sadržaj SFA i do 50% u govedem, a oko 40% u svinjskom mesu), kao i prisustva soli, meso i proizvodi od mesa se često stavljaju u negativni kontekst zbog potencijalnog štetnog uticaja na zdravlje ljudi. Utvrđena veza između ovih komponenti i određenih bolesti kao što su: gojaznost, kardiovaskularne bolesti, nekoliko tipova kancera i hipertenzija, potrošače čini skeptičnim po pitanju upotrebe mesa u ishrani (Arihara, 2006).

U razvijenim zemljama, sa visokom stopom industrijalizacije, približno 36-40% ukupnog dnevnog kalorijskog unosa potiče od masti, a blizu polovine od toga potiče od mesa i proizvoda od mesa (Byers i sar., 1993; Sheard i sar., 1998). Međunarodne zdravstvene organizacije u poslednjih 40 godina preporučuju da se unos masti kontroliše na taj način što

će se kontrolisati količina unetih kalorija i vrsta masti. Nutritivne smernice ukazuju na to da mast treba da obezbedi 15-30% ukupne kalorijske vrednosti, i da zasićene masti budu ograničene na 0-15% kalorijskog unosa (WHO, 1990). Takođe se savetuje da unos holesterola ne treba da bude veći od 300 mg dnevno (Chizzolini i sar., 1999).

Od ranih osamdesetih godina mesna industrija se usmerila u pravcu pravljenja proizvoda sa nižim sadržajem sastojaka koji su potencijalno štetni po zdravlje ljudi (Higgs, 2000). Zbog ovog trenda, u ishrani se najčešće koristi meso sa sadržajem masti nižim od 5%. Međutim, u pojedinim proizvodima od mesa, koji se inače dosta konzumiraju, sadržaj masti je 25% i viši (Chizzolini i sar., 1999; Jiménez-Colmenero, 2000). U udelu ukupnog dnevnog unosa holesterola meso čini od jedne trećine, do jedne polovine. Meso generalno sadrži oko 75 mg holesterola na 100 g, međutim, pokazano je da unos holesterola preko hrane ne utiče značajno na koncentraciju holesterola u serumu, osim kod ljudi koji su genetski predisponirani za hiperholesterolemiju. Takođe, sadržaj soli u mesu je relativno nizak, oko 50-90 mg na 100 g, ali u proizvodima od mesa je mnogo viši: sadržaj soli može da iznosi i do 6% u termički neobrađenim (fermentisanim i sušenim) proizvodima od mesa (Chizzolini i sar., 1999; McNamara, 2000), tako da postoji dosta studija koje su se bavile formulisanjem proizvoda od mesa sa smanjenim sadržaja natrijuma korišćenjem KCl, CaCl₂ i MgCl₂ kao zamene za NaCl (Vasilev i sar., 2016).

2.7.1. Masti i masnokiselinski sastav proizvoda

Povećana briga o potencijalnom riziku za zdravlje ljudi koja se povezuje sa konzumiranjem namirnica bogatih mastima, dovela je do toga da prehrambena industrija razvije formulacije novih proizvoda ili modifikuje tradicionalne proizvode kako bi se postigao niži sadržaj masti u njima. Zbog toga je niz istraživanja usmeren ka mogućnostima da se kvalitativne i kvantitativne osobine lipida prilagode nutritivnim preporukama (Jiménez-Colmenero, 2007).

Strategije za proizvodnju mesa i proizvoda od mesa sa poboljšanim nutritivnim svojstvima sa aspekta lipidnog sastava, uključuju modifikacije na nivou farmskog uzgoja i manipulaciju sirovim mesom koje se koristi u proizvodnji. Modifikacija na nivou farmskog uzgoja obuhvata: genetičku selekciju, sastav obroka (ishrana svežom travom, silažom, dodavanje uljanih semena, biljnih i ribljih ulja u obroke), upotrebu suplemenata i stimulatora rasta u ishrani, imunizaciju životinja i tehnike genske manipulacije. Ove procedure dovode do promena konstituenata mesa kao što su proteini, sadržaj masti, masnokiselinski sastav, nivo antioksidanasa, npr. vitamina E i selenita itd. (Scollan i sar., 2006). Najpoželjnije modifikacije

u sastavu mesa uključuju viši procenat nezasićenih masnih kiselina, posebno n-3 masnih kiselina, zatim poboljšanje n-6/n-3 odnosa, PUFA/SFA odnosa i redukciju masti. Potvrđeno je da ove promene u masnokiselinskom profilu u najvećoj meri zavise upravo od ishrane i genetskih predispozicija (Jiménez-Colmenero i sar., 2001; Scollan i sar., 2006). U brojnim eksperimentima laneno ulje, koje je bogato n-3 polinezasićenim masnim kiselinama, dodavano je u hranu za životinje kako u obliku semena (Romans i sar., 1995; Van Oeckel i sar., 1997; Specht-Overholt i sar., 1997; Matthews i sar., 2000), tako i u vidu ulja (Fontanillas i sar., 1998; López-Ferrer i sar., 2001; Rey i sar., 2001; D'Arrigo i sar., 2002a; D'Arrigo i sar., 2002b; Hoz i sar., 2003). U sirovom mesu životinja hranjenih ovakvim dodacima n-3 masnih kiselina uočen je povećan razvoj oksidacije lipida (López-Bote i sar., 1997; Nurnberg i sar., 1999). Kako bi se smanjila oksidacija lipida u mesu, zajedno sa hranivima bogatim n-3 masnim kiselinama dodavani su i antioksidansi (α -tokoferol acetat i BHA) (D'Arrigo i sar., 2002a; D'Arrigo i sar., 2002b; Hoz i sar., 2003; Nam i sar., 1997).

Manipulacija svežim mesom uglavnom se odnosi na uklanjanje spoljašnjeg i unutrašnjeg masnog tkiva sa trupova prilikom prvih rezova, ili kasnije ukoliko je potrebno u maloprodaji. Procedure koje omogućavaju promene u nutritivnim vrednostima proizvoda od mesa, osim odabira sirovog materijala, uključuju: reformulaciju proizvoda od mesa da bi se modifikovao masnokiselinski sastav, redukovao sadržaj masti, holesterola, kalorija, soli, nitrata i nitrita i inkorporaciju funkcionalnih sastojaka u proizvode od mesa (Jiménez-Colmenero i sar., 2001).

Reformulacija proizvoda od mesa (sa različitim stepenom strukturne dezintegracije: usitnjavanje, mlevenje), najznačajniji je pristup da se određene komponente redukuju, povećaju, dodaju i/ili zamene, kako bi se napravio nutritivno prihvatljiviji proizvod od mesa. Postoje tri osnovna cilja koja bi trebalo postići reformulacijom proizvoda kako bi se poboljšao u pogledu sadržaja i sastava masti: totalna redukcija masti (i redukcija sadržaja energije), redukcija sadržaja holesterola i modifikacija masnokiselinskog profila. Tehnološke strategije za poboljšanje masnokiselinskog profila podrazumevaju zamenu životinjskih masti koje su normalno prisutne u proizvodu nekim drugim lipidima koji su u korelaciji sa zdravstvenim preporukama, npr. imaju manju količinu zasićenih masnih kiselina (SFA, trans masnih kiselina (TFAs) i veći sadržaj mononezasićenih masnih kiselina (MUFA), n-3 polinezasićenih masnih kiselina (n-3 PUFA, naročito dugih lanaca) ili konjugovanu linolnu kiselinu (CLA), bolji n-6/n-3 i PUFA/SFA odnos i, ako je moguće, redukovani sadržaj holesterola (Jiménez-Colmenero, 2007). Kada se govori o zasićenim masnim kiselinama, njihov pravi efekat na ljudsko zdravlje je u poslednje vreme predmet rasprave jer se više ne smatraju toliko štetnim

kao što se to ranije mislilo (Siri-Tarino i sar., 2010). U suštini, smatra se da je efekat pojedninačnih zasićenih masnih kiselina značajniji od ukupnih SFA (Kleber i sar., 2018). Ipak, i dalje se može zaključiti da individualno ili u celini one nemaju tako pozitivan efekat kao mono-, a posebno ne kao polinezasićene masne kiseline.

Masno tkivo se razlikuje po strukturi, sastavu (masnokiselinski profil i prisustvo nekih drugih komponenti kao što je kolagen, voda itd.), i po osobinama kao što su tekstura, toplotna stabilnost, boja, reološke osobine itd. (Barreto i sar., 1996; Hugo i Roodt, 2007; Ospina-E i sar., 2010; Raes i sar., 2004). Kao strukturne i funkcionalne komponente, lipidi učestvuju u formiranju najvećeg broja karakteristika hrane i imaju odlučujuću ulogu u kvalitetu proizvoda čak i ako se nalaze u malim količinama (Goutenfongea i Dumont, 1990). S obzirom da količina i izvor masti utiču na prirodu mesnog matriksa i karakteristike proizvoda od mesa, (Barreto i sar., 1996; Goutenfongea i Dumont, 1990; Ospina-E i sar., 2010) različite frakcije masti koje se upotrebljavaju u proizvodima od mesa trebalo bi uzeti u razmatranje kada se radi o reformulaciji proizvoda. Promene u relativnom udelu različitih tipova masti prilikom procesa redukcije uključuju i promene u tehnološkom procesu proizvodnje i karakteristikama proizvoda od mesa. Poslednjih decenija brojnim ispitivanjima je na jedan objektivan i precizan način određen kvalitet masnog tkiva koji se koristi za proizvodnju određenih proizvoda od mesa, što je bio i jedan od bitnih preduslova za početak formulisanja različitih zamena za masno tkivo (Glaser i sar., 2004; Hugo i Roodt, 2007). Kod proizvoda od mesa, analozi masnom tkivu se usitnjavaju na partikule različite veličine (vidljive ili nevidljive ljudskom oku u zavisnosti od zahteva) da bi se postigao izgled, tehnološka, reološka i senzorska svojstva slična čvrstom masnom tkivu (Tye, 1991). Analozi masnom tkivu koji se dodaju u proizvode od mesa kao alternativa za životinjsku mast, moraju da imaju odgovarajuće fizičko-hemijske karakteristike koje bitno utiču na kvalitet reformulisanih proizvoda. Stabilnost zamena za mast zavisi od toga koliko dobro može da oponaša karakteristike određenog tipa masnog tkiva (u samlevenom/usitnjenom obliku do željenih partikula u zavisnosti od tipa proizvoda), u mesnom matriksu, uključujući boju, teksturalna i reološka svojstva.

Drake i Swanson, (1995) predložili su nekoliko pristupa za redukciju sadržaja masti u proizvodima od mesa kojima se najmanje menja tekstura proizvoda: korišćenje manje masnog mesa kao sirovine, dodavanje vode ili nekih drugih sastojaka kao zamene za masti ili jedinjenja koja imitiraju mast (emulgatori i analozi lipida), kao i različite supstance rastvorljive u vodi. Strategije koje su primenjivane u cilju poboljšanja strukturnih svojstava

proizvoda sa smanjenom količinom masti za rezultat su imale formulacije koje su bile više ili manje prihvatljive kako s tehnološkog aspekta, tako i s aspekta senzorskih karakteristika (Choi i sar., 2009; Hsu i Sun, 2006; Totosaus i Pérez-Chabela, 2009; Youseff i Barbut, 2009).

U brojnim studijama istraživači su se bavili modifikacijom mlevenog mesa, kobasica u tipu frankfurtera i fermentisanih kobasica kako bi se dobile niskomasne verzije ovih proizvoda ili proizvodi sa smanjenom količinom masti ("low-fat" i "reduced-fat" products). Međutim, mast u proizvodima od mesa doprinosi formiranju ukusa, teksture, sočnosti i mazivosti, pa je posledično, redukcija masti kod ovakvih proizvoda najviše uticala na njihovu prihvatljivost (Giese, 1996).

U barenim kobasicama ispitivano je dodavanje različitih sastojka: proteina (sojin protein, kukuruzni protein, pšenični protein, belance jajeta, protein surutke, pamuka), ugljenih hidrata (skrob, pektin, celuloza, gume, maltodekstrin) i supstituenata na bazi lipida (Akoh, 1998; Iyengar i Gross, 1991; Keeton, 1994; Yilmaz i sar, 2002; Cáceres i sar. 2006; Tahmasebi i sar. 2016). Pokazano je da kuvane kobasice i hrenovke sa smanjenim sadržajem masti postaju tvrđe i imaju gumastu teksturu (Hand i sar., 1987; Wirth, 1988; Park i sar., 1989). Takođe je opisano i povećanje intenziteta nekih parametara ukusa (npr. začinjaost, slanost, dimljenje), ali i smanjenje opšte prihvatljivosti proizvoda (Solheim, 1992; Hughes i sar., 1997; Chevance i Farmer, 1998). U celosti, rezultati su bili zadovoljavajući uglavnom dodavanjem ugljenih hidrata koji smanjuju kalo prilikom pasterizacije, povećavaju sposobnost vezivanja vode, u manjoj meri modifikuju teksturu i smanjuju troškove proizvodnje (Jiménez Colmenero, 1996; Akoh, 1998). Za razliku od ugljenih hidrata, proteini imaju neke tehnološke limite kao što su otpornost na termičke tretmane i kompatibilnost sa drugim sastojcima kao komponentama ukusa što ograničava njihovu upotrebu (Lucca i Tepper, 1994; Linden i Lorient, 1999).

U fermentisanim kobasicama čestice čvrstog masnog tkiva (ČMT) imaju bitnu tehnološku funkciju. One utiču na omekšavanje nadeva, čime je omogućeno kontinuirano oslobađanje vlage iz unutrašnjeg sloja proizvoda što predstavlja proces koji je apsolutno neophodan za nesmetanu fermentaciju i formiranje ukusa i arome. Iz ovog razloga fermentisane kobasice su proizvodi od mesa kod kojih je redukcija masti najteža (Wirth, 1988). Različite studije su sprovedene u pokušaju da se razviju fermentisane kobasice sa niskim sadržajem masti i sa poboljšanim masnokiselinskim profilom. U nekima je ispitivana mogućnost redukcije masti zamenu ČMT-a mesom (Liaros i sar., 2009; Muguerza i sar., 2002; Olivares i sar., 2010). Kao zamena za masno tkivo korišćena su i solubilna dijetna vlakna kao što je inulin (Mendoza

i sar., 2001), vlakna poreklom od voća i žitarica (García i sar., 2002), fruktooligosaharidi kratkih lanaca (Salazar i sar., 2009), i pre-emulgovana biljna ulja (Bloukas i sar., 1997; Muguerza i sar., 2001). Jedan od problema koji se javlja kada je u pitanju zamena masnog tkiva i redukcija sadržaja masti u ovim proizvodima je negativan uticaj na ukus, zbog presudne uloge koju jedinjenja dobijena od masti imaju u senzorskim karakteristikama. Analiza volatilnih komponenata iz fermentisanih suvih kobasica bez začina, pokazala je da 60% od ukupnih jedinjenja čine ona koja su dobijena lipidnom oksidacijom, od kojih neka daju i određenu notu užeglosti (Berdagué i sar., 1993). Demeyer i sar., (2000) su upoređivali kobasice iz različitih regiona Evrope (severnih i mediteranskih) i utvrdili veliku varijabilnost u volatilnim komponentama. Oni su pronašli viši sadržaj heksanala u mediteranskim kobasicama, što je u skladu sa intenzivnijim procesom oksidacije zbog dužeg sazrevanja proizvoda. Slične promene izazvane lipolizom utvrđene su i kod fermentisanih kobasica čuvanih na temperaturi frižidera u periodu od godinu dana (Ansorena i sar., 1998).

2.7.2. Biljna ulja i ulja plodova mora kao zamene za masno tkivo

Postoje različiti pristupi stabilizaciji i strukturiranju jestivih ulja kako bi se dobili lipidi čvrstog agregatnog stanja koji su funkcionalni i pogodni za korišćenje kao zamena za masno tkivo u proizvodima od mesa. Proces interesterifikacije i organogelacije, formiranje uljanih agenasa za punjenje i pravljenje strukturiranih emulzija (hidrogelirana i organogelirana emulzija) opisani su kao strategije za stabilizaciju i strukturiranje jestivih tečnih ulja. Dosta su izučavani i različiti aspekti vezani za njihovu kompoziciju, pripremanje i strukturnu organizaciju, kao i njihova upotreba u formulacijama proizvoda od mesa (Jiménez-Colmenero, 2015).

Razvijeno je više načina za inkorporaciju prirodnih ili prerađenih biljnih i morskih ulja, počev od direktnog dodavanja u tečnoj ili čvrstoj formi (visoko zasićena i esterifikovana ulja), do inkorporacije u inkapsuliranoj ili emulzifikovanoj formi. U ovakvom stanju, različita biljna ulja (maslinovo, pamukovo, kukuruzno, sojino, kikirikijevo, itd.), morska ulja (riblje ulje, ulje algi) ili kombinacija ova dva, korišćeni su za parcijalnu zamenu masnog tkiva u svežim, kuvanim i fermentisanim proizvodima od mesa. Dokumentovano je da u poređenju sa uobičajenim mastima koje se nalaze u mesu, lipidni materijali poreklom od biljaka ili morska ulja imaju različite fizičko-hemijske karakteristike koje mogu da imaju negativan efekat na organoleptičke osobine reformulisanih proizvoda (Grasso i sar., 2014; Jiménez-Colmenero, 2007; Muguerza i sar., 2004a). Funkcionalnost i tekstura lipidne faze (čvrsto masno tkivo)

prisutne u proizvodima od mesa ima veliki uticaj na nekoliko karakteristika proizvoda, kao što su osećaj u ustima, sočnost, teksturu, provodljivost toplote itd.. Zbog toga, smanjenje ili zamena masnog tkiva tečnim uljima predstavlja veliki tehnološki izazov (Jiménez-Colmenero, 2015).

Nauka o hrani je veliki deo istraživanja posvetila upravo različitim načinima strukturiranja organskih faza. Tehnike strukturiranja za tečna ulja mogu se podeliti u dve velike kategorije: disperzija u nekoj drugoj fazi (male interne čestice, čvrsti kristali, razdvojene kapiljice) i specifičan molekularni mehanizam kao što je „samosastavljanje“ (Pernetti i sar., 2007). U oba slučaja, prisutni su različiti strukturni elementi koji deluju kao gradivni blokovi za formiranje trodimenzionalne mreže koja je neophodna za strukturisanje ulja. Određena struktura ulja se može postići i procesom intereserifikacije i hidrogenizacije, pri čemu se menja nativna priroda ulja (Jiménez-Colmenero, 2015). Svojstva lipidnog materijala koji se koristi kao zamena za mast dosta zavisi od vrste proizvoda od mesa za koje će biti upotrebljen. Boja, konzistencija, stabilnost lipidne oksidacije, ukus, itd., su među glavnim osobinama kvaliteta koje su u vezi sa mastima. Zato se kriterijumi kvaliteta i fizičke karakteristike moraju uzeti u obzir prilikom pravljenja novih lipidnih materijala i pored poboljšanja masnokiselinskog profila (Hugo i Roodt, 2007).

Poslednjih godina razvijeno je dosta novih formulacija kobasica u kojima su biljna i morska ulja (maslinovo, sojino, laneno ulje, ulje uljane repice, riblje, kukuruzno, suncokretovo ulje, ulje iz semena pamuka, parcijalno hidrogenizovana biljna mast, palmina mast itd.) inkorporirana na više načina: u tečnoj, čvrstoj ili inkapsuliranoj formi, ali najčešći metod je u stabilizovanoj emulziji ulja u vodi (Jiménez-Colmenero, 2007; Muguerza i sar., 2004a; Muguerza i sar., 2001; Pelsler i sar., 2007; Valencia i sar., 2006; Paneras i Bloukas, 1994; Papavergou i sar., 1995; Tan i sar., 2001). Dodavanje jednog ulja (biljnog ili morskog) poboljšava masnokiselinski sastav, ali bolja aproksimacija optimalnom lipidnom profilu postiže se kombinacijom različitih ulja kao zamene za životinjsku mast (Delgado-Pando i sar., 2010a). Kako bi se postigao odgovarajući masnokiselinski profil u proizvodima od mesa formulisana je kombinacija maslinovog, lanenog i ribljeg ulja u odgovarajućoj količini i proporcijama kojom je dobijen mali udeo SFA, veliki udeo MUFA i PUFA i izbalansirani n-6/n-3 PUFA i PUFA/SFA odnos u proizvodu (Delgado-Pando i sar., 2010a). Kombinacija lanenog ulja i ulja algi korišćena je u proizvodnji fermentisanih kobasica (García-Iníguez de Ciriano i sar., 2010), hrenovki (Delgado-Pando i sar., 2010b) i pašteta (Delgado-Pando i sar., 2011). Jedan od najvećih izazova kada je ovakva reformulacija proizvoda u pitanju, odnosno

dodavanje biljnih ulja sa visokim sadržajem PUFA, uglavnom linoleinske (C18:2 n-6) i α -linoleinske kiseline (C18:3 n-3), jeste pronaći odgovarajući način kako prevazići njihovu veliku osetljivost na oksidaciju (Paneras i Bloukas, 1994; Papavergou i sar., 1995; Tan i sar., 2001).

2.7.3. Mogućnosti zamene čvrstog masnog tkiva u fermentisanim kobasicama

2.7.3.1. Zamena masnog tkiva maslinovim uljem

U više studija ispitivana je mogućnost zamene čvrstog masnog tkiva svinja u fermentisanim suvim kobasicama maslinovim uljem, koje je najrasprostranjenije biljno ulje bogato polinezasićenim masnim kiselinama. Bloukas i sar. (1997) su dobili fermentisanu kobasicu sa istim, čak i boljim karakteristikama u poređenju sa kobasicama sa standardnim sadržajem masti, zamenom 20% čvrstog masnog tkiva svinja maslinovim uljem prethodno stabilizovanim izolatom sojinog proteina. Kod Čorizo de Pamplona, španskog tipa fermentisanih suvih kobasica, uspešno je zamenjeno do 25% čvrstog masnog tkiva preemulzifikovanim maslinovim uljem (Muguerza i sar., 2001). Ovi proizvodi su pokazali porast MUFA i PUFA frakcije i redukovani sadržaj holesterola, čime su nutritivne karakteristike novog proizvoda znatno poboljšane u odnosu na tradicionalne proizvode. Severini i sar. (2003) su dobili najbolji rezultat zamenom 33,3% masti maslinovim uljem u salami, dok su Kayaardi i Gök (2004) došli do zaključka da 40% zamene goveđeg masnog tkiva maslinovim uljem ima pozitivan efekat na senzorske osobine sudžuka. Muguerza i sar. (2002) su formulisali fermentisanu kobasicu sa različitim sadržajem masti, kao i fermentisanu kobasicu sa parcijalnom zamenom čvrstog masnog tkiva maslinovim uljem. U ovom istraživanju je pokazano da su zamenom čvrstog masnog tkiva maslinovim uljem dobijene kobasice koje su se u dosta parametara razlikovale od konvencionalnih kobasica tokom procesa fermentacije, zrenja i sušenja (razlike u a_w vrednosti, hemijskom sastavu, mikrobioti, boji, teksturi, izgledu).

2.7.3.2. Zamena masnog tkiva sojinim uljem

Muguerza i sar. (2003) su ispitivali mogućnost pravljenja Čorizo de Pamplona kobasica sa parcijalnom zamenom čvrstog masnog tkiva svinja preemulzifikovanim sojinim uljem u cilju dobijanja proizvoda sa poboljšanim masnokiselinskim profilom. U ovoj studiji je pokazano da preemulzifikovano sojino ulje u različitim količinama (15, 20 i 25%) može biti dobra zamena za masno tkivo u fermentisanim suvim kobasicama, s obzirom da su dobijeni proizvodi

pokazali zadovoljavajuće karakteristike, kako s tehnološke tačke gledišta, tako i s aspekta nutritivnog i senzorskog kvaliteta proizvoda.

2.7.3.3. Zamena masnog tkiva ribljim uljem

Karakterističan ukus i miris ribljeg ulja ili njegovih derivata je limitirajući faktor kod njihove upotrebe, s obzirom da negativno utiču na senzorske karakteristike proizvoda (Valencia i sar., 2006a). Muguerza i sar. (2004b) su dodavali manju količinu koncentrisanog ribljeg ulja u formulaciju tradicionalnih fermentisanih suvih kobasica i utvrdili da je tokom procesa zrenja došlo do razvoja oksidacionih procesa u lipidnoj frakciji. Takođe su zaključili da su kobasice bile neprihvatljive zbog neprijatnog ukusa i mirisa. Međutim, Valencia i sar. (2006b) su ove probleme prilikom reformulacije uspeli da prevaziđu tako što su deo ČMT zamenili emulzifikovanim, dezodorisanim ribljim uljem sa dodatkom antioksidanasa butilhidroksitoluena (BHT) i butilhidroksianisola (BHA) u količini od 100 mg/kg čime je inhibiran proces oksidacije lipida, odnosno sekundarni produkti oksidacije lipida nisu detektovani, a intenzitet ribljeg ukusa dosta smanjen, tako da su dobijene senzorski prihvatljive fermentisane suve kobasice.

2.7.3.4. Zamena masnog tkiva lanenim uljem

Ansorena i Astiasarán (2004) su pokazali da dodatak preemulzifikovanog lanenog ulja i antioksidanasa u formulaciju fermentisanih suvih kobasica imao uticaj na nutritivni kvalitet proizvoda, bez značajnih promena u ukusu i oksidacionom statusu gotovog proizvoda. Naime, oni su ispitivali pomene na mastima kroz koje su tokom procesa sušenja prolazile fermentisane suve kobasice sa parcijalnom supstitucijom čvrstog masnog tkiva lanenim uljem, sa i bez dodatka butilhidroksitoluena (BHT) i butilhidroksianizola (BHA) kao antioksidansa. Na kraju procesa zrenja, kobasice sa dodatkom lanenog ulja i antioksidansa pokazale su najniže vrednosti SFA i najvišu koncentraciju PUFA u poređenju sa kontrolom i kobasicama bez antioksidansa, a takođe su imale i značajno smanjenje n-6/n-3 odnosa (od 14 do 2). Zbog višeg sadržaja PUFA i povećane osetljivosti ka oksidaciji lipida, pored antioksidanasa ispitivan je i uticaj različitih načina pakovanja, odnosno limitirajući kontakt sa kiseonikom, tokom skladištenja na održivost reformulisanih proizvoda. Utvrđeno je da nakon 5 meseci skladištenja TBARS i peroksidne vrednosti nisu pokazale razvoj lipolize i oksidacije u aerobnim uslovima, vakuumu i u pakovanju sa modifikovanom atmosferom (Modified Atmosphere Packaging – MAP) zahvaljući visokoj efikasnosti antioksidanasa, dok se α -linoleinska kiselina bolje održala u vakuumu i MAP-u nego u aerobnim uslovima. Dodatno,

vakuum i MAP su sprečili formiranje 2,4 dekadienala. U prilog ovoj studiji, i Zanardi i sar., (2002) su zaključili da je 100% azot efikasniji nego vakuum pakovanje u kontroli oksidacije masnih kiselina narezanih kobasica milano tipa.

2.7.3.5. Zamena masnog tkiva uljem semena grožđa

Različite forme ulja iz semenki grožđa korišćene su u proizvodnji fermentisanih suvih kobasica (Stajić i sar., 2014). Ulje iz semena grožđa ima visok sadržaj nezasićenih masnih kiselina (naročito linoleinsku kiselinu, 58-78%, koja učestvuje u biosintezi arahidonske kiseline) i mali sadržaj zasićenih kiselina, oko 10% (Bail i sar., 2008; Passos i sar., 2009). Njegov sastav ga čini vrlo poželjnim u dijetama koje su sastavljene u cilju snižavanja nivoa holesterola u krvi (Moret i sar., 2000). Nerafinisano ulje iz semena grožđa sadrži bioaktivne komponente uključujući tokoferole (5-52 mg na 100 g) i različite fenolne komponente (Bail i sar., 2008; Maier i sar., 2009; Pardo i sar., 2011). Zbog toga prehrambena, farmaceutska i kozmetička industrija pokazuje sve veći interes za ovo ulje (Sabir i sar., 2012).

Stajić i sar. (2014) su ispitivali fizičko-hemijske karakteristike, instrumentalno određivali boju i teksturu i sproveli senzorsku evaluaciju reformulisanih fermentisanih suvih kobasica u kojima je deo čvrstog masnog tkiva zamenjen uljem iz semena grožđa u različitim formama. Njihova studija je pokazala da je moguće napraviti ovakav funkcionalni proizvod, a da se pritom značajno ne naruše senzorske karakteristike proizvoda, kao i njegova stabilnost u toku perioda skladištenja u odgovarajućim uslovima.

2.8. Stabilizacija ulja gelovima

Prosta zamena čvrstog masnog tkiva u proizvodima od mesa dovodi do promene određenih parametara kvaliteta. Naime, ulja ne doprinose plastičnosti što za posledicu ima narušavanje u najvećoj meri teksture proizvoda (Jiménez-Colmenero i sar., 2015). Poslednjih godina sprovedene su studije koje predlažu nove tehnike za strukturiranje ulja, i prema tome proizvodnju reformulisanih proizvoda sa karakteristikama bliskim formulacijama sa čvrstim masnim tkivom svinja (Jiménez-Colmenero, 2007). Emulzioni gelovi imaju veliki potencijal za primenu u hrani, a posebno u proizvodnji nutritivno prihvatljivijih proizvoda od mesa (Pintado i sar., 2015).

Emulzioni gel se definiše kao emulzija sa strukturnom mrežom gela i čvrstim mehaničkim svojstvima. Ovaj gel se formira u dve faze: početna faza podrazumeva stvaranje stabilne emulzije sa proteinima, dok se tokom ili nakon ove faze dodaju hidrokoloide (stabilizatori,

sredstva za poboljšanje teksture, funkcionalni sastojci) (Dickinson, 2012, 2013; Chang i McClements, 2016). Drugi korak predstavlja geliranje emulzije gde se emulzija koja je u tečnom stanju konvertuje u emulzioni gel i to agregacijom emulzionih kapljica ili geliranjem kontinuirane faze. Promena iz tečnog u mekano-čvrsto stanje emulzije koja sadrži proteine nastaje prilikom određenog načina obrade kao što je zagrevanje, acidifikacija ili enzimska obrada (Dickinson, 2013).

Emulzioni gelovi koji se koriste u proizvodima od mesa mogu biti formulisani dodavanjem proteina koji nisu poreklom od mesa, kao što su: izolat sojinog proteina, natrijum kazeinat, hidrokoloide karagenan i pektin i drugi prirodni sastojci (npr. sojin lecitin). Osim prethodno navedenih, i natrijum tripolifosfat je bitan aditiv koji se koristi u formulaciji mesnih proizvoda. Izolat sojinog proteina i natrijum kazeinat se vrlo često koriste u formulacijama emulzija zbog njihovih funkcionalnih svojstava kao što su emulzifikacija, vezivanje vode i masti, zgušnjavanje i sposobnost geliranja (Dickinson i Casanova, 1999; Molina i sar., 2002; Perrechil i Cunha, 2013). Sojin lecitin je takođe emulgator koji je bogat fosfolipidima (Klang i Valenta, 2011). Karagenani se često koriste u ovim gelovima zbog svojstva geliranja, zgušnjavanja i stabilizacije, (Gao i sar., 2015), a njihov učinak uglavnom zavisi od koncentracije, pH vrednosti i jonske jačine medijuma (Jourdain i sar., 2008). Pored toga, ovaj polisaharid sadrži dijetna vlakna koja mogu poboljšati nutritivni profil emulzionog gela. Efekat pektina, odnosno viskoznost i čvrstoća gela, zavisi od pH vrednosti i koncentracije polimera (Simo i sar., 2012). Fosfatne soli čine medijum više baznim, pa se na taj način povećava rastvorljivost proteina udaljavanjem od izoelektrične tačke (De Souza Paglarini i sar., 2018). Pored navedenog, studije ukazuju i na potencijalnu primenu inulina (rastvorljivih vlakana sa prebiotičkim svojstvima) u reformuliranim proizvodima od mesa (Felisberto i sar., 2015; Herrero i sar., 2014a; Santos i sar., 2013). Inulin poseduje gelirajuća svojstva (Paradiso i sar., 2015), sposobnost zadržavanja vode u mreži gela (Huang i sar., 2011) i poboljšava konzistenciju gela (Paradiso i sar., 2015). Emulzioni gelovi ("oil bulking system") imaju čvrstu strukturu i kao takvi su pogodni da se koriste kao analozi ČMT. Pritom, tehnologija pravljenja ovih zamena za masno tkivo relativno je jednostavna i jeftina. Jestivo ulje se homogenizuje/disperguje u vodenoj fazi, a onda se proces geliranja tečne faze indukuje nekim gelirajućim agensom. U proizvodima od mesa, ovakva reformulacija koja podrazumeva dodavanje nekih od prethodno navedenih hidrokoloida, samostalno ili u kombinaciji, utiče na strukturu proteina i lipida. Veza između strukturnih i tehnoloških svojstava reformuliranih proizvoda može biti odlučujuća za razumevanje interakcije proteina i lipida i određenih

tehnoloških svojstava kao što je tekstura, što je jako značajno za dobijanje proizvoda koji će biti prihvatljivi kod potrošača. Konjak i alginat su reprezentativni primeri kada je u pitanju ovaj pristup u razvoju nutritivno poboljšanih proizvoda od mesa (Jiménez-Colmenero i sar., 2015).

2.8.1. Konjak gel

Konjak glukoman (KGM) je neutralni polisaharid dobijen iz biljke *Amorphophallus konjac*, koja je autohtona vrsta iz Istočne Azije, gde se ona koristi još od davnina. Konjak brašno ima nisku kalorijsku vrednost (E-425) i sadrži nesvarljiva vlakna zbog čega ima brojne fiziološke efekte i terapijsku primenu (Ruiz-Capillas i sar., 2012). Rastvaranjem konjak praha u alkalnom koagulantu (kao što su kalcijum hidroksid, natrijum ili kalijum karbonat), deacetilacijom se stvara termostabilan gel (Lin i Huang, 2003). Svojstva konjak gela (boja, mehanička/reološka i termalna svojstva) detaljno su ispitana i upoređivana sa različitim tipovima životinjskih masti koje se koriste u proizvodima od mesa (Jiménez-Colmenero i sar., 2012), kao i njegovo ponašanje kao zamene za mast u različitim tipovima proizvoda sa redukovanim sadržajem masti (Lin i Huang, 2003; Ruiz-Capillas i sar., 2012).

S obzirom da smanjenje sadržaja masti najviše utiče na mozaični izgled poprečnog preseka proizvoda (Ruiz-Capillas i sar., 2012), upotreba konjak gela kao analoga masnom tkivu pruža interesantne mogućnosti naročito u fermentisanim proizvodima od mesa. Naime, kada se konjak gel usitni do partikula željene veličine on može da ima izgled granuliranog masnog tkiva u nadevu kobasice.

Konjak gel se pokazao i kao dobar stabilizator ulja. Maslinovo ulje i kombinacija maslinovog, lanenog i ribljeg ulja, stabilizovana u konjak matriksu, korišćeni su kao zamene za ČMT svinja u različitim proizvodima od mesa: hrenovke (Salcedo-Sandoval i sar., 2013), sveže kobasice, (Triki i sar., 2013), suve kobasice (Slika 2.), (Jiménez-Colmenero i sar., 2013) i svinjske paštete (Salcedo-Sandoval i sar., 2014, 2015).



Slika 2. Kombinacija maslinovog, lanenog i ribljeg ulja u matriks gelu (20% w/w), (Jiménez-Colmenero i sar., 2015)

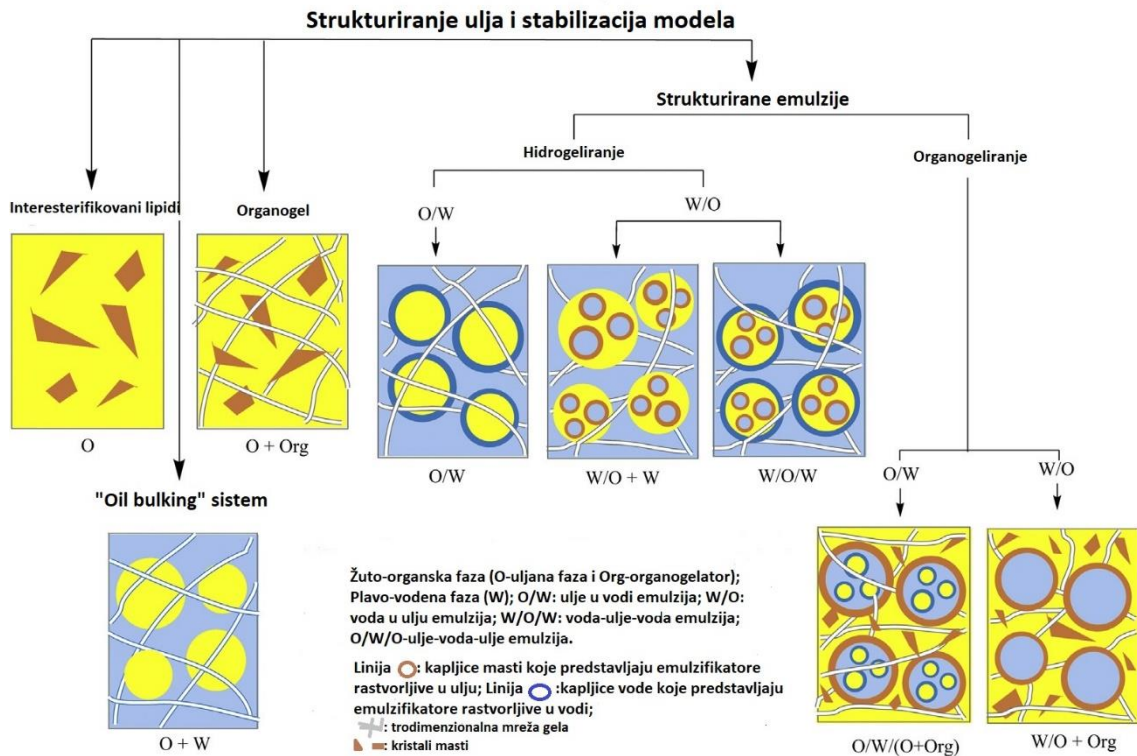
Jiménez-Colmenero i sar. (2013) su pokazali da inkorporacija ulja u konjak matriksu pruža mogućnost da se značajno smanji udeo kalorija koje potiču od zasićenih masnih kiselina i MUFA, a poveća udeo kalorija poreklom od PUFA, odnosno poboljša nutritivni sastav fermentisanih suvih kobasica.

2.8.2. Ekstrakti iz algi – alginat i karagenan

Alginat formira gel u prisustvu kalcijumovih soli. Gel se formira vezivanjem alginata za kalcijum i stvaranjem makromolekulske mreže koja sadrži veliku količinu vode, dok u isto vreme pokazuje i mehaničku čvrstinu. Ovakva mreža nudi interesantne mogućnosti kao “oil bulking” agens (Slika 3.).

U različitim proizvodima od mesa se alginat/ulje gel emulzija pokazala kao dobra zamena za masno tkivo. U svežim i barenim proizvodima od mesa uspešno je inkorporirana gelirana ulje/voda emulzija koja sadrži 40% lanenog ulja i 1,5% κ -karagenana, pri čemu nije uočen negativan uticaj na senzorske karakteristike, a dobijen je proizvod sa poboljšanim nutritivnim sastavom (Poyato i sar., 2014, 2015). Kasnije je ista gelirana emulzija lanenog ulja, obogaćena α -linoleinskom kiselinom, primenjena i u fermentisanim suvim kobasicama, koje se karakterišu kompleksnim fizičko-hemijskim promenama tokom procesa zrenja. U tom

istrazivanju dobijen je proizvod sa nižim sadržajem masti i značajno poboljšanim masnokiselinskim profilom bez uočenih oksidacionih problema i razlika u ukusu i sočnosti u poređenju sa konvencionalnim proizvodima (Alejandre i sar., 2016). Ruiz-Capillas i sar. (2013) su pokazali da je zamena ČMT u nadevu uljanim sistemom na bazi alginatnog gela (55% maslinovog ulja) uticala na povećanje sposobnosti vezivanja vode i masti, kao i više izraženim teksturalnim karakteristikama, naročito tvrdoće i gumenosti.

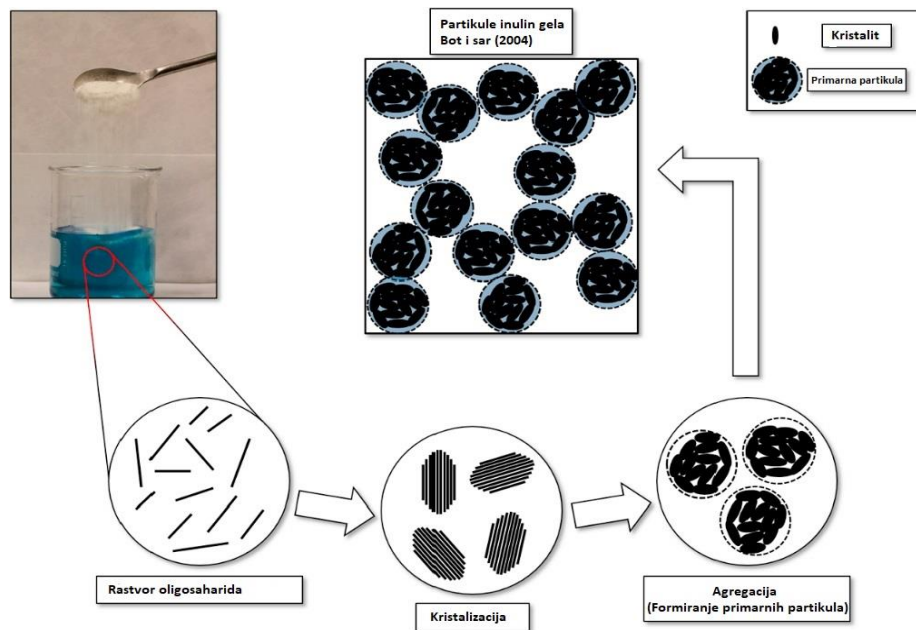


Slika 3. Formiranje trodimenzionalne mreže gela i stabilizacija ulja, (Jiménez-Colmenero i sar., 2015)

2.9. Proces formiranja inulin gela

Inulin/voda suspenzija može da formira čestice gela koje imaju strukturu sličnu mastima (Bot i sar., 2003; de Bruijne i Bot, 1999). To ukazuje na njegova izuzetna mehanička i fizička svojstva. U zavisnosti od stepena polimerizacije molekula inulina, danas se on komercijalno upotrebljava kao zamena za šećere (inulin niskog stepena polimerizacije), za poboljšanje strukture proizvoda (inulin srednjeg stepena polimerizacije) i kao zamena za mast (inulin visokog stepena polimerizacije). U poslednje vreme kod potrošača se sve više razvija svest o zdravlju i zdravoj ishrani (Glanz i sar., 1994; Mason i McGinnis, 1990; Story i sar., 2008). Uzimajući u obzir takav trend, istraživanja se sve više fokusiraju na ispitivanju osnovnih fizičkih svojstva inulin gelova, razvoju adekvatnih modela, razumevanju procesa tokom kojeg

inulin sa visokim stepenom polimerizacije formira gelove i utvrđivanju koliki je potencijal primene takvih gelova kao zamene za mast u proizvodima koji sadrže visok sadržaj masti (Beccard, 2018). Stepem rastvaranja inulina dugih lanaca u vodi zavisi od temperature rastvora i dužine lanaca molekula. Kratki lanci male molekulske mase, rastvaraju se brže na niskim temperaturama, što se može objasniti činjenicom da se slobodna Gibsonova energija rastvarača smeše smanjuje sa smanjenjem stepena polimerizacije rastvorene supstance (Tieke, 2005). Otopljeni polidisperzni oligosaharidi mogu se delimično uočiti kao polusavijeni filamenti različite dužine (Harding, 2017). Nakon hlađenja, u zavisnosti od temperature i dužine lanaca molekula, otopljeni molekuli inulina selektivno rekristalizuju. Dodatno, da bi proces kristalizacije započeo potrebno je da postoji jezgro kristalizacije. Materijal koji se nije rastvorio predstavlja jezgro koje služi kao „seme“ koje relativno brzo podstiče ovaj proces. Naime, ukoliko se na dovoljno visokoj temperaturi sva količina inulina otopi, čestice gela se neće formirati tokom hlađenja (Kim i sar., 2001). Molekuli sa većim stepenom polimerizacije se prvi rekristališu, stvarajući jezgra (zbog slabije rastvorljivosti u vodi i termodinamičkih fluktuacija), a molekuli sa manjim stepenom polimerizacije se akumuliraju u spoljašnjem delu prilikom stvaranja kristala. Kako se proces kristalizacije nastavlja, kristali inulina formiraju agregate koji predstavljaju primarne čestice u mreži gela (dijametra 100 nm). Njih karakterišu snažne interakcije preko kristalnih površina. Kako se formiranje gela nastavlja, primarne čestice formiraju klastere bez određenog reda, nepravilnih oblika, fraktalne prirode, koji se međusobno privlače uglavnom van der Waalsovima silama (Kim i sar., 2001). Kada od nasumičnih klastera nastanu veći kristali (1-5 mm), mreža inulina je formirana i poseduje gotovo sva strukturalna i mehanička svojstva makroskopskog uzorka. Voda se nalazi zarobljena u mreži i međuprostoru čestica gela koji sadrži >25% inulina (kratkim lanaca) ili >13% inulina (dugim lanaca) (Bot i sar., 2004). U zavisnosti od tipa inulina, odnosno stepena polimerizacije, čestice koje čine mrežu gela takođe variraju u gustini pakovanja i u veličini. Te varijacije imaju značajan uticaj na fizičke osobine i na kompletno razvijenu mrežu inulin gela (Slika 4.) (Beccard i sar., 2019). Dodatno, dugolančani oligosaharid inulin pokazao je sinergističke efekte sa većinom gelirajućih agenasa, stvarajući gel koji je čvršći od sume pojedinačnih komponenti (Kim i sar., 2001). Iz navedenog se može zaključiti da inulin ima dobar potencijal da formira dovoljno stabilan i prihvatljiv gel kojim može biti zamenjena značajna količina čvrstog masnog tkiva u matriksu kobasica (Keenan, 2014).



Slika 4. Formiranje partikula inulina (Beccard i sar., 2019)

2.9.1. Inulin kao zamena za masno tkivo u fermentisanim kobasicama

Inulin pruža velike mogućnosti kao zamena za masno tkivo u različitim proizvodima od mesa. Različite forme inulina (prah, vodeni rastvori različitih koncentracija, kao i kombinacije inulina i gelirajućih agenasa) su se pokazale izuzetno aplikabilnim kao zamena za masno tkivo u fermentisanim suvim kobasicama (Vasilev i sar., 2011; Mendoza i sar., 2001; Menegas i sar., 2013). Inulin kremovi su naročito interesantni zbog fine i kremaste strukture čime se oponaša oralna taktilna senzacija masti u proizvodima u kojima je sadržaj masti smanjen, dok u isto vreme imaju izuzetno malo kalorija od 1 do 1.5 kcal/g (Coussement i Franck, 2001; Janvary, 2008). Mendoza i sar., (2001) su inulin u prahu i kremove inulina koristili kao zamenu za 25-50% ČMT u kobasicama što se pokazalo uspešnim naročito u pogledu senzorskih i teksturalnih (elastičnost i adhezivnost) karakteristika, iako je primećen porast u tvrdoći dobijenih proizvoda. Naime, navedeni autori su uspeali da formulišu niskokalorični proizvod (30% manja kalorijska vrednost nego kod originalnog proizvoda) obogaćen dijetnim solubilnim vlaknima (približno 10%).

Ispitivane su i mogućnosti primene inulina u kombinaciji sa uljem (9% kukuruznog ulja) u pilećim fermentisanim kobasicama (Menegas i sar., 2013). U datoj studiji je pokazano da dodavanje inulina u kombinaciji sa smanjenom količinom ulja u kobasicama nije uticalo na fizičko-hemijske, mikrobiološke parametre i sveukupnu prihvatljivost proizvoda, dok je boja bila svetlija i manje crvena, (sličnija kobasicama sa višim sadržajem ulja - 17%, bez inulina),

za razliku od kobasica kod kojih je takođe smanjena količina ulja bez dodatog inulina. Iz prethodno navedenog se može zaključiti da se inulin može smatrati dobrim rešenjem u postizanju boljeg izgleda poprečnog preseka kobasica, imajući u vidu da gubitak mase tokom sušenja najviše smanjuje L* vrednost fermentisanih kobasica sa redukovanim sadržajem masti.

Herrero i sar. (2014b) su opisali razvoj dva različita sistema bazirana na polisaharidnim gelovima (alginat/inulin i alginat/dekstrin), u cilju dobijanja optimalnih karakteristika materijala koji može da se koristi kao zamena za čvrsto masno tkivo u formulaciji nutritivno poboljšanih proizvoda od mesa. Kombinacijom alginata sa inulinom ili dekstrinom omogućena je imobilizacija maslinovog ulja u matrici polisaharidnog gela, čime je dobijena dobra zamena za ČMT sa poželjnim nutritivnim i tehnološkim karakteristikama.

U cilju poboljšanja stabilnosti emulzije i smanjenja gumaste konzistencije kod niskomasnih proizvoda od mesa ispitivana je mogućnost dodavanja kolagena kao stabilizatora (Prabhu i sar., 2004). Kolagen je glavni protein kože, ligamenata i tetiva (Li, 1995), i ima dobra svojstva vezivanja vode čime se sprečava gubitak vlage i visoki kalo i skupljanje proizvoda (Pereira i sar., 2011). Tako da se pretpostavilo da kolagen može biti koristan kao zamena za mast i u fermentisanim kobasicama, naročito u kombinaciji sa dijetnim vlaknima. Ham i sar., (2015) su pokazali da mešavina kolagena, celuloznih dijetnih vlakna i leda može da zameni 25%, 50% i 75% ČMT u fermentisanim kobasicama malog dijametra sa kratkim periodom zrenja. Dobijene kobasice bile su senzorski prihvatljive (boja, ukus i opšta prihvatljivost), sa najvišim ocenama za kobasicu sa 50% smanjenim sadržajem ČMT. Jedine značajne razlike u poređenju sa kontrolnim kobasicama uočene su u teksturi proizvoda.

Rađena su i istraživanja u kojima je u fermentisanim kobasicama ČMT zamenjeno kombinacijom ulja stabilizovanog u alginatnom gelu i inulina u prahu (Beriain i sar., 2011). Ovi autori su 50% ČMT u suvim fermentisanim kobasicama zamenili emulzijom maslinovog ulja sa dodatkom inulina uz dodatno smanjen sadržaj natrijum hlorida. Kombinacija sa dodatkom 6% inulina omogućila je da se napravi proizvod sa 20% manje masti u odnosu na tradicionalnu kobasicu i sa 10% većom količinom MUFA, a da se pritom zadrže senzorska svojstva koja su slična onim koje imaju tradicionalne čorizo kobasice (Beriain i sar., 2011).

3. CILJEVI I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja ove doktorske disertacije bio je da se ispita mogućnost zamene određenog udela čvrstog masnog tkiva u fermentisanim suvim kobasicama inulin gel suspenzijom i inulin gel emulzijama koje su napravljene od tri vrste biljnih ulja bogatih omega-3 masnim kiselinama, a to su laneno ulje, ulje uljane repice i ulje kukuruznih klica, radi dobijanja proizvoda sa manjim sadržajem masti, odnosno nutritivno povoljnijim masnokiselinskim sastavom i ujedno prihvatljivim senzorskim osobinama. Pored toga, cilj ispitivanja je bio da se utvrdi koje razlike se javljaju u tehnološki značajnim parametrima važnim za bezbednost i održivost proizvoda, hemijskom sastavu, masnokiselinskom sastavu, mikroflori i senzorskim osobinama između kontrolnih i modifikovanih kobasica.

Shodno cilju ispitivanja postavljeni su sledeći zadaci:

1. Da se ispituju fizičke i fizičko-hemijske karakteristike eksperimentalnih fermentisanih suvih kobasica: kalo, pH-vrednost i a_w -vrednost u toku proizvodnje i nakon procesa zrenja;
2. Da se ispita hemijski sastav kobasica na kraju proizvodnje i nakon procesa skladištenja: sadržaj proteina mesa, sadržaj hidrokisprolina, udeo kolagena u proteinima mesa, sadržaj ugljenih hidrata, sadržaj vode, sadržaj pepela, sadržaj natrijum hlorida, sadržaj nitrita, sadržaj ukupnih masti i holesterola;
3. Da se ispita masnokiselinski sastav gotovih proizvoda;
4. Da se ispita indeks proteolize kao pokazatelj hidrolitičkih promena na proteinima, odnosno stepena zrenja proizvoda;
5. Da se ispituju hidrolitičke i oksidativne promene na mastima određivanjem kiselinskog i peroksidnog broja, kao i TBARS-vrednosti (Thiobarbituric Acid Reactive Substances-TBARS);
6. Da se prati broj mikroorganizama u toku proizvodnje i zrenja: broj bakterija mlečne kiseline (BMK), broj bakterija iz familija *Enterobacteriaceae*, *Micrococcaceae* i *Pseudomonas* spp, kao i broj *Lactobacillus casei* i *Staphylococcus carnosus* poreklom iz dodate starter kulture.
7. Da se ispita boja proizvoda kolorimetrijski prema CIE L*a*b* sistemu;

8. Da se instrumentalno ispituju parametri teksture, odnosno uradi TPA (Texture Profile Analysis) analiza profila teksture (tvrdoća, adhezivnost, elastičnost, kohezivnost, otpor žvakanju);
9. Da se ispituju senzorski parametri kvaliteta proizvoda: spoljašnji izgled kobasica, izgled poprečnog preseka, boja i održivost boje, miris, ukus i tekstura
10. Da se uradi statistička obrada podataka određivanjem srednjih vrednosti, mera varijacije i statističke značajnosti razlika.

4. MATERIJAL I METODE

4.1. Materijal

U prvoj fazi eksperimenta bio je definisan odnos sastojaka i postupak kojim se vodeni rastvor inulina stabilizovao želatinom. Zatim je definisan odnos sastojaka i postupak kojim se preemulzija ulja sa lecitinom sjedinjuje u inulin gel suspenziju inulina i želatina kako bi se dobila stabilna inulin gel emulzija. Nakon dobijanja stabilne inulin gel suspenzije i inulin gel emulzije koje su izgledom i konzistencijom podsećale na čvrsto masno tkivo napravljene su modifikovane fermentisane kobasice sa smanjenim sadržajem masti, odnosno sa modifikovanim masnokiselinskim sastavom, što je opisano u sledećim potpoglavljima.

4.1.1. Inulin gel suspenzija i inulin gel emulzije

Za pripremu inulin gel suspenzije korišćena je voda, inulin u prahu proizvođača Chicory product, (Cosucra Groupe Warcoing, Belgija) i svinjski želatin (Dr. Oetker, Srbija). Za pripremu gel emulzija dodatno su korišćene tri različite vrste komercijalnog ulja: laneno ulje (Lučar d.o.o., Srbija), ulje uljane repice (Suncokret d.o.o., Srbija) i ulje kukuruznih klica (Uvita d.o.o., Srbija), dok je sojin lecitin nabavljen od kompanije Tokyo Chemical Industry Co., Ltd., Tokyo, Japan.

Inulin gel suspenzija pripremljena je na sledeći način: Na tehničkoj vagi (model Birotechna SD 4000) sa tačnošću od ± 1 g odmereno je 730 g vode, dodato je 20 g želatina i 250 g inulina. Ova smeša je homogenizovana mešanjem i zagrevanjem na 60°C u blenderu (BOSH ErgoMixx, Germany) na srednjoj brzini u trajanju od 120 s. Na ovaj način dobijen je 1 kg suspenzije.

Inulin gel emulzije napravljene su tako što je najpre ulje preemulzifikovano mešanjem 200 g ulja sa 150 g vode i 30 g sojinog lecitina u blenderu do konzistencije slične majonezu. Istovremeno, napravljena je i inulin gel suspenzija mešanjem 350 g vode, 20 g želatina i 250 g inulina. Zatim je preemulzija postepeno dodavana inulin suspenziji na sobnoj temperaturi i umešana koristeći blender na srednjoj brzini u trajanju od 180 s. Na ovaj način ukupno je dobijen 1 kg emulzije.

Suspenzija i emulzije su najpre ohlađene na sobnoj temperaturi, a zatim zamrznute u sterilnim *Stomacher* kesama (Slika 5.) na temperaturi od -20°C do trenutka upotrebe (ne kasnije od 2 dana).



Slika 5. Inulin gel emulzija sa dodatkom ulja uljane repice i kukurznih klica

4.1.2. Izrada kobasica

Za potrebe eksperimenta kako bi se napravile konvencionalne i četiri vrste modifikovanih fermentisanih kobasica korišćeno je goveđe meso I kategorije, svinjsko meso I kategorije i ledno masno tkivo svinja (čvrsto masno tkivo – ČMT). Meso je poticalo od svinja koje su melezi rasa jorkšir x landras, starosti 12 meseci i prosečne telesne mase oko 180 kg i goveda rase domaće šareno goveče u tipu Simentalca, a proizvedeno je u lokalnom objektu za klanje papkara koji ima dodeljen izvozni kontrolni broj, zadovoljava ISO standarde koji se tiču menadžmenta kvaliteta i upravljanja bezbednošću hrane, ima uveden HACCP sistem i HALAL standard.

Pripremljeno je pet formulacija kobasica (Tabela 1.): konvencionalne fermentisane kobasice sa 25% ČMT (K), fermentisane kobasice sa 9% ČMT i 16% inulin gel suspenzije (I), fermentisane kobasice sa 9% ČMT i 16% inulin gel emulzije lanenog ulja (IU), fermentisane kobasice sa 9% ČMT i 16% inulin gel emulzije ulja kukurznih klica (UK) i fermentisane kobasice sa 9% ČMT i 16% inulin gel emulzije ulja uljane repice (UR). Drugi sastojci koji su dodati u svih pet formulacija na 1 kg mešavine su: 23 g soli, 0,32 g natrijum nitrita, 0,25 g starter kulture FLORA ITALIA LC SafePro® koja sadrži *Latobacillus casei* i *Staphiloccocus carnosus* (Chr. Hansen, Denmark) i 4 g komercijalne mešavine začina (Čajna nova, Raps GmbH, Austria).

Tabela 1. Glavni sastojci u formulaciji kobasica (%)

Sastojci	K	I	IU	UK	UR
Goveđe meso*	35	35	35	35	35
Svinjsko meso**	40	40	40	40	40
ČMT**	25	9	9	9	9
Inulin gel suspenzija**	-	16	-	-	-
Inulin gel emulzija lanenog ulja**	-	-	16	-	-
Inulin gel emulzija ulja kukuruznih klica**	-	-	-	16	-
Inulin gel emulzija ulja uljane repice**	-	-	-	-	16

*=ohlađeno; **=zamrznuto

Nadev kobasica je pripremljen na sledeći način: zamrznute sirovine (svinjsko meso i ČMT kod kontrolnog proizvoda, a kod modifikovanih kobasica dodatno i inulin gel suspenzija, odnosno inulin gel emulzije) su najpre grubo isečene u drobilici, a potom grubo usitnjene u kuteru uz dodatak starter kulture. Potom se u kuter dodaje ohlađeno goveđe meso, nitritna so za salamurenje i začini, a nadev dodatno usitjava do veličine partikula od oko 3-4 mm. Nadev je pomoću vakuum punilice punjen u veštačke kolagenske omotače dijametra 50 mm (Prima Commerce, Srbija).

Nakon toga, kobasice su podvrgnute procesu zrenja i sušenja u kontrolisanim uslovima industrijske proizvodnje tokom 28. dana pod sledećim uslovima: fermentacija u komori za zrenje tokom 48 h na temperaturi od 24 °C i relativnoj vlažnosti od 91%; hladno dimljenje po 8 h tokom tri dana na temperaturi 21-23°C pri relativnoj vlažnosti od 85% i na kraju, kobasice su vraćene u komoru za zrenje na sušenje pri temperaturi od 15 °C i relativnoj vlažnosti od 85% sve do kraja procesa zrenja (28. dan). Na kraju procesa zrenja i sušenja, kontrolne i modifikovane kobasice su skladištene na vazduhu pri temperaturi od 4±1°C u trajanju od mesec dana. Uzorci iz svake grupe uzimani su za analizu 0, 7, 14, 21. i 28. Dan proizvodnje i nakon mesec dana skladištenja (58. dan).

4.2. Metode ispitivanja

Iz svake eksperimentlne grupe uzimano je po šest nasumično odabranih kobasica prema napred navedenoj dinamici (0., 7., 14., 21., 28 i 58. dan) pri čemu su rađena fizička (kalo, temperatura), fizičko-hemijska (pH i a_w vrednost) i mikrobiološka ispitivanja (broj bakterija mlečne kiseline, broj bakterija iz familija *Enterobacteriaceae*, *Micrococcaceae* i *Pseudomonas* spp., kao i broj *Lactobacillus casei* i *Staphylococcus carnosus* iz dodatog startera). Na kraju procesa zrenja i sušenja, pored navedenih analiza praćeni su i sledeći parametri: hemijski sastav (sadržaj vode, masti, holesterola, proteina, pepela, hidroksiprolina, hlorida i nitrita), masnokiselinski sastav, parametri oksidacije lipida (kiselinski broj, peroksidni broj, TBARS vrednost) i stepena zrenja (indeks proteolize), instrumentalni parametri boje (CIA L* a* b* sistem) i teksture (metoda po Warner Bratzleru) i senzorski parametri kvaliteta (spoljašnji izgled, izgled preseka, boja, miris i ukus, tekstura, konzistencija i ukupna prihvatljivost). Nakon mesec dana skladištenja su ponovljene analize hemijskih parametara koji pokazuju stepen oksidacije lipida.

4.2.1. Fizičke metode

Određivanje gubitka mase (kalo) fermentisanih kobasica iz svake grupe urađeno je gravimetrijski, merenjem mase pet odabranih uzoraka iz svake grupe tokom procesa zrenja i nakon skladištenja na vagi sa preciznošću od ± 1 g. Gubitak mase izražen je u procentima u odnosu na početnu vrednost mase kobasica.

4.2.2. Fizičko-hemijske metode

4.2.2.1. pH vrednost

Merenje pH vrednosti rađeno je u skladu sa standardom SRPS ISO 2917:2004. Korišćen je digitalni pH-metar WTW, model 340i, sa kombinovanom elektrodom za proizvode od mesa (WTW-Wissenschaftlich -Technische Werkstätten, GmbH, Weilheim, Nemačka). Merenje je rađeno ubodom sonde pH-metra u nadev nakon pripreme (Slika 6.), odnosno direktno u kobasicu u toku procesa proizvodnje, na tri različita mesta u proizvodu. Rezultat je izražen kao srednja

vrednost tri merenja. Pre upotrebe pH-metar je kalibrisan standardnim puferima (pH pufera za kalibraciju bio je 7.00 i 4.00 na 20°C).



Slika 6. Merenje pH vrednosti nadeva za kobasice

4.2.2.2. a_w vrednost

Za merenje a_w vrednosti korišćen je a_w -metar FAsT/1 (GBX Scientific Instruments) prema metodi ISO 21807:2004.

4.2.3. Određivanje hemijskog sastava kobasica

- Određivanje sadržaja proteina prema metodi po Kjeldalh-u (SRPS ISO 937:1992);
- Određivanje sadržaja ukupne masti - metoda po Soxhletu (SRPS ISO 1443:1992);
- Određivanje sadržaja vode prema metodi SRPS ISO 1442:1998;
- Određivanje sadržaja ukupnog pepela - sagorevanje uzorka pri 550 °C do konstantne mase (SRPS ISO 936:1999);
- Određivanje sadržaja nitrita po metodi SRPS ISO 2918:1999;
- Određivanje sadržaja hidroksiprolina (SRPS ISO 3496:2002);

- Određivanje sadržaja hlorida metodom po Volhardu (SRPS ISO 1841-1:1999);
- Sadržaj ugljenih hidrata dobijen je oduzimanjem zbira sadržaja proteina, masti, vode i pepela od broja 100.
- Sadržaj kolagena u proteinima mesa izračunat je množenjem sadržaja hidroksiprolina faktorom 8 i izračunavanjem udela kolagena u ukupnim proteinima mesa.
- Sadržaj holesterola određen je direktnom saponifikacijom bez prethodne ekstrakcije lipida korišćenjem HPLC/PDA sistema (Waters 2695 Separation module/Waters photodiode array detector, SAD) po metodi Maraschiello i sar. (1996).

4.2.4. Određivanje masnokiselinskog sastava kobasica

- Nakon ekstrakcije lipida metodom ubrzane ekstrakcije rastvaračima (accelerated solvent extraction - ASE 200 Dionex, Nemačka) (Spiric i sar., 2010), metilestri masnih kiselina su pripremljeni transesterifikacijom lipidnog ekstrakta sa trimetilsulfonijum hidroksidom (TMSH) prema metodi SRPS EN ISO 5509/2007. Metilestri masnih kiselina (Fatty Acid Methyl Esters-FAMES) analizirani su metodom gasne hromatografije na gasnom hromatografu sa plameno-jonizujućem detektorom (GC/FID) Shimadzu 2010 (Kyoto, Japan), na cijanopropil-aril kapilarnoj koloni HP-88 (100m x 0,25 mm x 0,20 μ m), a identifikacija je izvršena na osnovu relativnih retencionih vremena, poređenjem sa relativnim retencionim vremenima pojedinačnih jedinjenja u standardu smeše metilestara masnih kiselina Supelco 37 Component FAME Mix (Supelco, Bellefonte, SAD). Sadržaj masnih kiselina je izražen kao procentualni udeo (%) od ukupno identifikovanih masnih kiselina.
- Parametri nutritivnog kvaliteta masti (aterogeni indeks (AI), trombogeni indeks (TI), polieni indeks (PI) i odnos hipo- i hiper holesterolemičnih masnih kiselina (HH)) izračunat je prema formulama (Fush i sar. 2013):

$$AI = \frac{C12:0 + 4xC14:0 + C16:0}{\Sigma n - 3 \text{ PUFA} + \Sigma n - 6 \text{ PUFA} + \Sigma \text{MUFA}}$$

$$TI = \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{0,5x\Sigma \text{MUFA} + 0,5x\Sigma n - 6 \text{ PUFA} + 3x\Sigma n - 3 \text{ PUFA} + \Sigma n - 3 \text{ PUFA} / \Sigma n - 6 \text{ PUFA}}$$

$$HH = \frac{C18:1n - 9 + C18:2n - 6 + C20:4n - 6 + C18:3n - 3 + C20:5n - 3 + C22:6n - 3}{C14:0 + C16:0}$$

4.3. Mikrobiološka ispitivanja

Mikrobiološka ispitivanja su rađena na kontrolnoj kobasici, kobasici sa inulin gel suspenzijom i na kobasici sa inulin gel emulzijom lanenog ulja, kao modelu proizvoda u čijem sastavu je inulin gel emulzija. Za mikrobiološka ispitivanja je najpre pripremano osnovno razređenje, tako što je odmeravano po 20 g uzorka iz gornje, srednje i donje trećine kobasica i homogenizovano u stomaheru sa 180 ml peptonske vode u toku 1min. Iz osnovnog razređenja pripreman je niz decimalnih razređenja, iz kojih su zasejavane odgovarajuće hranljive podloge koje su inkubisane na sledeći način:

- Određivanje ukupnog broja bakterija mlečne kiseline rađeno je na podlozi MRS-agar (Merck, Nemačka) nakon 72 h inkubacije pod anaerobnim uslovima na 30°C (ISO 15214:1998);
- Određivanje ukupnog broja bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* rađeno je na podlozi Violet Red Bile Glucose Agar (VRBGA, Merck, Nemačka) nakon 24 h inkubacije na 37 °C (ISO 21528-2:2004);
- Određivanje ukupnog broja *Pseudomonas* spp. rađeno je na podlozi Pseudomonas Agar Base sa C-F-C suplementom (Oxoid®) nakon 48 h inkubacije na 25°C;
- Određivanje ukupnog broja bakterija iz familije *Micrococcaceae* rađeno je na podlozi Mannitol Salt Agar (MSA, HiMedia, Indija) nakon 48 h inkubacije na 30°C.

Određivanje broja *Lactobacillus casei* i *Staphylococcus carnosus* iz starter kulture rađen je nakon identifikacije karakterističnih kolonija izraslih na MRS-agaru, odnosno MSA-agaru, metodom MALDI-TOF MS (Matrix-assisted laser desorption ionization–time-of-flight mass spectrometry). Ovo ispitivanje je urađeno pomoću uređaja Vitek MS (bioMérieux, Francuska). Priprema izolovanih kolonija urađena je prema uputstvu proizvođača, pri čemu je za kalibraciju uređaja korišćena *Escherichia coli* ATCC® 8739, a za očitavanje rezultata baza podataka VITEK MS V2.0 Knowledge Base – Industry Use.

4.4. Instrumentalno određivanje boje

Boja fermentisanih kobasica na površini i poprečnom preseku ispitivna je korišćenjem kolorimetra ChromaMeter CR-400 (Minolta Co. Ltd, Tokyo, Japan) u skladu sa CIE L*a*b* sistemom (L*-lightness, a*- redness, b*-yelowness). Merenja su izvršena u D-65 osvetljenju iluminacioni sistem 45/0, ploča 8D/ sa standardnim uglom zaklona od 2°. Boja površine proizvoda (sa omotačem) merena je na gornjoj, srednjoj i donjoj trećini površine kobasice, a boja preseka je merena na tri mesta koja su obuhvatila periferni i središnji deo preseka. Ova merenja vršena su na sobnoj temperaturi (20±2°C) odmah nakon sečenja uzoraka, a kao izmerena vrednost uzimana je srednja vrednost pomenuta tri merenja.

4.5. Instrumentalno određivanje teksture

Tekstura fermentisanih kobasica izmerena je instrumentalnim metodama po Warner Bratzleru. TPA analiza profila teksture (tvrdoća (g), adhezivnost (g/s), elastičnost (mm), kohezivnost, otpor žvakanju (g x mm)) određena je aparatom Instron 4301 UTM (Instron Corp., High Wycombe, Velika Britanija). Uzorci visine 2 cm i prečnika 2,54 cm uzimani su iz centra svake grupe ispitivanih kobasica. Uzorci su zatim temperirani na sobnoj temperaturi i komprimovani na 50% od početne debljine aluminijumskom kompresionom pločom 75 mm (P/75) i opterećenjem od 250 kg. Pre-test brzina bila je 3 mm/s, test brzina 1 mm/s i post-test brzina 1 mm/s. Merenja su izračunata uz pomoć odgovarajućeg kompjuterskog softvera.

4.6. Određivanje parametara oksidacije lipida i indeksa proteolize

Nakon procesa zrenja/sušenja (28. dan) i skladištenja (58. dan) u uzorcima kontrolnih i modifikovanih kobasica izvršena su sledeća ispitivanja:

- TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) vrednost - test sa tiobarbiturnom kiselinom kojom se određuje sadržaj malondialdehida (MAL) prema metodi Tarladgis i sar. (1964) i Holland (1971);
- Kiselinski broj prema metodi SRPS EN ISO 660/2011;
- Peroksidni broj prema metodi SRPS EN ISO 3960/2011;
- Indeks proteolize izračunat je kao udeo neproteinskog azota u ukupnom sadržaju azota prema Careri i sar. (1993).
 - Princip metode: Kako bi se utvrdio neproteinski azot 20 g uzorka kobasice se dobro izmeša sa 180 ml vode. Mešavina se centrifuguje na 10^3 obrtaja/min tokom 15 minuta na 5 °C. Posle filtracije, 50 ml rastvora se dodaje u 50 ml 10% vodeni rastvor trihlorsirćetne kiseline (TCA) u epruvetu za centrifugovanje od 150 ml i ostavi da reaguje 30 min na sobnoj temperaturi. Mešavina se centrifuguje na isti način i supernatant se filtrira kroz Whatman #4 filter. 40 ml filtrata se analizira na sadržaj ukupnog azota (TN) po Kjeldalu. Sadržaj azota u supernatanu dobijen od 100 g uzorka predstavlja ukupan neproteinski azot (NPN). NPN u 100 g ukupnog azota u mesu predstavlja indeks proteolize (NPN/TN (%)).

4.7. Senzorska analiza

U senzorskom ispitivanju kobasica učestvovalo je deset obučanih, iskusnih ocenjivača sa Katedre za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla Fakulteta vetrinarske medicine, Univerziteta u Beogradu, koji su odabrani prema standardu (ISO 8586:2012). Korišćen je petobalni bod sistem ocenjivanja (Tomic i sar., 2008; Vasilev i sar., 2013; Tomašević, 2015). Neposredno pre ispitivanja, panelisti su oko 30 minuta diskutovali i definisali specifikacije svakog ispitivanog parametra (spoljašnji izgled kobasica, izgled poprečnog preseka, boja i održivost boje, miris, ukus, tekstura i ukupna prihvatljivost). Ocenjivačima su prezentovane kobasice, iz svake formulacije, presečene na pola, kako bi ocenili spoljašnji izgled. Nakon toga, od svake grupe kobasica, isečeni komadi debljine 2 mm posluženi su na belim tanjirima kako bi

ocenjivači procenili izgled na preseku. Uzorci su obeleženi nasumičnim trocifrenim brojevima i posluženi sa neslanim hlebom, vodom i jabukama.

Za ocenjivanje korišćena je skala ocena od 1 do 5, sa mogućnošću davanja polubodova (1.5, 2.5, 3.5 i 4.5). Ocena 5 – odlično, tipičan kvalitet, karakterističan izgled i oblik kobasica, uniformnost veličine partikula na preseku, prijatan miris i ukus fermentisanog proizvoda, meka tekstura i svetla i zrela boja proizvoda. Ocena 1- neprihvatljivo, loš kvalitet, vidljivi defekti, neprijatan i užegao ukus, tvrda tekstura, tamna i žućkasta boja. Kobasice koje su ocenjene sa 2.5 i više za svaku karakteristiku smatrane su prihvatljivim.

Kako bi se pokazala relativna važnost svake ocenjene senzorne karakteristike u ukupnoj prihvatljivosti proizvoda, ocene koje su date za svaku od pet pojedinačnih karakteristika su pomnožene sa odgovarajućim koeficijentima važnosti i to: spoljašnji izgled sa 2, izgled i sastav preseka sa 5, boja i održivost boje sa 3, miris i ukus sa 7 i tekstura sa 3. Zbir koeficijenata je 20, i na taj način korigovane ocene predstavljaju udeo (procenat) u ukupnoj prihvatljivosti kobasica. Odnosno, deljenjem ocene ukupne prihvatljivosti proizvoda (zbira korigovanih ocena) sa zbirom koeficijenata važnosti dobijena je ponderisana srednja vrednost ukupne prihvatljivosti proizvoda.

4.8. Statistička analiza

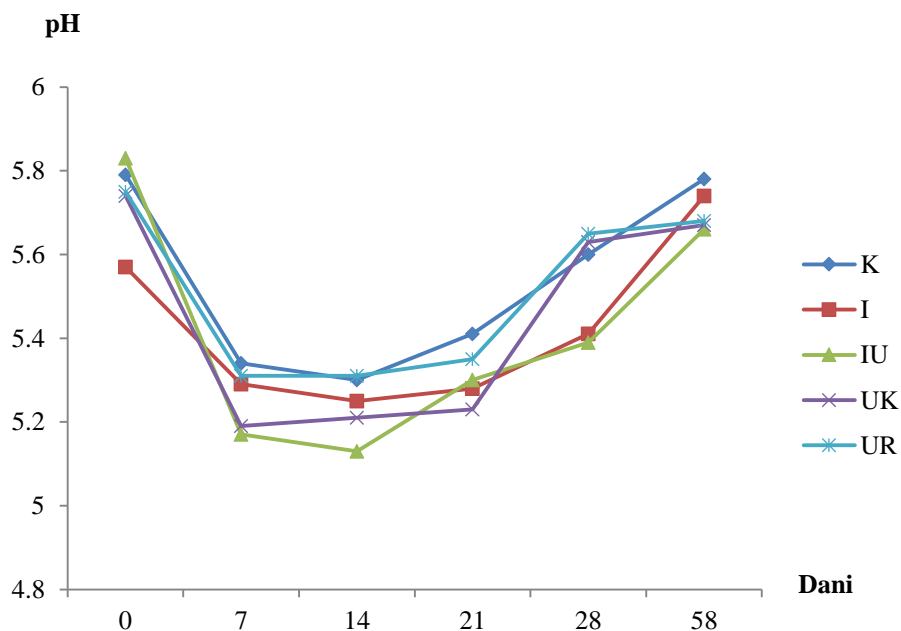
Ispitivano je po 6 nasumično odabranih kobasica iz svih grupa svakog dana ispitivanja. U statističkoj analizi dobijenih rezultata korišćene su kao osnovne statističke metode deskriptivni statistički parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija, standardna greška, minimalna, maksimalna vrednost i koeficijent varijacije). Za ispitivanje značajnosti razlika između srednjih vrednosti dve ispitivane formulacije kobasica korišćen je t-test, a za ispitivanje signifikantnih razlika između tri i više posmatranih formulacija fermentisanih kobasica grupni test, ANOVA, a zatim pojedinačnim Tukey testom ispitane su statistički značajne razlike između kobasica. Značajnost razlika je utvrđena na nivoima od 5% i 1%. Svi dobijeni rezultati su prikazani tabelarno i grafički. Statistička analiza dobijenih rezultata urađena je u statističkom paketu PrismaPad 6.00 (GraphPad Software, San Diego, California USA, www.graphpad.com).

5. REZULTATI ISPITIVANJA

Rezultati ispitivanja ove doktorske disertacije, u skladu sa postavljenim ciljevima i zadacima, predstavljeni su u nekoliko potpoglavlja. Najpre će biti prikazani rezultati fizičko-hemijskih i hemijskih ispitivanja, mikrobioloških ispitivanja, zatim rezultati instrumentnog ispitivanja parametara boje i teksture, i na kraju, senzorskih ispitivanja.

5.1. pH vrednost

Rezultati ispitivanja pH vrednosti konvencionalnih i modifikovanih fermentisanih kobasica prikazane su na grafikonu 1. i u prilogu A ove doktorske disertacije. Na grafikonu se jasno mogu uočiti razlike u vrednosti pH na početku (0. dan) i na kraju proizvodnog procesa (28. dan), tokom procesa fermentacije i zrenja (7, 14, 21. dan), kao i nakon perioda skladištenja od mesec dana (58. dan). Na početku proizvodnog procesa, kobasice sa dodatim inulin gel suspenzijom (I) su imale statistički značajno manju pH vrednost (5,57) u poređenju sa kontrolom (5,79; $P=0,0001$) i kobasicama sa dodatim inulin gel emulzijama (IU 5,83; UK 5,74 i UR 5,75).

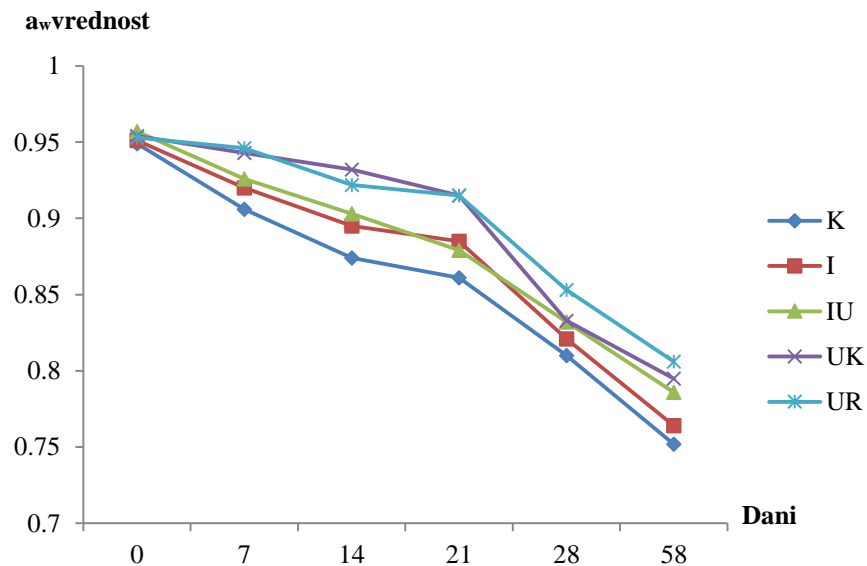


Grafikon 1. Promene pH vrednosti tokom proizvodnje i skladištenja eksperimentalnih fermentisanih kobasica

U toku procesa zrenja i sušenja, najnižu pH vrednost imale su fermentisane kobasice sa dodatkom inulin gel emulzije lanenog ulja (IU), a najvišu kontrolne kobasice (K). Na kraju tog procesa (28. dan) pH vrednost je bila takođe najnižja kod IU kobasica (5,39), kao i kod kobasica sa inulin gel suspenzijom (5,41), dok je kod ostalih proizvoda iznosila od 5,60 (K) do 5,65 (UR). Nakon perioda skladištenja od mesec dana, odnosno 58. dana, najvišu pH vrednost imale su kontrolne kobasice (K) 5,78, a najnižu modifikovane kobasice sa dodatkom inulin gel emulzije lanenog ulja (IU) 5,66 (P=0,022).

5.2. a_w vrednost

Na grafikonu 2. i u prilogu B ove doktorske disertacije, prikazane su a_w vrednosti dobijene tokom ispitivanja eksperimentalnih fermentisanih kobasica. Na grafikonu se može uočiti da modifikovane kobasice tokom čitavog perioda proizvodnje i skladištenja pokazuju značajno veću a_w vrednost u odnosu na kontrolne kobasice. Aktivnost vode se 0. dana kretala od 0,949 kod kontrolnih kobasica do 0,957 kod kobasica sa inulin gel emulzijom lanenog ulja (IU) (P=0,0004).

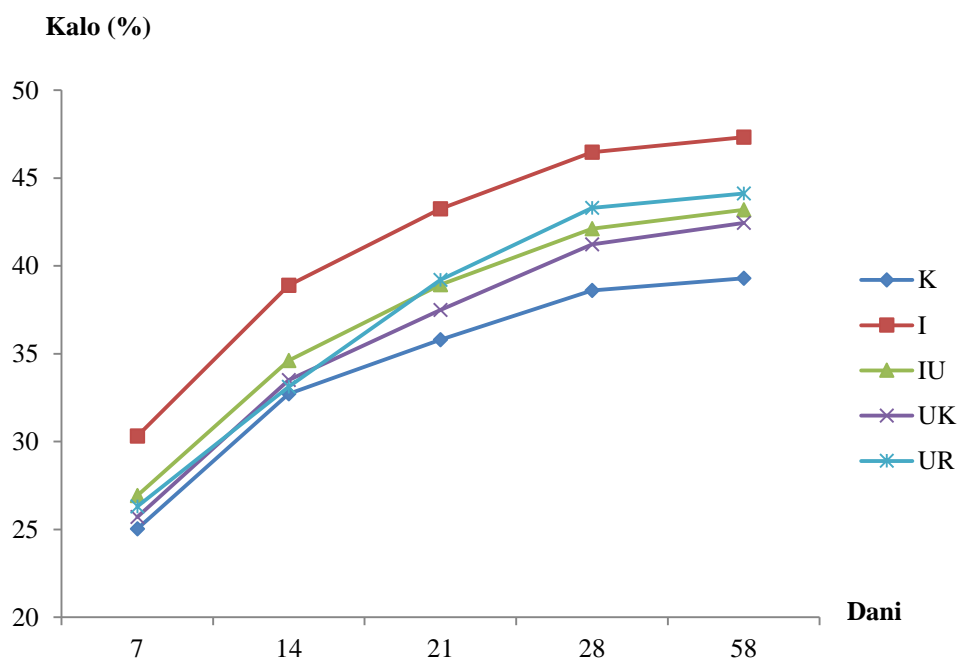


Grafikon 2. Promena a_w vrednosti eksperimentalnih fermentisanih kobasica tokom proizvodnje i skladištenja

Kobasice sa dodatim inulin gel emulzijama (IU, UK i UR) pokazuju statistički značajno veću a_w vrednost i u odnosu na kobasice sa dodatom inulin gel suspenzijom (I), pri čemu je na kraju proizvodnje a_w vrednost kobasica sa emulzijama iznosila od 0,832 (IU) do 0,853 (UR), a kod I proizvoda 0,821 ($P=0.0001$; $P=0,0006$; $P=0.0001$, pojedinačno). Na kraju proizvodnje, aktivnost vode kontrolne kobasice je iznosila 0,810 i bila statistički značajno manja od a_w vrednosti svih modifikovanih kobasica (prilog B, tabela 5). Na kraju skladištenja, odnosno 58. dana, najveću a_w vrednost su imale kobasice sa inulin gel emulzijom ulja uljane repice (UR) koja je iznosila 0,806 dok su kontrolne fermentisane kobasice (K) imale najnižu a_w vrednost od 0,752, i samo ove dve formulacije kobasica su se statistički značajno razlikovale ($P=0,0193$).

5.3. Kalo

Tokom procesa sušenja, kod svih ispitivanih kobasica došlo je do određenog gubitka mase. Rezultati ispitivanja prikazani su u grafikonu 3. i prlogu C ove doktorske disertacije, a pokazuju da od početka do kraja procesa sušenja kontrolne kobasice imaju najmanji gubitak mase.



Grafikon 2. Promena gubitka mase tokom proizvodnje i skladištenja eksperimentalnih fermentisanih kobasica

Kalo kontrolne kobasice na kraju procesa zrenja, odnosno 28. dana, iznosio je 38,6% i statistički je značajno bio manji od kala modificovanih kobasica koji se kretao od 41,23% kod kobasica sa inulin gel emulzijom ulja kukuruznih klica (UK) ($P=0,0099$) do 46,48 % kod kobasica sa inulin gel suspenzijom (I) ($P=0,0001$). Nakon mesec dana skladištenja, odnosno 58. dana, kalo kontrolne kobasice je iznosio 39,3% i takođe bio značajno manji u poređenju sa drugim formulacijama kobasica, koji se kretao od 42,44 % kod UK kobasica ($P=0,001$) do 47,33% kod I kobasica ($P=0,0001$). Najveći gubitak mase od početka do kraja sušenja imale su kobasice sa dodatkom inulin gel suspenzije (I) koji je značajno bio viši u poređenju sa svim ostalim kobasicama.

5.4. Hemijski sastav

Hemijski sastav kontrolnih kobasica i modificovanih kobasica sa inulin gel suspenzijom i tri različite vrste inulin gel emulzije prikazan je na grafikonu 4. i u prilogu D ove doktorske disertacije.

Analize pokazuju da je na kraju procesa proizvodnje, odnosno 28. dana, sadržaj vode kontrolne kobasice iznosio u proseku 25,98% i pri tome bio značajno manji nego kod modificovanih kobasica, među kojima su kobasice sa inulin gel emulzijom ulja uljane repice (UR) sadržale najviše vode (35,02%), a najmanje IU i I kobasice (30,39% odn. 31,07%) pri čemu je ova razlika bila statistički značajna ($P=0,0001$, odn. $P=0,0001$).

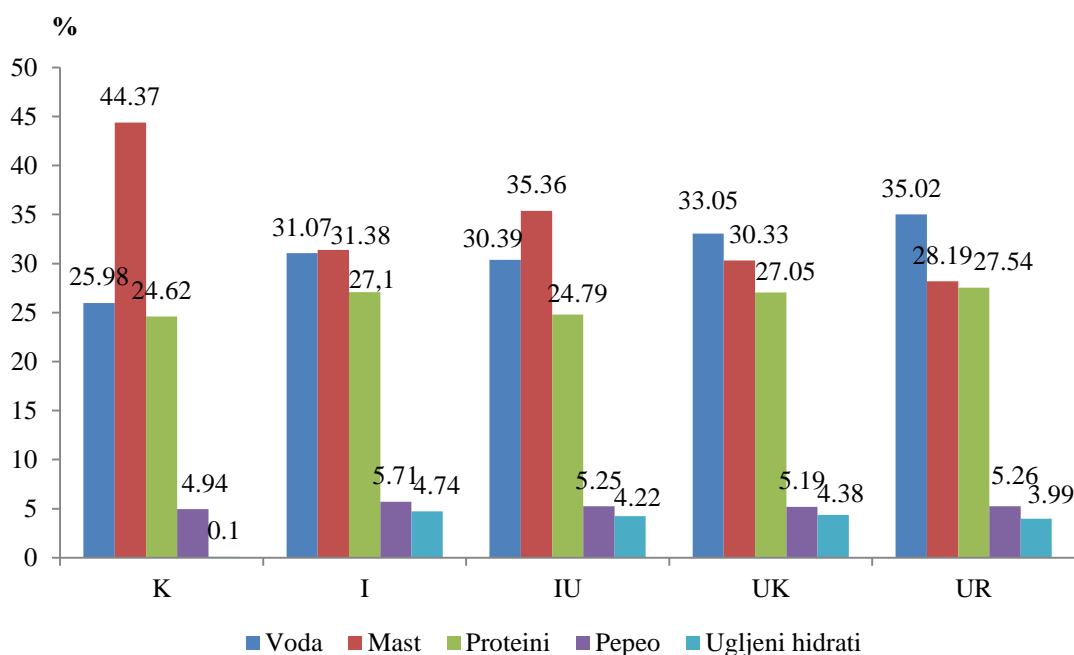
Najviše masti sadržale su kontrolne kobasice (44,37%), a u odnosu na njih statistički značajno manji sadržaj masti uočen je kod svih grupa modificovanih kobasica. Kod modificovanih kobasica procenat masti se kretao od 28,19% kod kobasica sa inulin gel emulzijom uljane repice (UR) ($P=0,0001$) do 35,36% kod kobasica sa inulin gel emulzijom lanenog ulja (IU) ($P=0,0001$). Sadržaj masti kod kobasica sa inulin gel suspenzijom i sa inulin gel emulzijom ulja kukuruznih klica bio je približan i iznosio je 31,38 odnosno 30,33%.

Najmanje proteina mesa sadržale su kontrolne kobasice (K) i kobasice sa inulin gel emulzijom lanenog ulja (IU) (24,62% i 24,79%, pojedinačno), pri čemu ova razlika nije bila statistički značajna ($P=0,7924$). Kod ostalih modificovanih kobasica, sadržaj proteina je iznosio od 27,05% kod kobasica sa inulin gel emulzijom kukuruznih klica (UK), do 27,54% kod kobasica sa inulin

gel emulzijom uljane repice (UR), pri čemu je ovaj sadržaj bio statistički značajno veći nego kod kontrolnih kobasica ($P=0,003$ i $P=0,008$, pojedinačno).

Kontrolne kobasice su sadržale i najmanje ugljenih hidrata (0,1%), dok su kobasice sa dodatkom inulin gel suspenzije (I) sadržale statistički značajno veću količinu ugljenih hidrata koji je iznosio 4,74% ($P=0,0001$). Kobasice sa inulin gel emulzijama su sadržale od 3,99% kod proizvoda sa inulin gel emulzijom ulja uljane repice (UR) do 4,38% kod proizvoda sa inulin gel emulzijom ulja kukuruznih klica (UK), što je statistički značajno veća količina od kontrole ($P=0,0001$ i $P=0,0001$, pojedinačno).

Najmanje pepela su sadržale kontrolne kobasice (4,94%), dok je kod modificovanih kobasica iznosio od 5,19% kod proizvoda sa inulin gel emulzijom ulja kukuruznih klica (UK) ($P=0,018$) do 5,71% kod proizvoda sa inulin gel suspenzijom (I) ($P=0,0001$).



Grafikon 4. Hemijski sastav eksperimentalnih fermentisanih kobasica na kraju proizvodnje (28. dan).

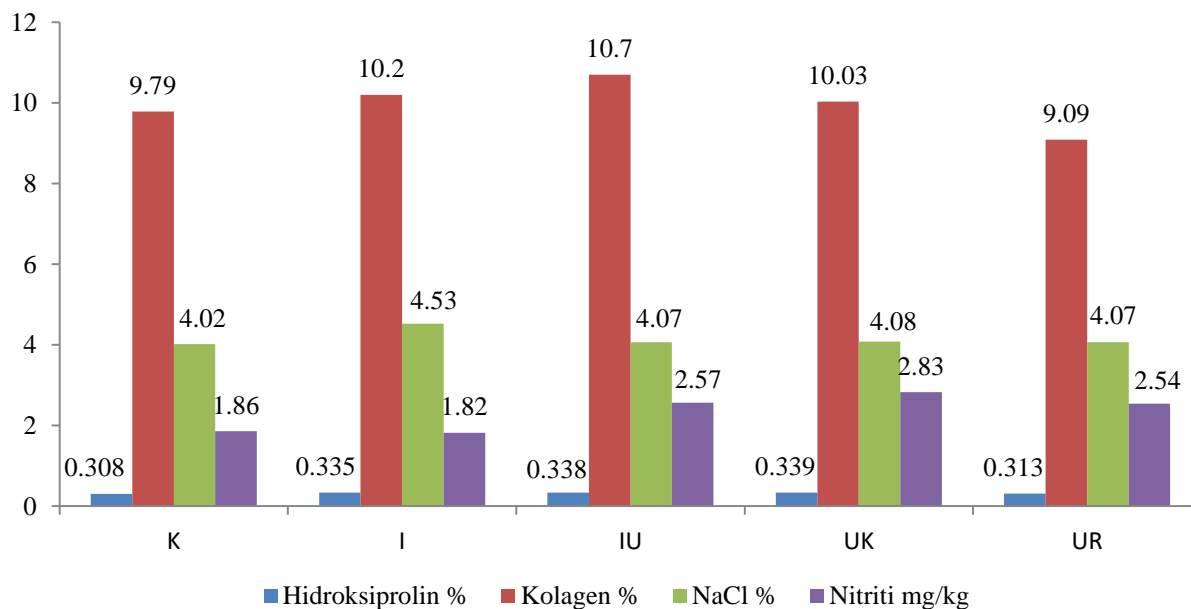
5.5. Sadržaj hidroksiprolina, kolagena, NaCl i nitrita

Na grafikonu 5. kao i u prilogu D ove disertacije, prikazan je sadržaj hidroksiprolina, kolagena, NaCl i nitrita u kontrolnim i modifikovanim kobasicama na kraju proizvodnje (28. dana).

Sadržaj hidroksiprolina je bio približan kod svih eksperimentalnih proizvoda i iznosio je od 0,308 % kod kontrolne kobasice do 0,339 % kod kobasice sa inulin gel emulzijom ulja kukuruznih klica (UK). Preračunavanjem sadržaja hidroksiprolina u udeo kolagena u proteinima mesa, dobijeno je da najmanji sadržaj kolagena u proteinima mesa ima kobasica sa inulin gel emulzijom ulja uljane repice (UR) koja je iznosila 9,09%, a najveća kod kobasice sa inulin gel emulzijom lanenog ulja (IU) 10,70% što je statistički značajno veća vrednost ($P=0,0114$). Između ostalih eksperimentalnih kobasica nije utvrđena razlika u sadržaju kolagena u proteinima mesa, koji je iznosio od 9,79 kod kontrolne kobasice do 10,20% kod kobasice sa inulin gel suspenzijom.

Sadržaj natrijum hlorida bio je najviši kod kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i iznosio je 4,53%. To je bio značajno veći procenat kuhinjske soli u poređenju sa ostalim grupama ispitivanih kobasica, a naročito u poređenju sa kontrolnim proizvodom koji je sadržao 4,02% NaCl-a ($P=0,0009$).

Sadržaj nitrita kod kontrolnih kobasica (1,86 mg/kg) i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije (1,82 mg/kg) nije se značajno razlikovao ($P=0,8281$). Međutim, kobasice sa dodatkom inulin gel emulzije sa tri vrste ulja sadržale su statistički značajno veći procenat nitrita u svom sastavu u odnosu na prve dve grupe kobasica, a koji je iznosio od 2,54% kod kobasice sa inulin gel emulzijom ulja uljane repice (UR) do 2,83% kod kobasice sa inulin gel emulzijom ulja kukuruznih klica (UK) ($P=0,0005$ i $P=0,0003$, pojedinačno, u odnosu na kontrolnu kobasicu).



Grafikon 5. Sadržaj hidroksiprolina, kolagena, NaCl i nitrita u eksperimentalnim fermentisanim kobasicama na kraju proizvodnje (28. dan)

5.6. Sadržaj masnih kiselina i holesterola

Rezultati sadržaja masnih kiselina i holesterola, zatim, ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina (SFA), sadržaj mononezasićenih (MUFA) i polinezasićenih masnih kiselina (PUFA), zatim sadržaj n-3 i n-6 masnih kiselina, odnos n-6/n-3, kao i izračunati indeksi pokazatelji nutritivnog kvaliteta lipidne frakcije kobasica (Aterogeni indeks (AI), Trombogeni index (TI) i Hipoholesterolemični/Hiperholesterolemični indeks masnih kiselina (HH) predstavljeni su u tabeli 2, kao i priložima D (holesterol) i E (masne kiseline) ove doktorske disertacije.

Rezultati pokazuju da kontrolna kobasica (K) i kobasica sa inulin gel suspenzijom (I) imaju veoma sličan masnokiselinski sastav, kako u pogledu pojedinačnih masnih kiselina, tako i u pogledu odnosa grupa masnih kiselina. Jedino je zapažen statistički značajno veći odnos n-6/n-3 masnih kiselina ($P=0,0001$) kod kobasice sa inulin gel suspenzijom (13,22) nego kod kontrolne kobasice (11,36).

S druge strane, kobasice sa inulin gel emuzijama biljnih ulja sadržale su manje pojedinih zasićenih masnih kiselina, a više mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina, nego kontrolna kobasica i kobasica sa inulin gel suspenzijom.

Od značajnijih zasićenih masnih kiselina, najmanje palmitinske kiseline (18,58 g/100 g) sadržala je kobasica sa inulin gel emulzijom ulja uljane repice (UR) što je statistički značajno manje od kontrolne kobasice koja je sadržala 24,69 g/100 g ove masne kiseline (P=0,0001). Najmanje stearinske kiseline (7,60 g/100 g) sadržala je kobasica sa inulin gel emulzijom ulja kukuruznih klica (UK) što je statistički značajno manje od kontrolne kobasice koja je sadržala 10,01 g/100 g ove masne kiseline (P=0,0001).

Od nezasićenih masnih kiselina, sadržaj oleinske kiseline bio je najveći kod UR kobasica (50,25 g/100 g), što je statistički značajno više u odnosu na kontrolu (44,37 g/100 g; P=0,0001) i ostale formulacije kobasica. Sadržaj linoleinske kiseline bio je najveći kod UK (20,44 g/100 g), i ujedno statistički značajno veći od kontrolnog proizvoda (11,03 g/100 g; P=0,0001) kao i drugih grupa kobasica. Najizraženija razlika uočena je u količini α -linoleinske kiseline koje je najviše bilo u kobasicama u koje je dodato laneno ulje (IU grupa kobasica) i to u količini od 5,74 g/100 g, što je statistički veoma značajno više nego u kontrolnom proizvodu (0,46 g/100 g; P=0,0001). Od ostalih omega-3 masnih kiselina, sadržaj eikosapentaenoične kiseline je bio najveći u kontrolnoj kobasici (K) (0,38 g/100 g), što je značajno više nego u kobasici sa inulin gel suspenzijom (I) (0,18 g/100 g; P=0,0001) i veoma značajno više u odnosu na formulacije sa lanenim (IU) (0,05 g/100 g; P=0,0001) i uljem kukuruznih klica (UK) (0,06 g/100 g; P=0,0001).

Kada su u pitanju grupe masnih kiselina, ukupan sadržaj SFA bio je značajno niži u formulacijama kobasica u koje su dodata ulja nego u kontrolnoj i kobasici sa inulin gel suspenzijom. Najmanji sadržaj SFA je utvrđen kod UK (28,68 g/100 g) i UR (28,09 g/100 g) formulacija, a najveći u kobasicama sa inulin gel suspenzijom (37,52 g/100 g) i kontrolnoj kobasici (36,78 g/100 g). Količina MUFA bila je najniža u kobasicama sa dodatkom lanenog ulja (IU) (46,47 g/100 g) i značajno se razlikovala u odnosu na ostale formulacije, pri čemu je najveći sadržaj MUFA utvrđen kod kobasica sa uljem uljane repice (UR) (53,58; P=0,0001). Sadržaj PUFA bio je značajno viši u svim kobasicama sa dodatkom emulzija ulja, naročito u UK formulaciji (23,25 g/100 g), a najmanji u kontrolnoj (12,74 g/100 g, P=0,0001) i kobasici sa inulin gel suspenzijom (12,72; P=0,0001). Kobasice sa uljem kukuruznih klica sadržale su

najviše n-6 masnih kiselina (21,35 g/100 g), tako da su ovi proizvodi imali i najveći n-6/n-3 odnos (19,57). Nasuprot tome, kobasice sa lanenim uljem sadržale su najviše n-3 masnih kiselina (5,89 g/100 g) i ujedno najmanji n-6/n-3 odnos (2,23).

Tabela 2. Masnokiselinski profil (g na 100 g ukupnih masnih kiselina) i nutritivni indeksi eksperimentalnih fermentisanih kobasica na kraju proizvodnje (28. dan)

Masne kiseline	Formulacije				
	K	I	IU	UK	UR
C14:0	1,43 ± 0,03 ^{ABC}	1,42 ± 0,03 ^{DEF}	1,21 ± 0,02 ^{ADGH}	0,91 ± 0,04 ^{BEGI}	0,80 ± 0,07 ^{CFHI}
C15:0	0,07 ± 0,005 ^{AaBC}	0,09 ± 0,007 ^A	0,08 ± 0,004 ^{ab}	0,09 ± 0,009 ^{Bb}	0,08 ± 0,005 ^C
C16:0	24,69 ± 0,42 ^{ABC}	24,54 ± 0,74 ^{DEF}	22,26 ± 0,53 ^{ADGH}	19,12 ± 0,48 ^{BEG}	18,58 ± 0,37 ^{CFH}
C16:1	2,39 ± 0,07 ^{ABC}	2,29 ± 0,06 ^{DEF}	2,03 ± 0,05 ^{AD}	2,14 ± 0,08 ^{BEG}	2,00 ± 0,06 ^{CFG}
C17:0	0,36 ± 0,005 ^A	0,42 ± 0,019 ^{AB}	0,37 ± 0,025 ^{BaC}	0,38 ± 0,030 ^a	0,38 ± 0,016 ^C
C18:0	10,01 ± 0,83 ^{AB}	10,82 ± 0,84 ^{CD}	9,84 ± 0,54 ^{EF}	7,60 ± 0,16 ^{ACE}	7,68 ± 0,24 ^{BDF}
C18:1 cis-9	44,37 ± 0,81 ^{AB}	43,90 ± 0,94 ^{CD}	41,10 ± 0,71 ^{ACEF}	44,65 ± 0,50 ^{EG}	50,25 ± 0,20 ^{BDFG}
C18:1 cis-11	2,88 ± 0,06 ^A	2,77 ± 0,13 ^a	2,55 ± 0,19 ^{Aa}	/	/
C18:2 n-6	11,03 ± 0,25 ^{ABC}	11,09 ± 0,53 ^{DEF}	12,90 ± 0,31 ^{ADGH}	20,44 ± 0,81 ^{BEGI}	14,87 ± 0,32 ^{CFHI}
C20:0	0,22 ± 0,010 ^{AB}	0,23 ± 0,016 ^{CD}	0,23 ± 0,010 ^{EF}	0,29 ± 0,027 ^{ACEa}	0,32 ± 0,009 ^{BDFa}
C18:3 n-3	0,46 ± 0,04 ^{AB}	0,59 ± 0,06 ^{CD}	5,74 ± 0,53 ^{ACEF}	0,57 ± 0,05 ^{EG}	1,75 ± 0,09 ^{BDFG}
C18:3 n-6	0,03 ± 0,005 ^A	0,04 ± 0,012 ^B	0,07 ± 0,020 ^{ABCD}	0,03 ± 0,005 ^C	0,03 ± 0,005 ^D
C20:1	0,84 ± 0,04 ^{AB}	0,79 ± 0,02 ^{CD}	0,80 ± 0,03 ^{EF}	1,30 ± 0,10 ^{ACE}	1,33 ± 0,02 ^{BDF}
C20:2	0,36 ± 0,07 ^{AB}	0,42 ± 0,06 ^{CD}	0,37 ± 0,07 ^{EF}	0,57 ± 0,01 ^{ACE}	0,55 ± 0,02 ^{BDF}
C22:0	/	/	/	0,25 ± 0,02 ^a	0,21 ± 0,03 ^a
(C22:1) + (C22:4)	0,27 ± 0,05	0,24 ± 0,04	0,27 ± 0,04	0,23 ± 0,02	0,26 ± 0,05
C20:3 n-6	0,08 ± 0,01 ^A	0,08 ± 0,01 ^B	0,07 ± 0,01 ^C	0,88 ± 0,09 ^{ABCD}	0,09 ± 0,01 ^D
C20:3 n-3	0,1 ± 0,03 ^a	/	0,06 ± 0,02 ^A	0,09 ± 0,03 ^b	0,13 ± 0,02 ^{aAb}
C20:5 n-3	0,38 ± 0,018 ^{ABCD}	0,18 ± 0,011 ^{AEF}	0,05 ± 0,008 ^{BEF}	0,06 ± 0,005 ^{CFH}	0,16 ± 0,031 ^{DGH}
C22:5 n-3	/	/	/	0,10 ± 0,03 ^A	0,20 ± 0,40 ^A
C22:6 n-3	0,04 ± 0,01 ^{AB}	0,08 ± 0,02 ^{CD}	0,04 ± 0,01 ^{EF}	0,29 ± 0,03 ^{ACE}	0,31 ± 0,06 ^{BDF}
C24:0	/	/	/	0,06 ± 0,005 ^A	0,04 ± 0,009 ^A
SFA	36,78 ± 1,23 ^{ABC}	37,52 ± 1,46 ^{DEF}	33,98 ± 1,00 ^{ADGH}	28,68 ± 0,45 ^{BEG}	28,09 ± 0,38 ^{CFH}
MUFA	50,48 ± 0,96 ^{ABC}	49,75 ± 1,08 ^{DEF}	46,47 ± 0,77 ^{ADaG}	48,09 ± 0,58 ^{BEaH}	53,58 ± 0,14 ^{CFGH}
PUFA	12,74 ± 0,26 ^{ABC}	12,72 ± 0,61 ^{DEF}	19,57 ± 0,70 ^{ADGa}	23,25 ± 0,99 ^{BEGH}	18,35 ± 0,43 ^{CFaH}
n-6	11,13 ± 0,26 ^{ABC}	11,21 ± 0,53 ^{DEF}	13,05 ± 0,31 ^{ADGH}	21,35 ± 0,85 ^{BEGI}	14,98 ± 0,32 ^{CFHI}
n-3	0,98 ± 0,06 ^{AB}	0,85 ± 0,04 ^{CD}	5,89 ± 0,54 ^{ACEF}	1,10 ± 0,13 ^{EG}	2,56 ± 0,13 ^{BDFG}
n-6/n-3	11,36 ± 0,48 ^{ABCD}	13,22 ± 0,19 ^{AEEFG}	2,23 ± 0,19 ^{BEHI}	19,57 ± 1,70 ^{CFHJ}	5,87 ± 0,26 ^{DGIJ}
Sadržaj holesterola mg/100 g	70,59 ± 6,67	67,74 ± 7,49	67,65 ± 1,42	70,99 ± 4,77	71,39 ± 3,96
Aterogeni indeks (AI)	0,485 ± 0,014 ^{ABC}	0,490 ± 0,022 ^{DEF}	0,413 ± 0,014 ^{ADGH}	0,323 ± 0,010 ^{BEG}	0,306 ± 0,010 ^{CFH}
Trombogeni index (TI)	1,068 ± 0,062 ^{ABC}	1,113 ± 0,070 ^{DEF}	0,697 ± 0,041 ^{ADG}	0,726 ± 0,023 ^{BEH}	0,341 ± 0,010 ^{CFGH}
Hipoholesterolemični/ Hiperholesterolemični indeks masnih kiselina (HH)	2,155 ± 0,073 ^{ABC}	2,153 ± 0,111 ^{DEF}	2,548 ± 0,097 ^{ADGH}	3,290 ± 0,103 ^{BEGa}	3,471 ± 0,091 ^{CFHa}

Legenda: U istom redu srednje vrednosti ±SD sa istim slovima^{A,B,C,D,E,F,G,H,I,J} se razlikuju na nivou P<0,01; vrednosti sa istim slovima^{a,b} se razlikuju na nivou P<0,05; /- nije detektovano

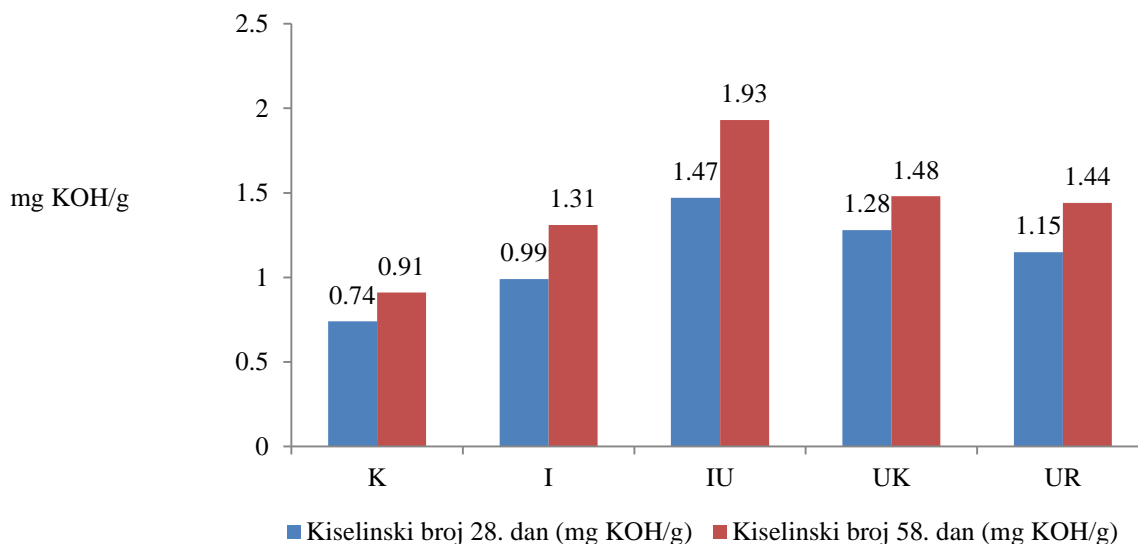
Reformulacija proizvoda nije dovela do značajnih promena u sadržaju holesterola ($P=0,5910$) koji se kretao u opsegu od 67,65 mg/100 g kod IU kobasica, do 71,39 mg/100 g kod UR formulacije kobasica.

Rezultati izračunavanja nutritivnih parametara kvaliteta masti su pokazali da su u odnosu na aterogeni indeks (AI) kontrolne kobasice (0,485) statistički značajno manju AI vrednost imale IU kobasice (0,413; $P=0,0001$), UK kobasice (0,323; $P=0,0001$) i UR kobasice (0,306; $P=0,0001$). Isto važi i za trombogeni indeks (TI) koji je u poređenju sa TI vrednošću kontrolne kobasice (1,068) bio statistički značajno manji kod IU kobasice (0,697; $P=0,0001$), UK kobasice (0,726; $P=0,0001$) i UR kobasice (0,341; $P=0,0001$). Kada je u pitanju hipoholesterolemični/hiperholesterolemični indeks (HH), u poređenju sa kontrolnom kobasicom (2,155) statistički značajno veći HH indeks je utvrđen kod IU kobasice (2,548; $P=0,0001$), UK kobasice (3,290; $P=0,0001$) i UR kobasice (3,471; $P=0,0001$).

5.7. Parametri oksidacije lipida i indeks proteolize

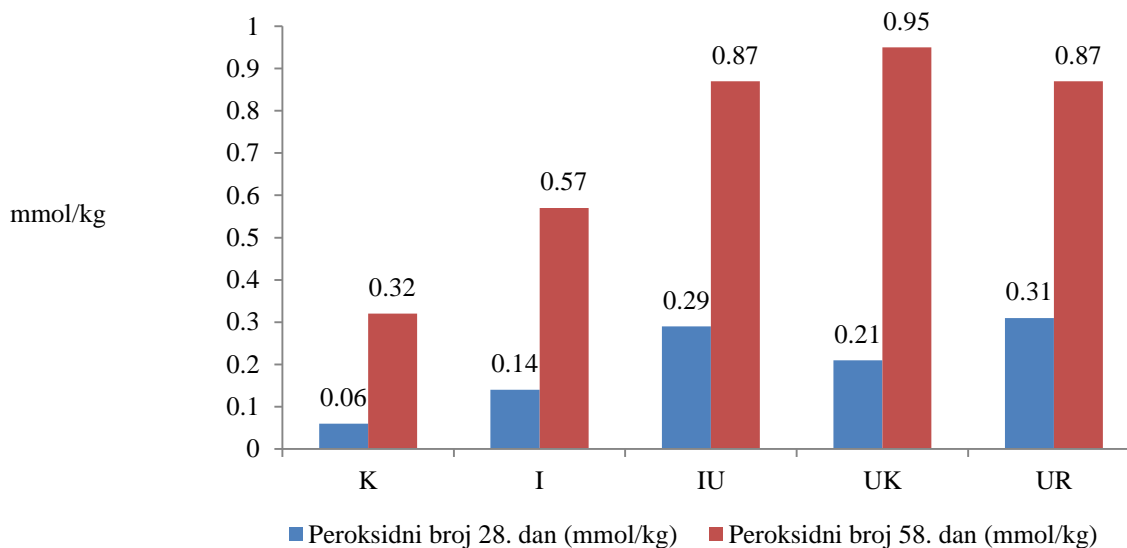
Ispitivani parametri koji su pokazatelji oksidacije lipida (kiselinski broj, peroksidni broj i TBARS vrednost) prikazani su na grafikonu 6, 7 i 8, kao i prilogu F ove disertacije, kako na kraju procesa proizvodnje (28. dan) tako i nakon perioda skladištenja od mesec dana (58. dan).

Na grafikonu 6. su prikazani rezultati ispitivanja kiselinskog broja, na osnovu kojih se vidi da je vrednost kiselinskog broja bila veća kod kobasica sa dodatkom inulin gel emulzije sve tri vrste ulja. Najveća vrednost je utvrđena kod kobasice sa dodatkom inulin gel emulzije lanenog ulja koja je 28. dana iznosila 1,47 mg KOH/g i bila značajno veća od kiselinskog broja kontrolne kobasice (0,74 mg KOH/g; $P=0,0001$). U poređenju sa kontrolnom kobasicom, značajno veći kiselinski broj je utvrđen i kod kobasice sa inulin gel suspenzijom (0,99 mg KOH/g; $P=0,0001$). Nakon mesec dana skladištenja, odnosno 58. dana, kiselinski broj se povećao kod svih kobasica, tako da kobasice iz IU grupe i dalje imaju najveću vrednost od 1,93 mg KOH/g, dok kontrolne kobasice imaju najnižu vrednost od 0,91 mg KOH/g.



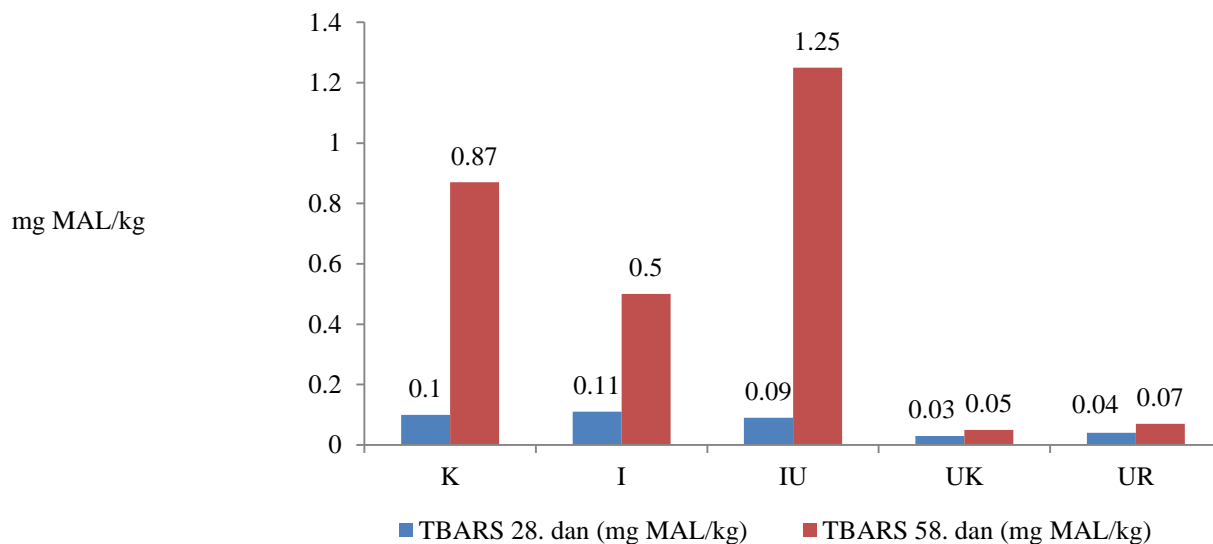
Grafikon 6. Vrednost kiselinskog broja u eksperimentalnim fermentisanim kobasicama na kraju proizvodnje (28. dan) i skladištenja (58. dan)

Peroksidni broj je prikazan na grafikonu 7. i iz njega se vidi da je vrednost peroksidnog broja kod kontrolnih kobasica značajno manja nego kod svih grupa modifikovanih kobasica. Kod kontrolnih kobasica, 28. dana on je iznosio 0,06 mmol/kg, što je značajno manje u odnosu na kobasice sa dodatkom inulin gel suspenzije ($P=0,0003$) kod kojih je peroksidni broj bio 0,14 mmol/kg. Kod sve tri grupe kobasica sa dodatkom inulin gel emulzija, peroksidni broj pokazuje značajnu statističku razliku u odnosu na kontrolu, a najviši je bio kod UR grupe i iznosio 0,31 mmol/kg ($P=0,0001$). Peroksidni broj se do 58. dana povećavao kod svih grupa ispitivanih kobasica, s tim što je i dalje najmanji bio kod kontrolnih kobasica, 0,32 mmol/kg, a najveći kod UK kobasica 0,95 mmol/kg.



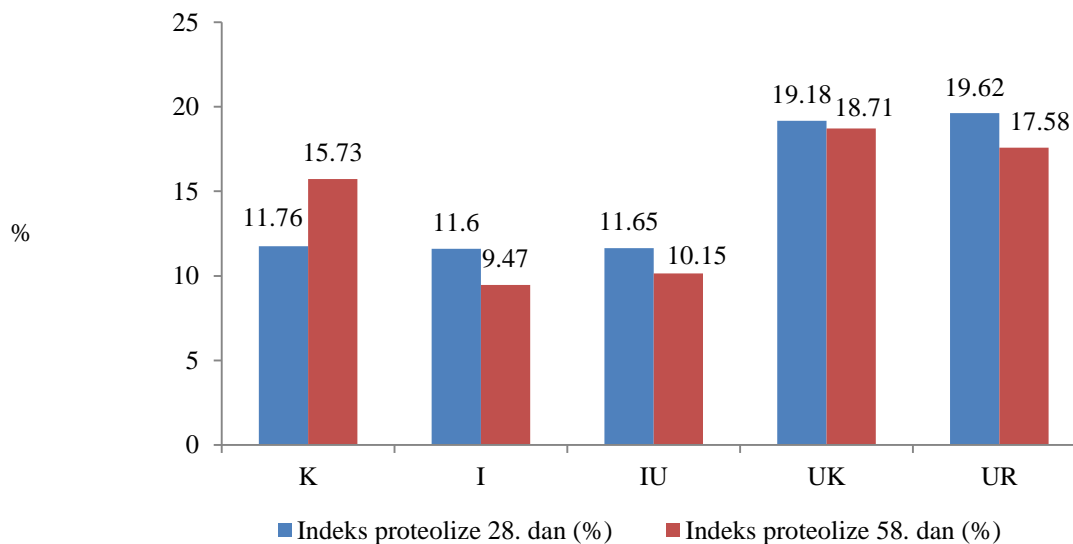
Grafikon 7. Vrednost peroksidnog broja u eksperimentalnim fermentisanim kobasicama na kraju proizvodnje (28. dan) i skladištenja (58. dan)

Na grafikonu 8. prikazana je promena TBARS vrednosti na kraju proizvodnje i posle mesec dana skladištenja u eksperimentalnim fermentisanim kobasicama. TBARS vrednost je nakon 28. dana iznosila u kontrolnim, I i IU kobasicama od 0,09 do 0,11 mg MAL/kg i između njih nisu utvrđene značajne razlike. Kod kobasica sa inulin gel emulzijom ulja kukuruznih klica (UK) kao i ulja uljane repice (UR), ova vrednost je bila niža (0,03 i 0,04 mg MAL/kg, pojedinačno) i značajno se razlikovala u poređenju sa prethodne tri formulacije ($P=0,0001$ i $P=0,0001$ pojedinačno, u odnosu na kontrolu). Nakon mesec dana skladištenja TBARS vrednost se povećala kod svih kobasica. Najveća TBARS vrednost je utvrđena kod IU kobasice (1,25 mg MAL/kg) što je statistički značajno više od vrednosti utvrđene u kontrolnoj kobasici (0,87 mg MAL/kg; $P=0,0001$). Nasuprot tome, UK i UR kobasice su imale najmanju TBARS vrednost (0,05 i 0,07 mg MAL/kg, pojedinačno), što je statistički značajno manje nego kod kontrolne kobasice ($P=0,0001$ i $P=0,0001$, pojedinačno).



Grafikon 8. TBARS vrednost u eksperimentalnim fermentisanim kobasicama na kraju proizvodnje (28. dan) i skladištenja (58. dan)

Indeks proteolize kontrolnih i reformuliranih kobasica na kraju proizvodnje i skladištenja prikazan je na grafikonu 9. Nakon procesa zrenja kod kontrolnih kobasica, kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzijom i kobasica sa inulin gel emulzijom lanenog ulja utvrđene su veoma približne vrednosti indeksa proteolize, koje su iznosile od 11,60 do 11,76%. U odnosu na njih, indeks proteolize UK (19,18%) i UR (19,62%) kobasica bio viši i statistički se značajno razlikovao od prethodne tri formulacije kobasica ($P=0,0001$ i $P=0,0001$; pojedinačno, u odnosu na kontrolu). Nakon skladištenja od mesec dana u kontrolnim kobasicama je uočen porast, dok je u svim reformuliranim proizvodima zabeležen pad indeksa proteolize u odnosu na njegovu vrednost za iste grupe kobasica nakon procesa zrenja. U kontroli ovaj porast je bio za 4%, dok pad u vrednosti indeksa proteolize u modifikovanim fermentisanim kobasicama se kretao za oko 1,5%. U poređenju sa kontrolnom kobasicom (15,73%), indeks proteolize je nakon skladištenja bio značajno veći kod UK (18,71%) i UR (17,58%) kobasica ($P=0,0001$ i $P=0,0001$, pojedinačno), a kod kobasica I (9,47%) i IU (10,15%) kobasica značajno manji ($P=0,0001$ i $P=0,0001$, pojedinačno).



Grafikon 9. Indeks proteolize u eksperimentalnim fermentisanim kobasicama na kraju proizvodnje (28. dan) i skladištenja (58. dan)

5.8. Mikrobiološka ispitivanja

Rezultati mikrobioloških ispitivanja u toku proizvodnje i skladištenja eksperimentalnih kobasica prikazani su u tabeli 3.

Na početku proizvodnje ukupan broj BMK je bio približan kod svih grupa eksperimentalnih kobasica i iznosio od 6,97 (IU) do 7,16 (I) log CFU/g. U toku fermentacije njihov broj se povećavao, a značajne razlike između eksperimentalnih grupa su utvrđene posle 14. dana kada je najveći broj BMK utvrđen kod kobasica sa lanenim uljem (10,09 log CFU/g), a najmanji kod kobasica sa inulin gel suspenzijom (8,84 log CFU/g) ($P=0,0062$). Od 21. dana, pa do kraja skladištenja, broj BMK se smanjuje kod svih eksperimentalnih grupa kobasica, pri čemu je najmanji broj BMK je utvrđen kod kontrolnih kobasica (7,96 log CFU/g), a najveći kod kobasica sa inulin gel suspenzijom (8,34 log CFU/g) ($P=0,0008$).

Ukupan broj *Micrococcaceae* u toku čitavog perioda zrenja i skladištenja se nije značajno menjao i nisu uočene značajne razlike u broju ove vrste mikroorganizama kod sve tri grupe kobasica. Njihov broj se na početku proizvodnje kretao od 6,18 log CFU/g kod I kobasica, do 6,47 kod K kobasica, dok se na kraju skladištenja njihov broj kretao od 5,92 log CFU/g kod K grupe do 6,22 log CFU/g kod I grupe.

Broj bakterija iz familije *Enterobacteriaceae* se kretao od 3,62 do 4,20 log CFU/g na početku proizvodnje, pri čemu se u toku fermentacije njihov broj smanjuje kod svih eksperimentalnih grupa, tako da 14. dana iznosi od 2,38 do 2,82 log CFU/g, a nakon toga više nije detektovano prisustvo ovih bakterija.

Broj *Pseudomonas* spp. je na početku proizvodnje iznosio od 3,62 do 3,63 log CFU/g, pri čemu se njihov broj smanjivao u toku proizvodnje tako da je 14. dana njihov broj iznosio od 2,67 (K) do 3,04 (IU) log CFU/g, a posle toga više nisu detektovane.

Na grafikonima 10. i 11. je prikazana promena broja bakterija *Lactobacillus casei* i *Staphylococcus carnosus* koje su bile u sastavu starter kulture koja je korišćena u proizvodnji eksperimentalnih kobasica.

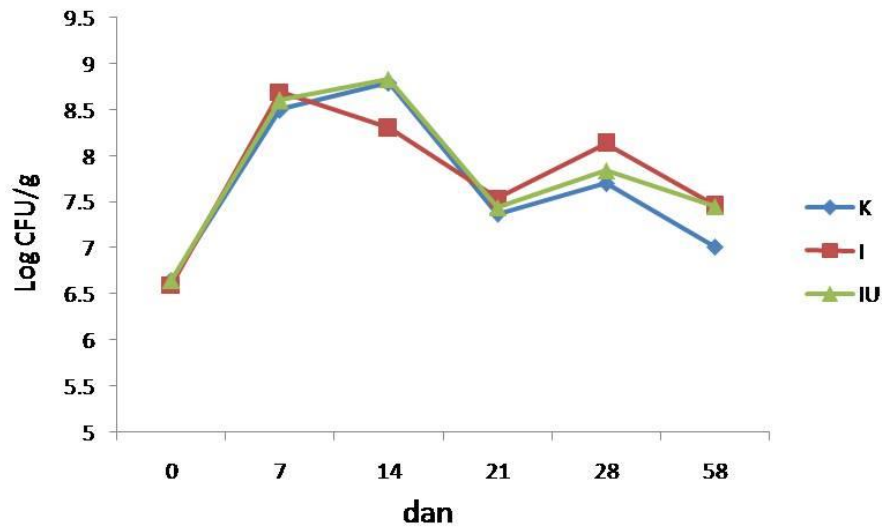
Promena broja bakterije *Lactobacillus casei* u toku proizvodnje i skladištenja eksperimentalnih kobasica prikazan je na grafikonu 10, gde se zapaža da je broj ove bakterije ujednačen kod sve tri formulacije i postepeno raste do 14. dana kada je iznosio od 8,30 log CFU/g kod I grupe do 8,83 log CFU/g kod IU grupe. Od 14. dana njihov broj se smanjuje, ali kobasice sa dodatom inulin gel suspenzijom, odnosno inulin gel emulzijama pokazuju nešto veći broj *Lactobacillus casei*, 7,46 log CFU/g, odnosno 7,45 log CFU/g, iako ove razlike u odnosu na kontrolnu grupu ne pokazuju veliku značajnost.

Promena broja bakterije *Staphylococcus carnosus* u toku proizvodnje i skladištenja eksperimentalnih kobasica prikazan je na grafikonu 11. Prosečan broj ove bakterije je ujednačen tokom čitavog perioda zrenja i skladištenja, i njihov rast se uočava samo 14. dana kada iznosi 6,05 do 6,31 log CFU/g. Nakon ovog perioda njihov broj ponovo opada i sličan je onom na početku procesa proizvodnje i iznosi od 5,02 log CFU/g do K grupe do 5,46 log CFU/g kod I grupe.

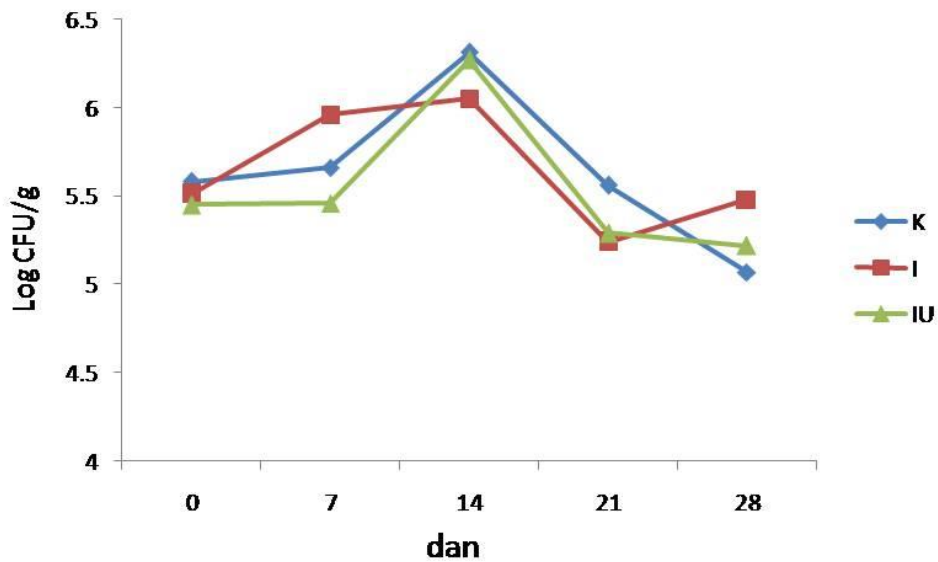
Tabela 3. Ukupan broj BMK, *Micrococcaceae*, *Enterobacteriaceae* i *Pseudomonas* spp. u toku proizvodnje i skladištenja eksperimentalnih fermentisanih kobasica (log CFU/g).

Bakterije		Dani					
		0	7	14	21	28	58
BMK	K	7,04±0,36	8,94±0,47	9,63±0,42	8,31±0,19 ^a	8,26±0,09 ^a	7,96±0,16 ^{AB}
	I	7,16±0,20	8,92±0,95	8,84±0,30 ^A	8,79±0,36 ^a	8,76±0,10 ^a	8,34±0,12 ^A
	IU	6,97±0,11	9,08±0,32	10,09±0,83 ^A	8,52±0,26	8,57±0,42	8,29±0,10 ^B
<i>Micrococcaceae</i>	K	6,47±0,32	6,46±0,13	6,77±0,11	6,39±0,25	6,45±0,15	5,92±0,32
	I	6,18±0,16	6,47±0,05	6,57±0,16	6,42±0,20	6,38±0,05	6,22±0,27
	IU	6,38±0,12	6,36±0,10	6,76±0,23	6,27±0,15	6,32±0,18	6,20±0,48
<i>Enterobacteriaceae</i>	K	3,62±0,28 ^{aA}	2,90±0,19 ^A	2,38±0,27 ^a			
	I	4,11±0,33 ^a	3,42±0,20 ^{Aa}	2,82±0,36 ^a	-	-	-
	IU	4,20±0,17 ^A	3,26±0,20 ^a	2,78±0,19			
<i>Pseudomonas</i> spp.	K	3,62±0,11	3,58±0,05 ^{AB}	2,67±0,25			
	I	3,63±0,08	3,45±0,04 ^A	2,85±0,32	-	-	-
	IU	3,62±0,11	3,44±0,06 ^B	3,04±0,21			

Legenda: Ista slova za svaku pojedinačnu bakteriju u istoj koloni ^{A,B} označavaju razliku na novou P<0,01; odnosno ^a na nivou P<0,05



Grafikon 10. Broj bakterije *Lactobacillus casei* (log CFU/g) u toku proizvodnje i skladištenja eksperimentalnih fermentisanih kobasica



Grafikon 11. Broj *Staphylococcus carnosus* (log CFU/g) u toku proizvodnje i skladištenja eksperimentalnih fermentisanih kobasica

5.9. Instrumentalno određivanje boje

Uticaj zamene čvrstog masnog tkiva inulin gel suspenzijom i inulin gel emulzijama na boju na površini i preseku kobasica, ispitan je na kraju proizvodnje (28. dan) i rezultati su prikazani u tabeli 4. kao i u prilogu H ove doktorskse disertacije. Kontrolne kobasice (K) imale su najveću L* vrednost (intenzitet svetlosti) za površinu kobasice koja je iznosila 35,27, dok je ta vrednost kod kobasica sa smanjenim udelom masti bila manja. Kobasice sa dodatim uljem kukuruznih klica su bile najtamnije na površini (29,48) i njihova L* vrednost je bila značajno manja od ostale četiri formulacije kobasica (P=0,0001 u odnosu na kontrolu). Takođe, kontrolne kobasice imale su najveću L* vrednost i na preseku (48,22), dok su sve modifikovane kobasice imale niže L* vrednosti, koja je bila najmanja kod UK (43,51) i UR (44,99) kobasica (P=0,0001 i P=0,0003, pojedinačno).

Intenzitet crvene boje (a* vrednost) površine bio je najveći kod IU kobasice (16,81) i ujedno približan vrednosti kod kontrolne kobasice (16,21), a najmanja a* vrednost je bila utvrđena kod UK kobasice (12,62) što je statistički značajno manje od kontrolne kobasice (P=0,0001). Nasuprot tome, a* vrednost na preseku kobasica bila je najveća kod UK kobasice (20,20) što je značajno više nego kod kontrole koja je imala najmanju a* vrednost na preseku (16,17) (P=0,0001).

Tabela 4. Srednje vrednosti \pm SD za instrumentalno merenje boje površine i na preseku eksperimentalnih fermentisanih kobasica na kraju proizvodnje (28. dan)

Grupa	Površina fermentisanih kobasica			Presek fermentisanih kobasica		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
K	35,27 \pm 1,08 ^{AB}	16,21 \pm 1,27 ^{AB}	10,19 \pm 0,32	48,22 \pm 2,57 ^{aAB}	16,17 \pm 1,24 ^{A,B,C,D}	8,10 \pm 0,44 ^{ABC}
I	32,71 \pm 1,01 ^C	14,93 \pm 0,61 ^{aC}	9,19 \pm 0,72	45,52 \pm 1,82 ^a	18,40 \pm 0,89 ^{A,E}	8,96 \pm 0,57 ^{D,E,F}
IU	32,66 \pm 2,38 ^D	16,81 \pm 1,24 ^{aD}	9,25 \pm 1,75	45,80 \pm 1,91 ^b	18,40 \pm 0,63 ^B	10,57 \pm 0,15 ^{ADG}
UK	29,48 \pm 2,59 ^{ACDE}	12,62 \pm 1,15 ^{ACE}	7,81 \pm 1,28 ^A	43,51 \pm 1,46 ^{Ab}	20,20 \pm 0,69 ^{C,E,a}	9,91 \pm 0,66 ^{BEH}
UR	31,89 \pm 1,35 ^{BF}	14,10 \pm 1,14 ^{BDE}	9,86 \pm 2,53 ^A	44,99 \pm 1,12 ^B	19,32 \pm 1,03 ^{Da}	11,84 \pm 0,59 ^{CFGH}

Legenda: U istoj koloni srednje vrednosti \pm SD sa istim slovima^{A,B,C,D,E,F,G,H} značajno se razlikuju na nivou P<0,01; odnosno sa istim slovima^{a,b} na nivou P<0,05.

Intenzitet žute boje (b* vrednost) površine bio je najveći kod kontrolne kobasice (10,19), dok je ova vrednost bila značajno manja kod UK kobaasice (7,81; P=0,0002). Nasuprot tome, na preseku je najmanji intenzitet žute boje utvrđen kod kontrolne kobasice (8,10) dok je značajno

veća b^* vrednost utvrđena kod kobasica sa emulzijama ulja i to kod UK (9,91; $P=0,0001$), IU (10,57; $P=0,0001$) i UR kobasica (11,84; $P=0,0001$).

5.10. Instrumentalno određivanje teksture

Rezultati instrumentalnog ispitivanja teksture eksperimentalnih kobasica TPA testom na kraju proizvodnje prikazani su u tabeli 5. kao i u prilogu I ove doktorske disertacije. Čvrstoća kontrolne kobasice je bila najveća (8822 g) i nije se značajno razlikovala od kobasice sa inulin gel suspenzijom (8036 g; $P=0,1768$), dok su kobasice sa inulin gel emulzijama bile statistički značajno mekše, među kojima je najmekša bila kobasica sa emulzijom ulja uljane repice (UR) kod koje je izmerena vrednost 3993 g ($P=0,0001$ u odnosu na kontrolu). S druge strane, adhezivnost kontrolne kobasice je bila najmanja (-194,90) pri čemu je ovaj parameter bio veći kod svih modifikovanih proizvoda, od kojih je najveću adhezivnost pokazala IU kobasica (-45,42 g/s; $P=0,0001$ u odnosu na kontrolu). Najveća elastičnost utvrđena je kod kontrolne kobasice (0,52 mm), pri čemu su sve modifikovane kobasice imale značajno manju elastičnost koja je iznosila od 0,41 mm kod I proizvoda ($P=0,0001$) do 0,44 mm kod UK kobasice ($P=0,0002$). Kohezivnost eksperimentalnih proizvoda je bila približna (od 0,49 kod UR kobasica do 0,53 kod kontrolne i IU kobasice) i bez statistički značajnih razlika. Najveća žvkljivost je izmerena kod kontrolne kobasice (2454 g x mm), dok su kod svih modifikovanih kobasica vrednosti žvkljivosti bile statistički značajno niže u odnosu na kontrolnu grupu i kretale su se u opsegu od 1610 g x mm za I ($P=0,0001$) do 807 g x mm za UR ($P=0,0001$) grupu kobasica.

Tabela 5. Vrednosti merenja teksturalnih karakteristika eksperimentalnih fermentisanih kobasica na kraju proizvodnje (28. dan)

Grupa	Parametri				
	Čvrstoća (g)	Adhezivnost (g/s)	Elastičnost (mm)	Kohezivnost	Žvkljivost (g x mm)
K	8822±1127 ^{AB} _C	-194,90±49,15 ^{ABCD}	0,52±0,04 ^{ABCD}	0,53±0,02	2454±365,60 ^{ABCD}
I	8036±1229 ^{DE} _F	-111±29,92 ^{AE}	0,41±0,03 ^A	0,50±0,02	1610±264,60 ^{AEF}
IU	5937±1138 ^{AD} _G	-45,42±13,32 ^{BEF}	0,43±0,04 ^B	0,53±0,04	1326±196,00 ^{BG}
UK	4820±988 ^{BE}	-74,34±19,73 ^C	0,44±0,05 ^C	0,51±0,06	1071±319,80 ^{CE}
UR	3993±1132 ^{CF} _G	-113,40±32,26 ^{DF}	0,43±0,08 ^D	0,49±0,11	807±255,00 ^{DFG}

Legenda: U istoj koloni srednje vrednosti \pm SD sa istim slovima^{A,B,C,D,E,F,G} značajno se razlikuju na nivou $P<0,01$; odnosno sa istim slovima^a na nivou $P<0,05$.

5.11. Senzorska analiza kobasica

Ocene za pojedinačne senzorske karakteristike eksperimentalnih kobasica, kao i ukupna ocena senzorskog kvaliteta, prikazani su u tabeli 6. Maksimalnu ocenu (5,00) za spoljašnji izgled dobile su K, I i IU kobasica, dok su UK (4,25) i UR kobasice (4,33) bile slabije ocenjene. Izgled i sastav preseka je najbolje ocenjen kod kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije (4,95), dok je kontrola ocenjena sa 4,75 što nije predstavljalo značajnu razliku između ove dve grupe kobasica ($P=0,180$). Kobasice sa dodatkom inulin gel emulzije ulja imale su niže ocene za izgled preseka, a najlošije je ocenjena UR grupa kobasica 4,25 ($P=0,0226$ u odnosu na kontrolu). Boja i održivost boje je takođe najbolje ocenjena kod I kobasica, dok je kod kontrole bila nešto niža i iznosila je 4,9. Modifikovane kobasice sa inulin gel emulzijama dobile su niže ocene za boju, među kojima je najlošije bila ocenjena UK grupa kobasica (4,33; $P=0,0024$ u odnosu na kontrolu). Miris i ukus su najbolje ocenjeni kod kontrolnih kobasica (4,75), pri čemu su približnu ocenu za ovaj parameter dobile i UK (4,67), I (4,65) i UR kobasice (4,50), a najlošije je ocenjen miris i ukus kod IU (4,10) što predstavlja statistički značajno manju ocenu ($P=0,0011$) u odnosu na kontrolne kobasice. Najveću ocenu za teksturu dobile su kontrolne i kobasice sa dodatkom inulin gel suspenzije (4,85) dok su UR kobasice imale najnižu ocenu za ovaj parameter (4,33), koja je bila statistički značajno manja ($P=0,0063$) od kontrole. Najviše ocene za ukupan senzorski kvalitet dobile su K (4,81) i I kobasice (4,85), što nije predstavljalo statistički značajnu razliku ($P=0,7296$). Najlošiju ukupnu ocenu su dobile UR kobasice (4,40) što je statistički značajno manje od kontrole ($P=0,0031$) i kobasice sa inulin gel suspenzijom ($P=0,0002$).

Tabela 6. Senzorska ocena eksperimentalnih fermentisanih kobasica na kraju proizvodnje (28. dan)

Uzorak	Spoljašnji izgled	Izgled i sastav preseka	Boja i održivost boje	Miris i ukus	Tekstura	Ukupna ocena
K	5,00±0,00 ^{A,B}	4,75±0,42 ^a	4,90±0,21 ^A	4,75±0,35 ^A	4,85±0,24 ^a	4,81±0,24 ^{A,a,B}
I	5,00±0,00 ^{C,D}	4,95±0,16 ^{A,b,B}	5,00±0,00 ^{B,a}	4,65±0,34 ^a	4,85±0,34 ^b	4,85±0,15 ^{C,b,D}
IU	5,00±0,00 ^{E,F}	4,40±0,21 ^A	4,75±0,35 ^b	4,10±0,39 ^{A,a,b}	4,70±0,35	4,45±0,19 ^{A,C}
UK	4,25±0,27 ^{A,C,E}	4,42±0,38 ^b	4,33±0,41 ^{A,B,b}	4,67±0,41 ^b	4,75±0,27	4,52±0,19 ^{a,b}
UR	4,33±0,41 ^{B,D,F}	4,25±0,27 ^{a,B}	4,50±0,32 ^a	4,50±0,32	4,33±0,41 ^{a,b}	4,40±0,21 ^{B,D}

Legenda: U istoj koloni srednje vrednosti \pm SD sa istim slovima^{A,B,C,D,E,F} značajno se razlikuju na nivou $P<0,01$; odnosno sa istim slovima^{a,b,c} na nivou $P<0,05$.

6. DISKUSIJA

6.1. pH vrednost

Fermentisane suve kobasice se prema pH vrednosti mogu svrstati u tri grupe: kobasice sa niskom kiselošću ($>5,5$), srednjom ($5-5,5$) i visokom kiselošću ($<5,00$). Ove varijacije u kiselosti se pripisuju kako recepturi proizvoda, odnosno tipu i količini mesa, masti i šećera, dodavanju starter kultura, tako i procesu zrenja (Ibáñez i sar., 1996; Liepe i sar., 1990). Prema Inczeu (1992) pad pH vrednosti ispod 5,3 u fermentisanim kobasicama rezultat je razlaganja ugljenih hidrata tokom frementacije i formiranja organskih kiselina, u najvećoj meri mlečne kiseline. Promene pH vrednosti u kontrolnim i modifikovanim kobasicama u ovom eksperimentu bile su unutar uobičajenih vrednosti za ovaj tip proizvoda (Herrero i sar., 2007). Inicijalna pH vrednost kontrolnih kobasica i kobasica sa smanjenim sadržajem masti dodavanjem inulin gel suspenzije i tri različite inulin gel emulzije kretala se od 5,57 u I grupi kobasica do 5,83 u kobasicama sa dodatkom lanenog ulja (IU). Nakon procesa fermentacije došlo je do očekivanog pada pH vrednosti u svim ispitivanim kobasicama koji se 7. i 21. dana ispitivanja kretao oko 5,25. Na kraju zrenja je došlo do blagog porasta pH vrednosti koja se kretala od 5,39 (IU) do 5,65 (UR), dok značajne razlike u pH vrednosti nakon mesec dana skladištenja nisu primećene. Herrero i sar. (2007) su takođe utvrdili da se pH vrednost tokom procesa zrenja slično kretala i u konvencionalnim fermentisanim suvim kobasicama sa standardnom količinom masnog tkiva kao što su *chorizo*, *salchichón*, *salami*, *fuet* i *mini fuet*. U ovoj disertaciji je utvrđeno da je zamena čvrstog masnog tkiva kako inulin gel suspenzijom, tako i inulin gel emulzijom lanenog ulja značajno uticala na promene pH vrednosti nakon procesa zrenja u gotovom proizvodu, dok emulzije ulja uljane repice i ulja kukuruznih klica nisu dovele do ovakvih razlika u poređenju sa kontrolnim kobasicama. Slične promene sa značajno nižim pH vrednostima u odnosu na kontrolu su utvrdili i Beriain i sar. (2011) u *Pamplona chorizo* fermentisanim kobasicama u kojima je 50% ČMT zamenjeno alginatnom emulzijom maslinovog ulja uz dodavanje različitih količina inulina u prahu (3%, 6%, 10%). Naime, u toj studiji kod kobasica sa dodatkom ulja pad pH vrednosti je bio izraženiji u poređenju sa kontrolnom grupom tokom celog procesa zrenja. Takođe, Vasilev i sar. (2013) su značajno nižu pH vrednost utvrdili u funkcionalnim fermentisanim kobasicama sa dodatkom 2%, 4%, i 8% inulina i 1% vlakana graška, gde su kobasice sa 2% i 4% dodatka inulina imale najnižu pH vrednost (4,77, 4,87, pojedinačno). Međutim, mnogi autori nisu utvrdili značajniji uticaj zamene čvrstog masnog tkiva u kobasicama na pH vrednost tokom procesa fermentacije i zrenja. Zamena 10% i 20% ČMT maslinovim uljem u tečnom obliku ili

prethodno emulzifikovanim izolovanim sojinim proteinom u fermentisanim kobasicama nije dovela do značajnih promena pH vrednosti (Bloukas i sar., 1997; Muguerza i sar., 2002). Salazar i sar. (2009) su pokazali da dodavanje kratkolančanih fruktooligosaharida u fermentisanim kobasicama sa različitim količinama ČMT-a (30%, 15% i 6%) od 2%, 4% i 6% takođe nije imalo efekta na promene pH tokom procesa proizvodnje. Zamena 0%, 50% i 80% ČMT-a ekvivalentnom količinom konjak gela uticala je na početnu pH vrednost fermentisanih kobasica zbog bazne pH vrednosti samog gela, dok na kraju zrenja nije bilo razlika u pH vrednosti kobasica sa standardnom i smanjenom količinom ČMT-a u nadevu (Ruiz-Capillas i sar., 2012). Menegas i sar. (2013) su zaključili da smanjen sadržaj ulja kukuruznih klica (sa 17% na 9%) i dodatak inulina (7%) nisu uticali na pH vrednost pilećih fermentisanih kobasica tokom 30 dana skladištenja. U suprotnosti sa našim rezultatima, Alejandre i sar. (2016) su utvrdili da korišćenje gel emulzije lanenog ulja kao zamene za masno tkivo u fermentisanim kobasicama u količini od 26,3%, 32,8% i 39,5% nije uticalo na promene pH vrednosti tokom procesa proizvodnje. Razlike u pH vrednosti između kontrolnih i modifikovanih formulacija kobasica primećene u našoj studiji mogu se objasniti razlaganjem inulina od strane bakterija mlečne kiseline (Vasilev i sar., 2013). Takođe, niska pH vrednost u kobasicama sa dodatkom emulzijom ulja, naročito lanenog ulja, može se pripisati višem aciditetu biljnog ulja u poređenju sa svinjskom masti (Beraiin i sar., 2011). Dodatna stabilnost pH vrednosti kobasica tokom skladištenja, koja je potvrđena i u našoj studiji, može se obezbediti dodavanjem starter kultura prilikom pripreme nadeva (Bozkurt i Erkmen, 2002).

6.2. Kalo

Kao posledica sušenja tokom procesa proizvodnje, fermentisane kobasice gube masu. Stepem gubitka mase zavisi od temperature i relativne vlažnosti u komori za zrenje, cirkulacije vazduha, dužine procesa zrenja, stepena usitnjenosti nadeva, debljine omotača, materijala od kojeg su napravljeni omotači i količine masnog tkiva u kobasicama (Bloukas i sar., 1997). Fermentisane kobasice sa višim sadržajem masnog tkiva imaju manji kalo tokom procesa zrenja i sušenja (Klettner i Roedel, 1980). Ravnomerno raspoređeni komadi granulisanog masnog tkiva dozvoljavaju popuštanje nadeva kobasice čime je omogućeno kontinuirano otpuštanje vlage iz unutrašnjih slojeva kobasice. Prilikom formulisanja kobasica sa smanjenim sadržajem ČMT-a, način na koji se zamena za masno tkivo inkorporira u nadev može imati značajan uticaj na kalo (Bloukas i sar., 1997). Tako su npr. Bloukas i sar. (1997) objasnili da zamena ČMT-a uljem u tečnom obliku pokriva komade mesa u nadevu i ne dozvoljava oslobađanje vlage, dok emulzifikovano ulje, stabilizovano i zarobljeno izolovanim

sojinim proteinom, ne inhibira proces sušenja. Slično njihovim rezultatima, Stajić i sar. (2014) su utvrdili manji gubitak kod kobasica sa dodatim uljem semenki grožđa u tečnom obliku, koji se pri tom nije značajno razlikovao od kontrolnih kobasica, dok je zamena masnog tkiva preemulzifikovanim uljem u njihovom eksperimentu dovela do većeg gubitka mase. U ovoj disertaciji, kod kobasica sa inulin gel suspenzijom gubitak mase nakon 7. i 14. dana zrenja bio je značajno veći u odnosu na kontrolu i sve tri vrste kobasica sa dodatim inulin gel emulzijama, s tim da je gubitak svih modifikovanih kobasica bio veći u odnosu na kontrolu za oba posmatrana perioda. Isti trend gubitka mase kod kobasica sa inulin gel suspenzijom nastavio se i nakon 21. dana, a viši gubitak je utvrđen i kod kobasica sa emulzijom lanenog ulja ($P < 0,05$) i ulja uljane repice u odnosu na kontrolu. Na kraju procesa zrenja (28. dan) sve četiri vrste modifikovanih kobasica su imale značajno viši gubitak mase u odnosu na kontrolu, gde je najviši gubitak zabeležen u I (46,48%), a najniži u UK modifikovanim kobasicama (41,23%). Dobijeni rezultati se u većoj meri mogu objasniti nižim pH vrednostima u kobasicama sa dodatim inulin suspenzijom s obzirom da snižavanje pH vrednosti dovodi do smanjenja sposobnosti vezivanja vode u mesu, odnosno do lakšeg otpuštanja vode i bržeg sušenja proizvoda (Honikel i Hamm, 1994). Prema Warrissu (1982) značajan pad u sposobnosti vezivanja vode uočeno je u svinjskom mesu sa pH vrednosti u opsegu od 5,1-5,8. U brojnim studijama je pokazano da se u fermentisanim proizvodima od mesa s padom pH vrednosti povećava tvrdoća tokom sušenja i zrenja, odnosno smanjuje sposobnost zadržavanja vode (Toldrá, 2004). Na interakciju proteina i vode koje određuju procese geliranja i zadržavanja vode u mesnim sistemima najviše uticaja imaju pH vrednost i jonske veze (Puolanne i Halonen, 2010). Postepeno i sporo snižavanje pH vrednosti u fermentisanim kobasicama omogućava delimično rastvaranje protein miofibrila čime je poboljšano vezivanje čestica, dok naknadna difuzija vode iz unutrašnjih delova i evaporacija sa površine učvršćuje jonske veze i sa dodatnim padom pH vrednosti dovodi do postepenog koagulisanja rastvorenih proteina čime se formira sloj gela koji povezuje čestice nadeva dajući karakterističnu teksturu gotovom proizvodu (Puolanne i Halonen, 2010). Naime, smanjena tvrdoća i kohezivnost fermentisanih kobasica javlja se usled naglog pada pH vrednosti na samom početku procesa proizvodnje zbog smanjene rastvorljivosti miofibrilarnih proteina (Puolanne, 1977). Viši gubitak zabeležen u kobasicama sa inulin gel suspenzijom u poređenju sa kobasicama sa dodatim emulzijama može biti posledica veće količine vode dodate u suspenziju inulina (73% w/w), dok je za pripremu emulzije korišćeno 50% w/w vode, kao i intenzivnijeg oslobađanja vode iz čestica inulin gel suspenzije. Slično našim rezultatima Stajić i sar. (2014) su utvrdili da u kobasicama gde je 20% ČMT zamenjeno uljem koštica grožđa u različitim oblicima (tečnom,

preemulzifikovanom sojinim proteinom, stabilizovanom alginatom i inkapsuliranom) kalo je bio viši u odnosu na kontrolne kobasice tokom celog procesa proizvodnje. Beriain i sar. (2011) su značajno viši kalo u *Pamplona chorizo* kobasicama u kojima je 50% ČMT-a u nadevu zamenjeno alginatnom emulzijom maslinovog ulja takođe objasnili većom količinom vode koja je dodata u emulziju kao i nižim pH vrednostima u kobasicama, što je ubrzalo proces oslobađanja vlage. Sa povećanjem zamenjene količine ČMT-a konjak gelom (0%, 50%, 80%) u fermentisanim kobasicama, Ruiz-Capillas i sar. (2012) su zabeležili porast gubitka mase. I pored dobre sposobnosti konjak gela da vezuje vodu i odgovarajuće strukture komadića gela u nadevu, za njegovu pripremu korišćeno je 94% vode koja se tokom procesa proizvodnje oslobodila iz mreže gela. Kao i u našem eksperimentu, Jiménez-Colmenero i sar. (2013) su pokazali obrnuto proporcionalnu zavisnost između kala i sadržaja masti u fermentisanim kobasicama tokom procesa zrenja. Sánchez-Zapata i sar. (2013) su različite kombinacije vlakana oštika kao nosača nezasićenih masnih kiselina orahovog ulja dodali u nadev fermentisanih kobasica bez redukcije masnog tkiva i pokazali da sa većom količinom dodatih vlakana, veća količina ulja može da se uspešno inkorporira u nadev, kao i da kobasice sa dodatim vlaknima i uljem imaju viši sadržaj vode i manji kalo. U našem eksperimentu, i pored većeg kala modifikovanih kobasica, inulin dodat u vidu gela i inulin kao nosač za različite vrste ulja pokazao se kao dobra opcija za prevazilaženje problema gubitka vode u fermentisanim kobasicama sa smanjenim sadržajem masti. Odnosno, inulin dodat u datoj količini na opisani način sprečava gubitak mase kobasica koji bi bio ispod nivoa prihvatljivosti. Takođe, Vasilev i sar. (2011) ukazuju na to da trodimenzionalna mreža inulina učestvuje u kontinuiranom i uravnoteženom oslobađanju vlage iz centra prema spoljašnjim slojevima kobasica.

6.3. Hemijski sastav i a_w vrednost

Imajući u vidu da je za pripremu formulacija sa inulin gel suspenzijom (I) dodato 11,68%, a za pripremu formulacija sa emulzijama ulja (IU, UK i UR) 8% više vode u nadev, sadržaj vode u ovim modifikovanim kobasicama nakon procesa fermentacije i sušenja posledično je bio statistički značajno viši u poređenju s kontrolom. Dodatno, a_w vrednost kobasica sa inulin gel suspenzijom i inulin gel emulzijama bila je značajno viša tokom celokupnog perioda zrenja u odnosu na kontrolu, s tim da je a_w vrednost formulacija sa gel emulzijama (IU, UK i UR) bila viša od kobasica sa inulinom bez dodatog ulja. Na početku procesa proizvodnje a_w vrednost je bila u opsegu od 0,949 (K) do 0,957 (IU), dok se na kraju procesa zrenja kretala od 0,810 (K) do 0,853 (UR). Mendoza i sar. (2001) u niskomasnim fermentisanim

kobasicama sa dodatkom različitih količina vodenog rastvora inulina nisu utvrdili značajnu razliku u a_w vrednosti u sadržaju vode na kraju procesa zrenja u poređenju sa konvencionalnim fermentisanim kobasicama. Slične rezultate su dobili i Menegas i sar. (2013) u kobasicama sa dodatkom preemulzifikovanog ulja kukuruznih klica i inulina, dok su Beriain i sar. (2011) u kobasicama sa dodatkom alginatne emulzije maslinovog ulja sa 3% inulina primetili značajno viši sadržaj vode u odnosu na kontrolu, ali bez razlika u a_w vrednosti u krajnjim proizvodima. Na osnovu rezultata dobijenih u ovoj disertaciji, može se smatrati da je i pored visokog kila modifikovanih kobasica, u kojima je ČMT zamenjeno inulin gel suspenzijom koja sadrži 73% vode i emulzijama koje sadrže 50% vode, značajan deo ove vode ostao vezan i zarobljen u visoko higroskopnoj mreži inulina. Odnosno, rezultati našeg eksperimenta potvrđuju izuzetno efikasnu sposobnost inulina da veže vodu zbog čega se smatra ključnim faktorom u modifikovanju reoloških i termičkih karakteristika mesnih sistema (Franck, 2002; Juszcak i sar., 2012). Viši sadržaj vode i a_w vrednosti u našim modifikovanim kobasicama se može objasniti i prisustvom želatina koji je dodat u količini od 0,32 g/100 g u kobasicama sa i bez ulja, s obzirom da su Lee i Chen (2016) utvrdili da svinjski želatin značajno poboljšava sposobnost vezivanja vode u niskomasnim kobasicama u količini od 1,5 g/100 g. I pored više a_w vrednosti u kobasicama sa dodatim inulinom, kako u modifikovanim tako i u kontrolnim kobasicama u našem eksperimentu na kraju procesa zrenja (28. dan), a_w vrednost je bila ispod 0,9 što je veoma važno za bezbednost proizvoda. Bezbednost fermentisanih kobasica obezbeđena je kombinovanim delovanjem niske pH (ispod 5,3) i a_w vrednosti (0,95 i niže) što dozvoljava čuvanje ovih proizvoda čak na sobnoj temperaturi bez opasnosti po razvoj bakterija kvara i bakterija izazivača bolesti kod ljudi (Roca i Incze, 1990). Prema Vignolo i sar. (2010) zahvaljujući a_w vrednosti koja je u opsegu od 0,85 do 0,91 fermentisane suve kobasice pokazuju izuzetnu stabilnost tokom skladištenja. Niska aktivnost vode u fermentisanim kobasicama u mediteranskim zemljama postiže se sušenjem, a u severnim zemljama kombinovano sušenjem i dimljenjem. Dodatak starter kultura u fermentisanim kobasicama koje inhibiraju rast patogenih bakterija i mikroorganizama kvara doprinosi bezbednosti proizvoda, međutim, one najviše utiču na senzorski kvalitet proizvoda, dok je bezbednost primarno obezbeđena sušenjem i niskom a_w vrednošću (Vignolo i sar., 2010). Stoga, s aspekta a_w vrednosti kao konzervišućeg faktora, može se zaključiti da dobijeni reformulisani proizvodi predstavljaju nepovoljnu sredinu za razvoj nepoželjnih bakterija koje mogu skratiti održivost proizvoda tako da reformulisanje nije ugrozilo bezbednost proizvoda.

Kao što je i očekivano, reformulacija fermentisanih kobasica dovela je do značajnih razlika u sadržaju masti u gotovom proizvodu. U svim modifikovanim kobasicama sadržaj masti je bio značajno niži u odnosu na kontrolu. Zamena ČMT u formulaciji kobasica je dovela do smanjenja sadržaja masti za 30% u kobasicama sa inulin gel suspenzijom, 21,12% u IU kobasicama, 31,65% u UK kobasicama i 36,47% u UR kobasicama. Imajući u vidu stepen redukcije masti, prema legislativi EU (Regulation (EU) no. 116/2010) naši proizvodi se mogu uvrstiti u proizvode sa “smanjenim sadržajem masti”. Nešto viši sadržaj masti u IU kobasicama se može pripisati prisustvu lanenog ulja i lecitina u dodatoj gel emulziji, međutim u ostale dve formulacije s uljem, sadržaj masti je čak bio i niži od kobasica sa dodatom gel suspenzijom. Ove razlike, kao i porast sadržaja proteina i pepela u modifikovanim kobasicama mogu se objasniti razlikama u gubitku mase tokom procesa zrenja i sušenja, a pored uticaja kala, sadržaj ugljenih hidrata je značajno viši u modifikovanim kobasicama zbog dodatka 25% w/w inulina u gel suspenziju i gel emulziju. Menegas i sar. (2013) su pokazali da dodavanje inulina u fermentisne kobasice povećava sadržaj ugljenih hidrata a smanjuje sadržaj vode i proteina, odnosno, da je inulin ugljeni hidrat koji povećava sadržaj suve materije u proizvodu zbog prisustva mono i disaharida. Slične promene u hemijskom sastavu su dobili i autori koji su koristili konjak gel, mešavinu inulina i ulja, inulin u vidu krema i kombinaciju inulin krema i vlakana graška i karagenan gel emulziju ulja kao zamene za masno tkivo u suvim fermentisanim kobasicama (Ruiz-Capillas i sar., 2012; Menegas i sar., 2013; Vasilev i sar., 2013; Alejandre i sar., 2016). Navedeni autori su ove promene takođe objasnili smanjenjem učešća ČMT u nadevu, promenama u gubitku mase tokom procesa proizvodnje i dodavanjem ulja i ugljenih hidrata u nadev kobasica.

Kuhinjska so i masno tkivo u fermentisanim suvim kobasicama predstavljaju dva najznačajnija sastojka koja određuju kvalitet proizvoda (Muguerza i sar., 2004). NaCl je bitan sastojak u procesu prerade mesa i učestvuje u više tehnološki značajnih procedura kao što su: poboljšanje ukusa i teksture, povećavanje sposobnosti vezivanja i zadržavanja vode u mesnim sistemima, formiranje gelova i emulzija rastvaranjem miofibrilarnih proteina, i inhibiranje rasta nepoželjnih mikroorganizama obezbeđujući mikrobiološku stabilnost, odnosno održivost i bezbednost proizvoda (Raybaudi-Massilia i sar., 2019). U ovoj doktorskoj disertaciji, značajno veći sadržaj NaCl utvrđen je kod kobasica sa inulin gel suspenzijom u odnosu na kontrolu i sve tri formulacije sa emulzijama ulja. Slične rezultate su dobili i Vasilev i sar. (2013) u kobasicama sa dodatim inulin kremom u količini od 4% i vlaknima graška u količini od 1%, gde je sadržaj soli bio viši (4,4%) u poređenju sa kontrolom (4,0%). Ova razlika može

biti posledica najvećeg gubitka mase u kobasicama sa inulin gel suspenzijom, s obzirom da je ista količina soli dodata u svih pet formulacija.

Sadržaj hidroksiprolina i kolagena u proteinima mesa se nije značajno razlikovao između formulacija eksperimentalnih fermentisanih suvih kobasica i vrednosti ova dva parametra su bila u okviru dozvoljenih vrednosti za ovu vrstu proizvoda (Anon, 2015; Vasilev i sar., 2013). Sadržaj hidroksiprolina je bio u opsegu od 0,308-0,339%, dok sadržaj kolagena u proteinima mesa je bio između 9,09 i 10,70%. Naime, prema Pravilniku o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa sadržaj proteina mesa mora da je najmanje 20%, a sadržaj kolagena u proteinima mesa najviše 15% (Anon, 2015). Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da se svinjski želatin pokazao kao dobar stabilizator inulin suspenzije i emulzije i da dodat u količini od 2% w/w u ovim zamenama za masno tkivo nije povećao sadržaj kolagena u dobijenim modifikovanim kobasicama. Uzimajući u obzir da su u većini prethodnih istraživanja gelovi na bazi karagenana korišćeni kao zamene za masno tkivo u fermentisanim kobasicama (Koutsopoulos i sar., 2008; Beriain i sar., 2011; Ruiz-Capillas i sar., 2012; Alejandre i sar., 2016), ali da se karagenani u nekim ispitivanjima dovode u vezu sa nizom različitih potencijalnih kancerogenih efekata (Tobacman i sar., 2001; Tobacman, 2001), upotreba želatina u ove svrhe se može smatrati boljom opcijom.

Naime, još nakon drugog svetskog rata, kako su nestale zalihe svih drugih guma, a karagenan postao komercijalno dostupan u SAD-u od 1937. godine, on se intenzivno koristi kao prehrambeni aditiv. Najviše je korišćen kao zgušnjivač, emulzifikator i stabilizator u različitim namirnicama uključujući čokoladno mleko, pavlaku, dijetetsku hranu, niskomasne proizvode od mesa, infant formule, pivo i dresinge za salate (Tobacman i sar., 2001). Karagenan, guma koja se prirodno dobija iz crvenih algi (*Rhodophyta*), od naročitog je interesa zbog jedinjenja poligenan koje je identifikovano kao kancerogeno u studijama animalnih modela intestinalne kancerogeneze (IARC, 1983). Poligenan nastaje hidrolizom karagenana, čime se dobijaju manje molekulske frakcije sastavljene od α -1,4-galaktoze i β -1,3-galaktoze sa sulfatnom grupom na do tri ugljenikova atoma. Međutim, dosta studija je pokazalo niz značajnih bioloških efekata i nerazgrađenog karagenana, uključujući i indukciju nastanka nepolazmi u kolonu animalnih modela (Marcus i sar., 1992).

Želatin je hidrolizovani oblik kolagena sa nizom jedinstvenih funkcionalnih svojstava. Predstavlja sporedni proizvod životinjskog porekla koji se dobija ekstrakcijom iz kostiju, kože, hrskavice, vezivnog tkiva i sl. Bogat je amino-kiselinama kao što su glicin, prolin i hidroksiprolin koje su najznačajnije u procesu formiranja termoreverzibilnosti (Hudson,

1994). Želatin u obliku hidrokolooidnih hidrolizata korišćen je u proizvodnji želea i različitih proizvoda u industriji hrane. Struktura hidrolizata se menja u zavisnosti od koncentracije želatina, gde niska koncentracija za rezultat ima nastanak tečne forme, dok visoka koncentracija formira gelove (Lee i Chin, 2016). Ova svojstva omogućavaju uoptrebu želatina u različitim vrstama hrane uključujući i proizvode od mesa. U mesnim emulzijama u količini od 0,5-3 g/100 g želatin se ponaša kao stabilizator smanjujući gubitak masti i vode. Dalje, on tokom kuvanja omogućava formiranje nehomogene teksture (Stevens, 2010). Pokazano je takođe da dodavanje 10 g/100 g svinjskog želatina u svinjski miofibrilarni gel povećava sposobnost vezivanja vode i utiče na formiranje čvršće teksture za razliku od proizvoda koji ne sadrže želatin (Doerscher i sar., 2003). S druge strane, Pietrasik i sar. (2007) su u studiji u kojoj su ispitivali različite stabilizujuće agense (Na-kazeinat, protein krvi, izolovani protein soje i želatin) utvrdili da je najveći gubitak mase nakon kuvanja i najveći gubitak vode pokazao želatin, dok je dodavanje transglutaminaze poboljšalo sposobnost zadržavanja vode želatina u svinjskim mesnim gelovima. U različitim studijama je utvrđeno da želatin stabilizuje emulzije i smanjuje gumenost niskomasnih proizvoda od mesa (Prabhu i sar., 2004; Choe i sar., 2013; Ham i sar., 2016). Choe i sar. (2013) su zaključili da je kombinacija svinjskih kožica, vode i pšeničnih vlakana u odnosu 2:2:1 značajno poboljšala stabilnost emulzije u frankfurterima sa smanjenim sadržajem masti (>10 g/100 g masti). Ham i sar. (2016) su utvrdili da do 50% ČMT-amože uspešno da se zameni mešavinom kolagena i celuloznih vlakana u fermentisanim suvim kobasicama uskog promera, gde se dobijeni proizvodi nisu značajno razlikovali u pogledu senzorskih i mikrobioloških parametara u odnosu na kontrolne kobasice sa 20% ČMT-a. Na osnovu ovih prethodno pomenutih studija u kojima je pokazano da bi želatin mogao da bude dobar u formulisanju zamena za masno tkivo u fermentisanim kobasicama, ranije objavljenih rezultata dobijenih u laboratorijama Katedre za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla Fakulteta veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, u kojima je 8% ČMT-a uspešno zamenjeno inulin kremom u fermentisanim suvim kobasicama (Vasilev i sar., 2011; Vasilev i sar., 2013; Vasilev i sar., 2016), kao i na osnovu neobjavljenih eksperimenata izvedenih u našim laboratorijama u kojima smo kombinovali različite odnose inulin:voda:želatin i inulin:voda:želatin:lecitin:ulje, uspehli smo da dobijemo tehnološki stabilnu formulaciju inulin gel matriksa (gel suspenziju i tri različite gel emulzije) kojom je zamenjena duplo veća količina čvrstog masnog tkiva (16%) sa istom koncentracijom inulina u kobasicama kojom se, kao što navodi Coussement (1999), obezbeđuje bifidogeni efekat inulina na 100 g finalnog proizvoda.

U modifikovanim kobasicama sa gel emulzijama dodato je 0,48% sojinog lecitina (fosfolipid koji sadrži fosfatidil holin) u cilju emulzifikovanja, pošto se on lako rastvara u vodi i formira u vodi rastvorljive micle. Dobro je poznato da sojin lecitin ima antioksidativna, hipoholesteremična i antiaterogena svojstva koja su određena sadržajem linoleata (Wilson et al., 1998). Tako da pored inulina i ulja sa višim sadržajem polinezasićenih masnih kiselina kojima se fermentisane kobasice obogaćuju vlaknima i poboljšava njihov masnokiselinski profil, dodavanje sojinog lecitina dodatno doprinosi funkcionalnim svojstvima ovako modifikovanih proizvoda od mesa.

Nitriti imaju niz značajnih uloga u izradi proizvoda od mesa, koje između ostalog podrazumevaju stvaranje tipične boje i arome fermentisanih proizvoda, antioksidativna svojstva i antibakterijsku aktivnost, pri čemu naročito inhibiraju rast i stvaranje toksina bakterije *Clostridium botulinum* (Sen i Baddoo, 1997). Nitriti su reaktivne supstance koje reaguju sa različitim činiocima mesnih sistema (Cassens i sar., 1979). Odmah nakon dodavanja nitrita u meso u cilju salamurenja, oni počinju da se troše u reakcijama sa sastojcima mesa, tako da se često ni ne mogu analitički detektovati kasnije tokom procesa proizvodnje. Na stepen gubitka nitrita utiču različiti faktori kao što su pH vrednost, inicijalna koncentracija nitrita, temperatura tokom procesa proizvodnje i skladištenja, odnos mesa i vode u proizvodu i prisustvo reduktanata (Kilic i sar., 2002). Nakon termičkog tretmana samo 10-20% od početno dodatog nitrita se može detektovati u proizvodu od mesa. Gubitak nitrita u salamurenim proizvodima od mesa posledica je interakcije sa drugim sastojcima mesa i uticaja različitih parametara tokom procesa proizvodnje (Cassens i sar., 1979; Kilic i sar., 2002). U našem eksperimentu, sadržaj nitrita na kraju procesa zrenja bio je sličan u kontrolnim i u kobasicama sa inulin gel suspenzijom, dok u kobasicama sa dodatim emulzijama lanenog, repičinog ulja i ulja kukuruznih klica sadržaj nitrita je bio značajno viši u odnosu na prethodne dve formulacije. U reformulisanim proizvodima, količina jednog od glavnih sastojaka proizvoda od mesa je smanjena (lipidi), kao što je u našoj studiji to urađeno inulin gel suspenzijom i emulzijom, pa samim tim manje nitrita i reaguje sa lipidima (Ruiz-Capillas i sar., 2012). Ova inverzna zavisnost između rezidualnog nitrita i sadržaja masti potvrđena je u barenim proizvodima od mesa (Jiménez-Colmenero i sar., 2010). S druge strane, pokazano je i da dodavanje konjaka u viršle i frankfurtere ne utiče na sadržaj rezidualnog nitrita u gotovim proizvodima (Kilic i sar., 2002). Međutim, reaktivnost nitrita u matriksu mesa se ne može jasno proceniti tokom procesa zrenja u fermentisanim proizvodima od mesa. Neki autori su uočili pad sadržaja nitrita u turskim i španskim fermentisanim

kobasicama na kraju procesa zrenja (Ercoskun i Özkal, 2011; Fernández-López i sar., 2008), dok su drugi utvrdili da je taj pad nastao nakon procesa fermentacije (Fernández-López i sar., 2008). U kobasicama sa emulzijom lanenog ulja, sadržaj lipida je bio viši u poredjenju sa kobasicama sa inulin gel suspenzijom, a u kobasicama sa emulzijama ulja kukuruznih klica i uljane repice sadržaj lipida je bio niži, dok je količina dodatog inulina bila ista u sva četiri reformulisana proizvoda, tako da se ovaj značajno viši sadržaj nitrata samo u kobasicama sa smanjenim sadržajem masti i dodatom emulzijom ulja može povezati sa specifičnostima vezanim za reakciju nitrata sa gel emulzijama u nadevu modifikovanih kobasica tokom procesa fermentacije i zrenja.

6.4. Sadržaj masnih kiselina

Iako se fermentisani proizvodi od mesa konzumiraju vekovima u različitim delovima sveta i smatraju se jednim od najznačajnijih namirnica u ishrani ljudi, poznato je da masno tkivo koje se koristi za njihovu proizvodnju sadrži značajno viši udeo zasićenih nego polinezasićenih masnih kiselina (Muguerza i sar., 2004). Postoje brojne strategije kojima su dobijene nove formulacije proizvoda od mesa sa smanjenim sadržajem SFA i holesterola koje pružaju različite mogućnosti proizvodnje zdravijih fermentisanih kobasica. Reformulacije proizvoda zamenom ČMT-a biljnim i ribljim uljima se smatraju interesantnim načinom kojim se može poboljšati masnokiselinski profil kobasica. Prvo biljno ulje koje se koristilo u ove svrhe u grčkim, španskim fermentisanim kobasicama i sudžuku bilo je maslinovo ulje bogato mononezasićenom oleinskom kiselinom (56-87% MUFA) (Bloukas i sar., 1997; Muguerza i sar., 2001; Kayaardi i Gök, 2004). Kada se govori o obogaćenju proizvoda od mesa n-3 masnim kiselinama, veliki broj studija bio je posvećen strategiji koja je podrazumevala povećanje učešća ovih masnih kiselina (najviše α -linoleinske kiseline) u hrani za životinje i posledično dobijanje sirovina obogaćenih PUFA (Valencia i sar., 2006), dok su se drugi eksperimenti bazirali na povećanu PUFA frakcije u proizvodima od mesa zamenom svinjskog čvrstog masnog tkiva uljem soje, ribljim uljem i lanenim uljem, u cilju povećanja PUFA/SFA odnosa i smanjenja n-6/n-3 odnosa (Muguerza i sar., 2003; Muguerza i sar., 2004; Ansorena i Astiasarán, 2004). U većini prethodnih studija korišćeni su voda/emulzija sistemi kako bi se komponente uspešno inkorporirale u lipidnu fazu. Međutim, da bi se očuvale i teksturalne karakteritike proizvoda javila se potreba za stabilizacijom i strukturnim ojačanjem ovih emulzija, tako da je upotreba gelirajućih agenasa tokom procesa reformulacije pomogla da se prevaziđu problemi smanjenja čvrstoće i sposobnosti zadržavanja vode u različitim proizvodima od mesa (Jiménez-Colmenero i sar., 2013).

Kao posledica smanjenog udela ČMT-a i dodate inulin gel suspenzije i emulzije, i to naročito emulzije lanenog i ulja uljane repice, masnokiselinski sastav dobijenih proizvoda dosta je varirao. Može se reći da nije uočena značajna razlika u masnokiselinskom profilu između kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatom inulin suspenzijom, dok je zamena ČMT emulzijama lanenog, repičinog ulja i ulja kukuruznih klica dovela do značajnog smanjenja sadržaja miristinske (C14:0), palmitinske (C16:0), palmitoleinske (C16:1) i stearinske (C18:0) kiseline. Dodavanje emulzija značajno je povećalo sadržaj linoleinske kiseline (C18:2 n-6) sa najvišim sadržajem kod UK kobasica (20,44 g/100 g) kao posledica njenog visokog udela u ulju kukuruznih klica. Isti je slučaj i sa drugom n-6 masnom kiselinom, dihomogama-linoleinskom kiselinom (C20:3 n-6). Repičino ulje je dovelo do značajnog povećanja sadržaja oleinske kiseline (C18:1 cis 9). Najveće razlike se mogu uočiti u pogledu α -linoleinske (C18:3 n-3) kiseline koja je najzastupljenija u lanenom ulju, tako da je posledično i njena količina najviša bila u IU kobasicama (5,74) (povećanje od oko 12,5 i 9,7 puta, u poređenju sa kontrolnim i I formulacijama kobasica, pojedinačno). UR kobasice su se takođe značajno razlikovale od K, I i UK formulacija u količini α -linoleinske (C18:3 n-3) kiseline. Slične promene u sadržaju ove masne kiseline primetili su i drugi autori koji su dodavali emulzije i gelove lanenog ulja u fermentisane suve kobasice (Ansorena i Astiasarán, 2004; Valencia i sar., 2006; Alexandre i sar., 2016). Kada se govori o ulju uljane repice, ono je prema masnokiselinskom sastavu dosta slično ribljem ulju, pa se najčešće i koristi kao njegova zamena u hrani za životinje, odnosno ima umeren sadržaj C18:2 n-6 i C18:3n-3, a bogato je 18:1 cis-9 masnim kiselinama. Takođe, n-6/n-3 odnos ovog ulja je 2:1, što je optimalan odnos ovih masnih kiselina u ishrani ljudi (Bell i sar., 2003). Emulzije ulja uljane repice su mnogo manje korišćene kao zamene za masno tkivo u proizvodima od mesa, i to samo u fino usitnjenim barenim kobasicama (Youssef i Barbut, 2009; Youssef i Barbut, 2011; Alexandre i sar., 2019), dok nema podataka o njegovoj inkorporaciji u fermentisanim suvim kobasicama. Uzimajući u obzir nastale modifikacije u masnokiselinskom profilu, modifikovane IU i UR fermentisane kobasice se mogu deklarirati izjavama kao što su “izvor omega-3 masnih kiselina” i “visok sadržaj omega-3 masnih kiselina”. Odnosno ove modifikovane fermentisane kobasice u potpunosti zadovoljavaju zahteve propisane od strane evropske legislative (Regulation EC no. 1924/2006) da za navođenje ovih izjava proizvod mora da sadrži više od 0,3 g α -linoleinske kiseline na 100 g proizvoda. U našim eksperimentima IU kobasica je sadržala α -linoleinsku kiselinu u količini od 5,74/100 g, a UR kobasica 1,75/100 g ukupne masti, a pošto IU sadrži 31,38%, a UR 28,19% ukupne masti, preračunavanjem se dobija da je sadržaj ove masne kiseline u 100 g proizvoda 1,80 g (IU), odnosno 0,49 g (UR). Dodatno,

dnevna porcija od 50 g IU kobasica bi zadovoljila skoro polovinu (45%) preporučenog dnevnog unosa od 2 g α -linoleinske kiseline koji je potreban da bi se ostvarili pozitivni efekti na zdravlje ljudi (Regulation (EU) no 432/2012). Imajući u vidu da su meso i proizvodi od mesa jedan od najznačajnijih izvora masti u ishrani ljudi, modifikacija lipidnog profila ovih namirnica povećanjem sadržaja n-3 masnih kiselina značajno može poboljšati nutritivni kvalitet ishrane ljudi (Ansorena i Astiasarán, 2004).

Sadržaj SFA je bio niži, a sadržaj PUFA i n-6 viši u kobasicama sa dodatim emulzijama. Sadržaj n-6 masnih kiselina je bio najviši u kobasicama sa emulzijom ulja kukuruznih klica (21,35), a sadržaj n-3 najviši u kobasicama sa emulzijama lanenog ulja i repičinog ulja (5,89 i 2,56, pojedinačno). Postoji više parametara kojima se procenjuje nutritivni kvalitet lipidne frakcije namirnica, među kojima su najznačajniji odnos polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina (PUFA/SFA) i n-6/n-3 odnos. Preporučeno je da PUFA/SFA odnos ne bude iznad 0,4-0,5 (Wood i sar., 2004) u cilju prevencije povećanog unosa SFA i negativnog uticaja LDL holesterola, kao i povećanog unosa nekih nezasićenih masnih kiselina (n-6) koje mogu biti prekursori potentnih trombogenih agenasa i učestvuju u etiologiji nekih kancera. Navedeni sadržaj polinezasićenih n-6 i n-3 masnih kiselina u našim modifikovanim proizvodima doveo je do značajnih razlika u n-6/n-3 odnosu koji je bio najniži u kobasicama sa emulzijom lanenog ulja (2,23), a najviši u kobasicama sa emulzijom ulja kukuruznih klica (19,57) i značajno se razlikovao od svih ostalih formulacija kobasica. Ovaj odnos u mesu i proizvodima od mesa uobičajenog sastava je između 10 i 15 (Kouba i Mourot, 2011). Procenjeno je da se n-6/n-3 odnos u ishrani ljudi zapadnih zemalja kreće oko 15-20, a preporučuje se da taj odnos bude ispod 5 ili 4 kako bi se smanjio protrombogeni i proagregatorni efekat indukovani visokim unosom n-6 PUFA (British Nutrition Foundation, 1992). Takođe, izbalansirani n-6/n-3 odnos je neophodan za normalan rast i razvoj organizma, i smanjenu incidencu kardiovaskularnih i drugih hroničnih nezaraznih oboljenja, kao i za poboljšanje mentalnog zdravlja ljudi (Simopoulos, 1999). Trenutne nutritivne preporuke za održavanje nivoa unosa n-3 PUFA predlažu da se konzumira jedna ili više porcija masne ribe nedeljno (Kouba i Mourot, 2011). Konzumiranje ribe dosta varira između različitih regiona Evrope, tako npr., studija izvedena u deset zemalja pokazuje šest puta veću konzumaciju ribe u Danskoj i Norveškoj u poređenju sa najnižom konzumacijom ribe u Italiji i Grčkoj. U Engleskoj je potrošnja ribe umerena u odnosu na severne zemlje zbog toga što veliki deo populacije ne jede ribu, a samo 15-44% ljudi konzumira masne vrste ribe (Welch i sar., 2002). Zbog rastućih problema koji se tiču snabdevanja i održivosti ribe i proizvoda od ribe, kao i

ustaljenih navika i preferencija potrošača, formulisanje proizvoda od mesa poput IU i UR kobasica iz našeg eksperimenta, obogaćenih n-3 polinezasićenim masnim kiselinama, sa n-6/n-3 odnosom sličnim mesu ribe, može se smatrati dobrom alternativom za klasične namirnice koje su do sada predstavljale izvore dugolančanih n-3 PUFA u ishrani ljudi (Kouba i Mourot, 2011). Rezultati ove doktorske disertacije podržavaju rezultate i drugih autora koji su takođe uspešno unapredili masnokiselinski profil i nutritivnu vrednost modifikovanih fermentisanih kobasica dodavanjem lanenog ulja i to najviše kao rezultat povećanja sadržaja α -linoleinske kiseline (C18:3 n-3) (Ansorena i Astiasarán, 2004; Valencia i sar., 2006a; Alejandre i sar., 2016).

Nutritivni kvalitet lipidne frakcije kontrolnih i modifikovanih kobasica izražen je i preko tri indeksa. Aterogeni (AI) i Trombogeni indeks (TI) su pokazatelji sklonosti ka agregaciji trombocita. Tako da masti sa nižim vrednostima AI i TI mogu da inhibiraju agregaciju trombocita i smanjuju nivo esterifikovanih masnih kiselina, holesterola i fosfolipida, čime se prevenira nastanak mikro i makrokoronarnih oboljenja (Turan i sar., 2007). Ne postoje preporučene vrednosti za AI i TI. Smatra se da niže vrednosti ovih indeksa ukazuju na zdraviji odnos masnih kiselina u namirnicama (Fuchs i sar., 2013). Dodavanje gel emulzija sva tri ulja u ovom eksperimentu dovelo je do značajne redukcije aterogenog i trombogenog indeksa u poređenju sa kontrolom i kobasicama sa dodatim inulin gel suspenzijom. Smanjenje ovih vrednosti pokazuje da konzumiranjem modifikovanih kobasica može da se očekuje pozitivni efekat na zdravlje ljudi, odnosno da njihov unos može da doprinese prevenciji razvoja koronarnih bolesti srca. Za razliku od ova dva indeksa, više vrednosti hipoholesterolemičnog / hiperholesterolemičnog indeksa (HH) ukazuju na nutritivno povoljniji masnokiselinski sastav (Santos-Silva i sar., 2002). HH indeks je bio značajno viši u svim kobasicama sa dodatim gel emulzijama, sa najvišom vrednošću u kobasicama sa uljem uljane repice (3,471).

Utvrđeno je da udeo kalorija poreklom iz masti u ishrani ne utiče na nivo LDL holesterola u krvi ljudi. Naime, dokazano je da zasićene masne kiseline sa 12-16 C atoma dovode do porasta koncentracije ukupnog, LDL i HDL holesterola, kao i LDL:HDL odnosa; za mononezasićene masne kiseline nije potvrđeno da imaju efekat na nivo holesterola, polinezasićene n-6 masne kiseline dovode do pada, dok je za n-3 polinezasićene masne kiseline dokazano da snižavaju nivo triglicerida u krvi (Wiseman, 1997). Novija istraživanja sve više potvrđuju tezu da holesterol koji se unosi hranom ima minimalni efekat na nivo ukupnog i LDL holesterola u krvi (Hu i sar., 1997). Unos holesterola hranom direktno i jedino

je povezan sa hranom animalnog porekla, s obzirom da holesterol ulazi u sastav ćelijske membrane animalnih ćelija. Prema trenutnim vodičima u ishrani ljudi preporučuje se da dnevni unos holesterola ne bi trebalo da prelazi 300 mg (Chizzolini i sar., 1999). Sadržaj holesterola u našim eksperimentalnim kobasicama sa 16% smanjenim sadržajem čvrstog masnog tkiva u recepturi, bio je sličan kao u kontrolnim kobasicama i kretao se u opsegu od 67,65 do 71,39 mg/100 g. Muguerza i sar. (2003) su dobili slične rezultate u fermentisanim suvim kobasicama sa delimičnom zamenom od 15%, 20% i 25% čvrstog masnog tkiva preemulzifikovanim sojinim uljem. Kod njih se sadržaj holesterola kretao od 87,71 mg/100g u kobasicama sa najvećom redukcijom ČMT, do 92,96 mg/100 g u kontrolnim kobasicama sa standardnim sadržajem masti. Za razliku od ovih rezultata, Muguerza i sar. (2001) su utvrdili da je sa zamenom čvrstog masnog tkiva preemulzifikovanim maslinovim uljem u količini od 15 i 20% u *Chorizo de Pamplona* fermentisanim suvim kobasicama došlo do pada u sadržaju holesterola za 4,6 i 12,24%, pojedinačno. Ukupan holesterol u mišićnom tkivu goveda se kreće između 61 i 63,5 mg/100 g, dok ukupni holesterol u masnom tkivu je u opsegu od 113 do 121 mg/100 g. Sa porastom intramuskularne masti, menja se subcelularna preraspodela holesterola u mišićnom tkivu koja omogućava kompenzovanje, odnosno ne dolazi do promene u sadržaju holesterola u mišićnom tkivu, dok u masnom tkivu ova kompenzacija nije efikasna (Chizzolini i sar., 1999). Dokazano je da je holesterol u intramuskularnom masnom tkivu prisutan u količini od 118 mg/100 g, i preraspoređen je 55% u citoplazmi, a 45% u ćelijskoj membrani, dok se u masnom tkivu 10% holesterola nalazi u membranama, a 90% u citoplazmi (Sweeten i sar., 1999).

U studijama sa niskomasnim proizvodima od usitnjenog goveđeg mesa dokazano je da u konvencionalnim proizvodima, npr. goveđim paštetama sa 20% masti, sadržaj holesterola iznosi 86,3 mg/100 g, u goveđim paštetama sa 9,8% masti, sadržaj holesterola iznosi 83,1 mg/100 g, dok u goveđim paštetama gde je korišćen karagenanom i biljni proteini kao zamenama za masno tkivo sa 8,2% masti u krajnjem proizvodu sadržaj holesterola iznosi 72,2 mg/100 g (Chizzolini i sar., 1999). Odnosno, iz navedenih eksperimenata može se zaključiti da u proizvodima od mesa može da se postigne redukcija masti za oko 30% bez značajnog uticaja na sadržaj holesterola (Egbert i sar., 1991). Naši rezultati podržavaju činjenicu koju navode i drugi autori (Chizzolini i sar., 1999), a to je da količina holesterola u masnom tkivu minimalno utiče na ukupni sadržaj holesterola u uobičajnoj porciji proizvoda od mesa.

6.5. Parametri oksidacije lipida

Obogaćenje fermentisanih suvih kobasica nezasićenim masnim kiselinama povećava stepen oksidacije lipida, kako tokom procesa fermentacije i zrenja, tako i tokom skladištenja, što predstavlja jedan od glavnih problema koji utiču na kvalitet i prihvatljivost na ovaj način modifikovanih proizvoda od mesa (Valencia i sar., 2006a). U našem eksperimentu praćena je oksidativna stabilnost kontrolnih i modifikovanih fermentisanih suvih kobasica na kraju procesa proizvodnje (28. dan) i nakon mesec dana skladištenja (58. dan) u prisustvu vazduha na temperaturi od +4 °C.

Kiselinski broj se koristi kao mera slobodnih masnih kiselina nastalih tokom lipolize, jednog od glavnih procesa koji dovodi do promena u mastima namirnica. Lipoliza indukuje proces oksidacije koja utiče, kako na masne kiseline i holesterol, tako i na ostale sastojke mesa i proizvoda od mesa. Primarni produkti oksidacionog procesa su peroksidi, nestabilne komponente koje brzo nestaju i pokreću autooksidaciju u namirnicama (Muguerza i sar., 2003). U našem eksperimentu, kiselinski broj na kraju procesa proizvodnje i skladištenja bio je značajno veći kod svih modifikovanih fermentisanih kobasica u poređenju sa kontrolom. Značajne razlike su zabeležene i između kobasica sa inulin gel suspenzijom (I) i kobasica sa dodatim gel emulzijama. Najviša vrednost kiselinskog broja za oba perioda bio je u kobasicama sa emulzijom lanenog ulja (1,47 i 1,93 mg KOH/g, pojedinačno) koje su imale i najviši sadržaj n-3 masnih kiselina. Iz dobijenih rezultata se može videti da je kiselinski broj rastao u svim kobasicama tokom proizvodnje i skladištenja, i da je značajno viši bio u modifikovanim kobasicama, odnosno da je i reformulacija, naročito dodavanje ulja bogatih polinezasićenim masnim kiselinama, uticala na povećanje nivoa lipolize tokom zrenja i skladištenja. Naime, formulacije sa gel emulzijama ulja su bile podložnije oksidaciji lipida zbog stvaranja veće količine slobodnih masnih kiselina koje brže oksidišu od esterifikovanih molekula masti (Utrilla i sar., 2014). Posmatrane varijacije se dodatno mogu objasniti time da proces oslobađanja masnih kiselina od strane tkivnih lipaza i lipaza poreklom od mikroorganizama dosta zavisi od različitih faktora, kao što su npr. sadržaj soli, temperatura, pad broja mikroorganizama, odnosno smanjene mikrobijalne lipolitičke aktivnosti enzima usled pada a_w vrednosti ispod 0,91 (Salgado i sar., 2005). Utrilla i sar. (2014) su posmatrali promenu kiselinskog broja tokom procesa zrenja *venison* fermentisanih suvih kobasica (kobasica od mesa divljači) sa dodatkom maslinovog ulja i utvrdili njegov rast do 21. dana zrenja, a zatim značajan pad do 28. dana. Višu vrednost kiselinskog broja su objasnili porastom slobodnih masnih kiselina tokom zrenja kao rezultat enzimske hidrolize glicerida,

dok su pad slobodnih masnih kiselina na kraju procesa zrenja pripisali transformaciji slobodnih masnih kiselina u isparljiva jedinjenja, najvećim delom tokom reakcija oksidacije. Za razliku od naših rezultata Muguerza i sar. (2003) nisu utvrdili razliku u kiselinskom broju u fermentisanim kobasicama sa različitim količinama dodatog sojinog ulja.

Promene u kiselinskom broju su bile praćene sličnim varijacijama i u peroksidnom broju eksperimentalnih modifikovanih kobasica. Peroksidni broj je bio značajno viši u sve tri modifikovane formulacije kobasica sa dodatim gel emulzijama ulja nakon procesa zrenja i nakon skladištenja. U studiji Muguerza i sar. (2003) peroksidni broj je bio ispod nivoa detekcije u modifikovanim kobasicama sa sojinim uljem i dodatkom vitamina E. Alejandre i sar., (2016) u kobasicama sa konjak gel emulzijom lanenog ulja kao zamene za masno tkivo zabeležili su peroksidni broj u opsegu od 0,33 do 0,38, što je više od vrednosti peroksidnog broja u našim kontrolnim i modifikovanim kobasicama nakon procesa proizvodnje. U našem ekperimentu, ove niže vrednosti peroksidnog broja kao i dodatna stabilnost masti, naročito biljnih masti u kobasicama sa dodatim emulzijama, može se objasniti prisustvom sojinog lecitina za koga je pokazano da ima dobra antioksidativna svojstva (Jude i sar., 2003).

TBARS vrednost se nije razlikovala na kraju proizvodnje između K, I i IU kobasica i kretala se oko 0,10 mg MAL/kg, dok je u UK i UR kobasicama bila nešto niža (0,03 i 0,04 mg MAL/kg, pojedinačno). Nakon skladištenja u trajanju od mesec dana TBARS u IU kobasicama je bila 1,25 mg MAL/kg i značajno je bila veća od svih ostalih kobasica. U kontroli i svim modifikovanim kobasicama, osim IU grupe, TBARS vrednost je bila ispod maksimalne granice od 1 mg MAL/kg proizvoda, da bi proizvod bio prihvatljiv (Menegas i sar., 2013). Zbog prisustva nešto veće količine n-3 polinezasićenih masnih kiselina u lanenom ulju koja je povećala osetljivost na lipidnu oksidaciju, TBARS vrednost je bila nešto viša u IU kobasicama nakon skladištenja. Salgado i sar. (2005) su dokazali da TBARS vrednost od čak 2,21 mg MAL/kg nije dovoljna da se oseti užeglost kobasica tokom senzorske analize, što je dosta viša vrednost od one koja je zabeležena u našim IU kobasicama u kojima takođe nije utvrđen užegao ukus i miris tokom senzorske analize. U suprotnosti s našim rezultatima, Muguerza i sar. (2003) su utvrdili niže TBARS vrednosti u modifikovanim kobasicama sa 15%, 20% i 25% zamenjenim ČMT-om preemulzifikovanim sojinim uljem u poređenju sa kontrolnim kobasicama, što se može objasniti efikasnom antioksidativnom delovanju vitamina E koji je bio dodat u sojino ulje u količini od 16 mg na 100 g ulja. Vrednosti TBARS niže od 1 mg MAL/kg u fermentisanim kobasicama sa dodatim lanenim uljem su utvrdili i Ansorena i Astiasarán (2004) na kraju procesa zrenja, Valencia i sar. (2006a) nakon 2 i 5

meseci skladištenja i Alejandre i sar. (2016) u fermentisanim kobasicama sa smanjenim sadržajem masti na račun dodavanja konjak gel emulzije lanenog ulja.

Oksidacija nezasićenih masnih kiselina prisutnih u fosfolipidima i trigliceridima je jedan od glavnih faktora koji utiču na kvalitet mesa i proizvoda od mesa tokom skladištenja s obzirom da može dovesti do razvoja užeglosti zbog stvaranja jedinjenja kao što su n-alkenali i dienali, smanjene sposobnosti vezivanja vode i većeg gubitka mase, diskoloracija, gubitka nutrijenata, smanjenja održivosti i akumulacije mutagenih i/ili kancerogenih jedinjenja (Ghaderi-Ghahfarokhi i sar., 2016). Potvrđeno je da produkti oksidacije lipida ostvaruju niz štetnih bioloških efekata kada se konzumiraju u većoj količini i duži vremenski period, i dovode se u vezu sa etiologijom različitih neurodegenerativnih i kardiovaskularnih oboljenja, kao i različitih tipova kancera (Menegas i sar., 2013). Imajući to u vidu, značajno je ne samo poboljšati nutritivnu vrednost namirnica već takođe i stepen oksidacije lipida svesti na minimum. Sintetski antioksidansi (npr. BHA-butilhidroksianizol i TBHQ-tercijarni-butilhidrokinon) su se pokazali kao izuzetno efikasni u kontroli oksidacije. To su primarni antioksidansi koji doniraju vodonikov atom slobodnim radikalima čime ih prevode u stabilnu formu (Giese, 1996). Međutim, potrošači nisu naklonjeni takvoj vrsti konzervisanja namirnica s obzirom da je mnogo veća potražnja za prirodnim jedinjenjima i prirodnim proizvodima koji imaju antioksidativni efekat u hrani. Trenutno je teško jasno definisati koji su to prirodni, a koji veštački antioksidansi pošto postoji dosta proizvoda koje je napravio čovek, a koji se hemijski u identičnom ili delimično modifikovanom obliku mogu naći i u prirodi (Bou i sar., 2009). Nitriti stabilizuju lipidnu frakciju mesa reagujući sa dvostrukim C-C kovalentnim vezama nezasićenih masnih kiselina. Štaviše, oni formiraju stabilan kompleks sa gvožđem u hem proteinima čime sprečavaju gvožđe da inicira proces oksidacije (Igene i sar., 1985). Niske temperature skladištenja, kao što su temperature frižidera, smanjuju stepen i brzinu hemijskih reakcija (Araujo i sar., 1995). Još jedna od strategija kojom se pokušava prevazići problem lipidne oksidacije u hrani je ograničavanje kontakta namirnice sa kiseonikom. Pokazano je da MAP pakovanje sa 100% azota je mnogo efikasnije od vakuum pakovanja u kontroli oksidacije masnih kiselina narezanih kobasica *Milano* tipa (Zanardi i sar., 2002). Dok su Ansorena i Astiasarán (2004) utvrdili da je vakuum pakovanje dobar način da se smanji proces oksidacije lipida u kobasicama obogaćenim maslinovim uljem. Primenom vakuum pakovanja uklanja se kiseonik u okolini namirnica, a sami materijali koji se koriste za pakovanja su izuzetno malo propustljivi za gasove, svetlost i vlažnost (Koutsopoulos i sar., 2008).

6.6. Indeks proteolize

Proteoliza sarkoplazminih i miofibrilarnih proteina jedan je od glavnih biohemijskih procesa koji se javljaju tokom zrenja fermentisanih kobasica. Ovaj proces se odvija posredstvom kako endogenih enzima mišićnog tkiva, tako i mikrobijalnih enzima, a kao rezultat nastaju različita jedinjenja koja uključuju polipeptide, peptide, amino-kiseline, aldehide, organske kiseline i amine, a svi oni učestvuju u formiranju teksture i specifičnog ukusa i mirisa fermentisanih proizvoda (Dalmiș i Soyer, 2008). Proces proteolize, koji se sastoji iz više faza, tokom zrenja fermentisanih kobasica dovodi do porasta koncentracije neproteinskih azotnih materija (NPN-a). Prva faza podrazumeva inicijalnu razgradnju miofibrilarnih proteina dejstvom kalpaina i katepsina kojom nastaju fragmenti proteina i polipeptidi. Ova novoformirana jedinjenja su bitan supstrat za aminopeptidaze i posledično stvaranje slobodnih amino-kiselina u kasnijoj fazi proteolitičkog lanca. Oslobađanje slobodnih amino-kiselina, odnosno aktivnost enzima aminopeptidaza, zavisi od više faktora: pada pH vrednosti, koncentracije soli, prisustva starter kultura i uslova tokom procesa proizvodnje fermentisanih kobasica (vreme, temperatura, niska a_w vrednost) (Sanz i Toldrá, 2002). Tako npr. sa padom pH vrednosti degradacija miofibrilarnih proteina nije više tako intenzivna usled smanjene aktivnosti katepsin D enzima (Ikonić i sar., 2013). Dok sadržaj NaCl-a u fermentisanim kobasicama takođe značajno određuje aktivnost proteolitičkih enzima, odnosno sa porastom njegove koncentracije tokom sušenja kobasica, inhibira se aktivnost ovih enzima čime se menja i tekstura finalnog proizvoda.

Na kraju procesa proizvodnje između K, I i IU formulacija kobasica nisu uočene razlike u vrednosti indeksa proteolize, dok su UK i UR kobasice imale nešto višu vrednost ovog parametra. Međutim, nakon skladištenja došlo je do razlika u stepenu formiranja NPN-a, tako da je uočen rast vrednosti indeksa proteolize u kontrolnim i blagi pad u svim modifikovanim kobasicama u odnosu na period nakon zrenja. Dobijene vrednosti ispitivanog parametra bile su u skladu sa ispitivanjima Latorre-Moratalla i sar. (2008). Ove promene se donekle mogu objasniti specifičnostima dehidratacije nastale tokom sušenja u modifikovanim kobasicama iz našeg eksperimenta, kao i koncentracijom soli. Kao što je prethodno rečeno, u modifikovanim kobasicama je sadržaj soli bio značajno viši, što je posledica većeg gubitka mase, odnosno vode, uglavnom iz mesnog dela proizvoda. Ovaj viši sadržaj NaCl-a u modifikovanim kobasicama je mogao da utiče na pad indeksa proteolize, dok je niži sadržaj soli u kontrolnim kobasicama mogao uticati na povećanu aktivnost proteolitičkih enzima što je rezultiralo posmatranim promenama u stepenu proteolize (Toldrá, 2002). Dobijeni rezultati se takođe

moгу dovesti u vezu sa proteolitičkom aktivnošću mikrobiote fermentisanih kobasica, i to uglavnom bakterija iz familije *Micrococcaceae* (Bover-Cid i sar., 1999). Starter kulture (obično se sastoje od jednog soja bakterija mlečne kiseline, a pored njih i bakterija iz familije *Micrococcaceae* ili njihove kombinacije) koji se koriste u proizvodnji fermentisanih kobasica, poseduju enzime koji učestvuju u proteolizi, a kasnije i dekarboksilaciji amino-kiselina (Geisen, 1992). Pri niskoj pH vrednosti ovi mikroorganizmi stvaraju dekarboksilaze kao odgovor na promenjene uslove sredine. Pored bakterija mlečne kiseline koje se široko koriste kao starter kulture, bakterije iz familije *Micrococcaceae* (uglavnom *Staphylococcus carnosus* i *Staphylococcus xylosus*) imaju izuzetno značajnu ulogu u fermentisanim suvim kobasicama, ne samo zbog redukcije nitrata, već i zbog toga što učestvuju i u drugim poželjnim reakcijama kao što su lipoliza i proteoliza koje su odgovorne za formiranje karakterističnog ukusa fermentisanih kobasica (Geisen, 1992; Bover-Cid i sar., 1999).

6.7. Mikrobiološka ispitivanja

Prilikom fermentacije kobasica, koja se odvija u kontrolisanim uslovima komore za zrenje najčešće tokom 1-2 dana na temperaturi od 18-26 °C i pri relativnoj vlažnosti od 90%, javlja se nekoliko kritičnih mikrobioloških promena. Pre procesa fermentacije broj mikroorganizama u nadevu kobasica kreće se u opsegu od 10^5 do 10^6 CFU/g. Inicijalna mikrobijalna populacija uvek dosta varira, obično je slična onoj u svežem mesu i uključuje bakterije mlečne kiseline, mikrokoke, enterobakterije, *Pseudomonas* spp., *Achromobacter* spp., *Flavobacterium* spp., *Bacillus* spp. itd., kao i kvasce i plesni (Ordóñez i sar., 2010). Bakterije kvara svežeg mesa, uglavnom Gram negativne bakterije familije *Pseudomonadaceae*, u fermentisanim kobasicama inhibirane su primarno padom a_w vrednosti sa 0,99 na 0,96 koji je posledica dodavanja soli, soli za salamurenje i šećera. Međutim, ne sme se zanemariti ni inhibitorni efekat nitrita i nizak parcijalni pritisak kiseonika koji takođe inhibiraju umnožavanje ovih bakterija u nadevu. Tako da se u tradicionalno proizvedenim fermentisanim suvim kobasicama već na početku procesa zrenja uspostavlja tipična mikrobota ovog proizvoda koja se sastoji od BMK i *Micrococcaceae*, dok se u kobasicama sa dodatim starterima favorizuje upravo njihov rast (Dainty i sar., 1983).

Najčešće izolovane vrste bakterija mlečne kiseline iz konvencionalnih fermentisanih suvih kobasica i kobasica sa dodatim starter kulturama su *Lactobacillus sakei*, *Lb. curvatus*, *Lb. plantarum*, *Pediococcus pentosaceus* i *P. acidilacti* (Hammes, 1985). Nitrat i nitrit redukujuće bakterije prisutne u fermentisanim suvim kobasicama su iz roda *Staphylococcus* i *Kocuria* (*S. carnosus*, *S. xylosus*, *Kocuria varians*, *K. kristinae* itd.) (Comi i sar., 2005).

U ovoj doktorskoj disertaciji praćene su promene u broju BMK, broju bakterija iz familija *Micrococcaceae* i *Enterobacteriaceae*, i *Pseudomonas* spp. tokom procesa fermentacije i zrenja na nedeljnom nivou, kao i nakon mesec dana skladištenja u kontrolnim kobasicama, kobasicama sa dodatom inulin gel suspenzijom i kobasicama sa dodatom inulin gel emulzijom lanenog ulja. Modifikacije u formulaciji kobasica su značajno uticale na razlike samo u broju BMK od 14. dana zrenja do kraja perioda skladištenja (58. dan), dok nisu uočene značajne razlike u broju drugih ispitivanih mikroorganizama (*Micrococcaceae*, *Enterobacteriaceae* i *Pseudomonas* spp.).

Tokom prve dve nedelje broj BMK je rastao, što se podudara sa značajnim padom u pH vrednosti kontrolnih i modifikovanih kobasica tokom fermentacije. Njihov broj je bio najviši 14. dana i kretao se u opsegu od 8,84 (K) do 10,09 log CFU/g (IU), kada je uočena i najniža pH vrednost u ovim kobasicama. Od 21. dana zrenja do 58. dana skladištenja najveći broj BMK utvrđen je u kobasicama sa inulin gel suspenzijom (I). Dobijeni rezultati su u okviru uobičajenih vrednosti za fermentisane proizvode od mesa u kojima su dominantna bakterijska flora laktobacili koji obično dostižu vrednosti između 10^7 i 10^9 CFU/g (Vuković i sar., 2004; Vasilev i sar., 2016). Veći broj BMK u modifikovanim kobasicama sa dodatim inulin gel matriksom u saglasnosti je sa rezultatima drugih autora koji su dokazali da probiotske bakterije iz roda *Lactobacillus* imaju bolji rast u fermentisanim kobasicama sa dodatim fruktooligosaharidima i inulinom (Vasilev, 2010; Vasilev i sar., 2011; Beriain i sar., 2011). Dodatno, Beriain i sar. (2011) su utvrdili da je broj *Lactobacillus* spp. u fermentisanim suvim kobasicama sa smanjenim sadržajem masti i dodatkom 6% inulina bio značajno viši u poređenju sa kontrolnim konvencionalnim kobasicama, kobasicama sa 3% i 10% dodatog inulina. Za razliku od ovih nalaza, neki autori su utvrdili da inulin, kratkolančani fruktooligosaharidi i vlakna pomorandže nisu imali uticaj na broj BMK u fermentisanim kobasicama (Mendoza i sar., 2001; Fernández-López i sar., 2008; Salazar i sar., 2009; Menegas i sar., 2013). U studiji Menegas i sar. (2013) u formulacijama kobasica sa dodatim uljem kukuruznih klica i inulinom nisu uočene razlike u broju BMK, a njihov broj se kretao u opsegu od 7 do 8 log CFU/g. Dobijene razlike u rezultatima koji se odnose na broj BMK u kontrolnim i modifikovanim kobasicama sa dodatim inulinom u ovom eksperimentu se mogu objasniti činjenicom da je inulin prebiotik koji podleže specifičnoj fermentaciji primarno od strane *Bifidobacterium* spp., koja je dokazana u brojnim *in vitro* i *in vivo* studijama (Gibson, 1999), dok su Donkor i sar. (2007) dokazali da inulin ostvaruje pozitivni efekat i na rast i razmnožavanje *Lactobacillus* spp. Finalna pH vrednost kobasica u ovom eksperimentu bila je

u opsegu od 5,39-5,65, tipično za kobasice sa srednjom kiselošću, što predstavlja posledicu klasičnog trenda mikrobijalnog rasta, gde broj BMK raste na samom početku fermentacije, dolazi do povećanog stvaranja mlečne kiseline i pada u pH vrednosti, nakon čega nastupa faza zrenja praćena aktivnošću mikrokoka koje u određenom stepenu neutrališu prisutnu mlečnu kiselinu zahvaljujući nakupljanju baznih produkata proteolize (Comi i sar., 2005).

U fermentisanim suvim kobasicama su najčešće prisutne homofermentitivne BMK, odgovorne za acidifikaciju u inicijalnim fazama fermentacije, koje proizvode približno 1,8 mol mlečne kiseline po molu razložene heksoze i oko 10% sporednih jedinjenja (acetatna kiselina, etanol, acetoin, CO₂, piruvinska kiselina) (Gottschalk, 2012). Ovaj proces dovodi do pada pH vrednosti (od 5,8-6,2 do oko 5,0 i niže) koji ima niz značajnih efekata tokom procesa proizvodnje: konzervišući efekat inhibiranjem rasta nepoželjnih bakterija kvara; formiranje karakteristične teksture jer utiče na smanjenje sposobnosti zadržavanja vode proteina mesa, olakšavanje procesa sušenja i geliranje miofibrilarnih proteina uz povezivanje nadeva; formiranje karakterističnog ukusa i mirisa (koji određuje i proteolitička aktivnost BMK); utiče na redukcione reakcije koje određuju boju proizvoda (Ordóñez i sar., 2010). Definisane i razumevanje dinamike bakterija mlečne kiseline koja je određena vrstom, kao i njihove interakcije tokom fermentacije je od ključnog značaja s obzirom da ovi parametri imaju veliki uticaj na senzorska svojstva finalnog proizvoda (Comi i sar., 2005).

Bakterije iz familije *Micrococcaceae* učestvuju u reakcijama redukcije nitrata i nitrita do azot oksida tokom procesa fermentacije. Broj ovih bakterija raste tokom ove faze, nekad čak i pre porasta u broju bakterija mlečne kiseline, a zatim se njihov broj prvo održava, pa postepeno opada tokom zrenja (Selgas i sar., 1988). *Micrococcaceae* se u većem broju nalaze u fermentisanim suvim kobasicama pripremljenim sa velikom količinom nitrata i niskim sadržajem ugljenih hidrata, zbog toga što su izuzetno osetljive na pad pH vrednosti (Nychas i Arkoudelos, 1990).

Broj bakterija iz familije *Micrococcaceae* u ovoj doktorskoj disertaciji bio je relativno stabilan, kako tokom zrenja, tako i nakon perioda skladištenja i kretao se oko 6,4 log CFU/g. Slično ovim rezultatima, Mendoza i sar. (2001) su u niskomasnim fermentisanim suvim kobasicama sa dodatim inulinom primetili rast broja *Micrococcaceae* sa 10⁴ CFU/g na 10⁵-10⁶ CFU/g već drugog dana koji je ostao na tom nivou do kraja procesa zrenja. S druge strane, Fernández-López i sar. (2008) su pokazali da u fermentisanim suvim kobasicama dodavanje vlakna pomorandže u količini od 1% i 2% favorizuje rast bakterija iz familije *Micrococcaceae*.

Mikrobiološka ispravnost mesa zavisi od fiziološkog statusa životinje pre i na liniji klanja, kontaminacije tokom klanja i obrade, temperature i različitih faktora tokom skladištenja i distribucije (Nychas i sar., 2008). Tako da *Enterobacteriaceae* u nadevu fermentisanih kobasica mogu da potiču od tkiva životinja kontaminiranih tokom klanja ili rasecanja, s obzirom da većina ovih vrsta bakterija nastanjuje gastrointestinalni trakt životinja, ali takođe mogu da potiču i sa kontaminiranih noževa, radnih površina i drugog posuđa koji se koristi tokom obrade mesa, prirodnih omotača, začina itd. (Ferreira i sar., 2007). Među psihrotrofnim Gram negativnim bakterijama koje su u najvećem broju slučajeva odgovorne za kvar mesa skladištenog aerobno na različitim temperaturama (od -1 do 25 °C) najznačajnije su *Pseudomonas* spp. (Coates i sar., 1995). Na temperaturama od 2-15 °C *Pseudomonas* spp. raste brže od ostalih bakterija koje se mogu naći u mesu (Lebert i sar., 2000). Kada se govori o aerobnom skladištenju mesa pokazano je da su najznačajnije tri vrste *Pseudomonas* spp.: *Ps. fragi*, *Ps. fluorescens* i *Ps. lundensis*. Smatra se da nivo *Pseudomonas* spp. od 10^8 - 10^9 CFU/g dovodi do formiranja sluzi i neprijatnog mirisa mesa. Međutim u praksi ove senzorske promene postaju vidljive i ranije, kada bakterije iz familije *Pseudomonadaceae* razlože glukozu i laktat u mesu i počnu da metabolišu azotna jedinjenja poput amino-kiselina (Nychas i sar., 2008).

Broj *Enterobacteriaceae* i *Pseudomonas* spp., bez obzira na njihov inicijalni broj u kontrolnim i modifikovanim fermentisanim kobasicama sa smanjenim sadržajem masti i dodatim inulin gel matriksom, bio je u kontinuiranom padu i kretao se oko 4,0 i 3,6 log CFU/g 0. dana ispitivanja, pa sve do 21. dana ispitivanja kada ove bakterije više nisu detektovane u nadevu. Dobijeni rezultati bili su u okviru uobičajenih vrednosti za fermentisane suve kobasice (Comi i sar., 2005; Vasilev i sar., 2015), odnosno dokazano je da modifikacija u sadržaju masti i dodavanje vode za pripremu inulin gel matriksa sa mikrobiološkog aspekta nije uticao na kvalitet i održivost dobijenog proizvoda. Slično ovim rezultatima, Fernández-López i sar. (2008) su u fermentisanim kobasicama sa dodatkom vlakana pomorandže uočili da je broj *Enterobacteriaceae* od 2. dana zrenja bio u opadanju, a da 23. dana zrenja one nisu detektovane u nadevu. Mikroklimat fermentisanih kobasica (visoka kiselost i salinitet, a niska a_w vrednost) pogoduje rastu i umnožavanju bakterija mlečne kiseline koje kao dominantna mikrobiota inhibiraju druge vrste bakterija, pa se samim tim i objašnjava redukcija broja i nestanak nepoželjnih vrsta bakterija u fermentisanim proizvodima od mesa (Muguerza i sar., 2002; Fernández-López i sar., 2008; Ruiz-Capillas i sar., 2012). Dodatno, anaerobni uslovi koji se stvaraju u fermentisanim kobasicama tokom

zrenja takođe negativno utiču na rast i održavanje ovih bakterija u nadevu (Fernández-López i sar., 2008).

6.8. Starter kulture

Starter kulture predstavljaju kultivisane mikroorganizme koji se široko upotrebljavaju u cilju postizanja kontrolisane fermentacije, skraćanja procesa zrenja, dobijanja adekvatne boje, poboljšanja ukusa i dobijanja bezbednih proizvoda od mesa (Johansson i sar., 1994). S druge strane, probiotici se definišu kao živi mikroorganizmi, većinom bakterije mlečne kiseline i bifidobakterije, koji kada se unose u organizam životinja i ljudi u dovoljnoj količini ostvaruju pozitivan efekat na mikrobiotu domaćina (Holzapfel i sar., 1998). Hammes i Hartel (1998) su uvideli mogućnost dobijanja startera koji ostvaruju probiotičke efekte, a ujedno obezbeđuju i adekvatna tehnološka i senzorska svojstva u matriksu mesa. Probiotske kulture dodate u proizvode od mesa inhibiraju rast patogenih bakterija kompetitivnim isključivanjem, stvaranjem organskih kiselina i bakteriocina kako u nadevu kobasica, tako i u digestivnom traktu ljudi (Pidcock i sar., 2002). Kako je industrija mesa počela da razvija nove startere u cilju dobijanja proizvoda sa dodatom vrednošću, uspešno su počeli da se koriste probiotski starteri i u fermentisanim suvim kobaicama, s obzirom da nisu utvrđene značajne tehnološke i senzorske razlike između kobasica koje fermentišu sa i bez dodatih probiotika (Johansson i sar., 1994). Imajući u vidu da samo procesom fermentacije, odnosno kombinovanim efektom niske pH i a_w vrednosti može da se inhibira rast mikroorganizama kvara, i što je još značajnije patogenih mikroorganizama, poput *Listeria monocytogenes* i enterohemoragičnih *Escherichia coli*, u nekim zemljama se sprovodi niz programa kojima se povećava sigurnost dobijanja bezbednih proizvoda od mesa. Tako je npr. u Australiji obavezna primena starter kultura u fermentisanim proizvodima od mesa (Pidcock i sar., 2002). Za razliku od SAD gde se fermentisane kobasice većinom proizvode pri višim temperaturama (30-45 °C) kojom se inicira brza fermentacija, pa se kao starteri koriste bakterije iz roda *Pediococcus* sa optimalnom temperaturom rasta iznad 30 °C, u Evropi su zbog nižih temperatura fermentacije (20-26°C) kao starteri više zastupljene bakterije iz roda *Lactobacillus*, kako bi se obezbedila sporija fermentacija i pad pH vrednosti kojima se ne bi inhibirao rast *Micrococcaceae* koje svojom proteolitičkom i lipolitičkom aktivnošću učestvuju u formiranju boje i arome tokom procesa zrenja kobasica (Ordóñez i sar., 2010).

U našem eksperimentu korišćena je komercijalna starter kultura koja sadrži dve vrste bakterija *Lactobacillus casei* i *Staphylococcus carnosus*. Broj bakterija *Lb. casei* i *S. carnosus* utvrđen je na MRS i Mannitol Salt Agar podlozi, pojedinačno, dok je potvrda, odnosno identifikacija

ove dve vrste izvršena metodom MALDI TOF (matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight) masene spektrometrije. Poslednjih godina ova metoda se često koristi u identifikaciji rodova i vrsta bakterija, u nekim slučajevima i podvrsta, čak je pokazala i zapažen uspeh nakon primene u rutinskoj mikrobiološkoj dijagnostici kliničkih izolata (Dušková i sar., 2012). Metoda se zasniva na generisanju "fingerprint"-ova najviše zastupljenih, najčešće ribozomalnih proteina, u bakterijskoj ćeliji i njihovim poređenjem sa postojećom bazom podataka. MALDI TOF MS, koja se zasniva na jednostavnom protokolu, omogućava brzu i preciznu identifikaciju bakterija poreklom iz hrane što je od velikog značaja u procesu proizvodnje i prerade hrane, kao i provere kvaliteta krajnjeg proizvoda (Pavlović i sar., 2013). Da se MALDI TOF MS može smatrati metodom izbora za ispitivanje diverziteta mikrobiote u hrani i da može imati ključnu ulogu u kontroli bezbednosti proizvoda pokazuju i rezultati Mazzeo i sar. (2006) koji su koristeći ovu metodu uspešno razlikovali sledeće patogene od nepatogenih bakterija poreklom iz hrane: *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia* spp., *Salmonella* spp., *Listeria* spp., *S. aureus*. Iako molekularne tehnike, poput PCR-DGGE (Polymerase chain reaction denaturing gradient gel electrophoresis) analize, omogućavaju bez prethodne izolacije određivanje profila bakterijske populacije fermentisanih kobasica (Comi i sar., 2005), kao i identifikaciju izolovanih BMK i nepatogenih stafilokoka iz fermentisanih kobasica (Cocolin i sar., 2001; Aymerich i sar., 2003), prednosti MALDI-TOF masene spektrometrije se ogledaju u tome što je metoda brza, precizna, jednostavna za izvođenje, a cena reagenasa je niska (Singhal i sar., 2015). Iako ova metoda zahteva prethodnu izolaciju bakterija u čistoj kulturi, MALDI-TOF MS se pokazala izuzetno uspešnom u identifikaciji bakterija, naročito sojeva BMK, kako iz mleka i proizvoda od mleka (Dušková i sar., 2012; Ledina, 2018), tako i iz različitih proizvoda od mesa uključujući i fermentisane suve kobasice (Dušková i sar., 2012; Suvajdžić, 2018).

Broj bakterija *Lactobacillus casei* u ovom eksperimentu 0. i 7. dana ispitivanja se nije razlikovao između ispitivanih formulacija i kretao se oko 6,63 log CFU/g i oko 8,60 log CFU/g, respektivno. Razlike su uočene samo 14. dana ispitivanja kada je u kobasici sa inulin gel suspenzijom (I) njihov broj bio značajno niži u poređenju sa ostalim formulacijama. Od 21. dana ispitivanja pa do kraja procesa skladištenja (58. dan) uočava se rast u broju *Lb. casei* u kobasicama sa dodatkom inulin gel suspenzijom. Iako ovaj rast nije bio statistički značajan može se zaključiti da inulin dodat u obliku gel suspenzije i gel emulzije favorizuje rast ovih bakterija u kasnijim fazama zrenja i skladištenja fermentisanih suvih kobasica. Prema podacima iz literature, sličan trend rasta, iznad 8 log CFU/ g nakon 7. dana zrenja, različitih

sojeva probiotskih bakterija među kojima je bio i *Lb. casei* LS-25 dodatih u nadev fermentisanih suvih kobasica uočen je i u studiji Erkkilä i sar. (2001). U saglasnosti sa našim rezultatima, Vasilev i sar. (2011) su takođe dokazali značajno veći broj *Lb. casei* LC01u funkcionalnim fermentisanim kobasicama sa dodatkom inulina i fruktooligosaharida u poređenju sa konvencionalnim kobasicama nakon 14. dana zrenja. Takođe, Vasilev i sar. (2016) su u kobasicama sa smanjenim sadržajem NaCl za 2% i 1,3% i dodatim prebiotikom inulinom nakon 7. dana zrenja utvrdili veći broj probiotskog soja *Lactobacillus casei* LC 01. Uzimajući u obzir da fermentisane kobasice mogu biti adekvatan medijum koji promovise rast probiotskih bakterija zbog toga što se ne izlažu visokim temperaturama tokom proizvodnje, dok s druge strane visok sadržaj soli, niska a_w i pH vrednost smanjuje vijabilnost ovih bakterija, koji opet zavisi i od samog soja BMK (De Vuyst i sar., 2008), rezultati ovog eksperimenta deluju ohrabrujuće s aspekta formulisanja probiotskih fermentisanih suvih kobasica u kojima broj *Lb. casei* prelazi minimum od 6 log CFU/g i nakon mesec dana skladištenja koji je neophodan da bi se neki proizvod okarakterisao kao probiotski (Kröckel, 2006).

Porast u broju *Staphylococcus carnosus* u ovom eksperimentu uočen je samo 14. dana zrenja, kretao se oko 6,2 log CFU/g, i nije se značajno razlikovao između eksperimentalnih kobasica. Svih ostalih dana ispitivanja je njihov broj bio sličan inicijalnom broju, odnosno bio je nešto viši od 5,0 log CFU/g. Ne može se uočiti značajan efekat smanjenja sadržaja masti i dodavanja inulin gel suspenzije ili emulzije, kako na broj bakterija iz familije *Micrococcaceae*, tako i na broj *Staphylococcus carnosus* u nadevu fermentisanih kobasica tokom procesa proizvodnje. Nakon procesa zrenja i skladištenja (28. i 58 dan ispitivanja) njihov broj je bio nešto viši u kobasicama sa inulin gel suspenzijom i inulin gel emulzijom lanenog ulja. S obzirom da ova razlika nije bila značajna, može se reći da su se ove bakterije uspešno održale u nadevu i da reformulacija nije negativno uticala na njihov rast i umnožavanje. Zbog antibakterijske aktivnosti prema patogenima izazivačima bolesti prenosivih hranom od velikog značaja je da broj bakterija iz familije *Micrococcaceae* bude u vrednostima koje su karakteristične za fermentisane suve kobasice, negde između 5 i 6 log CFU/g (Erkkilä i sar., 2001; Vasilev i sar., 2015). *Staphylococcus carnosus* je dosta zastupljen i u tradicionalno proizvedenim fermentisanim kobasicama. Od 1000 sojeva *Micrococcaceae* izolovanih iz dva tipa fermentisanih suvih kobasica podvrgnutih prirodnoj fermentaciji bez dodatih startera, 91% je pripadao rodu *Staphylococcus*, od kojih je najčešće izolovan *S.*

saprophyticus (22%), a odmah za njim bili su *S. carnosus* (20%) i *S. xylosus* (10%) (Papamanoli i sar., 2002).

6.9. Instrumentalno određivanje boje

Boja proizvoda od mesa zavisi od mioglobina i oblika u kojima on može da se nađe, kao što su oksimioglobin, redukovani mioglobin, metmioglobin i nitrozilmioglobin. Karakteristična boja fermentisanih suvih kobasica nastaje kao posledica interakcije između pigmenata mesa i produkata nastalih redukcijom nitrata i nitrita prirodno prisutnih ili dodatih u nadev kobasica (Ordóñez i sar., 1999). Soli u vidu nitrata ne učestvuju u formiranju boje, već da bi postigli taj efekat prvo moraju da se redukuju u nitrite posredstvom enzima nitrat reduktaze koji stvaraju bakterije iz familije *Micrococcaceae*. Nitriti se zatim redukuju do azot oksida koji reaguje sa mioglobinom u mesu. Pored mikroorganizama, različiti redukujući agensi učestvuju u redukciji nitrita do azot oksida kao što su askorbinska kiselina, cistein/cistin redoks sistem i drugi enzimski redoks sistemi poput citohroma C i NADH. Na stabilnost boje fermentisanih proizvoda od mesa utiče više faktora, između ostalih uslovi tokom procesa proizvodnje, nivo ČMT-a u nadevu i neki aditivi poput askorbata (Soyer i Ertas, 2007).

Jedan od glavnih pristupa kojim se procenjuju promene nastale usled modifikacije sadržaja masti u proizvodima od mesa, pored ocene senzorskih karakteristika, jeste i merenje boje primenom CIE L*a*b* sistema.

Kontrolne kobasice sa najvećim sadržajem masti su imale najviše L* vrednosti na površini i poprečnom preseku, dok su I, UK i UR kobasice bile značajno tamnije na poprečnom preseku. Dodatno, kobasice sa dodatim uljem kukuruznih klica su imale najnižu L* vrednost na površini koja se značajno razlikovala od svih ostalih formulacija kobasica. Razlike u CIE L*a*b* vrednostima između kontrolnih i kobasica sa inulin gel suspenzijom nisu potvrđene prilikom senzorske analize, dok su kobasice sa dodatim inulin gel emulzijama ulja kukuruznih klica i repičinog ulja pri senzorskoj analizi dobile značajno niže ocene za izgled i boju proizvoda.

Podaci iz literature koji se tiču promena u boji proizvoda od mesa sa smanjenim sadržajem masti dosta variraju. Ova varijabilnost rezultata ukazuje da vrsta ulja i način njegove pripreme, stabilizacije u emulzijama i inkorporacije u nadev mogu dosta uticati na vrednosti instrumentalnog merenja boje (Stajić i sar., 2014). Muguerza i sar. (2001) nisu utvrdili jasan uticaj zamene ČMT-a različitim količinama (10%, 15%, 20%, 25% i 30%) preemulzifikovanog maslinovog ulja na boju fermentisanih kobasica. Takođe, nije primećen

ni značajan uticaj dodavanja preemulzifikovanog sojinog ulja na L^* , a^* i b^* vrednosti fermentisanih suvih kobasica (Muguerza i sar., 2003). U suprotnosti s ovim nalazima, Sánchez-Zapata i sar. (2013) su pokazali da je dodavanje ulja oraha značajno povećalo sve tri vrednosti parametara boje fermentisanih kobasica. Bloukas i sar. (1997) su zaključili da su kontrolne kobasice bile tamnije i manje žute od kobasica sa dodatim maslinovim uljem u tečnom i preemulzifikovanom obliku. Beriain i sar. (2011) su dobili više L^* , a niže a^* i b^* vrednosti u *chorizo* kobasicama sa dodatim maslinovim uljem stabilizovanim u alginatu u poređenju sa kontrolnim kobasicama.

Generalno, smanjenje sadržaja masnog tkiva dovodi se u vezu sa smanjenim L^* vrednostima zbog nedostatka svetloće i sjajnog izgleda koji determiniše upravo prisustvo masnog tkiva u proizvodu od mesa (Mendoza i sar. 2001; Stajić i sar., 2014). Oprečni rezultati L^* vrednosti instrumentalnog merenja boje dobijeni su dodavanjem prebiotskih vlakana u različite proizvode od mesa. Tako da je npr. sa dodavanjem rastućih koncentracija kratkolančanih fruktooligosaharida (0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10% and 12%) u barene proizvode od mesa došlo do povećanja L^* vrednosti na poprečnom preseku barenih kobasica (Cáceres i sar., 2004). Mendoza i sar. (2001) su pokazali da dodavanje beličastog inulin gela u koncentracijama od 7,5% i 12,5% u nadev fermentisanih kobasica sa smanjenim i niskim sadržajem masti uticalo na dobijanje sjajnijih proizvoda, koji su po boji i izgledu dosta slični konvencionalnim kobasicama. Takođe, Beriain i sar. (2011) su utvrdili da povećanje koncentracije inulina (3%, 6% i 10%) u *Pamplona chorizo* kobasicama u kojima je 50% ČMT-a zamenjeno maslinovim uljem uticalo na povećanje L^* vrednosti ovih proizvoda. Međutim, Salazar i sar. (2009) su pokazali da sa višim koncentracijama kratkolančanih fruktooligosaharida u nadevu došlo do značajnog pada L^* vrednosti fermentisanih kobasica. Ovi kontradiktorni rezultati se objašnjavaju razlikama u sastavu i postupku proizvodnje barenih i sušenih proizvoda od mesa, različitim količinama masti koja je zamenjena u formulaciji kobasica, kao i različitim formama vlakana koji su dodavani u nadev fermentisanih kobasica (prah, krem, gel). Kratkolančani fruktooligosaharidi formiraju gel koji se sjedinjuje sa ostalim komponentama proizvoda od mesa čime se povećava sposobnost zadržavanja vode i poboljšava sjedinjavanje nadeva. Međutim, proizvodnja fermentisanih suvih kobasica podrazumeva dug proces zrenja tokom koga se gubi dosta vode. Smanjen sadržaj vode, koji je utvrđen i u našim modifikovanim kobasicama koje su imale značajno viši kalo u poređenju sa kontrolnim kobasicama, dovodi do retrakcije komadića gela fruktooligosaharida što za posledicu ima redukciju mozaičnog izgleda i smanjenu sveloću na preseku kobasica, odnosno dobijanje

tamnijih proizvoda (Matuszek, 2001; Slazar i sar., 2009). Dalje, delimična dezintegracija komadića inulin gela tokom usitnjavanja u kuteru i tokom punjenja u omotače, koja je naročito bila izražena kod kobasica sa dodatim inulin gel emulzijama, koje su i prema TPA analizi bile dosta mekše konzistencije (smanjenje čvrstoće za 2885 g; 4002 g; 4823 g kod IU; UK; UR formulacija), otežavala je održavanje pravilne distribucije i oblika komponenti nadeva što je za posledicu imalo dobijanje tamnijih kobasica nakon procesa zrenja.

Redukcija sadržaja masnog tkiva uticala je na porast intenziteta crvene boje na poprečnom preseku svih modifikovanih kobasica. Povećanje udela crvene boje tokom procesa fermentacije pripisuje se formiranju nitrozilmioglobina koji i primarno određuje karakterističnu crvenu boju fermentisanih suvih kobasica. Takođe, na povećanje intenziteta crvene boje u veikoj meri utiče i sadržaj soli u kobasicama, odnosno povećanje sadržaja soli usled gubitka vlage tokom zrenja i sušenja proizvoda (Pérez-Alvarez i sar., 1999). Generalno, nizak sadržaj masti i visok sadržaj vode u proizvodima od mesa dovodi do viših a^* vrednosti, a nižih L^* vrednosti boje (Claus i sar., 1990). Neki autori su dodatno pokazali da su sa nižim sadržajem proteina manje i a^* vrednosti proizvoda (Bloukas i Paneras, 1993; Carballo i sar., 1995), odnosno da sa smanjenim sadržajem proteina dolazi do razređenja mioglobina. U prethodnim studijama koje su se bavile redukcijom udela masnog tkiva u fermentisanim kobasicama takođe je utvrđeno da je korišćenje različitih zamena za masno tkivo uticalo na povećanje a^* vrednosti reformulisanih proizvoda u poređenju sa kontrolnim kobasicama (Salazar i sar., 2009; Stajić i sar., 2014; Alejandre i sar., 2016). Carballo i sar. (1996) dodatno potvrđuju da nivo masti u proizvodu značajno utiče na parametre boje proizvoda od mesa, i ukoliko je sadržaj masti smanjen dobijaju se tamniji i crveniji proizvodi u odnosu na proizvode od mesa sa visokim sadržajem masti.

Dodavanje inulin gel emulzija sva tri ulja dovelo je do značajnog porasta u udelu žute boje na poprečnom preseku IU, UK i UR modifikovanih kobasica. Značajno više b^* vrednosti u navedenim kobasicama u poređenju sa kontrolom i formulacijom sa dodatom inulin gel suspenzijom mogu se objasniti žutom bojom emulzije lecitina sa lanenim, kukuruznim i repičinim uljem koje su u količini od 16% dodavane u nadev kobasica. U dosta studija je pokazano da su najznačajnije promene primećene u udelu žute boje na preseku kobasica u kojima su na različite načine i u različitim oblicima dodavana ulja (Muguerza i sar., 2002; Pelsler i sar., 2007; Ercoşkun i Demirci-Ercoşkun, 2010). U skladu s našim rezultatima, Muguerza i sar. (2002) su dodavanjem 20% maslinovog ulja u nadev dobili kobasice sa značajno izraženijom žutom bojom na preseku. Intenzitet žute boje u njihovim kobasicama se

tokom fermentacije i zrenja smanjivao. Takođe, Bloukas i sar. (1997) su pokazali da su kobasice sa inicijalnom količinom masti od 22-25% u kojima je 10-20% ČMT-a zamenjeno maslinovim uljem imale značajno više b^* vrednosti, odnosno udeo žute boje u nadevu u poređenju sa kontrolom. Salazar i sar. (2009) su u kobasicama sa 15% i 6% ČMT-a i dodatkom 2%, 4% i 6% kratkolančanih fruktooligosaharida utvrdili više b^* vrednosti u odnosu na konvencionalne kobasice sa tendencijom prelaska žute u braonkastu boju. Ove promene u boji kod proizvoda od mesa sa smanjenim sadržajem masti dovode se u vezu sa reakcijama koje nastaju tokom zrenja i sušenja zbog čega kobasice postaju tamnije. U studiji Stajić i sar. (2014) značajno više b^* vrednosti instrumentalnog merenja boje imale su kobasice sa dodatim uljem koštica grožđa prethodno preemulzifikovanim izolatom sojinog proteina u poređenju sa kontrolnim kobasicama, kobasicama sa dodatim uljem u tečnom obliku, kobasicama sa uljem stabilizovanim u alginatnom gelu i kobasicama sa inkapsuliranim uljem. Dobijene rezultate su takođe objasnili time da je emulzija ulja i izolata sojinog proteina bila izraženije žute boje u poređenju sa drugim oblicima zamene za mast koje su korišćene u njihovom eksperimentu.

Promene u boji površine kobasica punjenih u veštačke kolagene omotače nakon procesa zrenja i skladištenja pratili su Stajić i sar. (2014) pri čemu nisu utvrdili jasan uticaj zamene 20% čvrstog masnog tkiva u gotovo svim ispitivanim parametrima boje u poređenju sa kontrolnim kobasicama. Najviše su se u pogledu boje izdvajale kobasice sa dodatim uljem u tečnom obliku. Na površini naših modifikovanih kobasica nakon procesa zrenja takođe se ne može se uočiti pravilnost u pogledu promena sva tri parametra instrumentalnog merenja boje, jedino se može zapaziti da su se kobasice sa inulin gel emulzijom ulja kukuruznih klica izdvajala po značajno nižoj L^* vrednosti u poređenju sa ostalim grupama kobasica.

Pored neospornog doprinosa masnog tkiva u izgledu proizvoda od mesa, koji je između ostalog i jedan od glavnih faktora na osnovu koga se potrošači odlučuju za kupovinu neke namirnice, potrebno je uzeti u obzir sve promene u boji proizvoda od mesa koje su posledica različitog udela različitih tipova masti. Na osnovu ovih saznanja lakše će se razumevati promene nastale kao posledica reformulisanja i stvoriće se mogućnost formulisanja boljih analoga masnom tkivu za proizvodnju niskomasnih proizvoda od mesa (Jiménez-Colmenero i sar., 2012).

6.10. Instrumentalno određivanje teksture

U proizvodima od mesa masno tkivo učestvuje u formiranju arome, teksture, punoće ukusa i sveukupne senzacije mazivosti proizvoda. Stoga redukcija sadržaja masnog tkiva može značajno da poveća čvrstoću i adhezivnost proizvoda od mesa, naročito fermentisanih suvih kobasica koje imaju dužu održivost, i time potencijalno smanjiti prihvatljivost tako reformuliranih proizvoda (Barbut i Mittal, 1996). Razvijeno je više pristupa kojima je uspešno redukovan sadržaj masnog tkiva sa minimalnim promenama u teksturi, kao što je npr. korišćenje mesnatije sirovine, dodavanje vode i drugih sastojaka kao zamene za mast, dodavanje različitih analoga masti, emulgatora, kao i u vodi rastvorljivih supstanci koje delimično mogu da oponašaju senzorne i funkcionalne karakteristike masti (Mendoza i sar., 2001).

TPA (Texture Profile Analysis) analiza nam pruža objektivna merenja jedne od značajnijih organoleptičkih karakteristika kobasica (Gimeno i sar., 2000). Sušenje kobasica počinje tokom faze fermentacije kao posledica ambijentalnih uslova u komori za sušenje i zrenje. Ovaj proces dehidracije utiče na formiranje karakteristične teksture fermentisanih suvih kobasica, odnosno udružen je sa snižavanjem a_w vrednosti, jednim od najvažnijih faktora koji određuju stabilnost finalnog proizvoda (Ordóñez i sar., 1999).

Karakteristike teksture proizvoda od mesa zavise najviše od sadržaja masti, soli i pH vrednosti. Kod barenih kobasica (frankfurteri) pokazano je da rastuće koncentracije masti dovode do smanjenja čvrstoće ovih proizvoda (Matulis i sar., 1995). Za razliku od ovih nalaza, Jiménez Colmenero i sar. (1996) su primetili da je u bolonjskim kobasicama sa redukovanim sadržajem masti došlo do značajnog smanjenja u sili penetracije. Neki autori tvrde da sadržaj masti u barenim proizvodima od mesa ima ograničen efekat na tvrdoću proizvoda pri $\text{pH} < 5,2$ (Matulis i sar., 1995). Kada se govori o uticaju soli na teksturu proizvoda od mesa, pokazano je da u barenim (frankfurteri i bolonja kobasice) i fermentisanim suvim kobasicama dolazi do smanjenja čvrstoće proizvoda sa smanjenim sadržajem soli u količini višoj od 30-40% (Seman i sar., 1980; Matulis i sar., 1995; Vasilev i sar., 2016). Varijacije u teksturi proizvoda se dovode u vezu i sa različitim vrstama soli koje se koriste kao zamena za NaCl, poput KCl, CaCl₂ i MgCl₂ (Gimeno i sar., 1998; Corral i sar., 2013; Vasilev i sar., 2016). Razlike u pH vrednosti proizvoda takođe mogu dovesti do varijabilnosti u teksturi. Gimeno i sar. (2000) su utvrdili značajnu negativnu korelacionu zavisnost između čvrstoće, žvackljivosti, gumenosti, a naročito kohezivnosti i pH vrednosti u *chorizo de Pamplona* fermentisanim suvim kobasicama različitih proizvođača. Matulis i sar.

(1995) su pokazali da ukoliko dođe do pada pH vrednosti ispod izoelektrične tačke, javlja se ekstrakcija veće količine proteina, što za posledicu ima dobijanje frakfurtera čvršće konzistencije. Sadržaj proteina, a naročito količina vezivnog tkiva takođe bitno utiče na teksturu proizvoda (Gimeno i sar., 2000).

U našem eksperimentu zamena 16% ČMT-a inulin gel suspenzijom i inulin gel emulzijama u fermentisanim kobasicama dovela je do smanjenja elastičnosti i žvakljivosti, povećanja adhezivnosti, dok je kohezivnost ostala nepromenjena. Eksperimentalne modifikovane kobasice sa smanjenim sadržajem masti imale su niže vrednosti čvrstoće, ali su se statistički značajno razlikovale samo one u kojima su kao zamena za ČMT korišćene inulin gel emulzije različitih ulja. Za razliku od naših rezultata, neki autori su instrumentalim određivanjem teksture utvrdili da smanjenje sadržaja masnog tkiva u fermentisanim suvim kobasicama povećava parametar čvrstoće (Mendoza i sar., 2001; Muguerza i sar., 2002; Beriain i sar., 2011; Ruiz-Capillas i sar., 2012). Povećanje ovog parametra se objašnjava kao posledica gubitka mase, odnosno većeg kala modifikovanih kobasica. Naime, u ovim istraživanjima je utvrđena jaka pozitivna korelaciona zavisnost između čvrstoće i gubitka mase kobasica (Muguerza i sar., 2002; Ruiz-Capillas i sar., 2012). Dobijeni rezultati naše studije u skladu su sa nalazima Jiménez-Colmenero i sar. (2013) i Triki i sar. (2013) koji su dodavanjem konjak gela i ulja stabilizovanog u konjak matriksu dobili kobasice sa značajno nižom čvrstoćom u poređenju sa kontrolnim kobasicama.

Razlike u hemijskom sastavu proizvoda dovode do različitog odnosa proteini:masti:voda koji je glavni determinišući faktor teksture proizvoda od mesa (Selgas i sar., 2005). Tako npr. formulacija fermentisanih kobasica sa redukovanim sadržajem ulja kukuruznih klica u studiji Menegas i sar. (2013), koja je imala viši sadržaj vode, prema vrednostima za parametar čvrstoće bila je slična kobasicama sa višim sadržajem masti. Viši sadržaj vode i odnos voda/protein u našim kobasicama sa inulin gel suspenzijom i inulin gel emulzijama uz inkorporiranje lanenog, repičinog ulja i ulja kukuruznih klica u nadev kobasica može objasniti dobijene razlike u teksturi ovih proizvoda u odnosu na kontrolnu grupu kobasica (Jiménez-Colmenero i sar., 2013; Menegas i sar., 2013; Triki i sar., 2013).

Prema Cruz i sar. (2010) dodavanje inulina značajno utiče na teksturu proizvoda, jer prilikom inkorporiranja inulina u matriks ojačavaju se veze između različitih komponenata hrane. U nekoliko studija je pokazano da je zamena masti inulinom uticala na poboljšanje teksturalnih karakteristika proizvoda (Mendoza i sar., 2001; García i sar., 2006). S druge strane, inulin dodat u nadev grubo usitnjenih barenih kobasica (mortadela) u obliku praha u količini od

7,5% doveo je do povećanja čvrstoće i žvkljivosti (Selgas i sar., 2005). Takođe, i Menegas i sar. (2013) su u fermentisanim suvim kobasicama sa dodatim inulinom dobili izraženije teksturalne karakteristike kao što su čvrstoća i žvkljivost. Dobijene rezultate su objasnili činjenicom da je inulin dodat u obliku praha i u količini od 7%. Naime, tekstura kobasica (najviše čvrstoća i žvkljivost) zavise od oblika (da li je u pitanju prah ili krem) i/ili količine u kojoj je inulin dodat u nadev kobasica. Odnosno inulin u obliku praha u količini od 2,5% dovodi do porasta, a inulin u obliku krema u količini od 7,5% do pada u vrednostima za čvrstoću kobasica (García i sar., 2006). U našoj studiji, dodavanje 4% inulina i 3,2% lanenog (IU), ulja kukuruznih klica (UK) i repičinog (UR) ulja u obliku gela značajno je smanjio čvrstoću i žvkljivost fermentisanih kobasica sa smanjenim sadržajem masti. Adhezivnost i kohezivnost su takođe izuzetno bitne karakteristike u teksturi kobasica, naročito kod kobasica koje se narezuju, zbog toga što kobasice sa previše adhezivnim ili kohezivnim nadevom se teško narezuju na listove i izuzetno su lepljive. Tako da prilikom reformulisanja fermentisanih kobasica dodavanjem inulina bitno je zadržati i ova dva parametra u granicama vrednosti koje su slične vrednostima kod konvencionalnih fermentisanih kobasica (Nowak i sar., 2007; Menegas i sar., 2013). I pored toga što je izuzetno teško proceniti efekat inulina kao zamene za masno tkivo na teksturu proizvoda od mesa, neki autori smatraju da dodavanje inulina u količini iznad 6% dovodi do lošijih teksturalnih karakteristika (Nowak i sar., 2007). Sigurno je da se različitim komibanicajama količine i forme inulina koje se dodaju i proizvode od mesa mogu izbeći ovi negativni efekti na teksturu i senzorne karakteristike finalnih proizvoda.

6.11. Senzorska analiza

Senzorske karakteristike fermentisanih kobasica određene su interakcijom mikrobijalnih, fizičkih i biohemiskih reakcija tokom fermentacije, sušenja i zrenja (Liaros i sar., 2009). Ove interakcije dovode do promena koje se mogu sumirati na sledeći način: pad pH vrednosti, promene u inicajlnoj mikrobioti, redukcija nitrata u nitrite i kasnije u azot oksid, formiranje nitrozilmioglobina, solubilizacija i gelifikacija miofibrilarnih i sarkoplazmatskih proteina, proteolitičke, lipolitičke i okidativne reakcije i dehidratacija (Casaburi i sar., 2007).

Senzorski kvalitet fermentisanih kobasica zavisi od više faktora, primarno od porekla, količine i vrste sirovina (npr. meso, so i začini), a pored navedenog značajni su i temperatura, vreme fermentacije i zrenja, dimljenje i izbor startera. Karakteristična senzacija fermentisanih kobasica zavisi od interakcije ukusa, koji uglavnom zavisi od količine mlečne kiseline koju stvaraju bakterije i peptida i amino-kiseline nastalih tokom procesa proteolize, kao i arome

koju određuju volatilna jedinjenja nastala kao produkt bakterijskog metabolizma i autooksidacije lipida (Ordóñez i sar., 1999; Liaros i sar., 2009).

Veliki broj prekursora različitih supstanci odgovorni su za formiranje ukusa i mirisa fermentisanih suvih kobasica. Lipidi su izvori različitih aromatičnih jedinjenja koji nastaju u procesima hidrolize i autooksidacije (aldehidi, ketoni, alkoholi itd.). Veliki udeo proteina prisutnih u nadevu kobasica takođe podležu procesu hidrolize tokom zrenja što za rezultat ima povećanje količine neproteinskog azota, i to uglavnom u formi slobodnih amino-kiselina koje se kasnije transformišu u druga jedinjenja koja imaju aromatična svojstva. Pored lipida i proteina, soli i začini, naročito njihova volatilna jedinjenja, podjednako su značajna u formiranju ukusa i mirisa fermentisanih kobasica (Langner, 1972).

Od svih proizvoda od mesa, fermentisane suve kobasice su se do sada pokazale kao najzahtevniji proizvod, odnosno predstavljaju najveći izazov sa tehnološkog aspekta smanjenja sadržaja masti (Olivares i sar., 2010). Velika redukcija masnog tkiva dovodi do dobijanja čvršćih i gumastijih proizvoda, koji su najčešće senzorski neprihvatljivi zbog pukotina na površini i formiranja suvog ruba ispod omotača kobasica (Muguerza i sar., 2002). Wirth (1988) smatra da je moguće dobiti fermentisane suve kobasice senzorski prihvatljivog kvaliteta sa smanjenim sadržajem masti ukoliko je u sirovini ČMT prisutno u količini od 15%, odnosno u količini od 20-30% u finalnom proizvodu, i što je još važnije, ukoliko se primene odgovarajući uslovi tokom procesa proizvodnje. Pored procesnih uslova koje predlaže Wirth (1988), Liaros i sar. (2009) su pokazali da npr. upotreba vakuum pakovanja tokom procesa zrenja može biti dobar način da se poboljša spoljašnji izgled niskomasnih fermentisanih kobasica. Međutim, i pored napretka u reformulaciji i procesu proizvodnje, fermentisane kobasice sa visokim sadržajem masti i dalje dobijaju najviše ocene za ukupnu prihvatljivost, i to ne samo na osnovu izgleda, već i drugih senzorskih karakteristika kao što su tekstura i ukus (Olivares i sar., 2010). Pored značaja nivoa redukcije koji je granica iznad koje proizvod neće biti prihvatljiv od strane potrošača, proces proizvodnje mora da bude strogo kontrolisan kako bi se izbegli defekti poput suvog ruba, odnosno neophodno je da se niskomasne fermentisane kobasice izlažu sporom procesu fermentacije i sušenja kako bi se dobili proizvodi visokog senzorskog kvaliteta. Olivares i sar. (2010) su pokazali da je primenom sporog procesa fermentacije moguće dobiti niskomasne fermentisane kobasice bez negativnog efekta na spoljašnji izgled, ali sa nižim ocenama pri senzorskoj analizi samo za boju (svetloću) i poprečni presek. Takođe, redukcija sadržaja masnog tkiva u ovoj studiji uticala je i na

teksturu, tako što je dovela do povećanja žvakljivosti, i nakon dužeg perioda zrenja, do povećanja čvrstoće kobasica.

U ovoj doktorskoj disertaciji, na osnovu senzorske evaluacije generalno se može zaključiti da su sve modifikovane kobasice u ovom eksperimentu imale ocene iznad granice prihvatljivosti za svaki pojedinačno ocenjeni parametar i da se užeglost nije osetila u kobasicama sa dodatim lanenim, uljem kukuruznih klica i repičinim uljem. Kobasice UK i UR grupe dobile su niže ocene za spoljašnji izgled u odnosu na kontrolu, kobasice sa inulin gel suspenzijom (I) i kobasice sa dodatim lanenim uljem (IU) koje su dobile maksimalne ocene za ovaj parametar. Razlog je ležao tome što su UK i UR kobasice bile u određenoj meri naborane na površini. Dodatno, analize instrumentalnog merenja boje su za kobasice UK grupe pokazale da su one bile i najtamnije na površini. Kobasice sa dodatim inulin gel emulzijama su dobile niže ocene za izgled i sastav poprečnog preseka i boju, dok su kobasice sa inulin gel suspenzijom dobile čak i više ocene za ova dva parametra u odnosu na kontrolu iako ove razlike nisu bile statistički značajne. Percepcija intenziteta boje u proizvodima od mesa se može dovesti u blisku vezu sa a^* vrednostima, odnosno udelom crvene boje (Sánchez-Zapata i sar., 2013). U našoj studiji su kobasice sa inulin gel suspenzijom bile značajno crvenije u poređenju sa kontrolom. Međutim ovakva relacija se ne može potvrditi i za ostale tri formulacije sa inulin gel emulzijama, jer i pored viših a^* vrednosti kod ovih kobasica, one su bile lošije ocenjene za izgled preseka, pre svega zbog većeg intenziteta žute boje čemu idu u prilog i veće b^* vrednosti utvrđene instrumentalnim putem kod ovih kobasica. S druge strane, UK kobasice koje su najlošije ocenjene za boju imale su i najniže L^* vrednosti na preseku. Tako da se ovakve ocene senzorske analize mogu pripisati nekim drugim faktorima od kojih zavisi izgled i intenzitet boje kao što su homogenost, svetloća, udeo žute boje, kao i najmanje izražen karakterističan mozaični izgled na preseku. Neki autori su pokazali da dodavanje različitih dijetnih vlakana u nadev kobasica utiče negativno na percepciju prisustva masnog tkiva na poprečnom preseku kobasica (Fernández-Ginés i sar., 2003), dok su drugi dobili upravo suprotne rezultate kada se govori o inulinu (Mendoza i sar., 2001; Vasilev i sar., 2013). U skladu s našim rezultatima kod kobasica sa dodatom samo inulin suspenzijom, Sánchez-Zapata i sar. (2013) su takođe pokazali da je u kobasicama u kojima su dodata samo vlakna oštrika bila više izražena granuliranost i mozaični izgled, dok je dodavanje vlakana u kombinaciji sa orahovim uljem dovela do smanjene percepcije granuliranosti na poprečnom preseku. Tekstura kontrolnih i kobasica sa inulin gel suspenzijom bila je isto ocenjena, dok je tekstura formulacije sa uljem uljane repice bila najlošija prema ocenama panelista koji su

učestvovali u senzorskoj oceni. Kobasice sa dodatim lanenim uljem bile su najlošije ocenjene za miris i ukus, a sve tri formulacije sa dodatim gel emulzijama su imale niže ukupne ocene. Očekivane varijacije u ukusu i izgledu koje najvećim delom zavise od količine masnog tkiva nisu uočene kod naših eksperimentalnih kobasica sa inulin gel suspenzijom, što se može objasniti time da je i pored redukcije, značajan sadržaj ČMT-a i dalje prisutan u nadevu ovih kobasica, što je u skladu sa zaključkom Ruiz-Capillas i sar., (2012). U saglasnosti sa našim rezultatima, Vasilev i sar. (2013) su takođe utvrdili visok senzorski kvalitet funkcionalnih fermentisanih kobasica sa dodatim inulinom i vlaknima graška. Takođe, Alejandre i sar. (2016) su pokazali da su kobasice, koje su bile slično reformulisane kao kobasice sa lanenim uljem u našem eksperimentu, u kojima je 32,8% ČMT-a zamenjeno konjak gel emulzijom lanenog ulja, bile prihvatljive za konzumiranje, ali su od svih senzorskih karakteristika najlošije bile ocenjene za miris i ukus. Lošije ocene za miris i ukus u fermentisanim kobasicama sa dodatim uljima mogu se objasniti porastom koncentracije ukupnih aldehida tokom zrenja. Naime, u kobasicama sa dodatim lanenim uljem Alejandre i sar. (2016) su utvrdili značajno viši sadržaj nonanala.

Od svih jedinjenja koji nastaju oksidacijom lipida, karbonili su najznačajniji za formiranje karakteristične arome fermentisanih suvih kobasica, a ujedno su i najzastupljenija volatilna frakcija. Edwards i sar. (1999) su pokazali da je u fermentisanim kobasicama užeg dijametra (20-40 mm) nivo aldehida i ketona viši nego u kobasicama šireg dijametra (40-60 mm), što je posledica veće difuzije atmosferskog kiseonika u užim kobasicama. Zasićeni i nezasićeni aldehidi velike molekulske mase uglavnom se formiraju u reakcijama oksidacije lipida dezintegracijom vodonik peroksida koji nastaju iz polinezasićenih masnih kiselina (Shahidi i sar., 1986). Ova jedinjenja imaju značajan uticaj na aromu, tako da razlike u masnokiselinskom sastavu u lipidnoj frakciji kobasica dosta utiču na razlike u količini i vrsti karbonilnih jedinjenja koji nastaju tokom oksidacije lipida, odnosno to se smatra glavnim razlogom zašto postoje značajne razlike između konvencionalnih fermentisanih kobasica i reformulisanih kobasica u kojima je određena količina ČMT-a smanjena i zamenjena različitim zamenama koje sadrže ulja bogata polinezasićenim masnim kiselinama (Ordóñez i sar., 1999).

U ranijim istraživanjima koja su se odnosila na senzorsku analizu niskomasnih proizvoda od mesa pokazano je da su fermentisane kobasice sa niskim sadržajem masti (10% masti u nadevu) imale niže ocene za spoljašnji izgled i izgled poprečnog preseka (Liaros i sar., 2009), da su kobasice sa srednjim i niskim sadržajem masti (12,5% i 6,3%, pojedinačno) bile čvršće,

manje sočne, sa nižim ocenama za boju i više izraženim začinjnim ukusom i slanoćom (Mendoza i sar., 2001), da su fermentisane kobasice sa niskim sadržajem masti i sa dodatim zamenama maslinovog ulja imale bolje ocene za boju, a niže ocene za miris, ukus i izgled (prisutne pukotine na površini i suvi rub na porečnom preseku), izgled je bio čak i ispod nivoa prihvatljivosti nakon 30 dana zrenja (Muguerza i sar., 2002), i da su tipične *Pitina* fermentisane kobasice sa niskim sadržajem masti (10%) imale bolje ocene za čvrstoću i više izražen miris dima u poređenju sa kontrolnim kobasicama sa visokim sadržajem masti (30%) (Bovolenta i sar., 2008).

Zamene za masno tkivo u ovoj doktorskoj disertaciji dodavane su u zamrznutom obliku tokom usitnjavanja u kuteru kako bi se omogućilo pravilno raspoređivanje i održavanje komada suspenzije i emulzije u nadevu kobasica. Ova procedura se pokazala izuzetno uspešnom, naročito za inulin gel suspenziju, koja je zadržala čvršću konzistenciju i prilikom punjenja, pa su njeni komadići više ličili na usitnjeno čvrsto masno tkivo. Nedostaci u izgledu poprečnog preseka kobasica sa dodatim inulin gel emulzijama mogu se objasniti činjenicom da su se komadići gel emulzije u većoj meri dezintegrisali u nadevu, pa su i kobasice bile mekše konzistencije sa žućkastom bojom na preseku kao posledicom dodavanja ulja i sojinog lecitina u gel matriks. Rezultati našeg ispitivanja pokazuju da je moguće napraviti fermentisane suve kobasice sa zamenom 16% čvrstog masnog tkiva inulin gel suspenzijom ili različitim inulin gel emulzijama bez značajnih promena u prihvatljivosti senzorskih osobina finalnog proizvoda.

7. ZAKLJUČCI

Na osnovu dobijenih rezultata ispitivanja eksperimentalnih fermentisanih kobasica u kojima je deo čvrstog masnog tkiva zamenjen inulin gel suspenzijom i inulin gel emulzijama, kao i njihovog kritičkog sagledavanja, izvedeni su sledeći zaključci:

1. Modifikacija kobasica dovela je do bržeg opadanja pH vrednosti tokom proizvodnje. Najniže pH vrednosti na kraju procesa proizvodnje utvrđene su kod kobasica sa inulin gel emulzijom lanenog ulja (5,39) i inulin gel suspenzijom (5,41), dok je kod konvencionalne i kobasica sa uljem kukuruznih klica i uljane repice iznosila 5,60-5,65. Ove vrednosti su u granicama uobičajenim za fermentisane suve kobasice i ispunjavaju zahteve propisa koji definiše kvalitet proizvoda od mesa pogledu pH vrednosti (>5,0).
2. Aktivnost vode je bila veća kod modifikovanih kobasica u odnosu na kontrolnu (0,81) i iznosila je na kraju proizvodnje od 0,82 kod kobasica sa inulin gel suspenzijom do 0,83, odnosno 0,85 kod kobasica sa inulin gel emulzijama. Ove vrednosti su u granicama uobičajenim za fermentisane suve kobasice.
3. Kalo je tokom procesa proizvodnje, kao i nakon skladištenja, bio veći kod modifikovanih kobasica (42,44-47,33%) u odnosu na kontrolnu (39,30%), s tim da su najveći gubitak mase imale kobasice sa dodatkom inulin gel suspenzijom.
4. Ispitivanjem hemijskog sastava utvrđeno je da je sadržaj masti kod modifikovanih kobasica bio je značajno manji (28,19-35,36%), a sadržaj vode (30,39-35,02%), proteina (27,05 do 27,54%) i ugljenih hidrata (3,99-4,74%) veći u odnosu na kontrolu (mast: 24,37%; voda: 25,98%; proteini: 24,62; ugljeni hidrati: 0,1%).
5. Nisu utvrđene značajne razlike u udelu kolagena u proteinima mesa između eksperimentalnih grupa kobasica (9,09-10,70%), pri čemu svi proizvodi ispunjavaju zahteve propisa koji definiše kvalitet proizvoda od mesa u pogledu ovog parametra (<15%). Sadržaj NaCl-a bio je najviši kod kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije (4,53%), dok je sadržaj nitrita bio viši kod kobasica sa inulin gel emulzijama (2,54-2,83 mg/kg), ali su ove vrednosti u granicama uobičajenim za fermentisane kobasice.
6. Masnokiselinski sastav kobasica sa inulin gel suspenzijom je bio veoma sličan masnokiselinskom sastavu kontrolnih kobasica, dok je kod kobasica sa inulin gel emulzijama utvrđen značajno manji sadržaj zasićenih masnih kiselina (28,09-33,98 g/100 g ukupnih masnih kiselina) i značajno veći sadržaj polinezasićenih (18,35-23,25 g/100 g) i n-3 masnih kiselina (1,10-5,89 g/100 g) nego kod kontrolnog proizvoda

(36,78; 12,74 i 0,98 g/100 g, pojedinačno). Nisu utvrđene značajne razlike u sadržaju holesterola između eksperimentalnih grupa kobasica (67,65-71.39 mg/100g). Sva tri indeksa kvaliteta lipidne frakcije (aterogeni indeks, trombogeni indeks i hipoholesterolemični/hiperholesterolemični odnos) bili značajno povoljniji u kobasicama sa dodatim inulin gel emulzijama u poređenju sa kontrolom i grupom kobasica sa inulin gel suspenzijom.

7. Vrednosti kiselinskog broja (1,15-1,47 mgKOH/g) i peroksidnog broja (0,21-0,31 mmol/kg) ukazuju na to da su procesi lipolize i oksidacije lipida bili intenzivniji kod kobasica sa dodatkom inulin gel emulzija nego kod kontrolnog proizvoda (0,74 mgKOH/g; 0,06mmol/kg) i kobasica sa inulin gel suspenzijom (0,99 mgKOH/g; 0,14mmol/kg), pri čemu je na kraju skladištenja najveća TBARS vrednost utvrđena kod kobasica sa inulin gel suspenzijom lanenog ulja (1,25 mg MAL/kg).
8. Indeks proteolize je na kraju zrenja bio približan kod kontrolne i kobasica sa inulin gel suspenzijom i emulzijom lanenog ulja (11,60-11,76%), dok je značajno bio veći kod kobasica sa uljem kukuruznih klica i uljane repice (19,18-19,62%).
9. Mikrobiološka ispitivanja su pokazala da kod svih eksperimentalnih kobasica dominantnu mikroflore čine bakterije mlečne kiseline (8,26-8,76 log CFU/g) praćene mikrokokama (6,32-6,45 log CFU/g), što je uobičajeno za fermentisane kobasice. Bakterije koje izazivaju kvar (*Enterobacteriaceae* i *Pseudomonas* spp.) nisu detektovane posle 21. dana proizvodnje. Modifikacija sastava kobasica nije nepovoljno uticala na rast starter kultura *Lactobacillus casei* (7,01-7,46 log CFU/g) i *Staphylococcus canosus* (5,02-5,46 log CFU/g).
10. Instrumentalnim ispitivanjem boje utvrđeno je da su na preseku sve modifikovane kobasice bile tamnije (L^* = od 43,51 do 45,80) i crvenije (a^* = od 18,40 do 20,20), dok su kobasice sa dodatkom ulja imale intenzivniju žutu boju (b^* = od 9,91 do 11,84) na preseku, u poređenju sa kontrolom (L^* =48,22; a^* =16,17; b^* =8,10).
11. Instrumentalnim ispitivanjem teksture utvrđeno je da se modifikacijom kobasica smanjuju čvrstoća (3993-5973 g), elastičnost (0,41-0,44 mm) i žvkljivost (807-1610 g x mm), a povećava adhezivnost (od -45,42 do -113,40 g/s) u poređenju sa kontrolom (8822g; 0,52 mm; 2454 g x mm; -194,90 g/s), dok kohezivnost nije promenjena (0,49-0,53).
12. Senzorskom analizom dobijeni su rezultati koji pokazuju da sve grupe eksperimentalnih kobasica predstavljaju proizvode visokog kvaliteta, sa ukupnom

ocenom od 4,40 kod kobasice sa emulzijom ulja uljane repice do 4,85 kod kobasice sa inulin gel suspenzijom.

8. LITERATURA

1. Aguirrezábal, M., Mateo, J., Domínguez, M., & Zumalacárregui. (2000). The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. *Meat Science*, 54, 77-81.
2. Akoh, C.C. (1998). Fat replacers. *Food Technology*, 52(3), 47-53.
3. Alejandre, M., Astiasarán, I., Ansorena, D., & Barbut, S. (2019). Using canola oil hydrogels and organogels to reduce saturated animal fat in meat batters. *Food Research International*, 122, 129-136.
4. Alejandre, M., Poyato, C., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2016). Linseed oil gelled emulsion: A successful fat replacer in dry fermented sausages. *Meat Science*, 121, 107-113.
5. Anon (2015). Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa. Službeni glasnik RS, br. 94/2015, 104/2015 i 19/2017.
6. Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2004). The use of linseed oil improves nutritional quality of the lipid fraction of dry-fermented sausages. *Food Chemistry*, 87(1), 69-74.
7. Ansorena, D., Zapelena, M.J., Astiasarán, I., & Bello, J. (1998). Addition of Palatase M (lipase from *Rhizomucormiehei*) to dry fermented sausages: effect over lipolysis and study of the further oxidation process by GC-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46, 3244–8.
8. Apolinario, A. C., de Lima Damasceno, B. P., de Macedo Beltrao, N. E., Pessoa, A., Converti, A., & da Silva, J. A. (2014). Inulin-type fructans: a review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology. *Carbohydrate Polymer*, 101, 368–378.
9. Araujo, J. M. A. (1995). Química de alimentos: teoria e prática, UFV, Viçosa
10. Ares, G., Gámbaro, A. (2007). Influence of gender, age and motives underlying food choice on perceived healthiness and willingness to try functional foods. *Appetite*, 49, 148–158.
11. Arihara, K. (2004). Functional foods. In Eds. Encyclopedia of meat sciences. Oxford, Elsevier, 492-499

12. Arihara, K. (2006). Strategies for designing novel functional meat products. *Meat Science*, 74, 219-229.
13. Arihara, K., & Ohata, M. (2008). Bioactive Compounds in Meat. In Eds. *Meat biotechnology*. Toldrá, F., Springer Science & Business Media.
14. Arihara, K., & Ohata, M. (2010). Functional meat products. In *Handbook of Meat Processing*, Toldrá, F., Ames, Iowa, Blackwell Publishing, 423-439
15. Arora, D., & Kaur, J. (1999). Antimicrobial activity of species. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 12, 257 – 262.
16. Aymerich, T., Martin, B., Garriga, M., & Hugas, M. (2003). Microbial quality and direct PCR identification of lactic acid bacteria and nonpathogenic staphylococci from artisanal low-acid sausages. *Appl. Environ. Microbiol.*, 69(8), 4583-4594.
17. Bail, S., Stuebiger, G., Krist, S., Unterweger, H., & Buchbauer, G. (2008). Characterisation of various grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. *Food Chemistry*, 108, 1122–1132.
18. Balev, D., Vulkova, T., Dragoev, S., Zlatanov, M., & Bahtchevanska, S. (2005). A comparative study on the effect of some antioxidants on the lipid and pigment oxidation in dry - fermented sausage. *International Journal of Food Science Technology*, 40, 977 – 983.
19. Barbut, S. (2007). Texture. In Eds. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Ames, Iowa, Blackwell Publishing, 379-397.
20. Barbut, S., & Mittal, G. S. (1996). Effects of three cellulose gums on the texture profile and sensory properties of low fat frankfurters. *International journal of food science & technology*, 31(3), 241-247.
21. Barreto, G., Carballo, J., Fernandez-Martin, F., & Jiménez-Colmenero, F. (1996). Thermal gelation of meat batters as a function of type and level of fat and protein content. *Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung*, 202(3), 211-214.
22. Beccard, S. (2018). Rheological and thermal properties of structure-forming oligosaccharides as basis of food model systems (*Doctoral dissertation*, Johannes Gutenberg, Universität Mainz).

23. Beccard, S., Bernard, J., Wouters, R., Gehrich, K., Zielbauer, B., Mezger, M., & Vilgis, T. A. (2019). Alteration of the structural properties of inulin gels. *Food Hydrocolloids*, 89, 302-310.
24. Beck, H. (2005). Branched - chain fatty acids biosynthesis in a branched - chain amino acid aminotransferase mutant of *Staphylococcus carnosum* . *FEMS Microbiology Letters*, 243, 37-44.
25. Bell, J. G., McGhee, F., Campbell, P. J., & Sargent, J. R. (2003). Rapeseed oil as an alternative to marine fish oil in diets of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*): changes in flesh fatty acid composition and effectiveness of subsequent fish oil “wash out”. *Aquaculture*, 218(1-4), 515-528.
26. Berdagué, J.L., Monteil, P., Montel, M.C., & Talon, R. (1993). Effects of starter cultures on the formation of flavour compounds in dry sausage. *Meat Science*, 35, 275–87.
27. Beriain, M. J., Gómez, I., Petri, E., Insausti, K., & Sarriés, M. V. (2011). The effects of olive oil emulsified alginate on the physico-chemical, sensory, microbial, and fatty acid profiles of low-salt, inulin-enriched sausages. *Meat Science*, 88(1), 189-197.
28. Biesalski, H. K. (2005). Meat as a component of a healthy diet — are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70(3), 509–524.
29. Bloukas, J. G., & Paneras, E. D. (1993). Substituting olive oil for pork backfat affects quality of low-fat frankfurters. *Journal of Food Science*, 58(4), 705-709.
30. Bloukas, J.G., Paneras, E.D., & Fournitzis, G.C. (1997). Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 45, 133–44.
31. Boeckner, L. S., Schnepf, M. I., & Tunland, B. C. (2001). Inulin: a review of nutritional and health implications. *Advances in Food and Nutrition Research*, 43, 1–63.
32. Bojkovska, K., Joshevska, E., Jankulovski, N., Dimitrovska, G., & Jovanovska, V. (2016). The role of functional food in the improvement of consumer’s health status. *Food and Environment Safety Journal*, 14(4), 331-339.

33. Borneo, F.R.J. (2008). Fructo-oligosaccharides and other fructans: chemistry, structure and nutritional effects. In Eds. Advanced Dietary Fibre Technology. Blackwell Science Ltd., 480-493
34. Bot, A., Erle, U., Vreeker, R., & Agterof, W.G.M. (2004). Influence of crystallisation conditions on the large deformation rheology of inulin gels. *Food Hydrocolloids*, 18(4), 547–556.
35. Bothwell, T. H., & Charlton, R. W. (1982). A general approach to the problems of iron deficiency and iron overload in the population at large. *Seminars in Hematology*, 19(1), 54–67.
36. Bou, R., Codony, R., Tres, A., Decker, E. A., & Guardiola, F. (2009). Dietary strategies to improve nutritional value, oxidative stability, and sensory properties of poultry products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 49(9), 800-822.
37. Bounik, Y., Flourie, B., Riottot, M., Bisetti, N., Gailing, M.F., Guibert, A., Borne, F., & Rambaud J.C. (1996). Effects of fructooligosaccharides ingestion on faecal bifidobacterias and selected metabolic indexes of colon carcinogenesis in healthy humans. *Nutrition and Cancer*, 26, 21–29.
38. Bover-Cid, S., Izquierdo-Pulido, M., & Vidal-Carou, M. C. (1999). Effect of proteolytic starter cultures of *Staphylococcus* spp. on biogenic amine formation during the ripening of dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology*, 46, 95-104.
39. Bovolenta, S., Boscolo, D., Dovier, S., Morgante, M., Pallotti, A., & Piasentier, E. (2008). Effect of pork lard content on the chemical, microbiological and sensory properties of a typical fermented meat product (Pitina) obtained from Alpagota sheep. *Meat science*, 80(3), 771-779.
40. Bozkurt, H., & Erkmen, O. (2002). Effects of starter cultures and additives on the quality of Turkish style sausage (sucuk). *Meat Science*, 61(2), 149-156.
41. British Nutrition Foundation. (1992). Unsaturated fatty acids: Nutritional and physiological significance. The report of the British Nutrition Foundation's Task Force. London: Ed. Chapman & Hall.

42. Bucher, H. D., Hengstler, P., Schindler, C., & Meiter, G. (2002). N-3 PUFA in coronary heart disease: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Medicine* 112, 298–304.
43. Byers, F.M., Turner, N.D., & Cross, H. R. (1993). Meat products in low-fat diet. In Eds. Low calories in foods handbook. New York, Marcel Dekker, 343-375.
44. Cáceres, E., García, M. L., & Selgas, M. D. (2006). Design of a new cooked meat sausage enriched with calcium. *Meat Science*, 73(2), 368-377.
45. Cáceres, E., García, M. L., Toro, J., & Selgas, M. D. (2004). The effect of fructooligosaccharides on the sensory characteristics of cooked sausages. *Meat Science*, 68(1), 87-96.
46. Carballo, J., Fernández, P., Barreto, G., Solas, M. T., & Colmenero, F. J. (1996). Characteristics of high-and low-fat bologna sausages as affected by final internal cooking temperature and chilling storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 72(1), 40-48.
47. Carballo, J., Mota, N., Barreto, G., & Colmenero, F. J. (1995). Binding properties and colour of bologna sausage made with varying fat levels, protein levels and cooking temperatures. *Meat science*, 41(3), 301-313.
48. Careri, M., Mangia, A., Barbieri, G., Bouoni, L., Virgili, R. & Parolari, G. (1993). Sensory property relationships to chemical data of italian-type dry-cured ham. *Journal of Food Science*, 58, 968–972.
49. Casaburi, A., Aristoy, M. C., Cavella, S., Di Monaco, R., Ercolini, D., Toldrá, F., & Villani, F. (2007). Biochemical and sensory characteristics of traditional fermented sausages of Vallo di Diano (Southern Italy) as affected by the use of starter cultures. *Meat Science*, 76(2), 295-307.
50. Cassens, R. G., Greaser, M. L., Ito, T., & Lee, M. (1979). Reaction of nitrite in meat. *Food Technology*, 33, 46–57.
51. Castellano, P., Belfiore, C., Fadda, C., & Vignolo, G. (2008). A review of bacteriocinogenic lactic acid bacteria used as bioprotective cultures in fresh meat produced in Argentina. *Meat Science* 79, 483 –499 .

52. Cencic, A., & Chingwaru, W. (2010). The role of functional foods, nutraceuticals, and food supplements in intestinal health. *Nutrients*, 2(6), 611-625.
53. Chaillou, M., Champomier - Vergés, M., Cornet, M., Crutz - Le Coq, A., Dudez, A., Martin, V., Beaufil, S., Darbon - Rongère, E., Bossy, R., Loux, V., & Zagorec, M. (2005). The complete genome sequence of the meat - borne lactic acid bacterium *Lactobacillus sakei* 23K. *Nature Biotechnology*, 23, 1527 – 1533.
54. Chang, Y., McClements, D.J., (2016). Influence of emulsifier type on the in vitro digestion of fish oil-in-water emulsions in the presence of an anionic marine polysaccharide (fucoïdan): caseinate, whey protein, lecithin, or Tween 80. *Food Hydrocolloids*, 61, 92-101.
55. Chesney, R. W., Helms, R. A., Christensen, M., Budreau, A. M., Han, X., & Sturman, J. A. (1998). The role of taurine in infant nutrition. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 442, 463–476.
56. Chevance F.F.V., & Farmer L.J. (1988). Influence of fat on the flavour of an emulsified meat product. In Eds. Food flavour: formation, analysis and packaging influences. Amsterdam, Elsevier Science, 255–270.
57. Chi, S.P., & Wu, Y.C. (2007). Spices and seasonings. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing, 87-100.
58. Chizzolini, R., Zanardi, E., Dorigoni, V., & Ghidini, S. (1999). Calorific value and cholesterol content of normal and low-fat meat and meat products. *Trends in Food Science & Technology*, 10(4-5), 119-128.
59. Cho, S.S., & Dreher, M.L. (2001). Dietary fiber in health and disease. In Eds. Handbook of Dietary Fibe. New York, USA, Marcel Dekker, 117-194.
60. Cho, S.S., & Samuel, P. (2009). Fiber ingredients: food applications and health benefits. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, 41-55.
61. Choe, J. H., Kim, H. Y., Lee, J. M., Kim, Y. J., & Kim, C. J. (2013). Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat science*, 93(4), 849-854.

-
62. Choi, Y.S., Choi, J.H., Han, D.J., Kim, H.Y., Lee, M.A., Kim, H. W., Jeong, J.Y., & Kim, C.J. (2009). Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. *Meat Science*, 82, 266–271.
63. Claus, J. R., Hunt, M. C., & Kastner, C. L. (1990). Effects of substituting added water for fat on the textural, sensory, and processing characteristics of bologna. *Journal of Muscle Foods*, 1(1), 1-21.
64. Coates, K. J., Beattie, J. C., Morgan, I. R., & Widders, P. R. (1995). The contribution of carcass contamination and the boning process to microbial spoilage of aerobically stored pork. *Food microbiology*, 12, 49-54.
65. Cocolin, L., Manzano, M., Aggio, D., Cantoni, C., & Comi, G. (2001). A novel polymerase chain reaction (PCR)-denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) for the identification of *Micrococcaceae* strains involved in meat fermentations. Its application to naturally fermented Italian sausages. *Meat Science*, 58(1), 59-64.
66. Comi, G., Urso, R., Iacumin, L., Rantsiou, K., Cattaneo, P., Cantoni, C., & Cocolin, L. (2005). Characterisation of naturally fermented sausages produced in the North East of Italy. *Meat Science*, 69(3), 381-392.
67. Connor, W. E. (2000). Importance of n - 3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 171–175.
68. Cooper, P. D., Rajapaksha, K. H., Barclay, T. G., Ginic-Markovic, M., Gerson, A. R., & Petrovsky, N. (2015). Inulin crystal initiation via a glucose-fructose cross-link of adjacent polymer chains: atomic force microscopy and static molecular modelling. *Carbohydrate Polymer*, 117, 964–972.
69. Corral, S., Salvador, A., & Flores, M. (2013). Salt reduction in slow fermented sausages affects the generation of aroma active compounds. *Meat science*, 93(3), 776-785.
70. Coudray, C., Bellange, J., Castiglia-Delahaut, C., Rémésy, C., Vermorel, M., & Demigné, C. (1997). Effect of soluble and partly soluble dietary fibres supplementation on absorption and balance of calcium, magnesium, iron and zinc in healthy young men. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51, 375–379.

71. Coussement, P. A. (1999). Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. *The Journal of nutrition*, 129(7), 1412-1417.
72. Coussement, P., & Franck, A. (2001). Inulin and oligofructose. In: Handbook of Dietary Fiber (edited by S.S. Cho & M.L. Deher). Pp. 721–736. New York, USA: Marcel Dekker Inc.
73. Crawford, M. (2000) Placental delivery of arachidonic and docosahexaenoic acids: implications for the lipid nutrition of preterm infants. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 275–284.
74. Crawford, M.A. (1970). Studies on fatty acid composition meats of wild and domestic. *Methods*, 295–305.
75. Cruz, A. G., Cadena, R. S., Walter, E. H., Mortazavian, A. M., Granato, D., Faria, J. A., & Bolini, H. M. (2010). Sensory analysis: relevance for prebiotic, probiotic, and synbiotic product development. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9(4), 358-373.
76. D'Arrigo, M., Hoz, L., López-Bote, C.J., Cambero, I., Pin, C., & Ordoñez, J.A. (2002a). Effect of dietary linseed oil on pig hepatic tissue fatty acid composition and susceptibility to lipid peroxidation. *Nutrition Research*, 22, 1189-1196.
77. D'Arrigo, M., Hoz, L., López-Bote, C.J., Cambero, I., Pin, C., Rey, A.I., & Ordoñez, J.A. (2002b). Effect of dietary linseed oil and α -tocopherol on selected properties of pig fat. *Canadian Journal of Animal Science*, 82, 339-346.
78. Dainty, R. H., Shaw, B. G., & Roberts, T. A. (1983). Microbial and chemical changes in chill-stored red meats. In *Food Microbiology: Advances and Prospects*, Roberts, T. A. and Skinner, F. A., Eds., Academic Press Inc., London, 1983, 151-178.
79. Dalmış, Ü., & Soyer, A. (2008). Effect of processing methods and starter culture (*Staphylococcus xylosum* and *Pediococcus pentosaceus*) on proteolytic changes in Turkish sausages (sucuk) during ripening and storage. *Meat science*, 80(2), 345-354.
80. De Bruijne, D. W., & Bot, A. (1999). Fabricated fat-based foods. In Eds. Food texture: Measurement and perception. Gaithersburg, Maryland, Aspen Publishers, 185-227.
81. De Castro, F. P., Cunha, T. M., Barreto, P. L. M., Amboni, R. D. D. M. C., & Prudêncio, E.S. (2009). Effect of oligofructose incorporation on the properties of

- fermented probiotic lactic beverages. *International Journal of Dairy Technology*, 62(1),68–74.
82. De Souza Paglarini, C., de Figueiredo Furtado, G., Biachi, J. P., Vidal, V. A. S., Martini, S., Forte, M. B. S., Cunha, R.L., & Pollonio, M. A. R. (2018). Functional emulsion gels with potential application in meat products. *Journal of food engineering*, 222, 29-37.
83. De Vuyst, L., Falony, G., & Leroy, F. (2008). Probiotics in fermented sausages. *Meat science*, 80(1), 75-78.
84. Deibel, R., & Niven, F., 1957. *Pediococcus cerevicieae*: A starter culture for summer sausage. *Bacteriological Proceedings*, 14 – 15 .
85. Delgado-Pando, G., Cofrades, S., Rodriguez-Salas, L., & Jiménez-Colmenero, F. (2011). A healthier oil combination and konjac gel as functional ingredients in low-fat pork liver pâté. *Meat Science*, 88(2), 241-248.
86. Delgado-Pando, G., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., & Jiménez-Colmenero, F. (2010b). Healthier lipid combination as functional ingredient influencing sensory and technological properties of low-fat frankfurters. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(8), 859-870.
87. Delgado-Pando, G., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., Solas, M. T., & Jiménez-Colmenero, F. (2010a). Healthier lipid combination oil-in-water emulsions prepared with various protein systems: an approach for development of functional meat products. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112(7), 791-801.
88. Demeyer , D. (2004). Meat fermentation: Principles and applications. In Eds. Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology. New York, Marcel Dekker.
89. Demeyer, D., Raemaekers, M., Rizzo, A., Holck, A., De Smedt, A., Ten Brink, B., Hagen, B., Montel, C., Zanardi, E., Murbrekk, E., Leroy, F., Vandendriessche, F., Lorensten, K., Venema, K., Sunesen, L., Stahnke, L., De Vuyst, L., Talon, R., Chizzolini, R., & Eerola, S. (2000). Control of bioflavour and safety in fermented sausages: 1st results of a European project. *Food Research International*, 33, 171–80.

90. Dentali, S. (2002). Regulation of functional foods and dietary supplements. *Food Technology*, 56(6), 89 – 94.
91. Desmond, E.M. & Troy, D.J. (2002). The effect of dietary fibres on the properties of pork sausages. In Proceedings of the 41st International Congress of Meat Science and Technology, Rome, Vol. 2., 840–841.
92. Dhiman , T. R., Nam, S.H., & Ure, A.L. (2005). Factors affecting conjugated linoleic acid content in milk and meat . *Critical Reviews of Food Science and Nutrition*, 45, 463 – 482.
93. Di Cagno, R., Cháves López, C., Tofalo, R., Gallo, G., De Angelis, M., Paparella, A., Hammes, W., & Gobbetti, M. (2008). Comparison of the compositional, microbiological, biochemical and volatile profile characteristics of three Italian PDO fermented sausages. *Meat Science*, 79, 224 -235.
94. Dickinson, E. & Casanova, H. (1999). A thermoreversible emulsion gel based on sodiumcaseinate. *Food Hydrocolloids* 13 (4), 285-289.
95. Dickinson, E. (2012). Emulsion gels: the structuring of soft solids with proteinstabilized oil droplets. *Food Hydrocolloids*, 28 (1), 224-241.
96. Dickinson, E. (2013). Stabilising emulsion-based colloidal structures with mixed food ingredients. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93 (4), 710-721.
97. Doerscher, D. R., Briggs, J. L., & Lonergan, S. M. (2003). Effects of pork collagen on thermal and viscoelastic properties of purified porcine myofibrillar protein gels. *Meat Science*, 66, 181-188.
98. Donkor, O.N., Nilmini, S L.I., Stolic, P., Vasiljevic, T., & Shah, N.P. (2007). Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. *International Dairy Journal*, 17(6), 657-665.
99. Drake, M.A., & Swanson, B.G. (1995). Reduced and low fat cheese technology. *Trends in Food Science and Technology*, 6, 366-369.
100. Dušková, M., Šedo, O., Kšicová, K., Zdráhal, Z., & Karpíšková, R. (2012). Identification of lactobacilli isolated from food by genotypic methods and MALDI-TOF MS. *International journal of food microbiology*, 159(2), 107-114.

101. Edwards, R.A., Ordóñez, J.A., Dainty, R.H., Hierro, E.M., & de la Hoz, L. (1999). Characterization of the headspace volatile compounds of selected Spanish dry fermented sausages. *Food Chemistry*, 64(4), 461-465.
102. Egbert, W.R., Huffman, D.L., Chen, C.M., & Dylewski, D.P. (1991). Development of low-fat ground beef. *Food technology (USA)*.
103. Ercoskun, H., & Demirci-Ercoskun, T.U.Ğ.B.A. (2010). Walnut as fat replacer and functional component in sucuk. *Journal of food quality*, 33(5), 646-659.
104. Ercoskun, H., & Özkal, S.G. (2011). Kinetics of traditional Turkish sausage quality aspects during fermentation. *Food Control*, 22(2), 165–172.
105. Erkkilä, S., Petäjä, E., Eerola, S., Lilleberg, L., Mattila-Sandholm, T., & Suihko, M.L. (2001). Flavour profiles of dry sausages fermented by selected novel meat starter cultures. *Meat Science*, 58(2), 111-116.
106. European Commission REG (EC) No835/2004. 2002 Regulation (2004). EUOJ L139/55. Fairweather-tait, S. J., Collings, R., & Hurst, R. (2010). Selenium bioavailability: current knowledge and future research. *American Journal of Clinical Nutrition*, 91(2).
107. Fadda, S., & Vignolo, G. (2007). Central and South American products. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing
108. FDA. (1997). Department of Health and Human Services, U. S. Food and Drug Administration, Food labeling: health claims; oats and coronary heart disease.Fed. Register 62: 3584–3601.
109. FDA. (1998). Department of Health and Human Services, U.S. Food and Drug Administration. Food labeling: health claims; soluble fiber from certain foods and coronary heart disease. Fed. Register 63: 8103–8121.
110. FDA. (1999). Department of Health and Human Services, U.S. Food and Drug Administration Food labeling: health claims; soy protein, and coronary heart disease. Fed. Register 64: 57700–57733.
111. FDA. (2000). Department of Health and Human Services, U.S. Food and Drug Administration Food labeling: health claims; plant sterol/stanol esters and coronary heart disease. Interim final rule. Fed. Register 65: 54686–54739.

112. FDA. (2002). U.S. Food and Drug Administration. Agency Response Letter GRAS Notice No. GRN 000099.). Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN), Office of Food Additive Safety, 14, 1997.
113. Felisberto, M.H.F., Galvao, M.T.E.L., Picone, C.S.F., Cunha, R.L., & Pollonio, M.A.R., (2015). Effect of prebiotic ingredients on the rheological properties and microstructure of reduced-sodium and low-fat meat emulsions. *LWT - Food Science and Technology*, 60 (1), 148-155.
114. Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., & Pérez-Alvarez, J. A. (2003). Effect of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fiber. *Journal of Food Science*, 68(2), 710-714.
115. Fernández-López, J., Sendra, E., Sayas-Barberá, E., Navarro, C., & Pérez-Alvarez, J. A. (2008). Physico-chemical and microbiological profiles of “salchichón” (Spanish dry-fermented sausage) enriched with orange fiber. *Meat Science*, 80(2), 410–417.
116. Ferreira, V., Barbosa, J., Silva, J., Vendeiro, S., Mota, A., Silva, F., Monteiro, M. J., Hogg, T., Gibbs, P., & Teixeira, P. (2007). Chemical and microbiological characterisation of “Salpicão de Vinhais” and “Chouriça de Vinhais”: Traditional dry sausages produced in the North of Portugal. *Food Microbiology*, 24(6), 618-623.
117. Flamm, G., Glinsmann, W., Kritchevsky, D., Prosky, L., & Roberfroid, M. (2001). Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 41, 353–362.
118. Fontanillas, R., Barroeta, A., Baucells, M.D., & Guardiola, F. (1998). Backfat fatty acid evolution in swine fed diets high in either cis-monounsaturated, trans or (n-3) fats. *Journal of Animal Science*, 76, 1045-1055.
119. Franck, A. (2002). Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*, 87, 287-291.
120. Fuchs, R.H B., Ribeiro, R.P., Matsushita, M., Tanamati, A.A.C., Bona, E., & de Souza, A.H.P. (2013). Enhancement of the nutritional status of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) croquettes by adding flaxseed flour. *LWT-Food Science and Technology*, 54(2), 440-446.

121. Fuller, R. (1992). History and development of probiotics. In Eds. Probiotics: The Scientific Basis. Chapman & Hall, New York, 1-8.
122. Gao, X.q., Kang, Z.l., Zhang, W.g., Li, Y.p., & Zhou, G.h., (2015). Combination of k-carrageenan and soy protein isolate effects on functional properties of chopped low-fat pork batters during heat-induced gelation. *Food and Bioprocess Technology*, 8(7), 1524-153.
123. García, M. L., Dominguez, R., Galvez, M. D., Casas, C., & Selgas, M. D. (2002). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*, 60(3), 227-236.
124. García, M.L., Cáceres, E., & Selgas, M.D. (2006). Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. *International Journal Food Science and Technology*, 41, 1207–1215.
125. García-Iníguez de Ciriano, M., Larequi, E., Rehecho, S., Calvo, M. I., Cavero, R. Y., Navarro-Blasco, Í., Astiasarán, I., & Ansorena, D. (2010). Selenium, iodine, omega-3 PUFA and natural antioxidant from *Melissa officinalis* L.: a combination of components from healthier dry fermented sausages formulation. *Meat Science*, 85(2), 274-279.
126. Geisen, R. (1992). Starter and prospective cultures for meat and meat products. *Fleischwirtschaft*, 72, 894-898.
127. Ghaderi-Ghahfarokhi, M., Barzegar, M., Sahari, M. A., & Azizi, M. H. (2016). Nanoencapsulation approach to improve antimicrobial and antioxidant activity of thyme essential oil in beef burgers during refrigerated storage. *Food and Bioprocess Technology*, 9(7), 1187-1201.
128. Giarnetti, M., Paradiso, V.M., Caponio, F., Summo, C., & Pasqualone, A. (2015). Fat replacement in shortbread cookies using an emulsion filled gel based on inulin and extra virgin olive oil. *LWT-Food Science and Technology*, 63(1), 339–345.
129. Gibson, G. R. (1999). Dietary modulation of the human gut microflora using the prebiotics oligofructose and inulin. *The Journal of nutrition*, 129(7), 1438-1441.

130. Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition*, *125*, 1401–1412.
131. Giese, J. (1996). Antioxidants: Tools for prevent lipid oxidation. *Food Technology*, *50*(11), 73-81.
132. Giese, J. (1996). Fats, oils and fat replacers. *Food Technology*, *50*(4), 78–84.
133. Gimeno, O., Ansorena, D., Astiasarán, I., & Bello, J. (2000). Characterization of chorizo de Pamplona: instrumental measurements of colour and texture. *Food Chemistry*, *69*(2), 195-200.
134. Gimeno, O., Astiasarán, I., & Bello, J. (1998). A mixture of potassium, magnesium, and calcium chlorides as a partial replacement of sodium chloride in dry fermented sausages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *46*(10), 4372-4375.
135. Glanz, K., Patterson, R., Kristal, A., DiClemente, C., Heimendinger J., Linnan, L., & McLerran, D. (1994). Stages of change in adopting healthy Diets: Fat, fiber, and correlates of nutrient intake. *Health Education & Behavior*, *21*(4), 499–519.
136. Glaser, K. R., Wenk, C., & Scheeder, M. R. L. (2004). Evaluation of pork backfat firmness and lard consistency using several different physicochemical methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *84*(8), 853-862.
137. Gottschalk, G. (2012). *Bacterial metabolism*. Springer Science & Business Media.
138. Goutenfongea, R., & Dumont, J. P. (1990). Development in low-fat meat and meat products. In Eds. Reducing fat in meat animals. London, Elsevier Applied Science, 398-436.
139. Grasso, S., Brunton, N.P., Lyng, J.G., Lalor, F., & Monahan, F.J. (2014). Healthy processed meat products - Regulatory, reformulation and consumer challenges. *Trends in Food Science and Technology*, *39*, 4-17.
140. Griguelmo, N., Abadías, M.I., & Martín, O. (1999). Characterization of low fat high dietary fiber frankfurters. *Meat Science*, *52*, 247–256.
141. Guyton A.C., & Hall J.E. (2006). Textbook of medical physiology. Elsevier Saunders, 11th edition.

-
142. Hagen, B., Næs, H., & Holck, A., (2000). Meat starters have individual requirements for Mn 2+. *Meat Science*, 55, 161 – 168 .
143. Ham, Y. K., Hwang, K.E., Kim, H.W., Song, D.H., Kim, Y. J., Choi, Y.S., & Kim, C.J. (2016). Effects of fat replacement with a mixture of collagen and dietary fibre on small calibre fermented sausages. *International Journal of Food Science & Technology*, 51, 96-104.
144. Hammes, W. P. & Hertel, C. (1998). New developments in meat starter cultures. *Meat Science*, 49, 125-138.
145. Hammes, W.P. (1985). Mikrobiologische Untersuchung der aufdem deutschen Markt vorhandenen Starterkulturparaparatetur die Rohwurstbereitung. *Fleischwirtschaft*, 65, 629-630.
146. Hand, L.W., Hollingsworth, C.A., Calkins, C.R., & Mandigo, R.W. (1987). Effects of preblending, reduced fat and salt levels on frankfurters characteristics. *Journal of Food Science*, 52, 1149–51.
147. Harding, S. E. (2017). Conformation zones. In Eds. An introduction to polysaccharide biotechnology. Boca Raton, CRC Press.
148. Harland, L.R., & Narula, G. (2001). Dietary fiber and mineral interaction. In Eds. Handbook of Dietary Fiber. New York, USA, Marcel Dekker, 219-226.
149. Hasler, C. M. (2002). Functional foods: benefits, concerns and challenges—a position paper from the American Council on Science and Health. *The Journal of nutrition*, 132(12), 3772-3781.
150. Hasler, C.M. (1998) Functional foods: their role in disease prevention and health promotion. *Food Technology*, 52, 63–70.
151. Heasman, M., & Mellentin, J. (2001). The Functional Foods Revolution. London, Earthscan Publications.
152. Herrero, A.M., Carmona, P., Jiménez-Colmenero, F., & Ruiz-Capillas, C. (2014b). Polysaccharide gels as oil bulking agents: technological and structural properties. *Food Hydrocolloids*, 36, 374-381.

153. Herrero, A.M., Ordóñez, J.A., de Avila, R., Herranz, B., De la Hoz, L., & Cambero, M. I. (2007). Breaking strength of dry fermented sausages and their correlation with texture profile analysis (TPA) and physico-chemical characteristics. *Meat Science*, 77, 331-338.
154. Herrero, A.M., Ruiz-Capillas, C., Jiménez-Colmenero, F., & Carmona, P. (2014a). Raman Spectroscopic study of structural changes upon chilling storage of frankfurters containing olive oil bulking agents as fat replacers. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(25), 5963-5971.
155. Higgs J. D. (2000). The changing nature of red meat: 20 years of improving nutritional quality. *Trends in Food Science and Technology*, 11(3), 85–95.
156. Holland, C.D. (1971). Determination of malonaldehyde as an index of rancidity in nut meats. *Journal of the AOAC*, 54, 1024–1026.
157. Holzapfel, W.H., Haberer, P., Snel, J., Schillinger, U., & in't Veld, J.H.H. (1998). Overview of gut flora and probiotics. *International journal of food microbiology*, 41(2), 85-101.
158. Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78, 68 – 76 .
159. Honikel, K.O. (1992). Fleisch-und Fleischfettverzehr in *Fleischwirtschaft*, 72, 1145-1148.
160. Hoz, L., López-Bote, C.J., Cambero, M.I., D'Arrigo, M.D., Pin, C., Santos, C., & Ordóñez, J.A. (2003). Effect of dietary linseed oil and α -tocopherol on pork tenderloin (*Psoas major*) muscle. *Meat Science*, 65(3), 1039-1044.
161. Hsu, S.Y., & Sun, L.Y. (2006). Comparisons of 10 non-meat protein fat substitutes for low-fat Kung-wans. *Journal of Food Engineering*, 74, 47–53.
162. Hu, F.B., Stampfer, M.J., Manson, J E., Rimm, E., Colditz, G.A., Rosner, B.A., Hennekens, C.H., & Willett, W.C. (1997). Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *New England journal of medicine*, 337(21), 1491-1499.
163. Huang, S.C., Tsai, Y.F., & Chen, C.M., (2011). Effects of wheat fiber, oat fiber, and inulin on sensory and physico-chemical properties of Chinese-style sausages. *Asian-Australas Journal of Animal Science*, 24 (6), 875-880.

164. Hudson, C.B. (1994). Gelatine-Relating Structure and Chemistry to Functionality. In Eds. *Food Hydrocolloids*. Springer, Boston, MA, 347-354.
165. Hughes, E., Cofrades, S., & Troy, F.J. (1997). Effects of fat level, oat fiber and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12, and 30% fat. *Meat Science*, 45, 273–81.
166. Hugo, A., & Roodt, E. (2007). Significance of porcine fat quality in meat technology: a review. *Food Reviews International*, 23, 175-198.
167. IARC Working Group on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Carrageenan. In IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Lyon, France; IARC 1983;Vol. 31, 79–94.
168. Ibáñez, C., Quintanilla, L., Cid, C., Astiasarán, I., & Bello, J. (1997). Dry fermented sausages elaborated with *Lactobacillus plantarum*-*Staphylococcus carnosus*. Part II: Effect of partial replacement of NaCl with KCl on the proteolytic and insolubilization processes. *Meat science*, 46(3), 277-284.
169. Igene, J.O., Yamauchi, K., Pearson, A.M., Gray, J.I., & Aust, S.D. (1985). Mechanisms by which nitrite inhibits the development of warmed-over flavour (WOF) in cured meat. *Food Chemistry*, 18(1), 1-18.
170. Ikonić, P., Tasić, T., Petrović, L., Škaljac, S., Jokanović, M., Mandić, A., & Ikonić, B. (2013). Proteolysis and biogenic amines formation during the ripening of Petrovska klobása, traditional dry-fermented sausage from Northern Serbia. *Food Control*, 30(1), 69-75.
171. Imeson, A. (2010). Food stabilisers, thickeners and gelling agents. Oxford, UK, Blackwell Publishing Ltd.
172. Incze, K. (2004). Dry and semidry sausages. In Eds. *Encyclopedia of Meat Sciences*. London, Elsevier Ltd, Academic Press.
173. Incze, K. (1993). Raw-fermented and dry meat products. *Conserve Animali*.
174. Incze, K. (2007). European products. In Eds. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Ames, Iowa, Blackwell Publishing.

175. ISO 15214:1998. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria - Colony-count technique at 30 degrees C.
176. ISO 21528-2:2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal methods for the detection and enumeration of *Enterobacteriaceae* - Part 2: Colony-count method.
177. ISO 21807:2004. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Determination of water activity.
178. ISO 8586:2012. Sensory analysis - General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors.
179. Iyengar, R., & Gross, A. (1991). Fat substitutes. In Eds. Biothecnology and food ingredients. New York, Van Nostrand Reinhold, 287-313.
180. January, L. (2008). Replace fat in meat with inulin. *Food Beverage Asia*, 15-17.
181. Jiménez Colmenero, F., Carrascosa, A. V., Barreto, G., Fernandez, P., & Carballo, J. (1996). Chopping temperature effects on the characteristics and chilled storage of low- and high-fat pork bologna sausages. *Meat science*, 44(1-2), 1-9.
182. Jiménez-Colmenero, F. (1996). Technologies for developing low-fat meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 7, 41-48.
183. Jiménez-Colmenero, F. (2000). Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 56-66.
184. 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.
185. Jimenez-Colmenero, F., Carballo, J., & Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: Their role as functional foods. *Meat Science*, 59, 5–13.
186. Jiménez-Colmenero, F., Cofrades, S., Herrero, A.M., Fernández-Martín, F., Rodríguez-Salas, L., & Ruiz-Capillas, C. (2012). Konjac gel fat analogue for use in meat products: Comparison with pork fats. *Food Hydrocolloids*, 26(1), 63-72.

-
187. Jiménez-Colmenero, F., Salcedo-Sandoval, L., Bou, R., Cofrades, S., Herrero, A. M., & Ruiz-Capillas, C. (2015). Novel applications of oil-structuring methods as a strategy to improve the fat content of meat products. *Trends in Food Science & Technology*, *44*(2), 177-188.
188. Jiménez-Colmenero, F., Triki, M., Herrero, A.M., Rodríguez-Salas, L., & Ruiz-Capillas, C. (2013). Healthy oil combination stabilized in a konjac matrix as pork fat replacement in low-fat, PUFA-enriched, dry fermented sausages. *LWT-Food Science and Technology*, *51*(1), 158-163.
189. Johansson, G., Berdagué, J.L., Larsson, M., Tran, N., & Borch, E. (1994). Lipolysis, proteolysis and formation of volatile components during ripening of a fermented sausage with *Pediococcus pentosaceus* and *Staphylococcus xylosus* as starter cultures. *Meat Science*, *38*(2), 203-218.
190. Jourdain, L., Leser, M.E., Schmitt, C., Michel, M., & Dickinson, E. (2008). Stability of emulsions containing sodium caseinate and dextran sulfate: relationship to complexation in solution. *Food Hydrocolloids*, *22*(4), 647-659.
191. Judde, A., Villeneuve, P., Rossignol-Castera, A., & Le Guillou, A. (2003). Antioxidant effect of soy lecithins on vegetable oil stability and their synergism with tocopherols. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *80*(12), 1209-1215.
192. Juszczak, L., Witczak, T., Ziobro, R., Korus, J., Cieślik, E., & Witczak, M. (2012). Effect of inulin on rheological and thermal properties of gluten-free dough. *Carbohydrate polymers*, *90*(1), 353-360.
193. Kalyani Nair, K., Kharb, S., & Thompkinson, D. K. (2010). Inulin dietary fiber with functional and health attributes-a review. *Food Reviews International*, *26*(2), 189-203.
194. Kayaardi, S., & Gök, V. (2004). Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish Soudjouk (sucuk). *Meat Science*, *66*, 249-257.
195. Keenan, D.F., Resconi, V.C., Kerry, J.P., & Hamill, R.A. (2014). Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach. *Meat Science*, *96*, 1384-1394.

196. Keeton, J.T. (1994). Low-fat meats products. Technological problems with processing. *Meat Science*, 36, 261-276.
197. Kelly, G. (2008). Inulin-Type Prebiotics—a review: part 1. *Alternative Medicine Review*, 13(4), 315–329.
198. Kilic, B., Cassens, R. G., & Borchert, L. L. (2002). Effect of turkey meat, phosphate, sodium lactate, carrageenan, and konjac on residual nitrite in cured meats. *Journal of Food Science*, 67(1), 29–31.
199. Kim, Y., Faqih, M.N., & Wang, S.S. (2001). Factors affecting gel formation of inulin. *Carbohydrate Polymers*, 46(2), 135–145.
200. Klang, V., & Valenta, C. (2011). Lecithin-based nanoemulsions. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 21(1), 55-76.
201. Kleber, M.E., Delgado, G.E., Dawczynski, C., Lorkowski, S., März, W., & von Schacky, C. (2018). Saturated fatty acids and mortality in patients referred for coronary angiography. The ludwigshafen risk and cardiovascular health study. *Journal of Clinical Lipidology* 12, 455–463.
202. Klettner, P.G., & Rodel, W. (1980). Beitrag zum Einfluss des Speckanteils auf die Rohwurstreifung. *Fleischerei*, 31, 1101.
203. Klurfeld, D.M. (1994). Human nutrition and health implications of meat with more muscle and less fat in low-fat meat products. In Eds. Design Strategies and Human Implications, Academic Press, New York, 35-51.
204. Kok, N., Roberfroid, M., & Delzenne, N. (1996). Dietary oligofructose modifies the impact of fructose on hepatic triacylglycerol metabolism. *Metabolism*, 45, 1547–1551.
205. Kouba, M., & Mouro, J. (2011). A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. *Biochimie*, 93(1), 13-17.
206. Koutsopoulos, D. A., Koutsimanis, G. E., & Bloukas, J. G. (2008). Effect of carrageenan level and packaging during ripening on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages produced with olive oil. *Meat Science*, 79(1), 188-197.
207. Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S., & Appel, L.J. (2002). Fish consumption, fish oil, x-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation*, 106, 2747–2757.

208. Kris-Etherton, P.M., Taylor, D.S., Yu-Poth, S., Huth, P., Moriarty, K., Fishell, V., Hargrove, R.L., Zhao, G., & Etherton, T. P. (2000) Polyunsaturated fatty acids in the food chain in the United States. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 179-188.
209. Kröckel L. (2006). Einsatz probiotischer Bakterien bei Fleischerzeugnissen, *Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach*, 45, 173, 163–172.
210. Langner, H. J. (1972). Aroma substances in dry sausage. *Fleischwirtsch*, 52, 1299.
211. Latorre-Moratalla, M. L., Veciana-Nogués, T., Bover-Cid, S., Garriga, M., Aymerich, T., Zanardi, E., Ianieri, A., Fraqueza, M. J., Patarata, L., Drosinos, E. H., Lauková, A., Talon, R., & Vidal-Carou, M. C. (2008). Biogenic amines in traditional fermented sausages produced in selected European countries. *Food Chemistry*, 107, 912-921.
212. Lebert, I., Leroy, S., & Talon, R. (2007). Microorganisms in traditional fermented meats. In Eds. *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Ames, Iowa, Blackwell Publishing.
213. Lebert, I., Robles-Olvera, V., & Lebert, A. (2000). Application of polynomial models to predict growth of mixed cultures of *Pseudomonas* spp. and *Listeria* in meat. *International Journal of Food Microbiology*, 61(1), 27-39.
214. Ledina, T. (2018). Rezistencija na tetraciklin bakterija mlečne kiseline izolovanih iz tradicionalnih sireva Srbije, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
215. Lee, C. H., & Chin, K. B. (2016). Effects of pork gelatin levels on the physicochemical and textural properties of model sausages at different fat levels. *LWT-Food Science and Technology*, 74, 325-330.
216. Lee, K.T., Lee, Y.K., Son, S.K., Choi, S.H., & Lee, S.B. (2009). Changes in various quality characteristics of short-ripened salami during storage at chilled or room temperatures. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 29, 24–33.
217. Li, S.T. (1995). Tissue-derived biomaterials (collagen). In Eds. *The Biomedical Engineering Handbook*. Boca Raton, FL, CRC Press, 627-647.

218. Liaros, N. G., Katsanidis, E., & Bloukas, J. G. (2009). Effect of the ripening time under vacuum and packaging film permeability on processing and quality characteristics of low-fat fermented sausages. *Meat Science*, 83(4), 589-598.
219. Liepe, H.U. (1983). Starter cultures in meat production. In Eds. Biotechnology. Germany, Verlag Chemie.
220. Liepe, H.U., Pfeil, E., & Porobić, R. (1990). Influence of sugars and bacteria on dry sausage souring. *Fleischwirtschaft*, 70(2), 189-192.
221. Lin, K.W., & Huang, H.Y. (2003). Konjac gellan gum mixed gels improve the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Science*, 65(2), 749-755
222. Linden, G., & Lorient, D. (1999). Lipid chemistry-fat substitutes. In Eds. New ingredients in food processing. Biochemistry and agriculture. Cambridge, Woodhead Publishing Limited, 289-314.
223. Lingyun, W., Jianhua, W., Xiaodong, Z., Da, T., Yalin, Y., Chenggang, C., Tianhua, F., & Fan, Z. (2007). Studies on the extracting technical conditions of inulin from Jerusalem artichoke tubers. *Journal of Food Engineering*, 79(3), 1087-1093.
224. Loginova, K.V., Shynkaryk, M.V., Lebovka, N.I., & Vorobiev, E. (2010). Acceleration of soluble matter extraction from chicory with pulsed electric fields. *Journal of Food Engineering*, 96(3), 374-379.
225. López-Bote, C.J., Rey, A.I., Sanz, M., Gray, I., & Buckey, D.J. (1997). Dietary vegetable oils and α -tocopherol reduce lipid oxidation in rabbit muscle. *Journal of Nutrition*, 127, 1176-1182.
226. López-Ferrer, S., Baucells, M.D., Barroeta, A.C., & Grashorn, M.A. (2001). N-3 enrichment of chicken meat. 2. Use of precursors of long-chain polyunsaturated fatty acids: linseed oil. *Poultry Science*, 80(6), 753-761.
227. Lou, Z., Wang, H., Wang, D., & Zhang, Y. (2009). Preparation of inulin and phenols-rich dietary fibre powder from burdock root. *Carbohydrate Polymers*, 78(4), 666-671.
228. Lucca, P. A., & Tepper, B. J. (1994). Fat replacers and the functionality of fat in foods. *Trends in Food Science and Technology*, 5, 12-19.

229. Lücke , F.K. (1998). Fermented meat products . *Food Research International*, 27, 199 – 307 .
230. Lücke, F.K. (1985). Fermented sausages. In Eds. Microbiology of Fermented Foods, Vol. 2. London, Elsevier Applied Science publishers, 41-83.
231. Maddock , R. (2007) . U.S. products. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing.
232. Maier, T., Schieber, A., Kammerer, D.R., & Carle, R. (2009). Residues of grape (*Vitis vinifera L.*) seed oil production as a valuable source of phenolic antioxidants. *Food Chemistry*, 112, 551-559.
233. Maraschiello, C., Diaz, I., & Regueiro, J.A.G. (1996). Determination of cholesterol in fat and muscle of pig by HPLC and capillary gas chromatography with solvent venting injection. *Journal of High Resolution Chromatography*, 19, 165-168.
234. Marcus, S., Marcus, A., Marcus, R., Ewen, S. W., & Watt, J. (1992). The pre-ulcerative phase of carrageenan-induced colonic ulceration in the guinea-pig. *International journal of experimental pathology*, 73(4), 515.
235. Mason, J.O., & McGinnis, J.M. (1990). “Healthy people 2000”: An overview of the national health promotion and disease prevention objectives. *Public Health Reports*, 105(5), 441-446.
236. Matthews, K.R., Homer, D.B., Thies, F., & Calder, P.C. (2000). Effect of whole linseed (*Linum usitatissimum*) in the diet of finishing pigs on growth performance and on the quality and fatty acid composition of various tissues. *British Journal of Nutrition*, 83, 637-643.
237. Matulis, R. J., Floyd, K. M., Sutherland, J. W., & Brewer, M. S. (1995). Sensory characteristics of frankfurters as affected by salt, fat, soy protein, and carrageenan. *Journal of Food Science*, 60(1), 48-54.
238. Matuszek, T. (2001). Rheological properties of protein gels. In Eds. Chemical and Functional Properties of Food Protein. Lancaster, PA, USA, Technomic Publishing Company, 137-153.
239. Mazzeo, M. F., Sorrentino, A., Gaita, M., Cacace, G., Di Stasio, M., Facchiano, A., Comi, G., Malorni, A., & Siciliano, R. A. (2006). Matrix-assisted laser desorption

- ionization-time of flight mass spectrometry for the discrimination of food-borne microorganisms. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(2), 1180-1189.
240. McNamara, D. (2000). Dietary cholesterol and atherosclerosis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 2529, 310-320.
241. Mendes, M. F., Cataldo, L.F., da Silva, C.A., Nogueira, R.I., & Freitas, S.P. (2005). Extraction of the inuline from chicory roots (*Chicorium intybus l.*) using supercritical carbon dioxide. Second Mercosur Congress on Chemical Engineering.
242. Mendoza, E., Garcia, M. L., Casas, C., & Selgas, M. D. (2001). Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat science*, 57(4), 387-393.
243. Menegas, L. Z., Pimentel, T. C., Garcia, S., & Prudencio, S. H. (2013). Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: Physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. *Meat Science*, 93(3), 501-506.
244. Menegas, L.Z., Pimentel, T.C., Garcia, S., & Prudencio, S.H. (2013). Dry-fermented chicken sausage produced with inulin and corn oil: physicochemical, microbiological, and textural characteristics and acceptability during storage. *Meat Science*, 93, 501–506.
245. Molina, E., Defaye, A.B., & Ledward, D.A., 2002. Soy protein pressure-induced gels. *Food Hydrocolloids* 16 (6), 625-632.
246. Moret, S., Dudine, A., & Conte, L.S. (2000). Processing effects on the polyaromatic hydrocarbon content of grapeseed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77, 1289–1292.
247. Muguerza, E., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2003). Improvement of nutritional properties of Chorizo de Pamplona by replacement of pork backfat with soy oil. *Meat Science*, 65(4), 1361-1367.
248. Muguerza, E., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2004b). Functional dry fermented sausages manufactured with high levels of n-3 fatty acids: nutritional benefits and evaluation of oxidation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 1061-1068.

249. Muguerza, E., Fista, G., Ansorena, D., Astiasarán, I., & Bloukas, J. G. (2002). Effect of fat level and partial replacement of pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, *61*, 397-404.
250. Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2004a). New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. *Trends in Food Science & Technology*, *15*(9), 452-457.
251. Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J. G., & Astiasarán, 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*(3), 251-258.
252. Nam, K.T., Lee, H.A., Min, B.S., & Kang, C.W. (1997). Influence of dietary supplementation with linseed and vitamin E on fatty acids, α -tocopherol and lipid peroxidation in muscles of broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology*, *66*, 149-158.
253. Niinivaara, F. (1955). Über den einfluss von bacterienreinkulturen auf die reinfung und umrötung der rohwurst. *Acta Agraria Fennica*, *85*, 1 – 128.
254. Nørrung, B., & Buncic, S. (2008). Microbial safety of meat in the European Union. *Meat Science*, *78*, 14 – 24.
255. Nowak, B., Von Mueffling, T., Grotheer, J., Klein, G., & Watkinson, B. M. (2007). Energy Content, Sensory Properties, and Microbiological Shelf Life of German Bologna-Type Sausages Produced with Citrate or Phosphate and with Inulin as Fat Replacer. *Journal of Food Science*, *72*(9), 629-638.
256. Nurmi, E. (1966). Effect of bacterial inoculation on characteristics and microbial flora of dry sausage. *Acta Agraria Fennica*, *108*, 1 – 77 .
257. Nurnberg, K., Kuchenmeister, U., Nurnberg, G., Ender, K., & Hackl, W. (1999). Influence of exogenous application of n-3 fatty acids on meat quality, lipid composition and oxidative stability in pigs. *Schwein Fett Lipid*, *100*, 353-358.
258. Nychas, G. J. E., & Arkoudelos, J. S. (1990). *Staphylococci*: their role in fermented sausages. *Journal of Applied Bacteriology*, *69*, 167-188.

259. Nychas, G. J. E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C., & Koutsoumanis, K. P. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat science*, 78(1-2), 77-89.
260. Ockerman, H., & Basu, L. (2007). Production and consumption of fermented meat products. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing.
261. Olivares, A., Navarro, J. L., Salvador, A., & Flores, M. (2010). Sensory acceptability of slow fermented sausages based on fat content and ripening time. *Meat science*, 86(2), 251-257.
262. Ordóñez, J. A., Hierro, E. M., Bruna, J. M., & Hoz, L. D. L. (1999). Changes in the components of dry-fermented sausages during ripening. *Critical reviews in food science and nutrition*, 39(4), 329-367.
263. Ospina-E, J. C., Cruz, A., Pérez-Alvarez, J.A., & Fernández-López, J. (2010). Development of combinations of chemically modified vegetable oils as pork backfat substitutes in sausages formulation. *Meat Science*, 84(3), 491-497.
264. Paneras, E.D., & Bloukas, J.C. (1994). Vegetables oils replace pork backfat for low-fat frankfurters. *Journal of Food Science*, 59(4), 725-733.
265. Papamanoli, E., Kotzekidou, P., Tzanetakis, N., & Litopoulou-Tzanetaki, E. (2002). Characterization of Micrococcaceae isolated from dry fermented sausage. *Food Microbiology*, 19(5), 441-449.
266. Papavergou, E.J., Ambrosiadis, J.A., & Psomas, J. (1995). Storage stability of cooked sausages containing vegetable oils. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und forschung*, 200(1),47-51.
267. Paradiso, V.M., Giarnetti, M., Summo, C., Pasqualone, A., Minervini, F., & Caponio, F. (2015). Production and characterization of emulsion filled gels based on inulin and extra virgin olive oil. *Food Hydrocolloids*, 45, 30-40.
268. Pardo, J.E., Rubio, M., Pardo, A., Zied, D.C., & Alvarez-Orti, M. (2011). Improving the quality of grape seed oil by maceration with grinded fresh grape seeds. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113, 1266-1272.

269. Park, J., Rhee, K.S., Keeton, J.T., & Rhee, K.C. (1989). Properties of low-fat frankfurters containing monounsaturated and n-3 polyunsaturated oils. *Journal of Food Science*, 54, 500–4.
270. Passos, C.P., Yilmaz, S., Silva, C.M., & Coimbra, M.A. (2009). Enhancement of grape seed oil extraction using a cell wall degrading enzyme cocktail. *Food Chemistry*, 115, 48–53.
271. Pavlovic, M., Huber, I., Konrad, R., & Busch, U. (2013). Application of MALDI-TOF MS for the identification of food borne bacteria. *The open microbiology journal*, 7, 135-141.
272. Pelsler, W. M., Linssen, J. P., Legger, A., & Houben, J. H. (2007). Lipid oxidation in n- 3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science*, 75(1), 1-11.
273. Pelsler, W.M., Linssen, J.P.H., Legger, A., & Houben, J. H. (2007). Lipid oxidation inn- 3 fatty acid enriched Dutch style fermented sausages. *Meat Science*, 75, 1-11.
274. Pereira, A.G.T., Ramos, E.M., Teixeira, J.T., Cardoso, G.P., Ramos, A.L.S., & Fontes, P.R. (2011). Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibres on quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Meat Science*, 89, 519–525.
275. Pérez-Alvarez, J.A., Sayas-Barberá, M.E., Fernández-López, J., & Aranda-Catalá, V. (1999). Physicochemical characteristics of Spanish type dry-cured sausage. *Food Research International*, 32, 599–607.
276. Perneti, M., van Malssen, K.F., Flöter, E., & Bot, A. (2007). Structuring of edible oils by alternatives to crystalline fat. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 12, 221-231.
277. Perrechil, F.A., & Cunha, R.L., (2013). Stabilization of multilayered emulsions by sodium caseinate and k-carrageenan. *Food Hydrocolloids* 30 (2), 606-613.
278. Pidcock, K., Heard, G. M., & Henriksson, A. (2002). Application of nontraditional meat starter cultures in production of Hungarian salami. *International Journal of Food Microbiology*, 76(1-2), 75-81.

279. Pietrasik, Z., Jarmoluk, A., & Shand, P. J. (2007). Effect of non-meat proteins on hydration and textural properties of pork meat gels enhanced with microbial transglutaminase. *LWT-Food Science and Technology*, 40(5), 915-920.
280. Pintado, T., Ruiz-Capillas, C., Jiménez-Colmenero, F., Carmona, P., & Herrero, A.M., 2015. Oil-in-water emulsion gels stabilized with chia (*Salvia hispanica L.*) and cold gelling agents: technological and infrared spectroscopic characterization. *Food Chemistry*, 185, 470-478.
281. Poyato, C., Ansorena, D., Berasategi, I., Navarro-Blasco, I., & Astiasarán, I. (2014). Optimization of a gelled emulsion intended to supply omega-3 fatty acids into meat products by means of response surface methodology. *Meat Science*, 98(4), 615–621.
282. Poyato, C., Astiasarán, I., Barriuso, B., & Ansorena, D. (2015). A new polyunsaturated gelled emulsion as replacer of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and sensory acceptability. *LWT-Food Science and Technology*, 62(2), 1069–1075.
283. Prabhu, G. A., Doerscher, D. R., & Hull, D. H. (2004). Utilization of pork collagen protein in emulsified and whole muscle meat products. *Journal of food science*, 69(5), 388-392.
284. Prabhu, G.A., Doerscher, D.R., & Hull, D.H. (2004). Utilization of pork collagen protein in emulsified and whole muscle meat products. *Journal of Food Science*, 69, 388–392.
285. Puolanne, E. (1977). Der Einfluss von verringerten Nitrit und Nitratzusätzen auf die Eigenschaften der Rohwurst. *Journal of the Scientific Agricultural Society of Finland*, 49, 1–106.
286. Puolanne, E., & Halonen, M. (2010). Theoretical aspects of water-holding in meat. *Meat science*, 86(1), 151-165.
287. Raes, K., De Smet, S., & Demeyer, D. (2004). Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 113(1-4), 199-221.

288. Raybaudi-Massilia, R., Mosqueda-Melgar, J., Rosales-Oballos, Y., Citti de Petricone, R., Frágenas, N.N., Zambrano-Durán, A., Sayago, K., Lara, M., & Urbina, G. (2019). New alternative to reduce sodium chloride in meat products: Sensory and microbiological evaluation, *LWT - Food Science and Technology*, *108*, 253-260
289. Regulation (EU) no. 116/2010 amending Regulation (EC) no 1924/2006 of the European Parliament and of the council with regard to the list of nutrition claims.
290. Regulation (EU) no. 432/2012 establishing a list of permitted health claims made on foods, other than those referring to the reduction of disease risk and to children's development and health.
291. Rey, A.I., Kerry, J.P., Lynch, P.B., López-Bote, C.J., Buckley, D.J., & Morrissey, P.A. (2001). Effect of dietary oils and α -tocopheryl acetate supplementation on lipid (TBARS) and cholesterol oxidation in cooked pork. *Journal of Animal Science*, *79*, 1201-1208.
292. Roberfroid, M., & Slavin, J. (2000). Nondigestible oligosaccharides. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *40*, 461-480.
293. Roberfroid, M.B. (2000). Prebiotics and probiotics: are they functional foods? *The American Journal of Clinical Nutrition*, *71*(6), 1682-1687.
294. Roberfroid, M.B. (2005). Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition*, *93*, 13-25.
295. Roberfroid, M.B. (2007). Inulin-type fructans: functional food ingredients. *The Journal of Nutrition*, *137*(11), 2493-2502.
296. Roca, M., & Incze, K. (1990) Fermented sausages. *Food Reviews International*, *6*(1), 91-118,
297. Rodríguez, R., Jiménez, A., Fernández-Bolaños, J., Guillén, R. & Heredia, A. (2006). Dietary fibre from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science and Technology*, *17*, 3-15.
298. Romans, J.R., Johnson, R.C., Wulf, D.M., Libal, G.W., & Costello, W.J. (1995). Effects of ground faxseed in swine diets on pig performance and on physical and sensory characteristics and omega-3 fatty acid content of pork: I. Dietary level of flaxseed. *Journal of Animal Science*, *73*, 1982-1986.

299. Roncalés, P. (2007). Additives. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing.
300. Ruiz, J. (2007). Ingredients. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing .
301. Ruiz-Capillas, C., Triki, M., Herrero, A. M., Rodriguez-Salas, L., & Jiménez-Colmenero, F. (2012). Konjac gel as pork backfat replacer in dry fermented sausages: Processing and quality characteristics. *Meat Science*, 92, 144-150.
302. Rust, R. (2007). U.S. products. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing.
303. Sabir, A., Unver, A., & Kara, Z. (2012). The fatty acid and tocopherol constituents of the seed oil extracted from 21 grape varieties (*Vitis spp.*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 1982–1987.
304. Salazar, P., García, M. L., & Selgas, M. D. (2009). Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels. *International Journal of Food Science & Technology*, 44, 1100-1107.
305. Salcedo-Sandoval, L., Cofrades, S., Pérez, C.R.C., Solas, M.T., & Jiménez-Colmenero, F. (2013). Healthier oils stabilized in konjac matrix as fat replacers in n-3 PUFA enriched frankfurters. *Meat Science*, 93(3), 757-766.
306. Salcedo-Sandoval, L., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., & Jiménez-Colmenero, F. (2014). Effect of cooking method on the fatty acid content of reduced-fat and PUFA-enriched pork patties formulated with a konjac-based oil bulking system. *Meat science*, 98(4), 795-803.
307. Salcedo-Sandoval, L., Cofrades, S., Ruiz-Capillas, C., Carballo, J., & Jiménez-Colmenero, F. (2015). Konjac-based oil bulking system for development of improved-lipid pork patties: technological, microbiological and sensory assessment. *Meat science*, 101, 95-102.
308. Salgado, A., Fontán, M. C. G., Franco, I., López, M., & Carballo, J. (2005). Biochemical changes during the ripening of Chorizo de cebolla, a Spanish traditional

- sausage. Effect of the system of manufacture (homemade or industrial). *Food Chemistry*, 92, 413-424.
309. Salminen, S., Bouley, C., Boutron-Ruault, M.C., Cummings, J., Franck, A., Gibson, G.R., Isolauri, E., Moreau, M.C., Roberfroid, M., & Rowland, I. (1998) Functional food science and gastrointestinal physiology and function. *British Journal of Nutrition*, 80, 147–171.
310. Sánchez-Zapata, E., Díaz-Vela, J., Pérez-Chabela, M. L., Pérez-Alvarez, J. A., & Fernández-López, J. (2013). Evaluation of the effect of tiger nut fibre as a carrier of unsaturated fatty acids rich oil on the quality of dry-cured sausages. *Food and bioprocess technology*, 6(5), 1181-1190.
311. Sanders, M. E. (1999). Probiotics. *Food Technology*, 53, 67–77.
312. Santos, B.A., Pollonio, M.A.R., Cruz, A.G., Messias, V.C., Monteiro, R.A., Oliveira, T.L.C., Faria, J.A.F., Freitas, M.Q., & Bolini, H.M.A., (2013). Ultra-flash profile and projective mapping for describing sensory attributes of prebiotic mortadellas. *Food Research International*, 54(2), 1705-1711.
313. Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., & Santos-Silva, F. (2002). Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat. *Livestock Production Science*, 77(2-3), 187-194.
314. Sanz, Y., & Toldrá, F. (2002). Purification and characterization of an arginine aminopeptidase from *Lactobacillus sakei*. *Applied Environmental Microbiology*, 68, 1980-1987.
315. Sanz, Y., & Toldrá, F. (2002). Purification and characterization of an arginine aminopeptidase from *Lactobacillus sakei*. *Applied Environmental Microbiology*, 68(4), 1980-1987.
316. Sanz, Y., Sentandreu, M., & Toldrá, F. (2002). Role of muscle and bacterial exopeptidases in meat fermentation. In Eds. Research Advances in the Quality of Meat and Meat Products. Trivandrum, India, Research Signpost.
317. Schuller-Levis, G., & Park, E. (2006). Advances in clinical chemistry, Vol. 41. Elsevier.

318. Scollan N., Hocquette J., Nuerberg K., Dannenberger D., Richardson I., & Moloney A. (2006). Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*, 74, 17-33.
319. Sebranek, J. (2004). Semidry fermented sausages. In Eds. Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology. New York, Marcel Dekker, 385-396.
320. Selgas, M. D., Sanz, B., & Ordóñez, J. A. (1988). Selected characteristics of micrococci isolated from Spanish dry fermented sausages. *Food Microbiology*, 5(4), 185-193.
321. Selgas, M.D., Cáceres, E., & García, M.L. (2005). Long-chain soluble dietary fibre as functional ingredient in cooked meat sausages. *Food Science and Technology International*, 11, 41–47.
322. Seman, D. L., Olson, D. G., & Mandigo, R. W. (1980). Effect of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. *Journal of Food Science*, 45(5), 1116-1121.
323. Sen, N. P., & Baddoo, P. A. (1997). Trends in the levels of residual nitrite in Canadian cured meat products over the past 25 years. *Journal of Agricultural and Food chemistry*, 45(12), 4714-4718.
324. Severini, C., De Pilli, T., & Baiano, A. (2003). Partial substitution of pork backfat with extravirgin olive oil in ‘salami’ products: effects on chemical, physical and sensorial quality. *Meat Science*, 64, 323–331.
325. Shahidi, F., Rubin, L. J., D'Souza, L. A., Teranishi, R., & Buttery, R. G. (1986). Meat flavor volatiles: a review of the composition, techniques of analysis, and sensory evaluation. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 24(2), 141-243.
326. Sheard, P. R., Wood, J.D., Nute, G.R., & Ball, R.C. (1998). Effects of grilling to 80°C on the chemical composition of pork loin chops and some observations on the UK National Food Survey estimate of fat consumption. *Meat Science*, 49(2), 193–204.
327. Shoaib, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H.R., Shakeel, A., Ansari A., & Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate polymers*, 147, 444-454.

328. Simo, O.K., Mao, Y., Tokle, T., Decker, E.A., & McClements, D.J. (2012). Novel strategies for fabricating reduced fat foods: heteroaggregation of lipid droplets with polysaccharides. *Food Research International*, 48(2), 337-345.
329. Simopoulos, A.P. (1999). Essential fatty acids in health and chronic disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70, 560-569.
330. Simopoulos, A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 56, 365-379.
331. Simopoulos, A.P., Leaf, A., & Salem, N. (1999). Workshop on the essentiality of and recommended dietary intakes for Omega-6 and Omega-3 fatty acids. *Journal of the American College of Nutrition*, 18(5), 487-489.
332. Singhal, N., Kumar, M., Kanaujia, P. K., & Viridi, J. S. (2015). MALDI-TOF mass spectrometry: an emerging technology for microbial identification and diagnosis. *Frontiers in microbiology*, 6, 791.
333. Siri-Tarino, P.W., Sun, Q., Hu, F.B. & Krauss, R.M. (2010). Saturated fatty acids and risk of coronary heart disease: modulation by replacements nutrients. *Current Atherosclerosis Report*, 12, 384-390.
334. Skandamis, P., & Nychas, G.J. (2007). Pathogens: Risks and control. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing.
335. Sloan, A.E. (2008). The top 10 functional food trends. *Food Technology*, 62 (4), 25-44.
336. Solheim, R. (1992). Consumer liking for sausages affected by sensory quality and information on fat content. *Appetite*, 19(3), 285-92.
337. Soyer, A., & Ertas, A. H. (2007). Effects of fat level and storage time on lipid and color stability of naturally fermented Turkish sausages (Sucuk). *Journal of Muscle Foods*, 18(3), 330-340.
338. Specht-Overholt, S., Romans, J.R., Marchello, M.J., Iazard, R.S., Crews, M.G., Simon, D.M., Costello, W.J., & Evenson, P.D. (1997). Fatty acid composition of commercially manufactured omega-3 enriched pork products, haddock, and mackerel. *Journal of Animal Science*, 75, 2335-2343.

339. 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, 66–71.
340. Spotti, E., & Berni, E. (2007). Starter cultures: Molds. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing.
341. SRPS EN ISO 3960/2011. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje peroksidnog broja - Jodometrijsko (vizuelno) određivanje završne tačke.
342. SRPS EN ISO 5509/2007. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Priprema metilestara masnih kiselina.
343. SRPS EN ISO 660/2011. Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla - Određivanje kiselinskog broja i kiselosti.
344. SRPS ISO 1442:1998. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja vlage (Referentna metoda).
345. SRPS ISO 1443:1992. Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja ukupne masti.
346. SRPS ISO 1841-1:1999. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja hlorida - Deo 1: Metoda po Volhardu.
347. SRPS ISO 2917:2004. Meso i proizvodi od mesa - Merenje pH - Referentna metoda.
348. SRPS ISO 2918:1999. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja nitrita (Referentna metoda).
349. SRPS ISO 3496:2002. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja hidroksiprolina.
350. SRPS ISO 936:1999. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje ukupnog pepela.
351. SRPS ISO 937:1992. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja azota (referentna metoda).
352. Stahnke, L. (2002). Flavor formation in fermented sausages. In Eds. Research Advances in the Quality of Meat and Meat Products. Trivandrum, India, Research Signpost.

353. 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, 2356-2363.
354. 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.
355. Stevens, P. (2010). Gelatine. In Eds. Food stabilizers, thickeners and gelling agents. West Sussex, Wiley-Blackwell, 116-143
356. Story, M., Kaphingst, K.M., Robinson-O'Brien, R., & Glanz, K. (2008). Creating healthy food and eating environments: policy and environmental approaches. *Annual Review of Public Health*, 29, 253-272.
357. Suvajdžić, B. D. (2018). Ispitivanje mikroflore i parametara kvaliteta sremskog kulena proizvedenog u industrijskim i tradicionalnim uslovima, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
358. Sweeten, M. K., Cross, H. R., Smith, G. C., & Smith, S. B. (1990). Subcellular distribution and composition of lipids in muscle and adipose tissues. *Journal of food science*, 55(1), 43-45.
359. Tahmasebi, M., Labbafi, M., Emam-Djomeh, Z., & Yarmand, M. S. (2016). Manufacturing the novel sausages with reduced quantity of meat and fat: The product development, formulation optimization, emulsion stability and textural characterization. *LWT-Food Science and Technology*, 68, 76-84.
360. Talon, R., Leroy-Setrin, S., & Fadda, S. (2002). Bacterial starters involved in the quality of fermented meat products. In Eds. Research Advances in the Quality of Meat and Meat Products. Trivandrum, India, Research Signpost.
361. Tan, S.S., Aminah, A., Mohd Suria Affandi, Y., Atil, O., & Babji, A.S. (2001). Chemical, physical and sensory properties of chicken frankfurters substituted with palm fats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 52(1), 91-98.

362. Tarladgis, B.G., Pearson, A.M., & Dugan, L.R. (1964). Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination 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.
363. Tieke, B. (2005). Flory-huggins theorie. Makromolekulare Chemieeine Einführung. Weinheim, Wiley-VCH, 235-237.
364. Tobacman, J. K. (2001). Review of harmful gastrointestinal effects of carrageenan in animal experiments. *Environmental health perspectives*, 109(10), 983.
365. Tobacman, J. K., Wallace, R. B., & Zimmerman, M. B. (2001). Consumption of carrageenan and other water-soluble polymers used as food additives and incidence of mammary carcinoma. *Medical Hypotheses*, 56, 589-598.
366. Toldrá, F. (2002). Manufacturing of dry-cured ham. In Eds. Dry-Cured Meat Products. Trumbull, CT, Food & Nutrition Press, 27-62
367. Toldrá, F. (2004). Meat: Fermented meats. In Eds. Food processing. Principles and applications. Blackwell Publishing, 399-415
368. Tomašević, I. (2015). Intense light pulses upset the sensory quality of meat products. *Tehnologija mesa*, 56, 1, 1-7.
369. Tomic N., Tomasevic I., Radovanovic R., & Rajkovic A. (2008). “Uzice Beef Prshuta”: Influence of different salting processes on sensory properties. *Journal of Muscle Foods*, 19, 3, 237–246.
370. Totosaus, A., & Pérez-Chabela, M.L. (2009). Textural properties and microstructure of low-fat and sodium-reduced meat batters formulated with gellan gum and dicationic salts. *LWT-Food Science and Technology*, 42, 563–569.
371. Triki, M., Herrero, A. M., Rodríguez-Salas, L., Jiménez-Colmenero, F., & Ruiz-Capillas, C. (2013). Chilled storage characteristics of low-fat, n-3 PUFA-enriched dry fermented sausage reformulated with a healthy oil combination stabilized in a konjac matrix. *Food Control*, 31(1), 158-165.
372. Tunland, B.C., & Meyer, D. (2002). Nondigestible oligo- and polysaccharides (Dietary fiber): their physiology and role in human health and food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 1(3), 90–109.

373. Turan, H., Sönmez, G., & Kaya, Y. (2007). Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. *Journal of Fisheries Sciences*, 1(2), 97-103.
374. Tye, R.J. (1991). Konjac flour: properties and applications. *Food Technology*, 45(3), 82-92.
375. Utrilla, M. C., Ruiz, A. G., & Soriano, A. (2014). Effect of partial replacement of pork meat with an olive oil organogel on the physicochemical and sensory quality of dry-ripened venison sausages. *Meat science*, 97(4), 575-582.
376. Valencia, I., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2006a). 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.
377. Valencia, I., Ansorena, D., & Astiasarán, I. (2006b). Nutritional and sensory properties of dry fermented sausages enriched with n-3 PUFAs. *Meat Science*, 72(4), 727-733.
378. Van Loo, J.A. (2004). Prebiotics promote good health: the basis, the potential and the emerging evidence. *Journal of Clinical Gastroenterology*, 38, 70-75.
379. Van Oeckel, M.J., Casteels, M., Warnants, N., & Boucque, C.V. (1997). Omega-3 fatty acids in pig nutrition: implications for zootechnical performances, carcass and fat quality. *Archiv fur Tierernahrung*, 50(1), 31-42.
380. Vasilev D., 2010. Ispitivanje činilaca od značaja za bezbednost i kvalitet fermentisanih kobasica proizvedenih kao funkcionalna hrana, doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
381. Vasilev, D., Aleksic, B., Tarbuk, A., Dimitrijevic, M., Karabasil, N., Cobanovic, N., & Vasiljevic, N. (2015). Identification of lactic acid bacteria isolated from Serbian traditional fermented sausages Sremski and Lemeski kulen. *Procedia Food Science*, 5, 300-303.
382. Vasilev, D., Jovetić, M., Vranić, D., Tomović, V., Jokanović, M., Dimitrijevic, M., Karabasil, N., & Vasiljević, N. (2016). Qualität und Mikroflora von funktionellen Rohwürsten, Untersuchung von Würsten, die mit KCl und CaCl₂ als Kochsalz-

- Ersatzstoffe hergestellt und mit dem Probiotikum L. Casei LC01 sowie einem Präbiotikum angereichert worden sind. *Fleischwirtschaft*, 96(2), 96-102.
383. Vasilev, D., Saicic, S., & Vasiljevic, N. (2013). Quality and nutritive value of fermented sausages produced with inulin and pea fibre as fat replacers. *Fleischwirtschaft*, 93, 123–127.
384. Vasilev, D., Saicic, S., & Vasiljevic, N. (2013). Quality and nutritive value of fermented sausages produced with inulin and pea fibre as fat replacers. *Fleischwirtschaft*, 93(3), 123-127.
385. Vasilev, D., Vukovic, I., & Saicic, S. (2011). Some quality parameters of functional, fermented, cooked and liver sausages. *Tehnologija mesa*, 52, 141-153.
386. Verbeke, W. A. J. (1999). Factors influencing the consumer decision-making process toward meat. Ph.D Dissertation, University of Ghent, Belgium.
387. Vignolo, G., & Fadda, S. (2007). Starter cultures: Bioprotective cultures. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing.
388. Vignolo, G., Fontana, C., & Fadda, S. (2010). Semidry and Dry Fermented Sausages. In *Handbook of Meat Processing*, Toldrá, F., Ames, Iowa, Blackwell Publishing, 379-398.
389. Vuković, I., Vasilev, D., Saičić, S., & Bunčić, O. (2004). Mikroflora i fizičko-hemijski pokazatelji kvaliteta kulena. *Tehnologija mesa*, 45(3-4), 104-107.
390. Vural, H., & Özvural, E. (2007). Fermented sausages from other meats. In Eds. Handbook of Fermented Meat and Poultry. Ames, Iowa, Blackwell Publishing.
391. Warriss, P. D. (1982). The relationship between pH₄₅ and drip in pig muscle. *Journal of Food Technology*, 17, 573-578.
392. Welch, A. A., Lund, E., Amiano, P., Dorransoro, M., Brustad, M., Kumle, M., Rodriguez, M., Lasheras, C., Janzon, L., Jansson, J., Luben, R., Spencer, E.A., Overvad, K., Tjønneland, A., Clavel-Chapelon, F., Linseisen, J., Klipstein-Grobusch, K., Benetou, V., Zavitsanos, X., Tumino, R., Galasso, R., Bueno-de-Mesquita, H.B., Ocké, M. C., Charrondière, U. R., & Slimani, N. (2002). Variability of fish consumption within the 10 European countries participating in the European

- Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study. *Public health nutrition*, 5(6b), 1273-1285.
393. WHO (2003). Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation (Vol. 916). World Health Organization.
394. WHO (World Health Organisation) Study Group (1990) Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases, in WHO Technical Report Ser. 797
395. Wichienchot, S., Thammarutwasik, P., Jongjareonrak, A., Chansuwan, W., Hmadhlu, P., Hongpattarakere, T., Itharat, A., & Ooraikul, B. (2011). Extraction and analysis of prebiotics from selected plants from southern Thailand. *Journal of Science and Technology*, 33, 517–523.
396. Wilson, T. A., Meservey, C. M., & Nicolosi, R. J. (1998). Soy lecithin reduces plasma lipoprotein cholesterol and early atherogenesis in hypercholesterolemic monkeys and hamsters: beyond linoleate. *Atherosclerosis*, 140, 147-153.
397. Wirth, F. (1988). Technologies for making fat-reduced meat products: what possibilities are there? *Fleischwirtschaft*, 68, 1153–1156.
398. Wiseman, M. J. (1997). Fat and fatty acids in relation to cardiovascular disease: an overview. *British Journal of Nutrition*, 78(1), 3-4.
399. Wójcik, O.P., Koenig, K.L., Zeleniuch-Jacquotte, A., Costa, M., & Chen, Y. (2010). The potential protective effects of taurine on coronary heart disease. *Atherosclerosis*, 208(1), 19-25.
400. Wood, J. D., Richardson, R. I., Nute, G. R., Fisher, A. V., Campo, M. M., Kasapidou, E., Sheard, P.R., & Enser, M. (2004). Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat science*, 66(1), 21-32.
401. Yılmaz, I., Şimşek, O., & Işıklı, M. (2002). Fatty acid composition and quality characteristics of low-fat cooked sausages made with beef and chicken meat, tomato juice and sunflower oil. *Meat science*, 62(2), 253-258.
402. Youssef, M. K., & Barbut, S. (2009). Effects of protein level and fat/oil on emulsion stability, texture, microstructure and color of meat batters. *Meat Science*, 82(2), 228-233.

403. Youssef, M. K., & Barbut, S. (2011). Fat reduction in comminuted meat products-effects of beef fat, regular and pre-emulsified canola oil. *Meat Science*, 87(4), 356-360.
404. Zanardi, E., Dorigoni, V., Badiani, A., & Chizzolini, R. (2002). Lipid and colour stability of Milano-type sausages: effect of packing conditions. *Meat Science*, 61(1), 7-14.
405. Zanardi, E., Dorigoni, V., Badiani, A., & Chizzolini, R. (2002). Lipid and colour stability of Milano-type sausages: effect of packing conditions. *Meat Science*, 61, 7-14.
406. Zimeri, J. E., & Kokini, J.L. (2002). The effect of moisture content on the crystallinity and glass transition temperature of inulin. *Carbohydrate Polymer*, 48(3), 299-304.

9. PRILOZI

PRILOG A

pH VREDNOST

Tabela 1. pH 0. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	5,79 ^A	0,02	0,01	5,76	5,81	0,32
I	5,57 ^{A,B,C,D}	0,08	0,03	5,47	5,68	1,46
IU	5,83 ^B	0,02	0,01	5,80	5,86	0,41
UK	5,74 ^C	0,06	0,03	5,66	5,81	1,11
UR	5,75 ^D	0,09	0,04	5,63	5,85	1,65

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01

Tabela 2. pH 7. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	5,34 ^{A,B}	0,02	0,01	5,31	5,37	0,44
I	5,29 ^{C,D}	0,03	0,01	5,25	5,33	0,59
IU	5,17 ^{A,C,E}	0,03	0,01	5,13	5,20	0,53
UK	5,19 ^{B,D,F}	0,05	0,02	5,13	5,25	0,91
UR	5,31 ^{E,F}	0,04	0,02	5,25	5,36	0,71

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 3. pH 14. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	5,30 ^{A,a}	0,04	0,02	5,26	5,37	0,79
I	5,25 ^B	0,05	0,02	5,20	5,31	0,88
IU	5,13 ^{A,B,b,C}	0,03	0,01	5,09	5,17	0,62
UK	5,21 ^{a,b,D}	0,04	0,02	5,15	5,27	0,82
UR	5,31 ^{C,D}	0,04	0,01	5,26	5,35	0,67

Legenda: Ista slova^{a,b}-P<0,05; Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01

Tabela 4. pH 21. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	5,41 ^{A,B,C,a}	0,04	0,02	5,36	5,47	0,75
I	5,28 ^{A,b}	0,02	0,01	5,25	5,31	0,44
IU	5,30 ^{B,c}	0,04	0,01	5,25	5,35	0,68
UK	5,23 ^{C,c,D}	0,04	0,02	5,15	5,28	0,86
UR	5,35 ^{a,b,D}	0,02	0,01	5,31	5,37	0,40

Legenda: Ista slova^{a,b,c}-P<0,05; Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01

Tabela 5. pH 28. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	5,60 ^{A,B}	0,14	0,06	5,4	5,8	2,53
I	5,41 ^{A,C,D}	0,06	0,02	5,33	5,48	1,06
IU	5,39 ^{B,E,F}	0,03	0,01	5,35	5,42	0,49
UK	5,63 ^{C,E}	0,06	0,03	5,55	5,71	1,13
UR	5,65 ^{D,F}	0,08	0,03	5,54	5,71	1,43

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 6. pH 58. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	5,78 ^{a,b}	0,10	0,04	5,63	5,93	1,69
I	5,74	0,05	0,02	5,68	5,81	0,90
IU	5,66 ^a	0,05	0,02	5,59	5,72	0,96
UK	5,67 ^b	0,06	0,05	5,59	5,75	1,07
UR	5,68	0,02	0,02	5,61	5,76	0,92

Legenda: Ista slova^{a,b}-P<0,05

PRILOG B

a_w VREDNOSTTabela 1. a_w 0. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,949 ^{A,a}	0,0037	0,0015	0,945	0,955	0,39
I	0,951 ^B	0,0032	0,0013	0,948	0,955	0,34
IU	0,957 ^{A,B}	0,0010	0,0004	0,956	0,958	0,11
UK	0,954 ^a	0,0031	0,0012	0,951	0,959	0,32
UR	0,953	0,0023	0,0009	0,950	0,956	0,24

Legenda: Ista slova^{A,B}-P<0,01; Ista slova^a-P<0,05Tabela 2. a_w 7. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,906 ^{A,B,C,D}	0,0017	0,0007	0,904	0,909	0,19
I	0,920 ^{A,E,F,G}	0,0024	0,0010	0,917	0,924	0,26
IU	0,926 ^{B,E,H,I}	0,0026	0,0011	0,922	0,929	0,28
UK	0,943 ^{C,F,H}	0,0021	0,0008	0,940	0,946	0,22
UR	0,946 ^{D,G,I}	0,0021	0,0008	0,943	0,948	0,22

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I}-P<0,01Tabela 3. a_w 14. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,874 ^{A,B,C,D}	0,0030	0,0012	0,870	0,877	0,34
I	0,895 ^{A,E,F,G}	0,0021	0,0008	0,891	0,897	0,23
IU	0,903 ^{B,E,H,I}	0,0024	0,0010	0,901	0,907	0,27
UK	0,932 ^{C,F,H,J}	0,0033	0,0014	0,929	0,937	0,36
UR	0,922 ^{D,G,I,J}	0,0034	0,0014	0,918	0,927	0,37

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I,J}-P<0,01

Tabela 4. a_w 21. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,861 ^{A,B,C,D}	0,0052	0,0021	0,853	0,866	0,60
I	0,885 ^{A,E,F}	0,0025	0,0010	0,881	0,888	0,28
IU	0,879 ^{B,G,H}	0,0026	0,0011	0,875	0,883	0,30
UK	0,915 ^{C,E,G}	0,0033	0,0014	0,910	0,919	0,36
UR	0,915 ^{D,F,H}	0,0037	0,0015	0,912	0,921	0,40

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H}-P<0,01Tabela 5. a_w 28. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,810 ^{A,B,C,D}	0,0033	0,0014	0,805	0,815	0,41
I	0,821 ^{A,E,F,G}	0,0036	0,0015	0,816	0,825	0,44
IU	0,832 ^{B,E,H}	0,0020	0,0008	0,830	0,834	0,25
UK	0,833 ^{C,F,I}	0,0052	0,0021	0,830	0,840	0,62
UR	0,853 ^{D,G,H,I}	0,0052	0,0021	0,850	0,860	0,61

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I}-P<0,01Tabela 6. a_w 58. dan

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,752 ^a	0,0414	0,0169	0,713	0,810	5,51
I	0,764	0,0255	0,0104	0,730	0,789	3,33
IU	0,786	0,0346	0,0141	0,748	0,830	4,41
UK	0,795	0,0055	0,0022	0,790	0,800	0,69
UR	0,806 ^a	0,0238	0,0097	0,784	0,830	2,96

Legenda: Ista slova^a-P<0,05

PRILOG C

GUBITAK MASE – KALO

Tabela 1. Kalo 7. dan

Grupa	% \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	25,02 ^A	1,60	0,65	23,40	27,00	6,39
I	30,32 ^{A,B,C,D}	1,35	0,55	28,60	32,40	4,45
IU	26,92 ^B	1,37	0,56	25,50	28,90	5,07
UK	25,71 ^C	1,42	0,58	24,16	27,96	5,51
UR	26,31 ^D	1,68	0,69	24,59	28,70	6,39

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01

Tabela 2. Kalo 14. dan

Grupa	% \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	32,71 ^A	1,63	0,66	30,33	34,56	4,97
I	38,89 ^{A,B,C,D}	1,46	0,59	36,79	40,32	3,74
IU	34,62 ^B	1,33	0,54	32,74	35,82	3,83
UK	33,50 ^C	1,68	0,69	31,14	35,50	5,01
UR	33,11 ^D	1,65	0,67	31,47	35,16	4,98

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01

Tabela 3. Kalo 21. dan

Grupa	% \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	35,79 ^{A,a,B}	1,50	0,61	33,70	37,41	4,20
I	43,24 ^{A,C,D,E}	1,84	0,75	40,12	45,10	4,25
IU	38,94 ^{a,C}	1,44	0,59	37,29	41,02	3,69
UK	37,50 ^D	1,69	0,69	35,70	39,63	4,51
UR	39,20 ^{B,E}	1,29	0,53	38,00	41,23	3,30

Legenda: Ista slova^a-P<0,05; Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01

Tabela 4. Kalo 28. dan

Grupa	% \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	38,60 ^{A,B,a,C}	0,24	0,10	38,27	38,91	0,62
I	46,48 ^{A,D,E,F}	0,48	0,19	45,94	47,23	1,02
IU	42,12 ^{B,D}	0,32	0,13	41,73	42,51	0,75
UK	41,23 ^{a,E}	2,02	0,82	38,74	43,36	4,89
UR	43,31 ^{C,F}	2,11	0,86	40,23	45,12	4,88

Legenda: Ista slova^a-P<0,05; Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 5. Kalo 58. dan

Grupa	% \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	39,30 ^{A,B,C,D}	1,34	0,55	37,51	41,36	3,42
I	47,33 ^{A,E,F,a}	1,49	0,61	45,12	49,10	3,16
IU	43,19 ^{B,E}	1,82	0,74	40,07	45,23	4,22
UK	42,44 ^{C,F}	2,04	0,83	40,23	45,79	4,80
UR	44,13 ^{D,a}	2,22	0,91	41,57	47,02	5,03

Legenda: Ista slova^a-P<0,05; Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

PRILOG D

HEMIJSKI SASTAV

Tabela 1. Voda %

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	25,98 ^{A,B,C,D}	0,97	0,40	24,79	27,17	3,75
I	31,07 ^{A,E,F}	0,05	0,02	31,02	31,14	0,15
IU	30,39 ^{B,G,H}	0,16	0,07	30,19	30,65	0,54
UK	33,05 ^{C,E,G,I}	0,45	0,18	32,50	33,60	1,35
UR	35,02 ^{D,F,H,I}	1,03	0,42	33,70	36,19	2,95

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I}-P<0,01

Tabela 2. Ukupna mast %

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	44,37 ^{A,B,C,D}	0,96	0,39	43,18	45,26	2,15
I	31,38 ^{A,E,a,F}	0,22	0,09	31,08	31,68	0,71
IU	35,36 ^{B,E,G,H}	0,31	0,13	35,06	35,90	0,88
UK	30,33 ^{C,a,G,I}	0,24	0,10	30,00	30,61	0,80
UR	28,19 ^{D,F,H,I}	0,83	0,34	27,06	29,08	2,96

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I}-P<0,01; Ista slova^a-P<0,05

Tabela 3. Proteini %

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	24,62 ^{A,B,C}	1,48	0,60	22,75	26,08	5,99
I	27,10 ^{A,D}	0,16	0,06	26,88	27,28	0,59
IU	24,79 ^{D,E,F}	0,32	0,13	24,26	25,07	1,30
UK	27,05 ^{B,E}	0,41	0,17	26,46	27,61	1,50
UR	27,54 ^{C,F}	0,29	0,12	27,14	27,86	1,05

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01;

Tabela 4. Pepeo %

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	4,94 ^{A,B,a,C}	0,18	0,07	4,72	5,19	3,61
I	5,71 ^{A,D,E,F}	0,16	0,06	5,46	5,88	2,77
IU	5,25 ^{B,D}	0,05	0,02	5,19	5,33	0,99
UK	5,19 ^{a,E}	0,14	0,06	5,06	5,37	2,61
UR	5,26 ^{C,F}	0,11	0,04	5,15	5,41	2,05

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01; Ista slova^a-P<0,05

Tabela 5. Ugljeni hidrati %

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,10 ^{A,B,C,D}	0,01	0,002	0,09	0,11	5,55
I	4,74 ^{A,a}	0,19	0,076	4,45	4,94	3,91
IU	4,22 ^B	0,11	0,043	4,12	4,36	2,49
UK	4,38 ^C	0,58	0,239	3,73	5,21	13,35
UR	3,99 ^{D,a}	0,75	0,306	3,22	5,36	18,76

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01; Ista slova^a-P<0,05

Tabela 6. Hidroksiprolin %

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,308	0,007	0,003	0,30	0,32	2,16
I	0,335	0,011	0,004	0,33	0,35	3,20
IU	0,338	0,036	0,015	0,31	0,38	10,74
UK	0,339	0,015	0,006	0,320	0,353	4,38
UR	0,313	0,008	0,003	0,307	0,326	2,45

Tabela 7. Kolagen u proteinima mesa %

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	9,79	0,24	0,10	9,46	10,09	2,50
I	10,20	0,79	0,32	9,56	11,41	7,79
IU	10,70 ^A	1,26	0,52	9,34	12,20	11,79
UK	10,03	0,48	0,19	9,45	10,56	4,75
UR	9,09 ^A	0,19	0,08	8,90	9,38	2,08

Legenda: Ista slova^A-P<0,01

Tabela 8. NaCl %

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	4,02 ^A	0,19	0,08	3,78	4,21	4,64
I	4,53 ^{A,B,C,D}	0,19	0,08	4,30	4,76	4,30
IU	4,07 ^B	0,05	0,02	4,00	4,13	1,35
UK	4,08 ^C	0,13	0,05	3,90	4,22	3,24
UR	4,07 ^D	0,06	0,02	4,02	4,16	1,39

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01

Tabela 9. Nitriti mg/kg

Grupa	mg/kg \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	1,86 ^{A,B,C}	0,26	0,11	1,40	2,19	14,01
I	1,82 ^{D,E,F}	0,40	0,16	1,38	2,26	21,97
IU	2,57 ^{A,D}	0,13	0,05	2,40	2,77	5,25
UK	2,83 ^{B,E}	0,36	0,15	2,52	3,37	12,60
UR	2,54 ^{C,F}	0,20	0,08	2,35	2,86	8,01

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 10. Holesterol mg/100 g

Grupa	mg/100 g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	70,59	6,67	2,72	64,44	80,19	9,45
I	67,74	7,49	3,06	60,26	77,60	11,06
IU	67,65	1,42	0,58	65,95	70,04	2,10
UK	70,99	4,77	1,95	63,14	76,86	6,71
UR	71,39	3,96	1,62	65,52	76,37	5,54

PRILOG E

MASNE KISELINE I PARAMETRI NUTRITIVNOG KVALITETA MASTI

Tabela 1. Sadržaj miristinske kiseline C14:0 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	1,43 ^{A,B,C}	0,03	0,01	1,37	1,46	2,30
I	1,42 ^{D,E,F}	0,03	0,01	1,38	1,46	1,92
IU	1,21 ^{A,D,G,H}	0,02	0,01	1,20	1,24	1,44
UK	0,91 ^{B,E,G,I}	0,04	0,02	0,86	0,95	4,50
UR	0,80 ^{C,F,H,I}	0,07	0,03	0,74	0,89	8,51

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I}-P<0,01

Tabela 2. Sadržaj pentadekanoične kiseline C15:0 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,07 ^{A,a,B,C}	0,005	0,002	0,06	0,07	7,75
I	0,09 ^A	0,007	0,003	0,08	0,10	8,52
IU	0,08 ^{a,b}	0,004	0,002	0,07	0,08	5,21
UK	0,09 ^{B,b}	0,009	0,004	0,08	0,10	9,94
UR	0,08 ^C	0,005	0,002	0,08	0,09	6,44

Legenda: Ista slova^{A,B,C}-P<0,01, Ista slova ^{a,b}-P<0,05

Tabela 3. Sadržaj palmitinske kiseline C16:0 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	24,69 ^{A,B,C}	0,42	0,17	24,19	25,23	1,69
I	24,54 ^{D,E,F}	0,74	0,30	23,77	25,32	3,00
IU	22,26 ^{A,D,G,H}	0,53	0,22	21,43	22,77	2,40
UK	19,12 ^{B,E,G}	0,48	0,19	18,51	19,73	2,50
UR	18,58 ^{C,F,H}	0,37	0,15	18,20	19,17	2,00

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H}-P<0,01

Tabela 4. Sadržaj palmitoleinske kiseline C16:1 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	2,39 ^{A,B,C}	0,07	0,03	2,32	2,48	2,89
I	2,29 ^{D,E,F}	0,06	0,02	2,19	2,38	2,70
IU	2,03 ^{A,D}	0,05	0,02	1,97	2,11	2,63
UK	2,14 ^{B,E,G}	0,08	0,03	2,06	2,28	3,61
UR	2,00 ^{C,F,G}	0,06	0,02	1,95	2,12	3,04

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G}-P<0,01

Tabela 5. Sadržaj heptadekanoične kiseline C17:0 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,36 ^A	0,005	0,002	0,36	0,37	1,50
I	0,42 ^{A,B}	0,019	0,008	0,40	0,45	4,40
IU	0,37 ^{B,a,C}	0,025	0,010	0,35	0,40	6,74
UK	0,38 ^a	0,030	0,012	0,35	0,42	7,81
UR	0,38 ^C	0,016	0,007	0,36	0,40	4,34

Legenda: Ista slova^{A,B,C}-P<0,01, Ista slova^a-P<0,05

Tabela 6. Sadržaj stearinske kiseline C18:0 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	10,01 ^{A,B}	0,83	0,34	9,11	11,07	8,31
I	10,82 ^{C,D}	0,84	0,34	10,00	12,27	7,78
IU	9,84 ^{E,F}	0,54	0,22	9,09	10,63	5,49
UK	7,60 ^{A,C,E}	0,16	0,07	7,37	7,72	2,18
UR	7,68 ^{B,D,F}	0,24	0,10	7,45	8,01	3,14

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 7. Sadržaj oleinske kiseline C18:1cis-9 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	44,37 ^{A,B}	0,81	0,33	43,37	45,27	1,84
I	43,90 ^{C,D}	0,94	0,38	42,34	44,83	2,14
IU	41,10 ^{A,C,E,F}	0,71	0,29	40,53	42,19	1,73
UK	44,65 ^{E,G}	0,50	0,20	43,98	45,14	1,12
UR	50,25 ^{B,D,F,G}	0,20	0,08	49,97	50,54	0,40

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G}-P<0,01

Tabela 8. Sadržaj vakkenske kiseline C18:1cis-11 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	2,88 ^A	0,06	0,02	2,77	2,92	2,12
I	2,77 ^a	0,13	0,05	2,63	2,92	4,56
IU	2,55 ^{A,a}	0,19	0,08	2,44	2,92	7,29

Legenda: Ista slova^A-P<0,01, Ista slova ^a -P<0,05

Tabela 9. Sadržaj linoleinske kiseline C18:2n-6 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	11,03 ^{A,B,C}	0,25	0,10	10,66	11,32	2,30
I	11,09 ^{D,E,F}	0,53	0,22	10,56	11,86	4,78
IU	12,90 ^{A,D,G,H}	0,31	0,13	12,35	13,24	2,42
UK	20,44 ^{B,E,G,I}	0,81	0,33	19,58	21,43	3,97
UR	14,87 ^{C,F,H,I}	0,32	0,13	14,52	15,28	2,16

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I}-P<0,01

Tabela 10. Sadržaj arahidonske kiseline C20:0 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,22 ^{A,B}	0,010	0,004	0,21	0,23	4,50
I	0,23 ^{C,D}	0,016	0,007	0,21	0,25	7,30
IU	0,23 ^{E,F}	0,010	0,004	0,22	0,24	4,31
UK	0,29 ^{A,C,E,a}	0,027	0,011	0,26	0,32	9,53
UR	0,32 ^{B,D,F,a}	0,009	0,004	0,31	0,33	2,80

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01, Ista slova^a-P<0,05

Tabela 11. Sadržaj α -linoleinske kiseline C18:3n-6 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,03 ^A	0,005	0,002	0,02	0,03	19,36
I	0,04 ^B	0,012	0,005	0,03	0,06	28,06
IU	0,07 ^{A,B,C,D}	0,020	0,008	0,05	0,09	29,87
UK	0,03 ^C	0,005	0,002	0,02	0,03	21,91
UR	0,03 ^D	0,005	0,002	0,02	0,03	21,91

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01

Tabela 12. Sadržaj γ -linoleinske kiseline C18:3n-3 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,46 ^{A,B}	0,04	0,02	0,40	0,49	8,02
I	0,59 ^{C,D}	0,06	0,02	0,52	0,66	9,59
IU	5,74 ^{A,C,E,F}	0,53	0,22	5,10	6,67	9,28
UK	0,57 ^{E,G}	0,05	0,02	0,50	0,62	9,14
UR	1,75 ^{B,D,F,G}	0,09	0,03	1,65	1,88	4,85

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G}-P<0,01

Tabela 13. Sadržaj eikosaenoične kiseline C20:1 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,84 ^{A,B}	0,04	0,02	0,79	0,87	4,68
I	0,79 ^{C,D}	0,02	0,01	0,76	0,82	2,83
IU	0,80 ^{E,F}	0,03	0,01	0,76	0,84	3,88
UK	1,30 ^{A,C,E}	0,10	0,04	1,23	1,50	7,73
UR	1,33 ^{B,D,F}	0,02	0,01	1,30	1,35	1,41

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 14. Sadržaj eikosadienoične kiseline C20:2 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,36 ^{A,B}	0,07	0,03	0,30	0,44	18,66
I	0,42 ^{C,D}	0,06	0,03	0,30	0,47	14,96
IU	0,37 ^{E,F}	0,07	0,03	0,30	0,44	20,02
UK	0,57 ^{A,C,E}	0,01	0,01	0,55	0,58	2,41
UR	0,55 ^{B,D,F}	0,02	0,01	0,53	0,56	2,82

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 15. Sadržaj erurične idokosatetraenoične kiseline C22:1+22:4 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,27	0,05	0,02	0,21	0,30	16,90
I	0,24	0,04	0,02	0,18	0,30	18,60
IU	0,27	0,04	0,02	0,22	0,30	14,75
UK	0,23	0,02	0,01	0,21	0,26	9,62
UR	0,26	0,05	0,02	0,22	0,34	19,46

Tabela 16. Sadržaj dokosanoične kiseline C22:0 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
UK	0,25 ^a	0,02	0,01	0,23	0,28	8,61
UR	0,21 ^a	0,03	0,01	0,17	0,24	14,24

Legenda: Ista slova ^a-P<0,05Tabela 17. Sadržaj dihomo- γ -linoleinske kiseline C20:3n-6 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,08 ^A	0,01	0,004	0,06	0,09	13,47
I	0,08 ^B	0,01	0,005	0,06	0,10	16,97
IU	0,07 ^C	0,01	0,003	0,06	0,08	11,13
UK	0,88 ^{A,B,C,D}	0,09	0,038	0,77	0,99	10,47
UR	0,09 ^D	0,01	0,005	0,07	0,10	14,41

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01

Tabela 18. Sadržaj eikosatrienoične kiseline C20:3n-3 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,10 ^a	0,03	0,011	0,05	0,12	29,59
I	/	/	/	/	/	/
IU	0,06 ^A	0,02	0,007	0,04	0,08	29,81
UK	0,09 ^b	0,03	0,010	0,06	0,12	29,01
UR	0,13 ^{a,A,b}	0,02	0,007	0,12	0,16	12,25

Legenda: Ista slova^A-P<0,01, Ista slova ^{a,b}-P<0,05

Tabela 19. Sadržaj eikosapentaenoične kiseline C20:5n-3 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,38 ^{A,B,C,D}	0,018	0,007	0,35	0,40	4,57
I	0,18 ^{A,E,F}	0,011	0,004	0,17	0,20	6,09
IU	0,05 ^{B,E,G}	0,008	0,003	0,04	0,06	15,57
UK	0,06 ^{C,F,H}	0,005	0,002	0,05	0,06	9,96
UR	0,16 ^{D,G,H}	0,031	0,013	0,13	0,20	20,30

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H}-P<0,01

Tabela 20. Sadržaj C22:5n-3 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
UK	0,10 ^A	0,03	0,01	0,07	0,14	26,44
UR	0,20 ^A	0,04	0,02	0,15	0,26	18,31

Legenda: Ista slova^A-P<0,01

Tabela 21. Sadržaj dokosaheksaenoične kiseline C22:6n-3 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
K	0,04 ^{A,B}	0,01	0,005	0,03	0,06	27,95
I	0,08 ^{C,D}	0,02	0,008	0,05	0,10	24,78
IU	0,04 ^{E,F}	0,01	0,004	0,03	0,05	23,60
UK	0,29 ^{A,C,E}	0,03	0,013	0,24	0,32	11,48
UR	0,31 ^{B,D,F}	0,06	0,024	0,25	0,39	18,75

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 22. Sadržaj C24:0 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				Cv %
		Sd	Se	Iv		
				Xmin	Xmax	
UK	0,06 ^A	0,005	0,002	0,05	0,06	9,11
UR	0,04 ^A	0,009	0,004	0,03	0,05	22,36

Legenda: Ista slova^A-P<0,01

Tabela 23. Sadržaj SFA u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	36,78 ^{A,B,C}	1,23	0,05	35,39	38,34	3,33
I	37,52 ^{D,E,F}	1,46	0,60	35,95	39,60	3,89
IU	33,98 ^{A,D,G,H}	1,00	0,41	32,95	35,29	2,94
UK	28,68 ^{B,E,G}	0,45	0,19	28,16	29,40	1,58
UR	28,09 ^{C,F,H}	0,38	0,16	27,57	28,52	1,37

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H}-P<0,01

Tabela 24. Sadržaj MUFA u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	50,48 ^{A,B,C}	0,96	0,39	49,25	51,53	1,90
I	49,75 ^{D,E,F}	1,08	0,44	47,94	50,85	2,16
IU	46,47 ^{A,D,a,G}	0,77	0,32	45,76	47,57	1,66
UK	48,09 ^{B,E,a,H}	0,58	0,24	47,37	48,82	1,20
UR	53,58 ^{C,F,G,H}	0,14	0,06	53,44	53,82	0,27

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H}-P<0,01, Ista slova^a-P<0,05

Tabela 25. Sadržaj PUFA u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	12,74 ^{A,B,C}	0,26	0,11	12,41	13,06	2,07
I	12,72 ^{D,E,F}	0,61	0,25	12,06	13,57	4,81
IU	19,57 ^{A,D,G,a}	0,70	0,29	18,86	20,76	3,57
UK	23,25 ^{B,E,G,H}	0,99	0,41	22,07	24,38	4,28
UR	18,35 ^{C,F,a,H}	0,43	0,18	17,83	18,86	2,35

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H}-P<0,01, Ista slova^a-P<0,05

Tabela 26. Sadržaj n-6 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	11,13 ^{A,B,C}	0,26	0,10	10,77	11,43	2,30
I	11,21 ^{D,E,F}	0,53	0,22	10,65	11,98	4,76
IU	13,05 ^{A,D,G,H}	0,31	0,13	12,50	13,37	2,36
UK	21,35 ^{B,E,G,I}	0,85	0,35	20,37	22,34	3,99
UR	14,98 ^{C,F,H,I}	0,32	0,13	14,63	15,40	2,15

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I}-P<0,01

Tabela 27. Sadržaj n-3 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,98 ^{A,B}	0,06	0,02	0,92	1,04	5,63
I	0,85 ^{C,D}	0,04	0,02	0,80	0,90	4,68
IU	5,89 ^{A,C,E,F}	0,54	0,22	5,25	6,83	9,17
UK	1,10 ^{E,G}	0,13	0,05	0,94	1,21	11,54
UR	2,56 ^{B,D,F,G}	0,13	0,05	2,39	2,72	5,24

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G}-P<0,01

Tabela 28. Odnos n-6/n-3 u kobasicama

Grupa	Udeo (%) \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	11,36 ^{A,B,C,D}	0,48	0,20	10,64	11,99	4,23
I	13,22 ^{A,E,F,G}	0,19	0,08	12,85	13,39	1,45
IU	2,23 ^{B,E,H,I}	0,19	0,08	1,94	2,48	8,51
UK	19,57 ^{C,F,H,J}	1,70	0,69	17,99	21,79	8,70
UR	5,87 ^{D,G,I,J}	0,26	0,11	5,47	6,12	4,41

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I,J}-P<0,01

Tabela 29. Aterogeni indeks

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,485 ^{A,B,C}	0,014	0,006	0,470	0,500	2,84
I	0,490 ^{D,E,F}	0,022	0,009	0,470	0,510	4,47
IU	0,413 ^{A,D,G,H}	0,014	0,006	0,390	0,430	3,31
UK	0,323 ^{B,E,G}	0,010	0,004	0,309	0,336	3,23
UR	0,306 ^{C,F,H}	0,010	0,004	0,296	0,321	3,33

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H} -P<0,01

Tabela 30. Trombogeni indeks

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	1,068 ^{A,B,C}	0,062	0,025	1,000	1,150	5,78
I	1,113 ^{D,E,F}	0,070	0,029	1,040	1,210	6,29
IU	0,697 ^{A,D,G}	0,041	0,017	0,650	0,740	5,93
UK	0,726 ^{B,E,H}	0,023	0,010	0,701	0,329	3,21
UR	0,341 ^{C,F,G,H}	0,010	0,004	0,761	0,352	2,83

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H} -P<0,01

Tabela 31. Hipoholesterolemični/Hiperholesterolemični odnos

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	2,155 ^{A,B,C}	0,073	0,030	2,060	2,240	3,39
I	2,153 ^{D,E,F}	0,111	0,045	2,030	2,270	5,14
IU	2,548 ^{A,D,G,H}	0,097	0,040	2,440	2,690	3,82
UK	3,290 ^{B,E,G,a}	0,103	0,042	3,162	3,423	3,13
UR	3,471 ^{C,F,H,a}	0,091	0,037	3,336	3,574	2,63

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H} -P<0,01; Ista slova^a - P<0,05

PRILOG F

PARAMETRI LIPIDNE OKSIDACIJE I INDEKS PROTEOLIZE

Tabela 1. Kiselinski broj 28. dan (mg KOH/g)

Grupa	mg KOH/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,74 ^{A,B,C,D}	0,063	0,026	0,67	0,82	8,53
I	0,99 ^{A,E,F,G}	0,018	0,007	0,96	1,00	1,79
IU	1,47 ^{B,E,H,I}	0,038	0,016	1,42	1,52	2,60
UK	1,28 ^{C,F,H,J}	0,089	0,036	1,19	1,40	6,97
UR	1,15 ^{D,G,I,J}	0,048	0,019	1,09	1,20	4,14

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I,J}-P<0,01

Tabela 2. Peroksidni broj 28. dan (mmol/kg)

Grupa	mmol/kg \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,06 ^{a,A,B,C}	0,015	0,006	0,05	0,08	25,82
I	0,14 ^{a,D,E}	0,034	0,014	0,10	0,20	24,03
IU	0,29 ^{A,D,b}	0,054	0,022	0,22	0,33	18,76
UK	0,21 ^{B,b,F}	0,012	0,005	0,20	0,23	5,52
UR	0,31 ^{C,E,F}	0,076	0,031	0,20	0,40	24,65

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01, Ista slova^{a,b}-P<0,05

Tabela 3. TBARS 28. dan (mg MAL/kg)

Grupa	mg MAL/kg \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,10 ^{A,B}	0,008	0,003	0,09	0,11	7,66
I	0,11 ^{C,D}	0,028	0,011	0,09	0,16	24,96
IU	0,09 ^{E,F}	0,008	0,003	0,08	0,10	8,75
UK	0,03 ^{A,C,E}	0,008	0,003	0,02	0,04	23,77
UR	0,04 ^{B,D,F}	0,010	0,004	0,03	0,06	23,83

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 4. Indeks proteolize 28. dan

Grupa	% \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	11,76 ^{A,B}	0,73	0,30	10,48	12,41	6,17
I	11,60 ^{C,D}	1,12	0,46	9,98	12,96	9,66
IU	11,65 ^{E,F}	1,90	0,78	10,12	14,35	16,34
UK	19,18 ^{A,C,E}	0,61	0,25	18,66	20,13	3,17
UR	19,62 ^{B,D,F}	1,16	0,47	18,22	20,85	5,88

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 5. Kiselinski broj 58. dan (mg KOH/g)

Grupa	mg KOH/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,91 ^{A,B,C,D}	0,014	0,006	0,89	0,93	1,50
I	1,31 ^{A,E,F,G}	0,012	0,005	1,29	1,32	0,94
IU	1,93 ^{B,E,H,I}	0,036	0,015	1,89	1,97	1,85
UK	1,48 ^{C,F,H}	0,072	0,029	1,41	1,56	4,86
UR	1,44 ^{D,G,I}	0,074	0,030	1,36	1,52	5,16

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I}-P<0,01

Tabela 6. Peroksidni broj 58. dan (mmol/kg)

Grupa	mmol/kg \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,32 ^{a,A,B,C}	0,07	0,03	0,24	0,41	20,84
I	0,57 ^{a,E,F,G}	0,05	0,02	0,52	0,64	8,74
IU	0,87 ^{A,E}	0,18	0,07	0,70	1,07	20,29
UK	0,95 ^{B,F}	0,05	0,02	0,88	1,00	5,62
UR	0,87 ^{C,G}	0,22	0,09	0,65	1,10	25,39

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G}-P<0,01, Ista slova^a-P<0,05

Tabela 7. TBARS 58. dan (mg MAL/kg)

Grupa	mg MAL/kg \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,87 ^{A,B,C,D}	0,14	0,06	0,70	1,10	15,76
I	0,50 ^{A,E,F,G}	0,04	0,02	0,44	0,55	7,97
IU	1,25 ^{B,E,H,I}	0,04	0,02	1,20	1,30	3,51
UK	0,05 ^{C,F,H}	0,01	0,004	0,04	0,06	17,89
UR	0,07 ^{D,G,I}	0,02	0,009	0,04	0,09	31,27

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I}-P<0,01

Tabela 8. Indeks proteolize 58. dan

Grupa	%	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	15,73 ^{A,B,C,D}	0,08	0,03	15,65	15,86	0,51
I	9,47 ^{A,E,F}	0,26	0,11	9,15	9,76	2,72
IU	10,15 ^{B,G,H}	0,64	0,26	9,53	10,76	6,30
UK	18,71 ^{C,E,G,I}	0,48	0,20	18,23	19,42	2,58
UR	17,58 ^{D,F,H,I}	0,72	0,30	16,58	18,32	4,11

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H,I}-P<0,01

PRILOG G

MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA

Tabela 1. Prosečan broj BMK u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 0. dan

Grupa	log CFU/g \bar{x}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	7,04	0,36	0,15	6,36	7,41	5,07
I	7,16	0,20	0,08	6,88	7,45	2,76
IU	6,97	0,11	0,05	6,86	7,16	1,60

Tabela 2. Prosečan broj BMK u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 7. dan

Grupa	log CFU/g \bar{x}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	8,94	0,47	0,19	8,29	9,37	5,26
I	8,92	0,95	0,39	7,08	9,67	10,65
IU	9,08	0,32	0,13	8,89	9,67	3,49

Tabela 3. Prosečan broj BMK u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 14. dan

Grupa	log CFU/g \bar{x}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	9,63	0,42	0,17	9,31	10,44	4,31
I	8,84 ^A	0,30	0,12	8,43	9,22	3,41
IU	10,09 ^A	0,83	0,34	8,75	10,68	8,26

Legenda: Ista slova^A-P<0,01

Tabela 4. Prosečan broj BMK u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 21. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	8,31 ^a	0,19	0,08	8,05	8,63	2,25
I	8,79 ^a	0,36	0,15	8,44	9,41	4,13
IU	8,52	0,26	0,11	8,18	8,84	3,03

Legenda: Ista slova^a-P<0,05

Tabela 5. Prosečan broj BMK u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 28. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	8,26 ^a	0,09	0,04	8,09	8,36	1,14
I	8,76 ^a	0,10	0,04	8,61	8,90	1,10
IU	8,57	0,42	0,17	8,24	9,39	4,92

Legenda: Ista slova^{a,b}-P<0,05

Tabela 6. Prosečan broj BMK u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 58. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	7,96 ^{AB}	0,16	0,07	7,76	8,22	2,04
I	8,34 ^A	0,12	0,05	8,18	8,50	1,39
IU	8,29 ^B	0,10	0,04	8,19	8,43	1,21

Legenda: Ista slova^{A,B}-P<0,01

Tabela 7. Prosečan broj BMK u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 88. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	7,40 ^{AB}	0,12	0,05	7,20	7,49	1,60
I	7,57 ^A	0,02	0,01	7,54	7,60	0,31
IU	7,54 ^B	0,02	0,01	7,52	7,57	0,23

Legenda: Ista slova^{A,B}-P<0,01

Tabela 8. Prosečan broj *Micrococcaceae* u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 0. dan

Grupa	log CFU/g \bar{x}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	6,47	0,32	0,13	6,15	6,90	4,96
I	6,18	0,16	0,06	5,91	6,34	2,52
IU	6,38	0,12	0,05	6,22	6,55	1,90

Tabela 9. Prosečan broj *Micrococcaceae* u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 7. dan

Grupa	log CFU/g \bar{x}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	6,46	0,13	0,05	6,23	6,58	2,00
I	6,47	0,05	0,02	6,37	6,52	0,83
IU	6,36	0,10	0,04	6,18	6,45	1,58

Tabela 10. Prosečan broj *Micrococcaceae* u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 14. dan

Grupa	log CFU/g \bar{x}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	6,77	0,11	0,05	6,60	6,90	1,64
I	6,57	0,16	0,07	6,32	6,77	2,50
IU	6,76	0,23	0,09	6,51	7,07	3,33

Tabela 11. Prosečan broj *Micrococcaceae* u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 21. dan

Grupa	log CFU/g \bar{x}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	6,39	0,25	0,10	6,14	6,78	3,86
I	6,42	0,20	0,08	6,16	6,74	3,13
IU	6,27	0,15	0,06	6,09	6,55	2,47

Tabela 12. Prosečan broj *Micrococcaceae* u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 28. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	6,45	0,15	0,06	6,28	6,67	2,37
I	6,38	0,05	0,02	6,31	6,45	0,84
IU	6,32	0,18	0,07	6,03	6,56	2,78

Tabela 13. Prosečan broj *Micrococcaceae* u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 58. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	5,92	0,32	0,13	5,53	6,39	5,44
I	6,22	0,27	0,11	5,86	6,59	4,28
IU	6,20	0,48	0,20	5,58	7,02	7,78

Tabela 14. Prosečan broj *Micrococcaceae* u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 88. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	5,33 ^A	0,13	0,05	5,17	5,50	2,40
I	5,34 ^{AB}	0,41	0,17	4,85	6,02	7,72
IU	3,99 ^B	0,44	0,18	3,61	4,62	11,09

Legenda: Ista slova^{A,B}-P<0,01

Tabela 15. Prosečan broj *Enterobacteriaceae* u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 0. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	3,62 ^{aA}	0,28	0,11	3,41	4,18	7,73
I	4,11 ^a	0,33	0,13	3,47	4,44	8,02
IU	4,20 ^A	0,17	0,07	3,93	4,40	4,11

Legenda: Ista slova^A-P<0,01; Ista slova^a-P<0,05

Tabela 16. Prosečan broj *Enterobacteriaceae* u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 7. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	2,90 ^A	0,19	0,08	2,63	3,13	6,62
I	3,42 ^{Aa}	0,20	0,08	3,13	3,68	5,76
IU	3,26 ^a	0,20	0,08	3,00	3,53	6,01

Legenda: Ista slova^A-P<0,01; Ista slova^a-P<0,05

Tabela 17. Prosečan broj *Enterobacteriaceae* u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 14. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	2,38 ^a	0,27	0,11	2,20	2,90	11,21
I	2,82 ^a	0,36	0,15	2,45	3,22	12,76
IU	2,78	0,19	0,08	2,46	3,05	6,77

Legenda: Ista slova^a-P<0,05

Tabela 18. Prosečan broj *Pseudomonas* spp u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 0. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	3,62	0,11	0,05	3,51	3,78	3,13
I	3,63	0,08	0,03	3,55	3,73	2,17
IU	3,62	0,11	0,04	3,47	3,74	2,91

Tabela 19. Prosečan broj *Pseudomonas* spp u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 7. dan

Grupa	log CFU/g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	3,58 ^{AB}	0,05	0,02	3,51	3,64	1,39
I	3,45 ^A	0,04	0,02	3,42	3,52	1,07
IU	3,44 ^B	0,06	0,03	3,35	3,53	1,85

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E}-P<0,01; Ista slova^{a,b}-P<0,05

Tabela 20. Prosečan broj *Pseudomonas* spp u uzorcima kontrolnih kobasica i kobasica sa dodatkom inulin gel suspenzije i emulzije lanenog ulja, 14. dan

Grupa	log CFU/g \bar{x}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	2,67	0,25	0,10	2,32	2,91	9,39
I	2,85	0,32	0,13	2,54	3,39	11,32
IU	3,04	0,21	0,09	2,81	3,32	6,86

PRILOG H

INSTRUMENTALNO MERENJE BOJE KOBASICA

Tabela 1. L vrednost na površini ispitivanih kobsica sa omotačem

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	35,27 ^{A,B}	1,08	0,44	33,91	36,97	3,06
I	32,71 ^C	1,01	0,41	31,59	34,31	3,07
IU	32,66 ^D	2,38	0,97	29,34	36,06	7,27
UK	29,48 ^{A,C,D,E}	2,59	0,61	23,83	33,65	8,77
UR	31,89 ^{B,F}	1,35	0,32	29,13	33,97	4,22

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E}-P<0,01

Tabela 2. L vrednost na poprečnom preseku ispitivanih kobsica sa standardnim i smanjenim sadržajem masti

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	48,22 ^{a,A,B}	2,57	1,05	44,17	51,17	5,32
I	45,52 ^a	1,82	0,74	43,78	48,75	4,00
IU	45,80 ^b	1,91	0,78	43,14	48,40	4,18
UK	43,51 ^{A,b}	1,46	0,34	40,00	46,66	3,35
UR	44,99 ^B	1,12	0,26	43,20	46,80	2,49

Legenda: Ista slova^{A,B,C}-P<0,01; Ista slova^a-P<0,05

Tabela 3. a vrednost na površini ispitivanih kobsica sa omotačem

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	16,21 ^{A,B}	1,27	0,52	13,82	17,19	7,83
I	14,93 ^{a,C}	0,61	0,25	14,16	15,69	4,10
IU	16,81 ^{a,D}	1,24	0,51	14,69	18,53	7,36
UK	12,62 ^{A,C,E}	1,15	0,27	10,95	15,34	9,08
UR	14,10 ^{B,D,E}	1,14	0,27	11,99	16,02	8,10

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E}-P<0,01; Ista slova^a-P<0,05

Tabela 4. a vrednost na poprečnom preseku ispitivanih kobsica sa standardnim i smanjenim sadržajem masti

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	16,17 ^{A,B,C,D}	1,24	0,51	14,70	18,14	7,67
I	18,40 ^{A,E}	0,89	0,36	17,29	19,14	4,83
IU	19,08 ^B	0,63	0,26	18,35	19,80	3,32
UK	20,20 ^{C,E,a}	0,69	0,16	19,11	21,84	3,42
UR	19,32 ^{D,a}	1,03	0,24	17,22	21,09	5,34

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E}-P<0,01; Ista slova^a-P<0,05

Tabela 5. b vrednost na površini ispitivanih kobsica sa omotačem

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	10,19	0,32	0,13	9,68	10,57	3,13
I	9,19	0,72	0,29	8,46	10,45	7,82
IU	9,25	1,75	0,72	7,37	11,55	18,96
UK	7,81 ^A	1,28	0,30	5,97	10,53	16,34
UR	9,86 ^A	2,53	0,60	7,92	19,53	25,60

Legenda: Ista slova^A-P<0,01

Tabela 6. b vrednost na poprečnom preseku ispitivanih kobsica sa standardnim i smanjenim sadržajem masti

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	8,10 ^{A,B,C}	0,44	0,18	7,71	8,81	5,42
I	8,96 ^{D,E,F}	0,57	0,23	8,30	9,92	6,33
IU	10,57 ^{A,D,G}	0,15	0,06	10,34	10,73	1,46
UK	9,91 ^{B,E,H}	0,66	0,16	8,97	11,39	6,69
UR	11,84 ^{C,F,G,H}	0,59	0,14	10,94	12,93	4,96

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G,H}-P<0,01

PRILOG I

REZULTATI TPA TESTA

Tabela 1. Čvrstoća

Grupa	$\frac{g}{\bar{X}}$	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	8822 ^{A,B,C}	1127	375,6	7577	10984	12,77
I	8036 ^{D,E,F}	1229	409,6	6667	10485	15,29
IU	5937 ^{A,D,G}	1138	379,3	4624	8428	19,16
UK	4820 ^{B,E}	988	285,2	3518	6398	20,50
UR	3993 ^{C,F,G}	1132	302,6	2134	5508	28,35

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G}-P<0,01

Tabela 2. Adhezivnost

Grupa	$\frac{g/s}{\bar{X}}$	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	-194,90 ^{A,B,C,D}	49,15	20,07	-250,4	-120,70	25,22
I	-111 ^{A,E}	29,92	12,21	-150,8	-68,19	26,94
IU	-45,42 ^{B,E,F}	13,32	5,44	-64,35	-31,05	29,32
UK	-74,34 ^C	19,73	6,98	-104,10	-42,90	26,54
UR	-113,40 ^{D,F}	32,26	10,75	-165,00	-69,28	28,44

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F}-P<0,01

Tabela 3. Elastičnost

Grupa	$\frac{mm}{\bar{X}}$	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,52 ^{A,B,C,D}	0,037	0,012	0,44	0,57	7,03
I	0,41 ^A	0,028	0,009	0,38	0,46	6,90
IU	0,43 ^B	0,043	0,014	0,38	0,51	10,15
UK	0,44 ^C	0,05	0,01	0,31	0,50	10,96
UR	0,43 ^D	0,08	0,02	0,31	0,53	19,72

Legenda: Ista slova^{A,B,C,D}-P<0,01

Tabela 4. Kohezivnost

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	0,53	0,022	0,007	0,50	0,56	4,22
I	0,50	0,016	0,005	0,47	0,52	3,13
IU	0,53	0,039	0,013	0,46	0,59	7,26
UK	0,51	0,06	0,02	0,39	0,61	11,53
UR	0,49	0,11	0,03	0,28	0,61	22,90

Tabela 5. Žvakljivost

Grupa	g x mm \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
K	2454 ^{A,B,C,D}	365,60	91,40	1854	3030	14,90
I	1610 ^{A,E,F}	264,60	66,15	1345	2353	16,43
IU	1326 ^{B,G}	196,00	74,09	1033	1599	14,79
UK	1071 ^{C,E}	319,80	88,69	594,1	1711	29,87
UR	807 ^{D,F,G}	255,00	73,60	502,6	1212	31,59

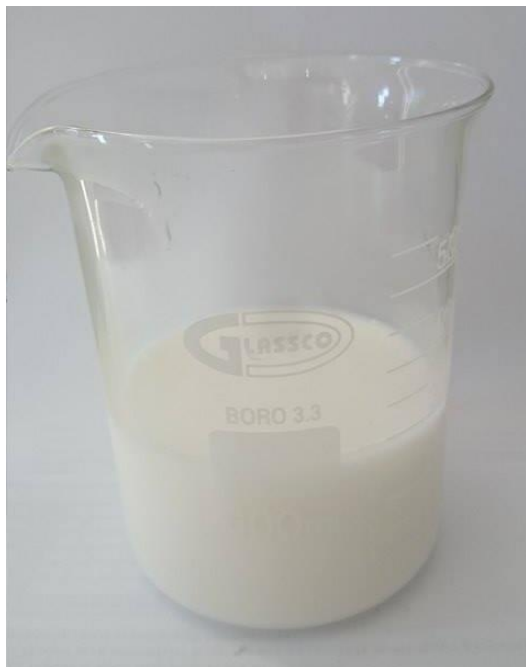
Legenda: Ista slova^{A,B,C,D,E,F,G}-P<0,01

Tabela 6. Gumenost

Grupa	g \bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	Iv		Cv %
				Xmin	Xmax	
UK	2434 ^a	593	164,5	1369	3448	24,36
UR	1897 ^a	487,4	130,3	1176	2641	25,69

Legenda: Ista slova^a-P<0,05

PRILOG J



Slika 1. Inulin gel suspenzija
voda:inulin:želatin=73:25:2



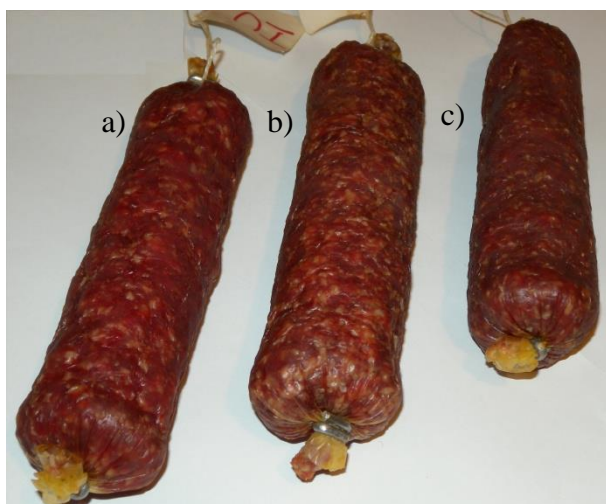
Slika 2. Rastvor vode i ulja



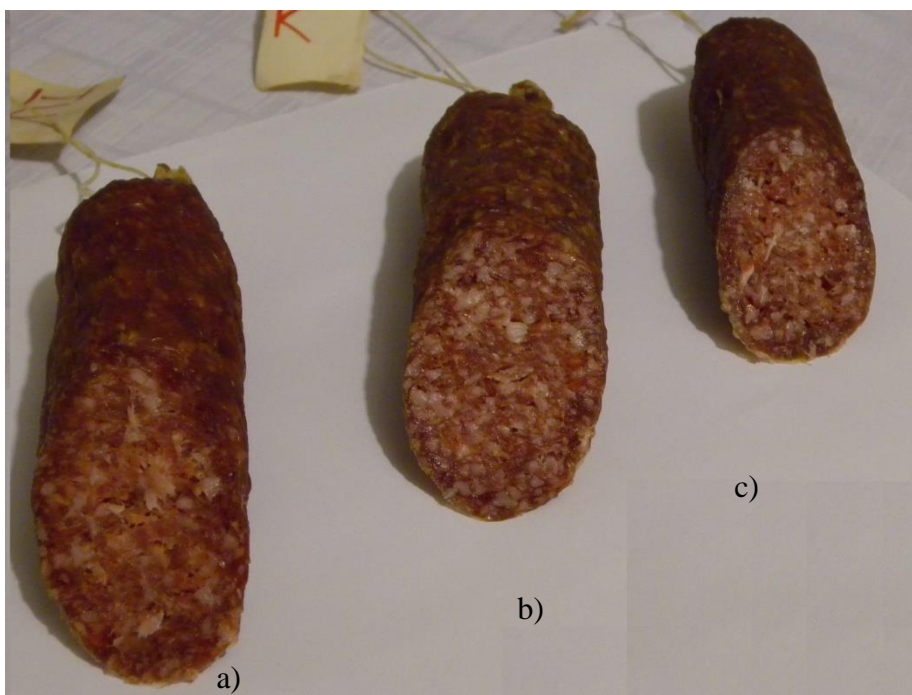
Slika 3. Emulzija vode, ulja i lecitina



Slika 4. Inulin gel emulzija
voda:inulin:ulje:lecitin:želatin=50:25:20:3:2



Slika 5. Spoljašnji izgled suvih fermentisanih kobasica; a) kobasice IU grupe (sa 9% čvrstog masnog tkiva i 16% inulin gel emulzije lanenog ulja), b) kontrolne kobasice (sa 25% čvrstog masnog tkiva), c) kobasice I grupe (sa 9% čvrstog masnog tkiva i 16% inulin gel suspenzije)



Slika 6. Uporedni prikaz spoljašnjeg izgleda i izgleda preseka suvih fermentisanih kobasica; a) kobasice IU grupe (sa 9% čvrstog masnog tkiva i 16% inulin gel emulzije lanenog ulja), b) kontrolne kobasice (sa 25% čvrstog masnog tkiva), c) kobasice I grupe (sa 9% čvrstog masnog tkiva i 16% inulin gel suspenzije)



Slika 7. Kontrolne
kobasice - 25% ČMT



Slika 8. Kobasice
grupe I grupe – 16%
inulin gel suspenzije



Slika 9. Kobasice IU
grupe – 16% inulin gel
emulzije lanenog ulja



Slika 10. Kontrolne kobasice - 25% ČMT



Slika 11. Kobasice I grupe – 16% inulin gel suspenzije



Slika 12. Kobasice IU grupe - 16% inulin gel emulzije lanenog ulja

BIOGRAFIJA

Marija Glišić, rođena 26.02.1986. u Smederevskoj Palanci. Osnovnu školu Stanoje Glavaš završila u selu Glibovac, a nakon toga upisala Gimnaziju Sveta Đorđević u Smederevskoj Palanci i završila kao nosilac Vukove diplome. Godine 2005. upisala je Fakultet veterinarske medicine, Univerziteta u Beogradu. Integrisane osnovne i master akademske studije završila 11.07.2013. godine sa prosečnom ocenom 8,86. Iste godine, upisala je doktorske akademske studije i počela da stažira na Naučnom institutu za veterinarstvo Srbije u Beogradu, u Zavodu za hranu i lekove. Nakon obuke za rad na svim odeljenjima instituta, 9 meseci je radila kao mikrobiolog na ispitivanju namirnica životinjskog porekla. Godine 2015. počinje da radi u firmi Venenum apis doo iz Beograda, koja se bavi preradom i izvozom meda, na mestu direktora proizvodnje. Od 2017. do danas radi kao direktor proizvodnje u firmi VOCARESCAR DOO iz Beograda koja se bavi preradom mesa i kućica puževa i njihovim plasmanom na tržište Evropske unije. Paralelno sa tim, pohađala je doktorske akademske studije i sve ispite položila u predviđenom roku sa prosečnom ocenom 9,67. Tečno govori engleski jezik, a služi se i francuskim jezikom. Do sada je objavila jedan naučni rad u časopisu od međunarodnog značaja (M22) i koautor je osam radova objavljenih u domaćim časopisima i sa nacionalnih i međunarodnih skupova.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Марија Глишић

број уписа 15/13

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

„Употреба инулин гел суспензије и инулин гел емулзије као замене за чврсто масно ткиво у производњи ферментисаних кобасица“

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 14. 08. 2019

Глишић Марија

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Марија А. Глишић

Број уписа: 15/13

Студијски програм: Докторске академске студије

Наслов рада:

„Употреба инулин гел суспензије и инулин гел емулзије као замене за чврсто
масно ткиво у производњи ферментисаних кобасица“

Ментор 1: проф. др Драган Василев

Ментор 2: др Срђан Стефановић

Потписани: Марија А. Глишић

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској
верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног**
репозиторијума Универзитета у Београду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања
доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране
рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне
библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 14. сеп. 2019.

Марија А. Глишић

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Употреба инулин гел суспензије и инулин гел емулзије као замене за чврсто масно ткиво у производњи ферментисаних кобасица“

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 14. 08. 2019.

Бранимир Марајер

1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.