



UNIVERZITET U NOVOM SADU
Tehnološki fakultet Novi Sad



**ISPITIVANJE LIPOLITIČKIH I OKSIDATIVNIH
PROMENA U TRADICIONALNOJ
FERMENTISANOJ KOBASICI (*Petrovačka
kobasica*) TOKOM STANDARDIZACIJE
BEZBEDNOSTI I KVALITETA**

Doktorska disertacija

Mentor:

prof. dr Ljiljana Petrović

Kandidat:

Branislav Šojić

Novi Sad, 2013. godine

Najiskrenije se zahvaljujem svom mentoru prof. dr Ljiljani Petrović na ukazanom poverenju, angažovanju i znanju, koje mi je pružila pri izradi ove doktorske disertacije kao i na velikoj pomoći i podršci u mom naučnom i stručnom usavršavanju.

Zahvaljujem se i prof. dr Nataliji Džinić i doc. dr Vladimiru Tomoviću na podršci, razumevanju kao i na korisnim savetima i sugestijama pri izradi ove doktorske disertacije.

Veliko hvala dugujem dr Anamariji Mandić na pomoći u izvođenju eksperimentalnog dela doktorata, kao i na korisnim i dobronamernim savetima pri pisanju ove doktorske disertacije.

Iskreno se zahvaljujem svojim kolegama: Snežani Škaljac, Mariji Jokanović, Tatjani Tasić, Predragu Ikonić, Neveni Hromiš i Violeti Marjanović na velikoj pomoći u izvođenju eksperimentalnog dela doktorske disertacije, ali pre svega na prijateljstvu i lepim trenucima koje smo proveli u zajedničkom radu.

Zahvaljujem se svojoj porodici na neizmernoj podršci, pažnji, razumevanju... sestri Danieli na podršci i korisnim sugestijama pri izradi ove doktorske disertacije.

Mojoj Nataši na iskrenoj ljubavi, bezrezervnoj podršci, pažnji, strpljenju i razumevanju.

UNIVERZITET U NOVOM SADU

TEHNOLOŠKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

Monografska publikacija

TD

Tip zapisa:

Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada:

Doktorska disertacija

VR

Ime i prezime autora:

Branislav Šojić, dipl. inž.

AU

Mentor:

Dr Ljiljana Petrović, redovni profesor

MN

Naslov rada:

Ispitivanje lipolitičkih i oksidativnih promena u tradicionalnoj fermentisanoj kobasici (*Petrovačka kobasica*) tokom standardizacije bezbednosti i kvaliteta

NR

Jezik publikacije:

srpski, latinica

JP

Jezik izvoda:

srpski, engleski

JI

Zemlja publikovanja:

Srbija

ZP

Uže geografsko područje:

Vojvodina

UGP

Godina:

2013

GO

Izdavač:

autorski reprint

IZ

Mesto i adresa: 21000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1
MA

Fizički opis rada: broj poglavlja (8) / stranica (214) / tabela (44) /
FO grafici/slike (46) / referenci (244) / priloga (2)

Naučna oblast: Biotehničke nauke
NO

Naučna disciplina: Prehrambeno inženjerstvo
ND

Predmetna odrednica, ključne reči: tradicionalna kobasica, lipoliza, oksidacija
PO

UDK

Čuva se: U biblioteci Tehnološkog fakulteta Univerziteta u
ČU Novom Sadu

Važna napomena: -
VN

Izvod:
IZ

Zadatak ove doktorske disertacije bio je da se utvrdi tok i intenzitet lipolitičkih i oksidativnih promena u tradicionalnoj fermentisanoj kobasici (*Petrovačka kobasica*) tokom procesa razvoja tehnologije i standardizacije bezbednosti i kvaliteta ovog proizvoda, u cilju dobijanja bezbednog proizvoda, standardnog, vrhunskog kvaliteta, koji bi se kontinuirano mogao proizvoditi i plasirati, na naše i tržište Evropske Unije.

U cilju realizacije postavljenog zadatka tokom tri proizvodne sezone izrađeno je trinaest modela *Petrovačke kobasice* kako bi se ispitaio uticaj više varijabilnih faktora (proizvodna sezona, vreme otkoštavanja, način pripreme nadeva, vrsta omotača, sušenje i zrenje u tradicionalnim i kontrolisanim uslovima, dodatak starter kulture, način pakovanja i dužina skladištenja) na kvantitativne promene na lipidima, kao i na tok i intenzitet lipolitičkih i oksidativnih promena, te posledično i na profil mirisa i ukusa, kao važne karakteristike senzornog kvaliteta.

Kvantitativne promene na lipidima tokom procesa proizvodnje *Petrovačke kobasice* utvrđene su određivanjem više parametara, kao što su sadržaj ukupnih lipida, masnokiselinski sastav i sadržaj

ukupnog holesterola. Lipolitičke promene tokom procesa dimljenja, fermentacije, sušenja, zrenja i skladištenja praćene su određivanjem sadržaja slobodnih masnih kiselina, dok su oksidativne promene kvantifikovane preko sadržaja sekundarnih produkata oksidacije lipida, malondialdehida i zasićenih alifatičnih aldehida.

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da u kobasicama izrađenim od ohlađenog mesa u uslovima sušenja i zrenja na nižim temperaturama (prosečna temperatura oko 10 °C), koje prati i sporiji pad vrednosti pH (60. dan $\text{pH} \geq 5,3$) dolazi do manjih lipolitičkih i oksidativnih promena na lipidima (kobasice B1 i B2 grupe). Ovaj model tradicionalne proizvodnje dovodi i do neznatnih oksidativnih promena i očuvanja poželjnih senzornih svojstava mirisa i ukusa tokom dužeg vremena skladištenja (9 meseci od dana proizvodnje), te se može smatrati optimalnim modelom koji se mora preneti i u kontrolisane uslove proizvodnje.

Takođe, zaključeno je da pakovanje u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi, te upotreba komercijalne starter kulture, dovodi do smanjenja intenziteta oksidativnih promena na lipidima, tokom skladištenja, odnosno celokupnog procesa proizvodnje *Petrovačke kobasice*.

Dovodeći u vezu nastale produkte oksidacije lipida sa senzornim profilom mirisa i ukusa može se zaključiti da vrednosti malondialdehida do 1,3 mg/kg ne utiču na značajnije narušavanje senzornih svojstava mirisa i ukusa *Petrovačke kobasice*.

Datum prihvatanja teme od strane NN veća: 29.06.2012.
DP

Datum odbrane: 27.12.2013.
DO

Članovi komisije:

(ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status)

KO

Dr Natalija Džinić, vanredni profesor, Tehnološki fakultet, Novi Sad, predsednik,

Dr Ljiljana Petrović, redovni profesor u penziji, Tehnološki fakultet, Novi Sad, mentor,

Dr Anamarija Mandić, naučni saradnik, Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad, član,

Dr Vladimir Tomović, docent, Tehnološki fakultet, Novi Sad, član.

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF TECHNOLOGY

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

DT

Monograph documentation

Type of record:

TR

Textual printed material

Contents code:

CC

Ph. D. thesis

Author:

AU

Branislav Šojić, M. Sc.

Mentor:

MN

Dr Ljiljana Petrović, Ph.D, full professor

Title:

TI

Investigation of the lipolytic and oxidative changes in traditional dry fermented sausage (*Petrovac sausage*) throughout standardization of safety and quality

Language of text:

LT

Serbian

Language of abstract:

LA

Serbian/English

Country of publication:

CP

Serbia

Locality of publication:

LP

Vojvodina

Publication year:

PY

2013

Publisher: Author's reprint
PB

Publication place: Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1
PP

Physical description: number of chapters (8) / pages (214) / tables (44) / figures/graphs
PD (46) / references (244) / appendices (2)

Scientific field
SF Biotechnical science

Scientific discipline
SD Food engineering

Subject, Key words
SKW traditional sausage, lipolysis, oxidation;

UC

Holding data: Library of Faculty of Technology, University of Novi Sad
HD

Note: -
N

Abstract:
AB The aim of this PhD thesis was to determine the course and intensity of the lipolytic and oxidative changes in traditional fermented sausage (Petrovac sausage) throughout the process of technology development, as well as the standardization of safety and quality of this product in order to obtain safe product of standard, superior quality, which could be continuously produced and placed on the market of our country as well as the market of European Union.

In order to realize the aim, during three seasons of production thirteen models of Petrovac sausage were produced with the aim to investigate multiple variable factors (season of production, time of deboning, filling preparation method, type of casings, drying and ripening in traditional and controlled conditions, starter culture addition, packaging and storage period) on lipid quality changes, as well as on the course and intensity of lipolytic and oxidative changes and, consequently, the odor and flavor profile as important characteristics of sensory quality.

Quality changes on lipids during production of Petrovac sausage were determined using multiple parameters, such as the content of total lipids, fatty acids composition and content of total cholesterol. The lipolytic changes throughout the process of smoking, fermentation, drying, ripening and storage were monitored through the content of free fatty acids, while the oxidative changes were quantified based on the content of secondary products of lipid peroxidation, malondialdehyde and saturated aliphatic aldehydes. Based on the presented results it could be concluded that in the sausages made of cooled meat in the conditions of drying and ripening in lower temperatures (average temperature about 10 °C), which are followed by the slower drop of pH values (60. day pH

≥5.3) comes to a lesser lipolytic and oxidative changes in lipids (sausages of B1 and B2 groups). This model of production results in slight oxidative changes and the preservation of favourable sensory properties of odor and flavor during longer storage period (9 months since the date of production), so it could be considered as the optimal model, that should also be applied in the controlled conditions of production.

It was also concluded that vacuum packaging and modified atmosphere packaging, as well as the usage of starter culture results in the decrease of intensity of oxidative changes on lipids throughout the entire production process of Petrovac sausage. Correlating the created products of lipid peroxidation with the sensory profile of odor and flavor, it could be concluded that the content of malondialdehyde up to 1.3 mg/kg has no significant effect on the deterioration of sensory properties of odor and flavor of Petrovac sausage.

Accepted on Scientific Board on: 29.06.2012.

AS

Defended: 27.12.2013.

DE

Thesis Defend Board:

DB

Dr Natalija Džinić, associate professor, Faculty of Technology, Novi Sad, president,

Dr Ljiljana Petrović, full professor in retirement, Faculty of Technology, Novi Sad, mentor,

Dr Anamarija Mandić, research associate, Institute for food technology, Novi Sad, member,

Dr Vladimir Tomović, professor assistant, Faculty of Technology, Novi Sad, member.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	4
2.1. LIPIDI	4
2.1.1. Hemijski sastav i struktura lipida	4
2.1.2. Masne kiseline	6
2.1.3. Holesterol	12
2.2. STRUKTURA I HEMIJSKI SASTAV MASNOG TKIVA SVINJA	15
2.3. STRUKTURA I HEMIJSKI SASTAV SKELETNOG MIŠIĆA SVINJA	22
2.4. LIPOLITIČKE PROMENE U FERMETISANIM SUVIM KOBASICAMA	25
2.5. OKSIDATIVNE PROMENE NA LIPIDIMA U FERMETISANIM SUVIM KOBASICAMA	30
2.5.1. Prooksidanti	30
2.5.2. Oksidacija lipida	34
2.5.2.1. Formiranje aldehida u fermentisanim kobasicama	42
2.5.2.2. Formiranje malondialdehida	48
2.5.3. Oksidacija holesterola	50
2.5.4. Antioksidanti	52
2.5.5. Analitičke tehnike za određivanje stepena oksidativnih promena na lipidima	53

2.6. TRADICIONALNE FERMETISANE SUVE KOBASICE	56
2.6.1. Tradicionalni proizvodi zaštićeni oznakom geografskog porekla	56
2.6.2. Petrovačka kobasica	58
2.6.3. Proces proizvodnje fermentisanih suvih kobasica	60
2.6.3.1. Osnovni sastojci i dodaci u proizvodnji fermentisanih suvih kobasica	61
2.6.3.2. Osnovne operacije u proizvodnji fermentisanih suvih kobasica	63
2.6.4. Mikroflora fermentisanih suvih kobasica	65
2.6.5. Senzorne osobine fermentisanih suvih kobasica	67
2.6.6. Pakovanje fermentisanih suvih kobasica	69
3. ZADATAK RADA	73
4. MATERIJAL I METODE RADA	76
4.1. MATERIJAL	76
4.2. METODE	82
4.2.1. Sadržaj ukupne masti	82
4.2.2. Masnokiselinski sastav	82
4.2.3. Sadržaj holesterola	83
4.2.4. Vrednost kiselinskog broja	83
4.2.5. Sadržaj malondialdehida (TBARS test)	83
4.2.6. Sadržaj zasićenih alifatičnih aldehida	84
4.2.7. Vrednost pH	86
4.2.8. Aktivnost vode (vrednost a_w)	86
4.2.9. Sadržaj vlage	86
4.2.10. Sadržaj NaCl	86
4.2.11. Senzorna analiza profila mirisa i ukusa	86
4.3. Statistička obrada podataka.....	87

5. PRIKAZ REZULTATA	88
5.A. KVANTITATIVNE PROMENE NA LIPIDIMA	88
5.B. LIPOLITIČKE PROMENE NA LIPIDIMA	108
5.C. OKSIDATIVNE PROMENE NA LIPIDIMA	112
5.D. PROMENE TEHNOLOŠKIH PARAMETARA.....	130
6. DISKUSIJA	148
7. ZAKLJUČAK	172
8. LITERATURA	176
PRILOG 1	197
PRILOG 2	211

1. UVOD

U savremenom svetu potrošač je sve obrazovaniji i sve više zahteva jasnije dokaze o bezbednosti i standardnom kvalitetu namirnica u prometu. Pored navedenog, od namirnica se očekuje da poseduju visoku nutritivnu vrednost i optimalan senzorni kvalitet, karakterističan za datu grupu proizvoda. Sistem zaštite oznaka geografskog porekla proizvoda ima veoma značajnu ulogu u promociji bezbednog proizvoda vrhunskog kvaliteta koji se isključivo proizvodi u određenom geografskom području. Osnovni cilj isticanja geografske oznake porekla (oznake porekla i geografske oznake) jeste da se zaštite kvalitet i neke karakteristike namirnica, koje su naročito ili isključivo rezultat specifičnog geografskog okruženja, odnosno rezultat dejstva specifičnih prirodnih i ljudskih faktora, načina proizvodnje, pripreme i prerade proizvoda koji se primenjuju u strogo definisanom geografskom području. Sledeći primer razvijenih zemalja zapadne Evrope, i u našoj zemlji su započeta brojna istraživanja radi zaštite i standardizacije kvaliteta, pre svega više vrsta autohtonih sireva, a u novije vreme i nekoliko proizvoda iz grupe fermentisanih suvih kobasica.

Fermentisane suve kobasice proizvode se, uglavnom, od usitnjenog svinjskog mesa i čvrstog masnog tkiva uz dodatak kuhinjske soli, začina i drugih dodataka. Konzervišu se dominantno sušenjem, često i dimljenjem, a fermentacijom i zrenjem se sirovi nadev prevodi u gotov jestivi proizvod. Nasuprot industrijskoj proizvodnji fermentisanih suvih kobasica, tradicionalna proizvodnja uglavnom ne podrazumeva dodavanje starter kultura i aditiva za usmeravanje i ubrzavanje procesa sušenja i zrenja. Tradicionalna proizvodnja fermentisanih suvih kobasica obavlja se u seoskim domaćinstvima. Proces sušenja i zrenja odvija se u prostorijama sa malom mogućnošću kontrole temperature, relativne vlažnosti i brzine strujanja vazduha. Endogena mikroflora poreklom iz sirovina i okoline prioritarno utiče na proces fermentacije i zrenja i iz tog razloga kvalitet ovih proizvoda je uvek varijabilan.

Petrovačka kobasica (Petrovská klobása) je tradicionalna fermentisna suva kobasica, koja se proizvodi u okolini Bačkog Petrovca, kao deo nasleđa slovačkog živilja na tom području. Proizvodi se u domaćinstvima, tokom zimskih meseci, primenom tradicionalne tehnologije. Zahvaljujući svojim specifičnim i prepoznatljivim karakteristikama zaštićena je oznakom geografskog porekla (ime porekla) po zakonskoj regulativi Republike Srbije. Za procese fermentacije i zrenja, kao i krajnji kvalitet ovog proizvoda veoma je zaslužna

autohtona mikroflora, specifična za upotrebljenu sirovinu i dato okruženje, kao i zimski period (niske temperature) u kome se ova kobasica isključivo proizvodi, odnosno umeće ljudi ovoga kraja sticano kroz brojne generacije.

Fermentisane kobasice su proizvodi koji sadrže visok procenat lipida (masti). Sa fiziološkog aspekta lipidi su veoma važan izvor energije, liposolubilnih vitamina i esencijalnih masnih kiselina. Međutim, promene na lipidima mogu negativno da utiču na bezbednost, kao i na nutritivni i senzorni kvalitet proizvoda. Naime, tokom proizvodnje i skladištenja fermentisanih kobasica dolazi do intenzivnih lipolitičkih i oksidativnih promena. Lipoliza predstavlja inicijalni korak u razgradnji lipida tokom proizvodnje fermentisanih kobasica. Intenzitet lipolitičkih promena u fermentisanim kobasicama u funkciji je prisutnih endogenih enzima kao i enzima mikroorganizama, te ambijetalnih uslova (temperatura i relativna vlažnost vazduha) kako tokom procesa sušenja i zrenja tako i tokom vremena skladištenja. Tokom procesa lipolize dolazi do povećanja sadržaja slobodnih masnih kiselina koje dalje podležu procesu oksidacije. Primarni produkti oksidacije lipida, hidroperoksidi, dalje podležu oksidativnim promenama što za posledicu ima nastanak sekundarnih produkata oksidacije (aldehida, ketona, karbonilnih kiselina itd).

Primarni proizvodi oksidacije masnih kiselina, hidroperoksidi, su bez mirisa i ukusa. Međutim, mnogi od sekundarnih proizvoda oksidacije imaju malu molekulsku masu, a sva ta jedinjenja, doprinose, uglavnom, neželjenim promenama mirisa i ukusa mesa i proizvoda od mesa.

Aldehidi su najznačajniji sekundarni produkti oksidacije lipida u mesu i proizvodima od mesa. Nastanak aldehida u funkciji je vrste i sadržaja slobodnih masnih kiselina, temperature, prisustva kiseonika, svetlosti i brojnih drugih faktora kojima su kobasice izložene u toku procesa sušenja, zrenja i skladištenja. Aldehidi su, verovatno i najinteresantniji produkti oksidacije lipida, jer doprinose formiranju širokog spektra mirisa i ukusa u namirnicama, a i u veoma malim količinama, dovode do nepoželjnih promena senzornih svojstava namirnica. Osim značajne uloge u formiranju arome, aldehidi pokazuju i toksična svojstva.

U cilju izučavanja lipolitičkih i oksidativnih promena, neophodno je utvrditi kvantitativne pokazatelje promena na lipidima tokom proizvodnje i skladištenja fermentisanih kobasica, kao što su sadržaj ukupnih lipida, masnokiselinski sastav i sadržaj holesterola.

Određivanje sadržaja sekundarnih produkata oksidacije lipida, malondildehida i zasićenih alifatičnih aldehida je veoma važno imajući u vidu njihovu toksičnost, kao i povezanost sa nekim zdravstvenim poremećajima kod ljudi.

S obzirom na napred navedena saznanja, odlučeno je da se u ovoj doktorskoj disertaciji izučiti tok i intenzitet lipolitičkih i oksidativnih promena u tradicionalnoj fermentisanoj suvoj *Petrovačkoj kobasici* (*Petrovská klobása*) tokom procesa razvoja tehnologije i standardizacije bezbednosti i kvaliteta ovog proizvoda, u cilju dobijanja bezbednog prepoznatljivog proizvoda standardnog vrhunskog kvaliteta koji bi se kontinuirano, tokom cele godine, mogao proizvoditi i plasirati, na naše i tržište Evropske Unije.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. LIPIDI

2.1.1 Hemijski sastav i struktura lipida

Lipidi su velika grupa organskih jedinjenja za koje je karakteristično i zajedničko da su nerastvorljivi u vodi (hidrofobni), a rastvorljivi u organskim rastvaračima. Njihov značaj i funkcija ogleđa se pre svega u sledećem:

1. predstavljaju najbogatiji depo energetske goriva,
2. učestvuju u sintezi nekih hormona,
3. grade osnovu svih bioloških membrana.

Lipidi nisu samo masti i ulja. Lipidi obuhvataju širok spektar molekula raznovrsne hemijske strukture i biološkog porekla uključujući: masne kiseline, triacilglicerole, voskove, fosfolipide, sfingolipide, holesterole i druge steroide. Različiti kriterijumi se mogu uzimati pri podeli i klasifikaciji lipida. To može biti: poreklo, hemijski sastav, uloga u organizmu, nivo složenosti, nutritivna svojstva i uticaj na zdravlje. Prema poreklu, lipidi se dele na biljne i životinjske. Prema hemijskom sastavu (mogućnosti osapunjenja) dele se na osapunjive i neosapunjive. Osapunjivi lipidi u molekulu sadrže ostatak bar jedne masne kiseline, koja se pri alkalnoj hidrolizi oslobađa u vidu alkalne soli, odnosno sapuna. U ovu grupu spadaju: neutralne masti (triacilgliceroli), fosfogliceridi, sfingolipidi i voskovi. Neosapunjivi lipidi se često zovu zajedničkim imenom i izoprenoidi, a obuhvataju: steroide (steroli, žučne kiseline i steroidni hormoni) i terpene (Carlson, 1993; Gunstone, 2007; Jašić i Begić, 2008). Ovde treba spomenuti da neki autori u lipide ubrajaju i jedinjenja koja prate masti (lipoidna jedinjenja) kao što su bojene supstance rastvorljive u mastima (vitamin - A, D, E i K) i provitamine (karoten) (Rede i Petrović, 1997).

Prema ulozi koju obavljaju u organizmu postoje lipidi koji su depoi energije, strukturni lipidi (fosfolipidi, voskovi, steroidi) i regulatorni lipidi (polni hormoni i hormoni korteksa nadbubrežnih žlezda). Prema nivou složenosti hemijske strukture lipidi se dele na sledeće grupe (Jašić i Begić, 2008):

1. Jednostavni lipidi: neutralni lipidi, voskovi,

2. *Složeni lipidi: fosfolipidi, glikolipidi, aminolipidi, sulfolipidi,*
3. *Derivati lipida: masne kiseline, masni alkoholi, aldehidi, steroli, vitamini, bojene supstance i dr.*

Neutralni lipidi (masti) su estri trovalentnog alkohola glicerola i tri iste ili različite masne kiseline. Triacilgliceroli mogu biti jednostavni (sa sve tri iste masne kiseline) i mešoviti (različite masne kiseline). Zahvaljujući ovoj činjenici, moguć je veoma veliki broj kombinacija. Kod mešovitih triacilglicerola postoji različit broj izomernih oblika, zavisno od broja različitih masnih kiselina u molekulu i položaja na kojem se one nalaze. Prirodne masti sadrže jednostavne i mešovite gliceride (Dimić, 2005; Gunstone i dr., 2007; Kravić, 2010). Neke vrste sadrže velik broj različitih triacilglicerola, a neke imaju ujednačen sastav triacilglicerola. Maksimalan broj teoretski mogućih različitih triacilglicerola – gde su uključeni svi izomeri, koji mogu nastati iz n masnih kiselina iznosi n^3 . Animalne masti u odnosu na biljne sadrže mnogo više različitih masnih kiselina, najčešće od 10 do 40 iz čega sledi da je broj izomera triacilglicerola od 1000-64000 (Rede i Petrović, 1997). Na bazi novijih ispitivanja sastava triacilglicerola ulja i masti, proizilazi da postoji određen sastav triacilglicerola karakterističan za biljna ulja i određen sastav triacilglicerola karakterističan za animalne masti. U sastavu biljnih ulja preovlađuju triacilgliceroli u kojima je nezasićena masna kiselina redovno u položaju α , dok kod animalnih masti preovlađuju triacilgliceroli sa nezasićenim masnim kiselinama u položaju β . Ukoliko je na molekulu glicerola esterifikovana jedna ili dve masne kiseline, nastaju mono - odnosno diacilgliceroli. U tom slučaju ostaju slobodne dve ili jedna hidroksilna grupa. U prirodnim mastima mono- i diacilgliceroli nalaze se u veoma malim količinama (Oštrić- Matijašević i Turkulov, 1980).

Fosfolipidi su osnovne strukturne komponente ćelijskih membrana. Slično neutralnim lipidima, sastoje se od masnih kiselina i glicerola. Međutim, treća masna kiselina je zamenjena fosfatnom grupom koja poseduje negativno naelektrisanje, za koju je obično vezan alkohol (Rede i Petrović, 1997; Gunstone i dr., 2007).

U zavisnosti od vrste alkohola obično se dele u tri grupe (Jašić i Begić, 2008):

1. *Glicerol-fosfatide, koji pored fosfatne grupe sadrže i bazni supstituent koji može da bude holin, etanolamin ili serin i holamin. Lecitin karakteriše prisustvo holina, a kefalin serina i holamina,*
2. *Sfingo-fosfatide,*
3. *Inozit-fosfatide.*

Glikolipidi su lipoidna jedinjenja slična fosfolipidima, ali sa ostatkom ugljenih hidrata (najčešće D-galaktoze) na polažaju na kome se u fosfolipidima nalazi fosforna kiselina i aminoalkohol. Iako su više zastupljeni u biljkama, kao bitne komponente hloropigmenata, glikolipidi ulaze u sastav i animalnih bioloških membrana (Rede i Petrović, 1997; Jašić i Begić, 2008). U animalnim kao i u biljnim mastima pored prisutnih gliceridnih komponenata kao što su triacilgliceroli i fosfolipidi, prisutne su u veoma maloj meri i komponente koje se za razliku od gliceridnih komponenata ne saponifikuju sa alkalijama, pa su nazvane negliceridnim (neosapunjivim materijama). Najvažniju grupu negliceridnih sastojaka lipida čine liposolubilni vitamini (A, D, E i K) i steroli. Ova jedinjenja, nasuprot lipidima, imaju ciklični ugljovodonični skelet. Ciklične ugljovodonike karakteriše i prisustvo hidrofilnih funkcionalnih grupa, što doprinosi njihovoj manjoj rastvorljivosti u vodi (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980; Rede i Petrović, 1997; Gunstone, 2007).

Vitamin E (α -tokoferol) sadrži ciklični deo molekula u kome postoji hidrofilna OH grupa i bočni ugljovodonični ostatak koji je jako hidrofoban. Rastvorljivost ovog molekula u vodi je neznatna, zbog njegovog pretežno hidrofobnog karaktera. Takođe, od značaja je što je hidrofilna grupa podložna oksidaciji, što vitamin E čini jednim od najvažnijih prirodnih antioksidanata. Nađeno je da nedostatak α -tokoferola dovodi do distrofije mišića, smanjenja reprodukcije, smanjenja otpornosti prema hemolizi i pojave anemije. U zavisnosti od režima ishrane sadržaj α -tokoferola u svinjskom mesu se kreće od 1-5 mg/kg. Dodaci suplemenata bogatih α -tokoferolom, kao i ishrana bogata lanenim i repičinim uljem dovodi do porasta sadržaja ovog nutrijenta u mišićima (Zanardi i dr., 1999). Vitamini A, D i K su slične strukture kao vitamin E, sadrže ciklični deo molekula i ugljovodonični lanac. Pretežno hidrofobna struktura ovih molekula odgovorna je za slabu rastvorljivost ovih vitamina u vodi, ali i za dobru rastvorljivost u organskim rastvaračima. U svim uljima i mastima pronađeni su visokomolekularni derivati ciklopentanofenantrena, nazvani steroli. Njihov sadržaj kreće se u širokim granicama od 0,03-1,0%. Prema poreklu svi steroli se mogu podeliti na zoosterole i fitosterole (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980).

2.1.2. Masne kiseline

Najzastupljeniji konstituenti u molekulu triacilglicerola su masne kiseline koje u najvećoj meri utiču i na svojstva triacilglicerola. Molekulska masa ostatka masnih kiselina, zavisno od vrste masti, iznosi 650 do 970, a molekulska masa glicerolnog dela iznosi 41. Masne kiseline predstavljaju reaktivni deo molekula glicerida, pa je poznavanje hemijskih i

fizičkih karakteristika masnih kiselina bitno za poznavanje svojstava glicerida. To je razlog da se kod izučavanja sastava jestivih masti prethodno razmatra sastav i svojstva masnih kiselina koje se nalaze u biljnim uljima i animalnim tkivima (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980; Kravić, 2010). Masne kiseline su slabe organske kiseline koje disociraju uz izdvajanje jednog protona i stvaranje anjona. U molekulu svake masne kiseline (R-COOH) ima dva različita dela: ugljovodonični niz R- i karboksilna grupa -COOH. Ugljovodonični niz može biti kraći ili duži. U prirodnim mastima nalaze se masne kiseline od 4 do 22 C-atoma. Masne kiseline mogu biti zasićene ili različitog stepena nezasićenja, pa je glavna podela masnih kiselina na zasićene i nezasićene. Najveći broj masnih kiselina ima svoj uobičajen, trivijalni, naziv, veoma često prema vrsti masti u kojoj preovladava. Po ženevskoj nomenklaturi svaka masna kiselina je dobila i sistematsko ime, prema ugljovodoniku sa istim brojem C-atoma, a u zavisnosti od broja dvostrukih veza u molekulu (Gunstone i dr., 2007; Dimić, 2005; Webb i O'Neill, 2008; Kravić, 2010).

Tabela 2.1. Masnokiselinski sastav (%) nekih animalnih tkiva (Rede i Petrović, 1997)

Masnokiselinski sastav (%)	Svinje		Goveda		Ovce	
	Potkožno masno tkivo	Masno tkivo oko bubrega	Potkožno masno tkivo	Masno tkivo oko bubrega	Potkožno masno tkivo	Masno tkivo oko bubrega
Laurinska	trag.	trag.	0,1	0,2	0,1	0,1
Miristinska	1,3	0,1	4,0	4,5	3,2	2,6
Palmitinska	28,3	30,1	28,0	27,4	28,0	28,0
Stearinska	11,9	16,2	17,0	21,1	24,8	26,8
Arahinska	trag.	trag.	trag.	0,6	1,6	2,6
Ukupno zasićene masne kiseline	41,5	47,3	49,0	53,7	57,7	59,5
Palmitooleinska	2,7	2,7	2,0	2,0	1,3	1,9
Oleinska	47,5	40,9	36,0	41,6	36,4	34,2
Linolna	6,0	7,1	11,8	1,8	3,5	4,0
Linolenska	0,2	0,3	0,2	0,5	0,5	0,6
Arahidonska	2,1	1,7	1,0	0,4	0,6	0,8
Ukupno nezasićene masne kiseline	58,5	52,7	51,0	46,3	42,3	41,5

Razlikuju se masne kiseline sa parnim i neparnim brojem ugljenikovih atoma različitog stepena razgranatosti. U prirodnim uljima i mastima nalazi se veoma veliki broj masnih kiselina, gde preovlađuju, masne kiseline nerazgranatog lanca, i to skoro redovno sa parnim brojem ugljenikovih atoma i s jednom karboksilnom grupom. Kod zasićenih masnih kiselina radikal je jednostavni parafinski lanac, a svaki ugljenikov atom je zasićen. Zasićenih masnih kiselina ima ceo niz, a opšta formula je $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$. U prirodnim uljima i mastima najčešće se nalaze zasićene masne kiseline od C_4 do C_{22} . Masne kiseline sa 24 i 26 ugljenikovih atoma nalaze se u voskovima. Tačka topljenja masnih kiselina raste sa povećanjem broja C-atoma u molekulu (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980; Gunstone i dr., 2007). Poznavanje sadržaja i sastava zasićenih masnih kiselina u hrani veoma je bitno, jer se smatra da konzumiranje namirnica bogatih sa, pre svega, laurinskom, miristinskom i palmitinskom kiselinom utiče na razvoj bolesti srca i krvnih sudova (Vasilev, 2010).

Masne kiseline koje imaju u molekulu jednu ili više dvostrukih veza pripadaju grupi nezasićenih masnih kiselina. Zavisno od broja dvostrukih veza, nezasićene masne kiseline se dele na mono (s jednom) i polinezasićene (sa više dvostrukih veza). U animalnim tkivima najviše su zastupljene nezasićene masne kiseline sa osamnaest ugljenikovih atoma i jednom, dve ili tri dvostruke veze. Kako reaktivnost zavisi od položaja i broja dvostrukih veza veoma je važno poznavanje nezasićenosti i položaja dvostrukih veza masnih kiselina da bi se procenile reakcije koje mogu nastupiti. U novijoj literaturi položaj dvostruke veze označava se sa n (ω) i brojem C-atoma na kojem je poslednja dvostruka veza računajući od karboksilne grupe (Piletić i dr., 1993; Webb i O'Neill, 2008).

Nezasićene masne kiseline mogu biti u *cis*- i *trans*- obliku zavisno od prostorne konfiguracije delova molekula sa obe strane dvostruke veze. Hemijski sastav oba oblika je isti, ali se po fizičkim osobinama *cis*- i *trans*- oblik bitno razlikuju. Broj *cis*- i *trans*- izomera neke masne kiseline zavisi od broja dvostrukih veza (Fahy i dr., 2005; Gunstone i dr., 2007). Početkom devedesetih godina u žižu istraživačkog interesovanja dospeli su *trans*- izomeri i njihov uticaj na proces aterogeneze. Iako nisu uvek direktni izazivači, *trans* masne kiseline utiču na nastanak i razvoj različitih poremećaja u organizmu. *Trans* masne kiseline dovode do značajnog porasta ukupnog i LDL holesterola (lipoproteini male gustine), a snižavaju nivo HDL holesterola (lipoproteini velike gustine). Osim toga, *trans* masne kiseline dovode se u vezu i sa razvojem nekih karcinoma, dijabetesa tipa 2, alergijom i astmom kod dece i trombozama (Stender i Dyerberg, 2003). U odnosu na laurinsku, miristinsku i palmitinsku

kiselinu, *trans* masne kiseline imaju čak i do deset puta veći uticaj na razvitak bolesti srca i krvnih sudova. Zbog štetnog uticaja po zdravlje potrošača u Danskoj 2003. godine donet je zakon o maksimalnom dozvoljenom sadržaju *trans* masti u ishrani (maksimalno 2% *trans* masti na ukupan sadržaj masti). Zakon se ne odnosi na animlane proizvode kao što su meso i mleko. U odnosu na goveđe i jagnjeće meso, koje sadrži *trans* masne kiseline preko 3% u odnosu na sadržaj ukupnih masnih kiselina, sadržaj *trans* masnih kiselina u svinjskom mesu je veoma nizak i kreće se u izosu od oko 0,5% (Kravić, 2010).

Međutim, za razliku od svinjskog mesa, goveđe meso sadrži značajniju količinu *trans* izomera konjugovane linolne kiseline, koja pokazuje niz pozitivnih efekata na ljudsko zdravlje. Eksperimenti na životinjama pokazali su da konjugati linolne kiseline dovode do snižavanja ukupnog i LDL holesterola i triacilglicerola, što utiče na smanjenje indeksa ateroskleroze. Dokazano je da *cis9*, *trans12* izomer konjugovane linolne kiseline sprečava procese koji dovode do ateroskleroze, dijabetesa i hroničnih upala i karcinoma, dok izomer *trans10*, *cis12* poseduje negativan efekat po zdravlje ljudi (Kravić, 2010). Stoga se preporuke Svetske zdravstvene organizacije odnose na smanjenje udela zasićenih masnih kiselina na manje od 10% u ukupnim masnim kiselinama, a udeo *trans* masnih kiselina, u cilju prevencije kardiovaskularnih oboljenja je ograničen na sadržaj manji od 1% od dnevno potrebne energije (WHO, 2003).

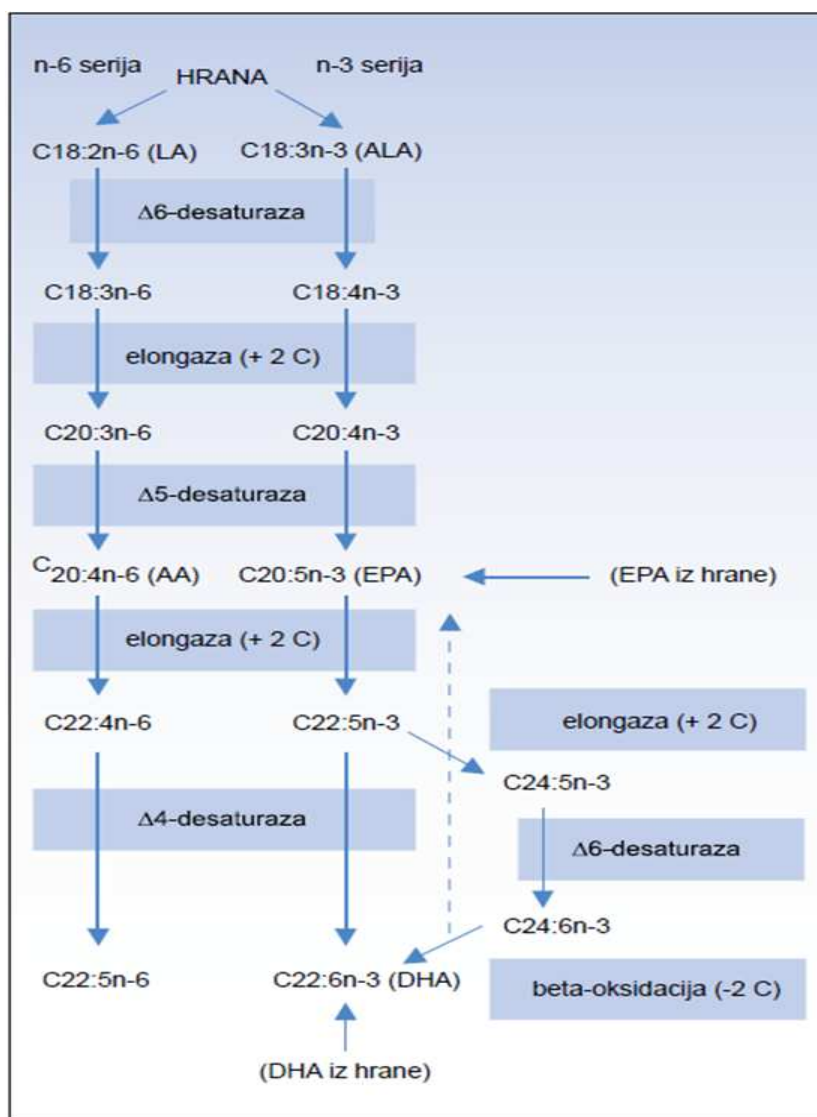
Esencijalne masne kiseline

Esencijalne masne kiseline organizam ne može sintetisati, one se moraju unositi putem hrane. Organizam čoveka i životinja nije sposoban da sintetiše linolnu i α -linolensku kiselinu, te su one označene kao esencijalne masne kiseline. Značajan izvor linolne kiseline predstavljaju ulje suncokreta, soje, kukuruza i šafrana, dok ulja soje, repice i lana predstavljaju najznačajniji izvor α -linolenske kiseline. Ove polinezasićene masne kiseline imaju različitu fiziološku ulogu i prekursori su hormonskih supstanci koje regulišu različite biohemijske procese u organizmu (Kravić, 2010). Na slici 2.1. dat je prikaz transformacije esencijalnih masnih kiselina pod dejstvom enzimskog sistema u organizmu čoveka.

Konverzija esencijalnih masnih kiselina u metabolički aktivne prostaglandine i leukotriene od posebnog je značaja za sintezu hormona. Hranom unete esencijalne masne kiseline se u ljudskom organizmu transformišu u više nezasićene masne kiseline, koje

predstavljaju prekursore u izgradnji prostaglandina (Gunstone, 2007; Webb i O'Neill, 2008; Kravić, 2010).

Nedostatak esencijalnih masnih kiselina u organizmu dovodi do brojnih poremećaja kao što su: poremećaj rasta, gubitak težine, poremećaj u radu bubrega i jetre. Za organizam čoveka posebno su značajne esencijalne, n-3 masne kiseline, eikosapentaenska (EPA) i dokosaheksaenska kiselina (DHA). Povećan unos hrane bogate n-3 masnim kiselinama dovodi do smanjenja nivoa triacilglicerola u krvi, ublažavanja procesa ateroskleroze i koronarnih bolesti. Posebno, nedostatak DHA ima negativne posledice po organizam čoveka, jer je ova masna kiselina gradivni element mozga i membrane fotoreceptora (Erkkilä i dr., 2008; Kravić, 2010).



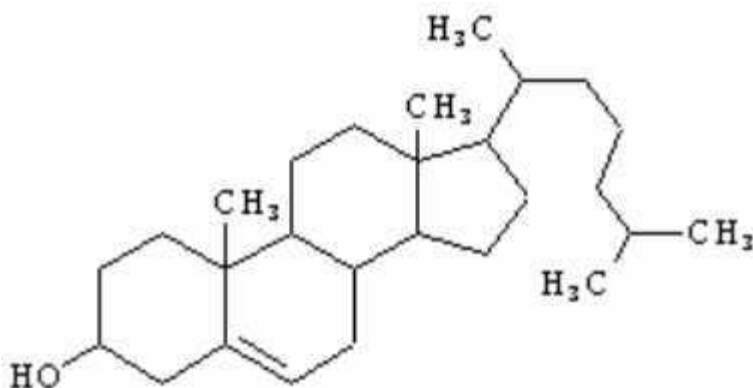
Slika 2.1. Biohemijaska transformacija esencijalnih masnih kiselina (Karolyi, 2007)

Masne kiseline iz porodice esencijalnih masnih kiselina (n-6 i n-3) u organizmu čoveka imaju antagonističko i kompetitivno dejstvo. Povećan unos n-3 masnih kiselina dovodi do smanjenja desaturacije linolne kiseline i nastanka arahidonske masne kiseline. Povećani unos n-3 masnih kiselina putem hrane dugoročno povećava sintezu EPA i DHA u organizmu, istovremeno umanjujući sintezu n-6 metabolita dugih lanaca u organizmu što deluje preventivno na bolesti srca i krvnih sudova (Simopoulos, 2002; Zhao i dr., 2004; Givens i dr., 2006). Polinezasićene EPA i DHA (n-3 masne kiseline) iz hrane brže se ugrađuju u ćelijske membrane te je njihov biološki učinak veći u odnosu na biološko delovanje n-6 masnih kiselina, koje se u organizmu prevode u EPA (Simopoulos, 2002; Givens i dr., 2006). Povećanje unosa n-3 masnih kiselina dugih lanaca u ljudskoj ishrani može se ostvariti putem uzimanja dijetetskih dodataka, npr. u vidu kapsula ribljeg ulja, putem povećanja konzumacije plave morske ribe ili posredno, obogaćivanjem animalnih namirnica (mesa, mleka i jaja) s dugolančanim n-3 polinezasićenim masnim kiselinama putem ishrane životinja hranivima bogatima sa n-3 masnim kiselinama (Raes i dr., 2004). Zdravstveno preporučeni odnos n-6/n-3 PUFA u ishrani iznosi 4 i manje (Department of Health, 1994). Izračunava se kao odnos suma svih n-6 i svih n-3 masnih kiselina (De Smet i dr., 2004; Raes i dr., 2004). Prema novim preporukama Svetska zdravstvene organizacije, udeo ukupnih n-6 masnih kiselina u ukupnom unosu energije u ishrani trebao bi se kretati od 5 do 8 %, a udeo ukupnih n-3 masnih kiselina od 1 do 2 % (WHO, 2003). Prema preporukama Britanskog instituta za zdravlje odnos polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina u proizvodu bi trebalo da bude veći od 0,45, da bi se namirnica mogla deklarirati kao proizvod visoke nutritivne vrednosti (Campos i dr., 2013)

Međutim, zbog prisustva velikog broja dvostrukih veza polinezasićene, esencijalne masne kiseline su veoma podložne oksidaciji, kako u organizmu tako i u hrani, što dovodi do nastanka slobodnih radikala i drugih produkata oksidacije. Stoga ishranu bogatu esencijalnim masnim kiselinama treba da prati unošenje određenih količina antioksidanasa, najčešće vitamina E (Kravić, 2010).

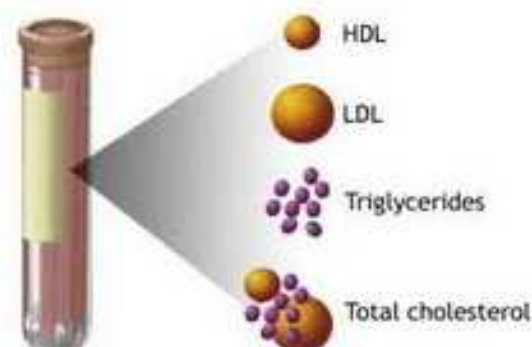
2.1.3. Holesterol

Holesterol je još jedan alkohol pored glicerola, koji se sreće u esterifikovanom obliku, ali i kao slobodan. To je jedini sterol pronađen kod sisara. U membrani mišićnih ćelija holesterol čini 25-30% lipidne faze.



Slika 2.2. Struktura molekula holesterola

Holesterol igra važnu biološku ulogu u ljudskom organizmu, pošto je prethodnik u sintezi svih steroidnih hormona, vitamina D, žučne kiseline i omogućuje ravnotežu i fluidnost ćelijskih membrana u svim tkivima, pa i mišićima (Pearson, 1983; Rede i Petrović, 1997). Takođe, holesterol ima značajnu ulogu u regulaciji funkcije membranskih proteina, ali i u regulaciji brojnih transmembranskih procesa. U ljudskom organizmu dnevno se konvertuje oko 400 mg holesterola u žučne kiseline, a oko 50 mg holesterola transformiše se u hormone. U velikoj meri holesterol je prisutan u krvi (oko 2 mg/ml krvi), ali i u mozgu čoveka i životinja (10-20 mg/g). Holesterol se u krvi nalazi u svom specifičnom obliku, u vidu lipoproteinskih kompleksa (VLDL, LDL, HDL).



Slika 2.3. Osnovne lipidne komponente u krvi

VLDL su lipoproteinski kompleksi veoma male gustine, predstavljaju depo, pre svega triacilglicerola, a u organizmu vrše ulogu transporta triacilglicerola, i delom holesterola do perifernih tkiva. LDL, lipoproteini male gustine, nastaju iz VLDL pod dejstvom lipoprotein-lipaze i holesterol-acil transferaze. Njihova osnovna fiziološka uloga ogleda se u transportu holesterola u sve ćelije organizma. HDL, lipoproteini velike gustine, pretežno se sintetišu u jetri, a delom i u tankom crevu. U organizmu obavljaju dve osnovne uloge: razgradnju triacilglicerola i transport viška holesterola iz perifernih tkiva do jetre (Rede i Petrović, 1997; Babić i dr., 2002).

Tabela 2.2. Struktura lipoproteina u krvi čoveka (mg/dl) (Babić i dr., 2002)

Lipoproteinski kompleksi	Triacilgliceroli	Neesterifikovan holestrol	Esterifikovan holesterol	Fosfolipidi	Proteini
VLDL	55-65	10	5	15-20	10
LDL	10	8	37	22	25
HDL	3-8	3	15	30	45-55

Veoma važno je istaći da nizak sadržaj HDL-holesterola u krvi (<40 mg/dl krvi za muškarce i <50 mg/dl za žene), predstavlja jedan od najznačajnijih uzročnika pojave *Metaboličkog sindroma* kod ljudi (Bray, 2005). Zbog štetnog uticaja holesterola na pojavu ateroskleroze i koronarnih bolesti kod ljudi, prisustvo holesterola se veoma mnogo izučavalo poslednjih godina. Brojni autori ukazali su i na značajan uticaj ishrane sa visokim sadržajem holesterola na pojavu određenih vrsta kancera (Baggio i Bragagnolo, 2006). Međutim, novija istraživanja ukazuju da na povećan nivo holesterola u krvi kod ljudi značajniju ulogu ima genetska osnova u odnosu na ishranu bogatu holesterolom. Otkrivanjem CETP gena koji je odgovoran za transport i apsorpciju holesterola između lipoproteina male i velike gustine, a samim tim i na odnos LDL/HDL u krvi u velikoj meri je objašnjeno da genetska predispozicija kod ljudi ima značajnu ulogu na pojavu ateroskleroze (Chizzolini i dr., 1999). Sa druge strane, dokazano je da čovek apsorbira samo 10-50% holesterola unetog putem hrane, a da korelacija između količine holesterola koja se unese putem hrane i njegove koncentracije u serumu nije signifikantna (Rede i Petrović, 1997). U severnom delu Finske utvrđen je veoma nizak nivo mortaliteta kod ljudi uprkos veoma visokom odnosu LDL/HDL. Ova pojava objašnjava se visokim udelom α -tokoferola i selena u krvi, zahvaljujući ishrani bogatoj ovim nutritivnim elementima. Takođe, Chizzolini i dr. (1999) utvrdili su da povećan nivo

zasićenih masnih kiselina utiče na povećanje LDL holesterola, dok povećanje sadržaja polinezasićenih masnih kiselina utiče na njegovo smanjenje. Osim toga, veoma je značajno otkriće da stearinska kiselina (C18:0) i palmitinska kiselina nemaju negativan uticaj na povećanje LDL holesterola, a da negativan uticaj na zdravlje ljudi ima konzumiranje hrane bogate, miristinom kiselinom (Vasilev, 2010; Campos i dr., 2013). Sa druge strane, smanjenju nivoa LDL holesterola u krvi najviše doprinosi povećan udeo esencijalne n-6 linolne kiseline, dok povećan udeo n-3 linolenske kiseline doprinosi najviše smanjenju nivoa triacilglicerola u krvi. Mononezasićene masne kiseline nemaju značajan uticaj na nivo holesterola i triacilglicerola u krvi čoveka. Na osnovu obimnih istraživanja, brojne zdravstvene institucije propisale su da dnevne doze unetog holesterola ne bi trebalo da prelaze količinu od 300 mg, a da udeo masti u ishrani čini 15-30% energetske vrednosti (Chizzolini i dr., 1999; O’Keeffe i St-Onge, 2013). U Tabeli 2.3. prikazan je sadržaj holesterola u mesu i proizvodima od mesa. Na sadržaj holesterola u mesu i masnom tkivu svinja ishrana ima veoma mali uticaj, a uticaj pola, starosti i fiziološke zrelosti životinja je gotovo zanemarljiv.

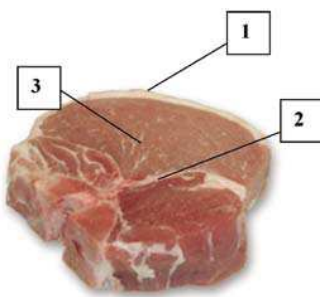
Tabela 2.3.Sadržaj holesterola u mesu i proizvodima od mesa

Namirnica	Sadržaj holesterola (mg/100g)	Literatura
Svinjsko meso	60	Petrović i dr., 2010a
Svinjsko meso (Landras)	52	
Svinjsko meso (Mangulica)	45	
Čvrsto masno tkivo (Landras)	47	Stajić i dr., 2011
Čvrsto masno tkivo (Mangulica)	36	
Goveđe meso	60	Orczewska-Dudekisar.,2012
Pileće grudi	56	
Pileći batac	84	Piironen i dr., 2002
Sremska kobasica	44	Stajić i dr., 2011
<i>Salami Milano</i>	110	Zanardi i dr., 2002
Šunka Parma	80	Orczewska-Dudek i dr., 2012

Značajne razlike u sadržaju holesterola utvrđene su između različitih grupa mišića. Mišići koji sadrže veći udeo crvenih mišićnih vlakana imaju i veći udeo holesterola. Generalno, crvena mišićna vlakna imaju manji volumen te na poprečnom preseku mišića sa dominantnim udelom crvenih mišićnih vlakana zapaža se i veći broj mišićnih ćelija, a samim tim i veći broj sarkolema, koje predstavljaju osnovni depo holesterola u mišićnim ćelijama. Za razliku od mišićnih ćelija gde je 60-80% holesterola inkorporirano u ćelijskoj membrani a ostatak u citoplazmi, ćelijske membrane masnih ćelija sadrže oko 10% holesterola, dok je u citoplazmi masnih ćelija akumuliran ostatak holesterola (oko 90%) (Chizzolini dr., 1999). Sa porastom sadržaja intramuskularne masnoće, smanjuje se sadržaj holesterola u ćelijskim membranama, uz istovremeno povećanje udela holesterola u citoplazmi, ali ne dolazi do značajnije promene sadržaja ukupnog holesterola u mišićima (Kouba i Mourot, 2011).

2.2. STRUKTURA I HEMIJSKI SASTAV MASNOG TKIVA SVINJA

Masno tkivo izgrađuju mnogobrojne masne ćelije infiltrirane u rastersitom vezivnom tkivu. Ćelije masnog tkiva (adipociti, lipociti) potiču od nediferencirane mezenhimske ćelije. Masne ćelije su ispunjene masnim kapljicama koje čine proste masti, triacilgliceroli. Masno tkivo se razlikuje po rasprostranjenosti u telu životinje, boji i konzistenciji. Žuta boja masnog tkiva potiče od karotena, koji se primarno unosi hranom. Neposredno nakon klanja, masno tkivo je mekše konzistencije, a hlađenjem dolazi do očvršćavanja masti, te ono postaje manje ili više čvrsto. Konzistencija ohlađenog masnog tkiva zavisi od zastupljenosti vezivnotkivnih vlakana i masnokiselinskog sastava triacilglicerola (Rede i Petrović, 1997; Vuković, 2012). U odnosu na masno tkivo goveda koje sadrži visok sadržaj stearinske masne kiseline, masno tkivo svinja ima visok sadržaj nezasićene oleinske kiseline, te je mekše konzistencije (Rede i Petrović, 1997; Vuković, 2012).



Slika 2.4. Depoi masnog tkiva u mesu: 1. Potkožno masno tkivo, 2. Intermuskularno i 3. Intramuskularno masno tkivo (Gubić, 2010)

U organizmu životinja masno tkivo je deponovano u mišićima (intramuskularno masno tkivo), kao i u prostoru između mišića (intermuskularno masno tkivo), ispod kože (potkožno masno tkivo) i u telesnim šupljinama. Masno tkivo deponovano u prostoru između mišića, ispod kože i u telesnim šupljinama predstavlja ekstramuskularno masno tkivo (Grebens, 2004). Potkožno masno tkivo čini najmanje 80% od ukupnog masnog tkiva industrijskih genotipova svinja (Girard i dr., 1988). Zato je ovo masno tkivo u velikoj meri proučavano. Potkožno masno tkivo, slanina, razvrstava se u praksi na čvrsto i meko. Čvrsto masno tkivo je bogatije vezivnotkivnim vlaknima, ima zrnastu strukturu i čvršću konzistenciju i u njega spadaju slanina podbradnjaka, vrata, grebena i leđa. U proseku, potkožno masno tkivo sadrži 75-80% lipida, 5-15% vode i mali procenat proteina kao i kolagena. Lipidi u potkožnom masnom tkivu uglavnom su u formi triacilglicerola (TAG; najmanje 99%) sa malom količinom slobodnog holesterola i razgradnih produkata triacilglicerola kao što su diacil i monoacil-glicerol, slobodne masne kiseline (Girard i dr., 1988). Prosečan masnokiselinski sastav potkožnog masnog tkiva komercijalne svinje čine: zasićene masne kiseline (36%), mononezasićene masne kiseline (44%) i polinezasićene masne kiseline (12%) (Davenel i dr., 1999).

U poslednje vreme, istraživanja su usmerena na izučavanje strukture triacilglicerola potkožnog masnog tkiva, jer triacilgliceroli potkožnog masnog tkiva predstavljaju najveći depo masnih kiselina. Većina fizičkih i hemijskih svojstava ekstramuskularnog masnog tkiva lipida zavisi od strukture triacilglicerola. Najzastupljeniji triacilgliceroli potkožnog masnog tkiva svinja uzgajanih u industrijskim uslovima su: POO (38%), PSO (24%), POL (13%) i OOO, PSL, PPO, OOL (3% svaki) gde P, S, O, L označavaju palmitinsku, stearinsku, oleinsku i linolnu kiselinu (Davenel i dr., 1999). Struktura triacilglicerola potkožnog masnog tkiva zavisi od masnokiselinskog sastava. Uprkos tome što se veoma malo zna o faktorima koji utiču na razlike u strukturi triacilglicerola masnog tkiva svinja, pretpostavlja se da su slični onima koji utiču na razlike u masnokiselinskom sastavu (Davenel i dr., 1999; Riaublanc i dr., 1999; Gandemer i dr., 2000).

Tabela 2.4. Sadržaj masnih kiselina i triacilglicerola u potkožnom masnom tkivu svinja iz različitih evropskih regija (Gandemer, 2002)

	Parma	Bayone	Korzikanska	Serano	Iberijska
Masne kiseline					
C16:0	22,7	22,2	21,6	21,0	20,4
C18:0	12,4	12,9	12,1	11,2	10,6
C18:1	48,7	49,1	51,7	51,5	54,9
C18:2 n-6	10,7	9,9	8,7	10,2	8,4
C18:3 n-3	0,4	0,7	1,0	0,8	0,6
Triacilgliceroli					
PSO	26,0	27,5	25,6	19,9	18,9
POO	43,0	41,6	42,9	45,8	47,8
OOO	4,0	4,4	6,5	6,2	10,9
OOL	1,8	1,9	2,2	2,7	3,0

P- palmitinska kiselina; S- stearinska kiselina; O- oleinska kiselina; L- linolna kiselina;

Intramuskularni lipidi se nalaze u intramuskularnom masnom tkivu i u mišićnim vlaknima. Sadržaj intramuskularnog masnog tkiva utiče na ukus, sočnost, izgled i nutritivna svojstva mesa (Higgs, 2002; Miller, 2002). Poznato je da je mali udeo intramuskularne masnoće povezan sa smanjenjem sočnosti mesa.

Međutim, ni previsok sadržaj intramuskularne masnoće (>6 %) nije poželjan, jer zbog povećane vidljivosti masnoće u mesu – mramoriranosti, može delovati odbojno na potrošača. Optimalni udeo intramuskularne masnoće u svinjskom mesu iznosi između 2,5 i 3% (Verbeke i sur., 1999; Miller, 2002; Resurreccion, 2003; Grebens, 2004). Intramuskularno masno tkivo se sastoji od ćelija koje se nalaze duž vlakna i interfascikularnoj oblasti. Masne ćelije su izolovane ili su u grupama. One sadrže isključivo triacilglicerole. Lipidi mišićnih vlakana nalaze se u sarkoplazmi u formi triacilglicerola, a u ćelijskim membranama zastupljeni su uglavnom u formi fosfolipida i holesterola (Gandemer, 2002).

Tabela 2.5. Sadržaj lipida i masnokiselinski sastav intramuskularnog masnog tkiva svinja iz različitih evropskih regija (Gandemer i dr., 2002)

	Iberijska	Korzikanska	Serano	Bayonne
Sadržaj lipida (%)				
Ukupni lipidi	9,3	5,3	3,5	2,6
Masne kiseline (%)	8,6	4,6	2,7	2,0
Triacilgliceroli	0,72	0,71	0,75	0,6
Zasićene	32,1	27,6	35,3	37,1
Mononezasićene	62,3	65,1	55,9	57,8
n-6	5,0	6,5	7,9	4,8
n-3	0,6	0,8	0,9	0,4
Polinezasićene	5,6	7,3	8,8	5,2
Fosfolipidi (%)				
Zasićene	30,5	29,4	31,4	29,5
Mononezasićene	21,1	15,6	18,2	21,4
C18:2 n-6	31,4	33,8	30,6	32,2
20:4 n-6	11,8	14,6	12,1	10,8
n-6	45,5	50,6	46,1	46,0
n-3	2,9	4,5	4,3	3,1
Polinezasićene	48,4	55,0	50,4	49,1

Udeo triacilglicerola u vlaknima je mali u odnosu na ukupne intramuskularne triacilglicerole (Raes i dr., 2004). Sadržaj intramuskularnih lipida u mišićima industrijskog genotipa kreće se u intervalu od 2,5-3,5% (Girard i dr., 1988), dok svinje gajene u tradicionalnim sistemima imaju visok sadržaj intramuskularnih lipida. Naime, mišići svinja iberijskog i, u manjoj meri korzikanskog tipa sadrže od 7-12% intramuskularnih lipida. Ove razlike uglavnom se odnose na sadržaj triacilglicerola. Razlike u sastavu masnih kiselina u fosfolipidima mišića veoma su male bez obzira na genotip i način ishrane svinja. Masnokiselinski sastav triacilglicerola u mišićima je sličan masnokiselinskom sastavu ekstramuskularnog masnog tkiva. Nasuprot tome, fosfolipide karakteriše visok udeo polinezasićenih masnih kiselina (45-55%), gde najmanje 1/3 čine dugi lanci polinezasićenih masnih kiselina sa 3, 4, 5 ili 6 dvostrukih veza. Prisustvo ovih masnih kiselina objašnjava

zašto su fosfolipidi osnovni nosioci oksidacije u mišićima (Gandemer, 1999; Gandemer, 2002; Teyeda i dr., 2002; Raes i dr., 2004).

Uticaj različitih faktora na masnokiselinski sastav masnog tkiva svinja

Masnokiselinski sastav masnog tkiva svinja zavisi od brojnih faktora kao što su rasa, pol, strost, fiziološka zrelost, ishrana. Uticaj rase na masnokiselinski sastav masnog tkiva svinja dovodi se u vezu sa sporijim nakupljanjem naslaga potkožnog i intramuskularnog masnog tkiva plemenitih rasa, naročito tokom perioda intenzivnog tova (Wood i dr., 2004; Wood i dr., 2008). Svinje različitih rasa imaju različit masnokiselinski sastav intramuskularnih lipida, kao i značajno različitu debljinu potkožnog masnog tkiva i sadržaj ukupnih lipida (tabela 2.6). Razlike u sastavu masnih kiselina intramuskularnih triacilglicerola nalaze se pod kontrolom velikih recesivnih gena, koji su nazvani HIMF geni (Gandemer i dr., 2002).

Sinteza zasićenih i mononezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu svinja odvija se po mehanizmu *de novo* za razliku od polinezasićenih koje se isključivo unose hranom, što dovodi do povećanja udela zasićenih i mononezasićenih, a smanjenja udela polinezasićenih masnih kiselina tokom intenzivnog tova (Kouba i Mourot., 2011). Genralno, dužina tova utiče na povećanje sadržaja zasićenih masnih kiselina, pre svega stearinske kiseline, uz istovremeno smanjenje akumulacije polinezasićenih masnih kiselina (linolne i linolenske) u masnom i mišićnom tkivu svinja (Kouba i dr., 2003; Wood i dr., 2004; Teye, 2009). Takođe i pol utiče na masnokiselinski sastav masnog tkiva svinja. Nerasti starosti do 6 meseci u poređenju sa nazimicama iste rase i starosti imaju veći sadržaj masnog tkiva što za posledicu ima i veći udeo zasićenih i mononezasićenih, a manji udeo polinezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu (Wood i dr., 2008). Ishrana ima najveći uticaj na masnokiselinski sastav svinjskog mesa. U poslednje vreme intencija je da se ishranom svinja masnokiselinski sastav dovede do nivoa optimalnog po zdravlje potrošača ($P/S > 0,7$; $n-6/n-3 < 5$), a da se pri tome sačuvaju optimalna senzorna svojstva karakteristična za svinjsko meso (Raes i dr., 2004). Wood i dr. (2004) pronašli su lineranu zavisnost između sadržaja polinezasićenih masnih kiselina u hranivu i u masnom tkivu svinja. Hranivo obogaćeno žitaricama i uljaricama sa visokim sadržajem linolne i linolenske kiseline dovodi do porasta udela polinezasićenih masnih kiselina u masnom tkivu svinja. Ishrana obogaćena lanenim uljem može da dovede do porasta sadržaja n-3 masnih kiselina i do 4-5 puta u odnosu na svinje hranjenje na konvencionalan način, dok sa povećanjem udela soje u hranivu od 30% dolazi i do povećanja sadržaja linolne kiseline u intramuskularnom masnom tkivu od 1,9% (Wood i dr., 2008).

Tabela 2.6. Debljina potkožnog masnog tkiva, struktura lipida i masnokiselinski sastav *M. longissimus dorsi* 4 rase svinja (Wood i dr., 2004)

	Berkšir	Durok	Jorkšir	„Tamworth“
Debljina potkožnog masnog tkiva (mm)	15	9	8	15
Sadržaj fosfolipida	0,39	0,42	0,38	0,38
Sadržaj neutralnih lipida	1,67	1,35	0,60	0,82
Sadržaj ukupnih lipida	2,05	1,77	0,97	1,20
C18:1 n-9	33,5	29,8	27,9	29,4
C18:2 n 6	11,8	166	19,4	15,9

Tamworth- irska autohtona rasa svinja

Takođe, Enser i dr. (2000) utvrdili su linearnu vezu između sadržaja linolne i linolenske kiseline u hranivu sa sadržajem ovih masnih kiselina u, ne samo ekstramuskularnom i intrarmuskularnom masnom tkivu, već i u fosfolipidima.

Tabela 2.7. Promena masnokiselinskog sastava *M. Longissimus dorsi* svinja hranjenih sa dodatkom lanenog ulja (6%) tokom 100 dana tova (Kouba i dr., 2003)

Masne kiseline	Kontrolna grupa			Ishrana obogaćena sa lanenim uljem		
	20 dana	60 dana	100 dana	20 dana	60 dana	100 dana
C14:0	1,13	1,26	1,36	0,99	1,15	1,30
C16:0	22,2	23,9	24,6	21,7	22,9	23,8
C16:1	3,43	3,63	4,04	2,69	3,31	3,62
C18:0	10,7	11,70	11,70	11,5	11,2	11,3
C18:1	37,5	42,7	43,6	35,3	39,0	42,7
C18:2 n-6	14,7	9,69	8,04	15,6	12,4	8,90
C20:1	0,52	0,58	0,62	0,52	0,49	0,57
C18:3 n-3	0,97	0,65	0,48	2,77	3,00	2,19
C20:4 n-6	2,93	2,07	2,06	2,70	1,79	1,42
P/Z	0,60	0,37	0,31	0,97	0,54	0,38

P-polinezasićene masne kiseline; Z-zasićene masne kiseline

Sa druge strane, rezultati autora Enser i dr. (2000) i Nguyen i dr. (2003) ukazuju na manji uticaj ishrane bogate n-6 i n-3 masnim kiselinama na povećanje sadržaja ovih masnih kiselina u intramuskularnom masnom tkivu u odnosu na ekstramuskularno masno tkivo.

Tabela 2.8. Uticaj ishrane obogaćene lanenim uljem na masnokiselinski sastav intramuskularnog masnog tkiva *M. Longissimus dorsi* svinja (Riley i dr., 2000)

Sadržaj lanenog ulja g/kg	Vreme tova (dani)	LA	ARA	LNA	EPA	DPA	DHA	P/S	n-6/n-3
114	24	14,2	2,70	2,91	0,27	0,74	0,20	0,47	3,8
10	65	13,3	2,59	1,19	0,44	0,81	0,30	0,38	5,8
30	65	12,8	1,28	1,88	0,67	0,94	0,27	0,39	3,0

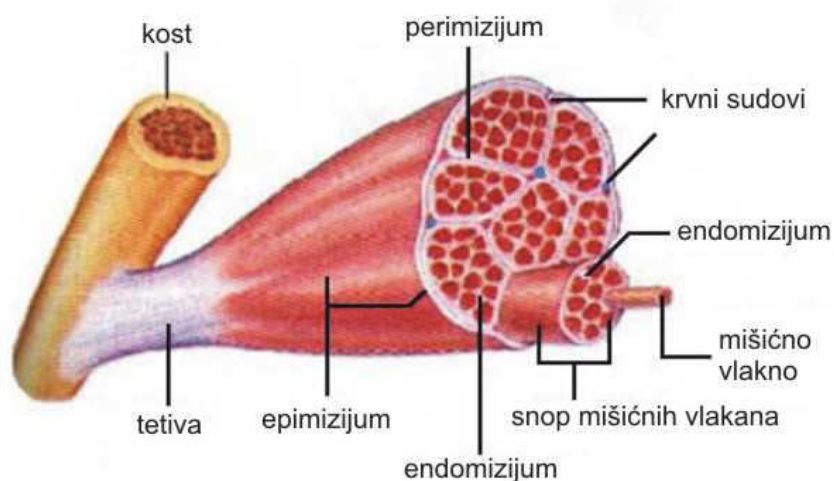
LA-linolna kiselina; ARA-arahidonska kiselina; LNA- linolenska kiselina; EPA-eikosapentaenska kiselina; DPA- dokosapentaenska kiselina; P/S-polinezasićene/zasićene masne kiseline

Generalno, ishrana uljaricama bogatim polinezasićenim masnim kiselinama dovodi do porasta n-6 i n-3 masnih kiselina, kao i EPA, ali nema značajnijeg uticaja na povećanje DHA u svinjskom mesu. Samo ishrana obogaćena ribljim uljem dovodi do porasta ove masne kiseline, koja ima najveći značaj za zdravlje ljudi (Raes i dr., 2004).

Mnogi eksperimenti ukazuju da masnokiselinski sastav pre svega, ekstramuskularnog masnog tkiva zavisi od sadržaja lipida u ishrani. Međutim, u praksi, sadržaj lipida u ishrani je nizak i masti se uglavnom ne dodaju pri intenzivnom uzgoju svinja. Dakle, uticaj lipida pri ishrani svinja na masnokiselinski sastav masnog tkiva nije značajan osim u nekim konkretnim slučajevima, kao što je to slučaj sa ishranom iberijske svinje, čije ekstramuskularno masno tkivo sadrži visok procenat oleinske kiseline, što se objašnjava visokim procentom ove masne kiseline u žiru kojim se svinje hrane u tovnom periodu (Ruiz i dr., 1998). Promene sadržaja proteina u ishrani takođe mogu dovesti do promena masnokiselinskog sastava masnog tkiva. Naime, smanjenje udela proteina u hranivu dovodi do povećanja intramuskularnog masnog tkiva svinja, što se reflektuje na povećanje udela zasićenih i mononezasićenih, a na smanjenje sadržaja polinezasićenih masnih kiselina u masnom i mišićnom tkivu svinja (Teye i dr., 2006).

2.3. STRUKTURA I HEMIJSKI SASTAV SKELETNOG MIŠIĆA SVINJA

Organizam životinja za klanje čine tkiva različitih svojstava i funkcije. Tkiva se mogu podeliti u nekoliko grupa: a) epitelna, b) vezivna, c) potporna, d) mišićna, e) krv i limfa i f) nervno tkivo. Tkiva su sastavljena od jedne ili više vrsta ćelija, međucelijske supstance i vlakana. Umesto međucelijske supstance, u kojoj su smeštene, ćelije mogu biti povezane finim opnama rastresitog vezivnog tkiva. U raznim tkivima nalaze se ćelije različitog izgleda, veličine, građe i različite funkcije. Neka tkiva su izgrađena od jedne vrste, dok su druga sastavljena od dve ili više vrsta funkcionalnih ćelija. Mišićno tkivo se deli na poprečno-prugasto ili skeletno, glatko i srčano mišićno tkivo. Poprečno-prugasto tkivo čini skeletnu muskulaturu, srčano je samo u srcu, dok se glatko mišićno tkivo nalazi u zidovima probavnih organa, krvnih sudova, mokraćovoda i drugih kanala (Rede i Petrović, 1997). Skeletni mišići obavijeni su vezivno-tkivnom tvorevinom koja se naziva epimizijum. Iz njega polaze elementi vezivnog tkiva koji dele mišić formirajući snopiće vlakana. Taj deo vezivnog tkiva naziva se perimizijum. Snopovi mišićnih vlakana mogu biti različitog stepena organizacije, a označavaju se kao primarni, sekundarni i tercijarni. Vrlo fini produžeci vezivnog tkiva obavijaju svako mišićno vlakno i naslanjaju se na pravu ćelijsku membranu. Taj tanak vezivni omotač se naziva endomizijum. Takva građa mišića obezbeđuje njegovu kompaktnost i omogućuje prolaz krvnih sudova i živaca (Rede i Petrović, 1997).

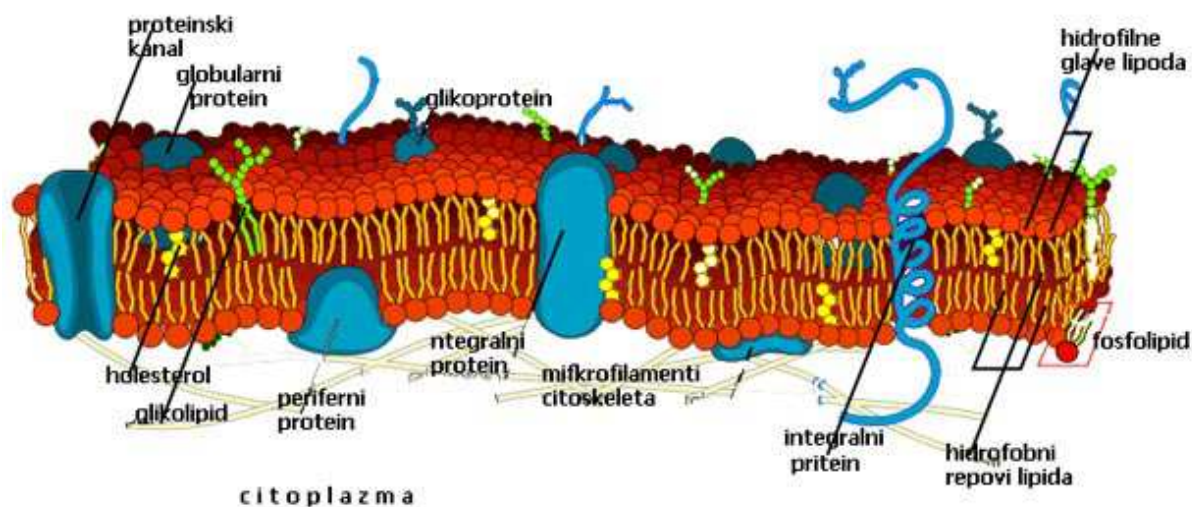


Slika 2.5. Šematski prikaz građe skeletnog mišića (www.tehnologijahrane.com)

Krvni sudovi ulaze u mišiće kroz epimizijum, granaju se u perimizijumu i kao kapilari ulaze u endomizijum (Rede i Petrović, 1997; Tomović, 2012; Ikonić, 2013). Osnovni hemijski sastav skeletnog mišića (mesa u užem smislu) čine sledeće komponente: voda (~75%),

proteini (~19%), lipidi (~2,5%), ugljeni hidrati (~1,2%), neprotinske azotne materije (~1,7%) i ostale neproteinske materije (vitamini, minerali i dr.) (~0,6%). Međutim, mora se imati u vidu da je meso rezultat postmortalne transformacije kompleksnog biološkog tkiva, odnosno mišića, od čije pozicije i uloge u telu za vreme života životinje u velikoj meri zavisi hemijski sastav i nutritivni kvalitet ove visokovredne namirnice. Voda, najzastupljenija komponenta mišića je značajna za proces termoregulacije, kao i za transport hranljivih materija preko vaskularnog sistema do mišića i pojedinačnih ćelija. Proteini, druga najzastupljenija komponenta mišića variraju u rasponu od 16-22% i predstavljaju osnovnu gradivnu i funkcionalnu komponentu mišića. Proteini mesa mogu se podeliti u tri grupe: miofibrilarni, sarkoplazmatski i vezivnotkivni. Lipida posle vode i proteina ima najviše u mišiću (1-13%), a ujedno to je i najpromenljivija komponenta u sastavu mišića, odnosno mesa u užem smislu. Naime, lipidi se nalaze u mišiću (intramuskularno), i to unutar masnih kapljica u sarkoplazmi, kao strukturni elementi samog mišićnog vlakna, kao i u manjem ili većem stepenu deponovani između mišićnih vlakana u endomizijumu ili između mišićnih snopova u perimizijumu (Rede i Petrović, 1997, Ikonić, 2013).

Poprečno-prugasto ili skeletno mišićno tkivo je najvažnije sa stanovišta tehnologije mesa. Ono se sastoji od jako izduženih vlakana. To su mnogojedarne ćelijice, dužine najčešće od 1 do 5cm, a mogu biti duge i do 30 cm. Prečnik im je od 10 do 100 μm , ređe 150 μm . Mišićno vlakno se sastoji od opne (sarkoleme), a ispunjeno je sarkoplazmom, u kojoj su smeštena jedra, miofibrili i druge organele i inkluzije. Sarkolema je fina ovojnica koja obavija čitavo vlakno, a sastoji se od dva sloja, ukupne debljine oko 10 nm. Na spoljni sloj sarkoleme se vezuje međućelijsko vezivno tkivo (endomizijum). Sarkolema je izgrađena od bimolekularnog sloja fosfolipida čiji je nepolarni deo sastavljen od lanaca masnih kiselina, okrenut ka unutra, upravo na ravan membrane. Polarni deo fosfolipida se nalazi na spoljnoj strani i pokriven je slojem proteina i ugljenih hidrata. Osnovna strukturna i funkcionalna komponenta sarkoleme je holesterol. Strukturni elementi membrane drže se međusobno van der Valsovim silama, a polarne veze služe za vezivanje proteina za fosfolipide (Rede i Petrović, 1997).



Slika 2.6. Građa sarkoleme (www.bionet-skola.com)

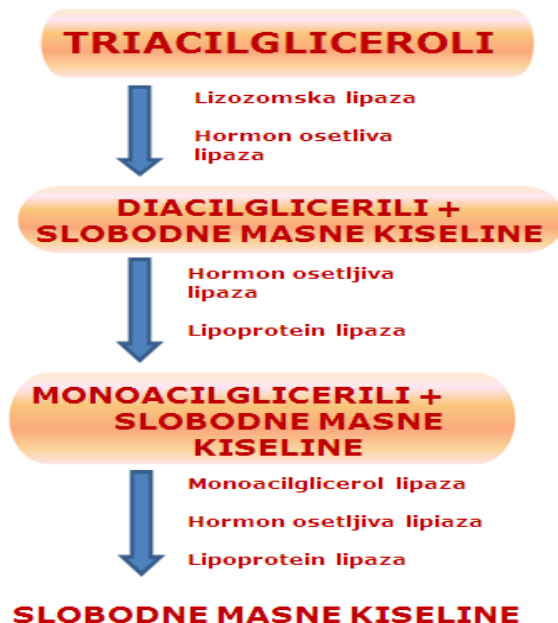
Proteini u ćelijskoj membrani javljaju se kao strukturni elementi i kao enzimi. Sarkolema je mehanički otporniji deo mišićnog vlakna. Sarkoplazma je citoplazma mišićnog vlakna. U njoj su smešteni svi ostali sastojci vlakna. Količina sarkoplazme jako varira u raznim tipovima mišićnih vlakana. Mišićna vlakna sa više sarkoplazme imaju i više mitohondrija, kapljica masti i granula glikogena, kao i mioglobina, pa su ona crvene boje. Takvih vlakana ima više u mišićima koji napornije rade. Jedra se u mišićnim vlaknima nalaze periferno, uz sarkolemu. Ona su duguljastog oblika i položena su u smeru duže osovine vlakna, a dužina im je 8-10 μ m. U svakom vlaknu ima par stotina jedara u kojima se nalaze hromozomi, sastavljeni od gena, a ovi od DNK i proteina. Pored toga što se u jedrima sintetizuju DNK, RNK i proteini, u njima se nalaze i enzimi koji učestvuju u sintezi koenzima NAD i NADP. Funkcionalne organele mišićnih vlakana nazivaju se miofibrili. Položeni su pojedinačno ili u snopovima, paralelno sa osovinom vlakna. Dijametar im je 1-2 μ m, a u jednom vlaknu ih može biti i do 2000. Miofibrili su izgrađeni od vukanaca (miofilamenata), raspoređenih u dva susedna segmenta. Debeli (miozinski) filamenti se nalaze u tamnom, anizotropnom ili A-segmentu, a tanki (aktinski) filamenti se pružaju duž svetlog, izotropnog ili I-segmenta i ulaze u tamni, A-segment između debelih miofilamenata. Pored toga što različito prelamaju svetlost, ovi segmenti se naizmenično smenjuju, a u svim miofibrilima su u istoj visini, te se mišićno vlakno pod mikroskopom vidi kao poprečno prugasto (Rede i Petrović, 1997; Honikel, 1999; Tomović, 2012; Ikonić, 2013).

2.4. LIPOLITIČKE PROMENE U FERMENTISANIM SUVIM KOBASICAMA

Lipoliza je jedan od osnovnih procesa degradacije lipida tokom procesa sušenja i zrenja u proizvodima od mesa i regulisana je skupom specifičnih enzima, lipaza i fosfolipaza koje dovode do formiranja slobodnih masnih kiselina (Toldra i Flores, 1998; Leroy i dr., 2006). Pored endogenih enzima masnih ćelija i mišićnih vlakana i bakterijske lipaze uključene su u proces lipolize. U ćelijama masnog i mišićnog tkiva i mišićnim vlaknima, triacilgliceroli se hidrolizuju pod dejstvom dva važna lipazna sistema: lipoprotein lipaze (bazna lipaza) i hormon-osetljive lipaze koja predstavlja neutralnu lipazu (Gandemer i dr., 2002). Procesi u kapilarnom endotelu utiču na degradaciju triacilglicerola i akumulaciju masnih kiselina. Hormon-osetljiva lipaza hidrolizuje lipide koji se nalaze u masnim ćelijama, pre njihove mobilizacije u vidu slobodnih masnih kiselina. Ovi enzimi su visoko specijalizovani i katalizuju kidanje prvih esterskih veza u triacilglicerolima, te nastaju diacilgliceroli. Hidroliza 3-esterske veze acilglicerola se odvija 4 puta brže nego 2-esterske veze (Toldrá, 2002). Hormon osetljive lipaze tri-, di- i monoacilglicerole hidrolizuju u odnosu 1:10:4. Iako se hormon-osetljive lipaze aktiviraju fosforilacijom, hidroliza triacilglicerola je kontrolisana reakcija (Toldrá, 2002). Lipoprotein lipaza je acilglicerol hidrolaza, koja je locirana u kapilarnom endotelu i hidrolizuje acilglicerolne komponente na površini endotela, a ima sklonost ka masnim kiselinama na poziciji 1 i preko njih na poziciji 3 (Toldrá, 2002). Hidrolizuje tri-, di- i monoacilglicerole u odnosu 2:4:1, pokazujući vrlo nizak afinitet ka monoacilglicerolima. Nezasićeni monoacilgliceroli se brže hidrolizuju nego zasićene komponente (Toldrá, 2002). Monoacilglicerol lipaza završava proces hidrolize monoacilglicerola. Aktivnost monoacilglicerol lipaze je veća od hormon-osetljive lipaze što utiče na manji sadržaj monoacilglicerola u tkivima. Pored dva navedena lipazna sistema, poznat je i treći lipazni sistem, kisela lipaza, koja je locirana u lizozomima ćelija mišićnog i masnog tkiva (Gandemer, 2000).

Vrednost pH u fermentisanim kobasicama pogodna je za aktivnost lizozomske lipaze, koja pokazuje afinitet prema hidrolizi, pre svega, masnih kiselina u polražaju 1 i 3. Na aktivnost kiselih i neutralnih lipaza, kao i fosfolipaza u mišićima, smanjenje a_w vrednosti ima veoma mali uticaj. Sa druge strane, neutralne lipaze u mišićima već sa postizanjem vrednosti a_w od 0,95 gube 40% od svoje aktivnosti. Za razliku od mišićnog tkiva, neutralna lipaza u masnom tkivu aktivna je tokom više od 12 meseci procesa sušenja šunke, što ukazuje da je neutralna lipaza, odnosno hormon-osetljiva lipaza osnovni enzim koji se uključuje u lipolizu

triacilglicerola u masnom tkivu tokom procesa sušenja i zrenja proizvoda od mesa. Pored lipaza u masnom i mišićnom tkivu prisutni su i enzimi esteraze. Esteraze imaju veću aktivnosti od lipaza i stabilnije su tokom procesa sušenja i zrenja. Međutim, malo se zna o faktorima koji utiču na aktivnost ovih enzima. Pre svega, aktivnost ovih enzima varira u zavisnosti od anatomske građe mišića (Flores i dr., 1996; Hernandez i dr., 1998).



Slika 2.7. Proces lipolize u fermentisanim kobasicama

Fosfolipidi se hidrolizuju specifičnim enzimima, fosfolipazama. Fosfolipaze su podeljene u tri grupe prema estarskim vezama koje hidrolizuju. Fosfolipaze A₁ i A₂ hidrolizuju masne kiseline u položaju 1 i 2 kostura glicerola, respektivno. Lipoliza fosfolipida završava se sa aktivnošću lizofosfolipaze koja hidrolizuje preostale masne kiseline posle fosfolipaza A. Fosfolipaze u tkivima široko su proučavane, jer one igraju ključnu ulogu u metabolizmu fosfolipida (Waite, 1987).

Fosfolipaze i lizofosfolipaze su aktivne u mišićima *post mortem*. Na aktivnost fosfolipaza i lizofosfolipaza vrednost pH ima najveći uticaj. Maksimum aktivnosti ovi enzimi postižu pri vrednosti pH od 8 - 9 (Alasnier i Gandemer, 2000). U mišićima je aktivnost lizofosfolipaze daleko veća u odnosu na fosfolipaze što je u vezi sa malim udelom lizofosfolipida u mišićima tokom sušenja, jer lizofosfolipidi formirani od strane fosfolipaza se odmah hidralizovuju od lizofosfolipaza. Ovi enzimi su aktivniji u crvenim nego u belim mišićnim vlaknima (Alasnier i Gandemer, 2000). Nema dostupnih podataka o evoluciji aktivnosti ovih enzima tokom procesa sušenja mesa. Međutim, može se pretpostaviti da ovi

enzimi ostaju dugo aktivni jer se udeo dugih lanaca polinezasićenih masnih kiselina u slobodnoj masnoj frakciji povećava tokom procesa sušenja što je dokaz o hidrolizi fosfolipida (Buscailhon i dr., 1994). Udeo slobodnih masnih kiselina se povećava i tokom procesa sušenja i zrenja, kako u fermentisanim kobasicama (Gandemer i dr., 2002), tako i u suvomesnatim proizvodima (Coutron-Gambotti i Gandemer, 1999). Sadržaj slobodnih masnih kiselina u svežem mesu i nadevu fermentisanih kobasica je nizak, ali naglo raste tokom procesa sušenja i zrenja. U mišićima, tokom sušenja suve šunke brzina lipolize je velika tokom prvih 6 meseci, a zatim u periodu od 12-24. meseca brzina lipolize se smanjuje (Motilva i dr., 1994; Gandemer i dr., 2000). Sa druge strane, sadržaj slobodnih masnih kiselina u fermentisanim kobasicama raste sa 1-2% u nadevu do 4-5% nakon 30 dana procesa sušenja i zrenja (Molly i dr., 1997). Veći udeo slobodne linolne kiseline ukazuje da lipoliza prvenstveno utiče na triacilglicerole koji sadrže linolnu kiselinu, kao što su POL-glicerol (Coutron-Gambotti i Gandemer, 1999). Triacilgliceroli i fosfolipidi iz mišića doprinose stvaranju slobodnih masnih kiselina i relativni sadržaj ovih lipida zavisi od sadržaja triacilglicerola u osnovnim sirovinama. U većini slučajeva, fosfolipidi su glavni supstrati za lipolizu proizvoda od mesa podvrgnutih sušenju i zrenju (Gandemer i dr., 2000). Ovaj zaključak je potkrepljen činjenicom da je masnokiselinski sastav slobodnih masnih kiselina bliži masnokiselinskom sastavu fosfolipida nego triacilglicerola bilo koje vrste šunke i fermentisane kobasice (Gandemer i dr., 2000). Crvena mišićna vlakna sadrže više slobodnih masnih kiselina u odnosu na bela što je u skladu sa većom aktivnošću fosfolipaze, lizofosfolipaze i neutralne i kisele lipaze u crvenim mišićnim vlaknima (Flores i dr., 1996; Alasnier i dr., 2000). Način ishrane svinja ne utiče na lipolizu (Cava i dr. 1999). Teške i lake svinje imaju slične lipolitičke enzime. U pogledu tehnoloških parametara, jasno je da vreme i temperatura ciklusa u različitim fazama procesa u velikoj meri utiču na sadržaj slobodnih masnih kiselina i lipolitičku enzimsku aktivnost. Što je duža faza sušenja i zrenja, a temperature procesa više, veći je i sadržaj slobodnih masnih kiselina u proizvodu. Optimalna temperatura za aktivnost lipolitičkih enzima u proizvodima od mesa kreće se u intervalu od 35-40⁰C. Generalno sa povećanjem sadržaja vode raste i aktivnost lipolitičkih enzima. Summo i dr. (2006) su utvrdili da je sadržaj slobodnih masnih kiselina izražen preko vrednosti kiselinskog broja u fermentisanim kobasicama pakovanim u vakuumu imao veće vrednosti u odnosu na neupakovane kobasice. Ova pojava objašnjava se većim sadržajem vode u kobasicama pakovanim u vakuumu. Takođe i vrednost pH utiče na aktivnost lipolitičkih enzima. Manje inicijalne vrednosti pH u mišićima (pH<6,1) utiču na povećanje sadržaja

slobodnih masnih kiselina u suvomesnatim proizvodima i fermentisanim kobasicama. Različite količine soli dovode do različitog sadržaja slobodnih masnih kiselina. Naime, Aguirrezábal i dr. (2000) utvrdili su značajno veći sadržaj slobodnih masnih kiselina u fermentisanim kobasicama proizvedenim bez dodatka natrijum-hlorida (oko 5 g oleinske kiseline /100 g kobasica) u odnosu na kobasice proizvedene sa dodatkom soli (oko 2 g oleinske kiseline /100 g kobasica).

U cilju intenziviranja hidrolize, pre svega dugih lanaca masnih kiselina iz glicerola, sve češće se dodaju lipaze, kao enzimski preparati, u toku procesa proizvodnje fermentisanih kobasica. Enzimski preparati lipaza, koje pokazuju afinitet prema masnim kiselinama mogu biti animalnog ili mikrobiološkog porekla. U poslednje vreme sve češće se koriste lipaze mikrobiološkog porekla, jer pokazuju veći afinitet prema hidrolizi dugih lanaca masnih kiselina u odnosu na animalne lipaze koje, uglavnom katalizuju hidrolizu kratkih lanaca masnih kiselina (Fernández i dr., 2000). U tabeli 2.9. prikazane su lipaze koje se najčešće koriste za ubrzanje procesa zrenja fermentisanih kobasica.

Generalno, dodatak navedenih lipaza dovodi do povećanja sadržaja slobodnih masnih kiselina i ubrzanja procesa zrenja, bez značajnijih promena senzornih svojstava mirisa i ukusa. Izuzetak su ipak mikrobiološke lipaze poreklom iz roda *Aspergillus* koje dovode do povećane produkcije sirćetne i propionske kiseline i stvaranja atipične, izrazito kisele arome za fermentisane kobasice, kao i pankreas lipaza koja dovodi do povećanja sadržaja aldehida (Fernández i dr., 2000).

Tabela 2.9. Neki enzimski preparati lipaza koji se koriste za ubrzanje procesa lipolize fermentisanih kobasica (Fernández i dr., 2000)

Enzim	Tip	Izvor
Lipaza	-	-
Lipi esteraza	-	<i>Rhizopus arrhizus</i>
Lipaze	1,3-specifična	<i>Lactobacillus plantarum</i> MF32
Pankreas- lipaza		
Lipaza	-	<i>Mucor miehei</i>
Lipaza	-	<i>Candida cylindracea</i>
Patalaza M	1,3-specifična	<i>Rhizomucor miehei</i>
Lipaza AP6	1,3-specifična	<i>Aspergillus spp.</i>
Novozim 677BG	1,3-specifična	<i>Thermomyces lanuginosus</i>

Bakterijske lipaze

Pored endogenih lipaza iz masnog tkiva i fosfolipaza mišićnog tkiva na intenzitet lipolitičkih promena u fermentisanim kobasicama utiču i bakterijske lipaze. Bakterijske lipaze u fermentisanim kobasicama imaju slabiju lipolitičku aktivnost u odnosu na lipaze mišićnog i masnog tkiva, jer ambijetalni uslovi tokom procesa sušenja i zrenja su daleko od optimalnih za njihovo dejstvo (Molly i dr., 1997). Ni sa dodatkom antibiotika ne dolazi do redukcije slobodnih masnih kiselina u fermentisanim kobasicama. Dakle, lipaze masnog i fosfolipaze mišićnog tkiva imaju dominantnu ulogu u lipolizi fermentisanih kobasica. Međutim, utvrđeno je i da lipolitičku aktivnost pokazuju lipaze bakterija iz rodova *Micrococcus* i *Staphylococcus* (Demeyer i sar., 1974; Hierro i sar., 1997). Lipolitička aktivnost pojedinih vrsta iz ovih rodova usmerena je prema triacilglicerolima sa dugim lancima masnih kiselina. Kako bakterije iz roda *Micrococcus* imaju izražena nitroredukujuća svojstva, njihova lipolitička aktivnost je manje izražena u odnosu na bakterije iz roda *Staphylococcus*. Novija naučna istraživanja ukazuju na značajan uticaj bakterija iz roda *Staphylococcus* na povećan intenzitet lipolitičkih promena u fermentisanim kobasicama. Naime, pored proteolitičkih, bakterije *Staphylococcus xylosum* i *Staphylococcus carnosus* pokazuju i lipolitička svojstva. Johanson (1996) došao je do saznanja da inokulacija nadeva fermentisanih kobasica sa vrstama *Staphylococcus xylosum* utiče na povećanje sadržaja slobodnih masnih kiselina dugih lanaca za oko 30%. Masne kiseline dugih lanaca su prekursori arome i dovode do poželjnih svojstva mirisa i ukusa karakterističnih za fermentisane kobasice. Laktobacili izolavani iz fermentisanih kobasica takođe produkuju intracelularne kao i ekstracelularne lipaze. Za razliku od koka, lipaze koje vode poreklo od laktobacila pokazuju lipolitička svojstva uglavnom prema mono-, di- i triacilglicerolima kratkih i srednjih lanaca masnih kiselina. Masne kiseline kratkih lanaca kao što su sirćetna, propionska i buterna kiselina doprinose formiranju izrazito kisele, nepoželjne arome u fermentisanim kobasicama. Starter kulture koje sadrže bakterije iz roda *Lactobacillus* pokazuju slabije lipolitičko dejstvo u odnosu na starter kulture koje sadrže samo stafilokoke. Laktobacili utiču na brz pad vrednosti pH. Kada vrednost pH u kobasici dostigne vrednost oko 5,3 dolazi do pogodnih uslova za inhibiranje rasta mikrokoka i stafilokoka, a samim tim i do smanjenja njihove lipolitičke aktivnosti (Hierro i dr., 1997).

2.5. OKSIDATIVNE PROMENE NA LIPIDIMA U FERMENTISANIM KOBASICAMA

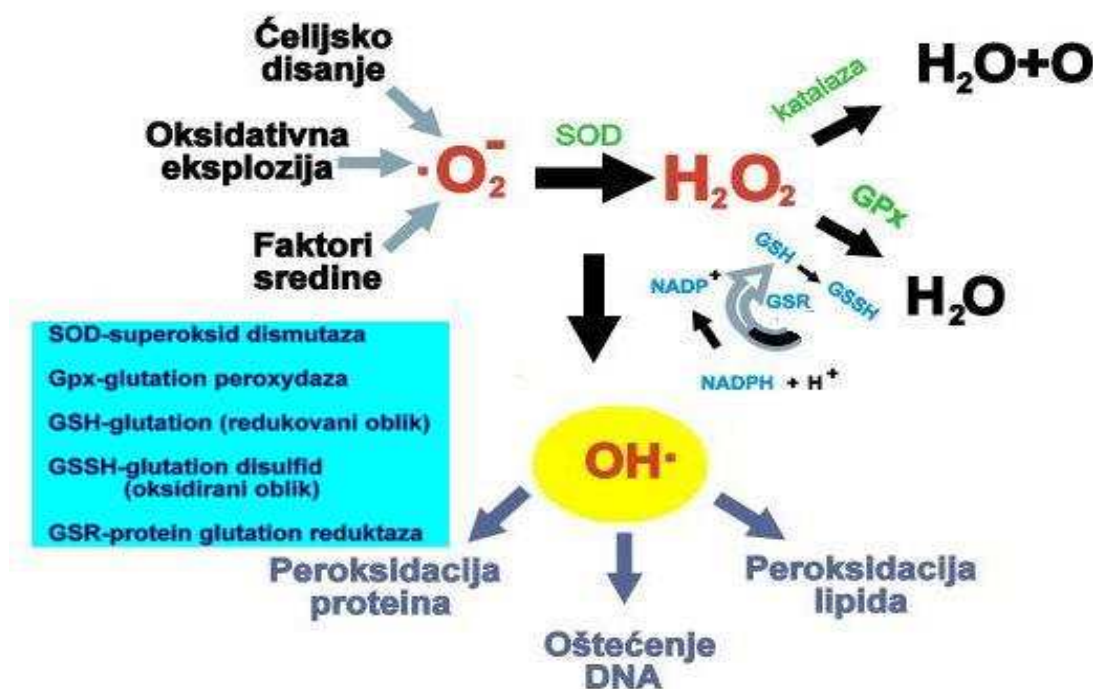
2.5.1. Prooksidanti

U prooksidante ubrajaju se različita hemijska jedinjenja koja u biološkim i hemijskim sistemima uzrokuju ili ubrzavaju reakcije oksidacije. Prooksidanti se dele na slobodnoradikaliska i neradikaliska jedinjenja (oksidaciona sredstva koja lako prelaze u slobodne radikale). Najvažnija su reaktivna jedinjenja kiseonika (ROS), hlora (RCS) i azota (RNS) (Halliwell i Whiteman, 2004). Čelije aerobnih organizama konstantno su izložene dejstvu prooksidanata. Kao posledica ovog dejstva DNK, proteini i lipidi se konstantno razaraju. Pod normalnim uslovima produkcija prooksidanata, naročito ROS, u ravnoteži je sa antioksidativnom zaštitom organizma. Povećana produkcija prooksidanata i/ ili smanjena antioksidativna zaštita organizma dovodi do oštećenja tkiva ili oboljenja organizma. Ovakvo stanje naziva se oksidativni stres, koji je uzrok ili prateći faktor u patologiji mnogih oboljenja (Herrera i dr., 2001; Tumbas, 2010). ROS predstavljaju metabolite nastale iz molekuskog kiseonika koji sadrže atom (e) kiseonika i poseduju veću reaktivnost od kiseonika u osnovnom molekuskom stanju (Hu, 2001).

Slobodni radikali

Molekulski kiseonik, koji je suštinski važan za proizvodnju energije, jednovalentnom redukcijom, može proizvesti reaktivne međuproizvode, koji na kraju daju kratkoživeće ali hemijski vrlo aktivne slobodne radikale. Slobodni radikali su joni, atomi, ili molekuli, koji imaju jedan ili više nesparenih elektrona u svojoj strukturi. Premda su im koncentracije u tkivima relativno niske (npr. superoksid anjon radikala ima svega 30-300 femtograma/g tkiva) i imaju vrlo kratak poluživot (tabela 2.10), slobodni radikali su hemijski veoma reaktivni. Atom kiseonika u formi slobodnih radikala neuporedivo je reaktivniji od molekuskog kiseonika iz vazduha (Tumbas, 2010; Stevanović i dr., 2011).

Nespareni elektroni su upravo uzrok njihove visoke i neselektivne reaktivnosti. Slobodni radikali mogu biti neutralni, ali i pozitivno (radikal katjon) i negativno (radikal anjon) naelektrisani. Nespareni elektron se može nalaziti na C-atomu, kao kod alkil radikala (CH_3^\bullet), na O- atomu kao kod alkoksi-, hidroksi-, peroksi-, superoksid anjon radikala (RO^\bullet , $^\bullet\text{OH}$, ROO^\bullet , O_2^\bullet), ili na S-atomu kao kod tilil radikala (Tumbas, 2005).



Slika 2.8. Oksido-redukcijski procesi u ćeliji

Neretko, nesparen elektron mogu imati i atomi halogena ($\text{Cl}\cdot$), alkalnih metala ($\text{Na}\cdot$), ali i joni nekih drugih metala: Cu^{2+} , Fe^{3+} (Piletić i dr., 1992). Radikal-joni su molekulske vrste koje nastaju prelaskom samo jednog elektrona na neutralni molekul ili oduzimanjem samo jednog elektrona od neutralnog molekula (Čanadanović- Brunet, 1997).

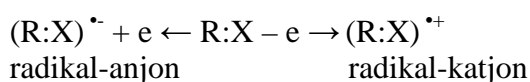


Tabela 2.10. Reaktivna jedinjenja kiseonika (Stevanović i dr., 2011)

Reaktivna jedinjenja kiseonika	Neradikaliski oblici	Poluživot
Superoksid anjon radikal, $\text{O}_2^{\cdot-}$	Vodonik peroksid, H_2O_2	10-20s
Hidroksi radikal, $\text{OH}\cdot$	Hipobromna kiselina, HOBr	10^{-9} s
Hidroperoksi radikal, $\text{HO}_2\cdot$	Hipohlorna kiselina, HOCl	7s
Peroksi radikal, $\text{RO}_2\cdot$	Ozon, O_3	7s
Alkoksi radikal, $\text{RO}\cdot$	Singletni kiseonik, $\text{O}_2^1\Delta_g$	10^{-6} s

Na osnovu stabilnosti, slobodni radikali se dele na nepostojane (kratkoživeće) i postojane (dugoživeće). Stabilnost slobodnih radikala predstavlja termodinamičku karakteristiku, koja zavisi od sposobnosti ostalog dela molekula da stabilizuje nesporeni elektron (Stojčeva- Radovanović, 1997). Većina slobodnih radikala su kratkoživeći i veoma lako podležu monomolekularnim i bimolekularnim reakcijama razlaganja. Iako su pojedini slobodni radikali sposobni za samostalno postojanje (superoksid anjon radikal — $O_2^{\bullet -}$ i hidroksi radikal — $\bullet OH$), generalno, slobodni radikali su nestabilni, tj. hemijski visoko reaktivni, upravo zbog postojanja nesporenog elektrona koji se nalaze u njihovoj spoljašnjoj orbitali i koji teži da se stabilizuje sparivanjem sa drugim elektronom. Stepenn reaktivnosti slobodnih radikala zavisi od vrste prisutnih radikala i supstrata sa kojima oni mogu da reaguju. Međutim, ako radikal naiđe na drugi radikal, reakcija ulazi u završnu fazu, tj. oni gube svojstva radikala. To ne znači da više ne predstavljaju opasnost po ćeliju, jer u prisustvu metala sa promenljivom valencom (gvožđe i bakar), stvaraju nove, vrlo moćne radikale ili jone koji utiču na strukturu njenih biomakromolekula i izazivaju oštećenje ćelije (Stevanović i dr., 2011).

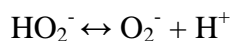
Sloboni radikali nastaju (Acworth, 2003):

1. *Termolizom (sagorevanjem ili zagrevanjem na temperaturama 450-600⁰C),*
2. *Elektromagnetnom radijacijom (dejtvom x ili γ - zračenja ili apsorpcijom UV-zračenja),*
3. *Redoks reakcijama:*
 - *Sandmeyerova reakcija ($ArN_2 + Cu^+ \rightarrow Ar^{\bullet} + N_2 + Cu^{2+}$),*
 - *Kolbeova reakcija ($2RCO_2^- - e^- \rightarrow 2RCO_2^{\bullet} \rightarrow R-R$),*
4. *Enzimskim procesima:*
 - *dejtvom peroksidaza,*
 - *dejtvom oksidaza (ksantinoksidaza),*
5. *Hemijskim procesima:*
 - *reakcijom hidroksi radikala sa različitim supstratima,*

- reakcijama kiseonika i slobodnih radikala (npr. nastajanje peroksi radikala reakcijom kiseonika i alkil radikala),
- termalnom dekompozicijom azo inicijatora (AAPH, AMVN),
- ultrazvučnim dejstvom (sonohemijska produkcija),
- litotripsijom (dejstvom visokoenergetskih talasa na čvrste objekte, npr. kosti) i
- liofilizacijom.

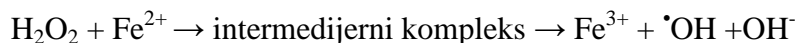
U biosistemima slobodni radikali nastaju tokom sledećih procesa: apsorpcije radijacije, oksidativne fosforilacije u mitohondrijama, fagocitoze, biotransformacije egzogenih i endogenih supstrata u endoplazmatičnom retikulumu, metabolizma etanola, enzimskih reakcija koje katalizuju oksidaze, sinteze eikosanoida, oksidoredukcije u prisustvu metala sa promenljivom valencom, oksidacije nezasićenih masnih kiselina (Tumbas, 2010). Pored slobodnih radikala, i neradikalni oblici koji su takođe oksidacioni agensi i lako se konvertuju u radikale ubrajaju se među najreaktivnija hemijska jedinjenja i zbog svoje visoke hemijske reaktivnosti lako stupaju u reakciju, međusobno ili sa drugim molekulima, pri čemu nespareni elektroni obrazuju hemijske veze, oslobađa se energija, a sistem prelazi u niže energetske stanje (Piletić i dr., 1992).

U mesu i proizvodima od mesa najzastupljeniji prooksidanti su: hidroksi radikal (OH^\bullet), superoksid anjon ($\text{O}_2^{\bullet-}$), hidroperoksi radikal (HO_2^\bullet) i hidrogen-peroksid (H_2O_2). Superoksid anjon u mišićima nastaje na različite načine. Najčešće superoksid anjon nastaje pod dejstvom NADPH-zavisne dehidrogenaze u toku procesa transporta elektrona u mitohondrijama. Pod dejstvom ovog enzima oslobađa se elektron i nastaje superoksid-anjon. Takođe do nastanka superoksid-anjona u mišićima dolazi pod dejstvom ksantan oksidaze i procesa autooksidacije proteina. Superoksid-anjon je manje reaktivan u odnosu na hidroperoksi-radikal (Thomas, 1995; Min i Ahn, 2005).

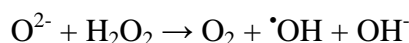


Sa padom vrednosti pH u mesu od 6,0-5,5, 10-20% superoksid-anjona nalazi se u obliku hidroperoksi-radikala. Efikasnost hidroperoksi-radikala u procesu oksidacije u zavisnosti je od prisustva peroksida. Nastanak hidroperoksida u mišićima katalizuje nekoliko enzima, kao što su aldehid oksidaza, ksantin oksidaza, glukoza oksidaza. U toku oksidacije

oksimioglobina takođe dolazi do nastanka vodonik-peroksida koji ima značajnu ulogu u procesu oksidacije lipida. Vodonik-peroksid nije radikal, jer ne poseduje nesporen elektron, ali pod dejstvom Fe (II) jona iz vodonik-peroksida nastaje veoma reaktivni hidroksi radikal (Fentonova reakcija).



U reakciji sa superoksid-anjon-radikalima vodonik-peroksid takođe daje hidroksi-radikal-Haber Weissova reakcija (Min i Ahn, 2005).



Do raskidanja O-O veze može doći pod dejstvom toplote, UV ili jonizujućeg zračenja što dovodi do stvaranja hidroksi-radikala ($\cdot\text{OH}$). Hidroksi-radikal je veoma reaktivan i izaziva oštećenja konstituenata ćelije kao što su DNK, proteini, aminokiseline i fosfolipidi (Min i Ahn, 2005; Štefan i dr., 2007).

2.5.2. Oksidacija lipida

Oksidacija lipida predstavlja veoma složen proces koji još uvek nije razjašnjen u potpunosti i jedna je od najznačajnijih kompleksnih reakcija u hemiji lipida. Veliki broj naučnih studija potvrđuje činjenicu da su slobodni radikali uzročnici oksidacije lipida (Halliwell i Chirico, 1993). Sve namirnice koje sadrže lipide čak i u malim količinama (<1%) podložne su oksidaciji. Fermentisane kobasice su proizvodi od mesa koji imaju visok sadržaj lipida (20-40%). Lipidi u fermentisanim kobasicama predstavljaju značajan izvor energije, liposolubilnih vitamina i esencijalnih masnih kiselina. Sa druge strane, u toku procesa sušenja i zrenja dolazi do lipolize, procesa koga prati oslobađanje slobodnih masnih kiselina iz tri, di i monoacilglicerola, koje predstavljaju osnovne supstrate za proces oksidacije lipida. Lipidi u mesu i proizvodima od mesa veoma lako podležu procesu oksidacije, koja predstavlja jedan od glavnih uzročnika kvarenja u toku procesa proizvodnje, skladištenja i distribucije mesa i proizvoda od mesa (Hansen i dr., 2004; Visessanguan i dr., 2006; Olivares i dr., 2009; Petrović i dr., 2010a; Zhao i dr., 2011).

Generalno, u mesu i proizvodima od mesa može biti prisutan veliki broj produkata oksidacije u različitim količinama. Nastali produkti oksidacije, čak i u veoma malim količinama mogu dovesti do smanjenja održivosti i ubrzanja procesa kvarenja proizvoda. Negativne posledice oksidacije ne odnose se samo na gubitak senzornih svojstava (mirisa i

ukusa i boje), već i do smanjenja nutritivne vrednosti proizvoda i akumulacije toksičnih jedinjenja štetnih po zdravlje ljudi. Nastali produkti oksidacije lipida, takođe mogu dovesti do oksidacije proteina, dekompozicije vitamina, sterola i drugih konstituenata u hrani (Ansorena i Astiasarán, 2004). Proces oksidacije lipida *in vivo* kao i ishrana bogata produktima oksidacije lipida predstavljaju uzročnike ubrzanog procesa starenja kao i nastanka oboljenja kao što su ateroskleroza i neke vrste kancera (Štefan i dr., 2007).

Kada su nezasićeni lipidi izloženi dejstvu kiseonika formiraju se slobodni radikali i hidroperoksidi, kao primarni proizvodi. U nastavku reakcije dolazi do građenja niskomolekularnih isparljivih kompleksnih oksidativnih komponenata (aldehidi, ketoni, alkoholi, kiseline) što dovodi do pojave užglosti, promena senzornih karakteristika i pada nutritivne vrednosti prehrambenog proizvoda. Osnovni supstrat za oksidativno oštećenje lipida predstavljaju polinezasićene masne kiseline u fosfolipidima i glikolipidima, kao i holesterol u biološkim membranama (Yanishlieva-Maslarova, 2001; Fellenberg i Speisky, 2006).

Tabela 2.11. Faktori koji utiču na oksidaciju lipida (Stojimenović, 1997)

Promotorni	Inhibitorni- supresioni
Nezasićene masne kiseline	Redukcija do zasićenih masnih kiselina
Kiseonik, aktivni kiseonik	Odstranjivanje kiseonika zamenom nekim drugim gasom- vakuum pakovanje
Teški metali i helati	Odstranjivanje teških metala i helatnih kompleksa
Svetlost i boja	Odstranjivanje bojenih materija i zaštita od svetla
Radijacija	Radikal skavendžeri
Zagrevanje	Smrzavanje
Sadržaj vlage	Optimizacija sadržaja vlage
Lipoksigenaza	Inaktivacija enzima

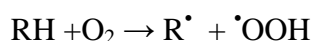
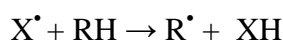
Oksidacija nezasićenih masnih kiselina odvija se preko mehanizma po tipu radikala. Procesu oksidacije podležu kako lipidi u hrani tako i lipidi u biosistemima. Oksidacija lipida se može odigravati enzimskim (pod dejstvom lipooksigenaza) i neenzimskim putem (autooksidacija i fotooksidacija). Proces oksidacije u prisustvu atmosferskog kiseonika naziva se autooksidacija. Autooksidacija predstavlja osnovni proces oksidacije lipida u fermentisanim kobasicama kao i u ostalim animalnim proizvodima (Gandemer, 2002; Min i Ahn, 2005). Kao što je već istaknuto, oksidacija lipida ubrzava se sa porastom temperature, delovanjem svetlosti (naročito kratkih talasnih dužina), katalizatora, tragova metala (posebno gvožđa i bakra) i pigmenata (Karlović, 1993). Nasuprot promotornim postoje i inhibicioni-supresioni faktori oksidacije (tabela 2.11). Odstranjivanje kiseonika najvažniji je faktor supresije. Inaktivacija oksidacionih enzima, zaštita od svetlosti i odstranjivanje metalnih jona su takođe važni faktori, ali njihova kontrola često nije primenjiva u aktuelnim sistemima. Dodavanje antioksidanata nije bez značaja, jer je ponekad njihovo sinergističko dejstvo mnogo efektivnije od dejstva drugih faktora (Stojimenović, 1997).

Mehanizam autooksidacije

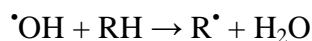
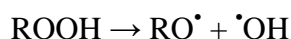
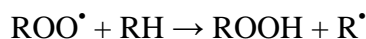
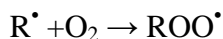
Autooksidacija je lančana, autokatalitička reakcija. Odvija se u lancu nezasićenih masnih kiselina (RH) izdvajanjem vodonikovog atoma (H) iz reaktivne metilenske grupe, koja se nalazi u α položaju u odnosu na dvostruku vezu. Nastali slobodni radikali masne kiseline (R^\bullet) vezuju kiseonik gradeći peroksi radikale (ROO^\bullet) i hidroperokside (ROOH) (Min i Ahn, 2005; Wójciak i Dolatowski, 2012).

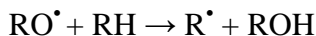
Tok autooksidacije odvija se u tri faze: inicijacija, propagacija i terminacija:

Inicijacija

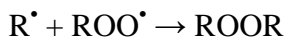
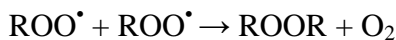
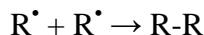


Propagacija





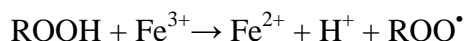
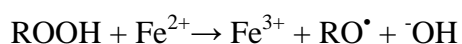
Terminacija

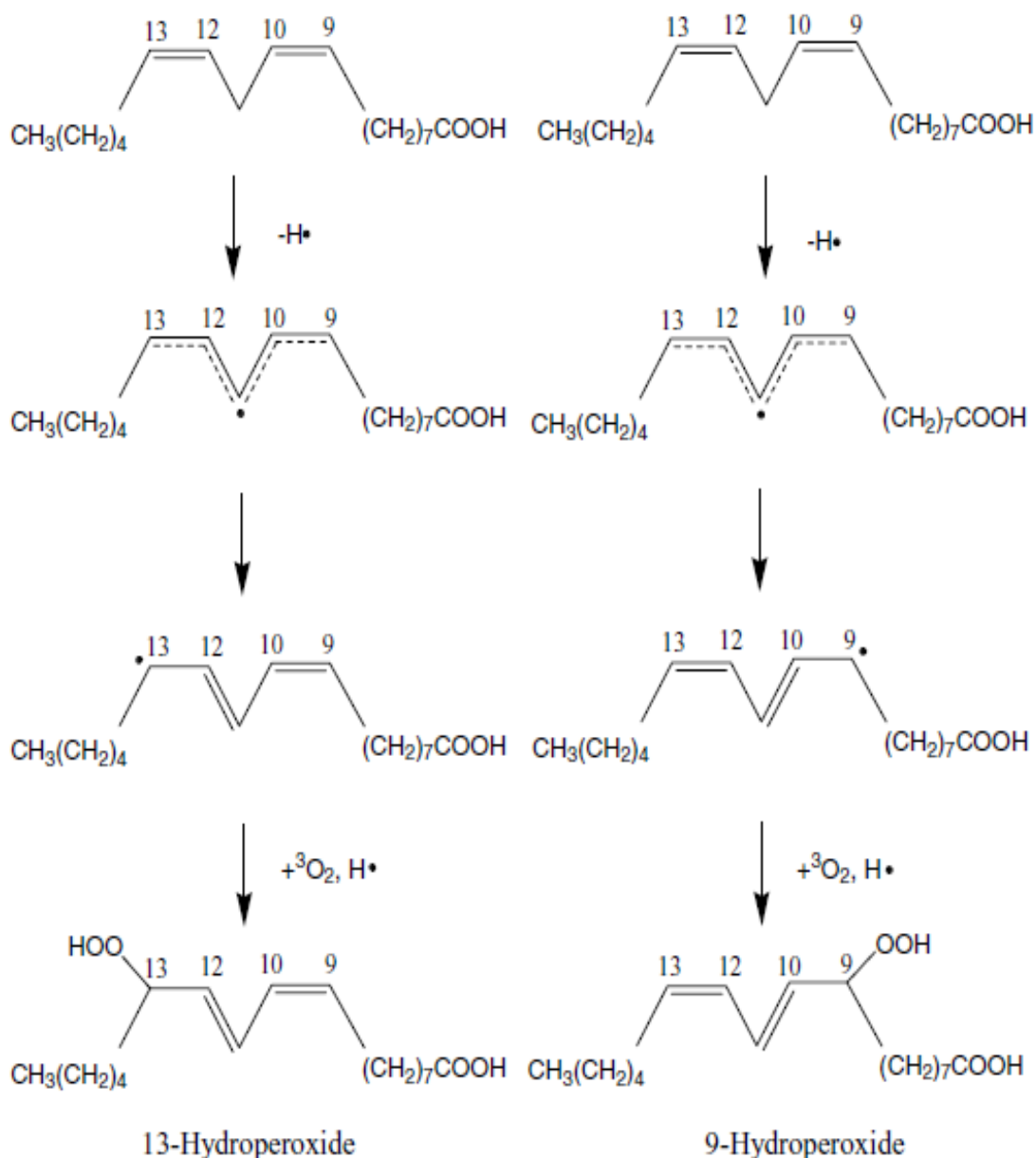


Faza inicijacije je proces koji je, verovatno, najteže definisati zbog veoma niske koncentracije radikala, mogućnosti odvijanja više od jedne reakcije, kao i zbog formiranja velikog broja različitih radikala koji mogu apsorbovati H iz RH gradeći R^\bullet . Oksidacija lipida može biti inicirana radijacijom ili prisustvom različitih proooksidanata (Acwort, 2003): hidroksi radikala, gvožđe/kiseonik kompleksa (gvožđe/ATP, gvožđe/DNA, hemoglobin, mioglobin, citohrom c), peroksinitrita, superoksid anjon radikala, vodonik peroksida, singletnih oblika kiseonika, ozona, toksičnih vrsta (CCl_4) (Huie i dr., 1999).

Propagacija je složen višefazni lančani proces u toku koga dolazi do obrazovanja i razlaganja hidroperoksida i daljih sekundarnih slobodnoradikalnih reakcija. Lipidni alkil radikali (R^\bullet) su veoma reaktivni i lako podležu propagacionoj reakciji, ili usled adsorpcije H atoma, ili usled reakcije sa molekulskim kiseonikom. S obzirom da je aktivaciona energija veoma niska (približno 0), ova reakcija se odvija veoma brzo. U prisustvu kiseonika, koncentracija radikala ROO^\bullet mnogo je veća od koncentracije R^\bullet radikala u većim biosistemima (Acwort i dr., 1997).

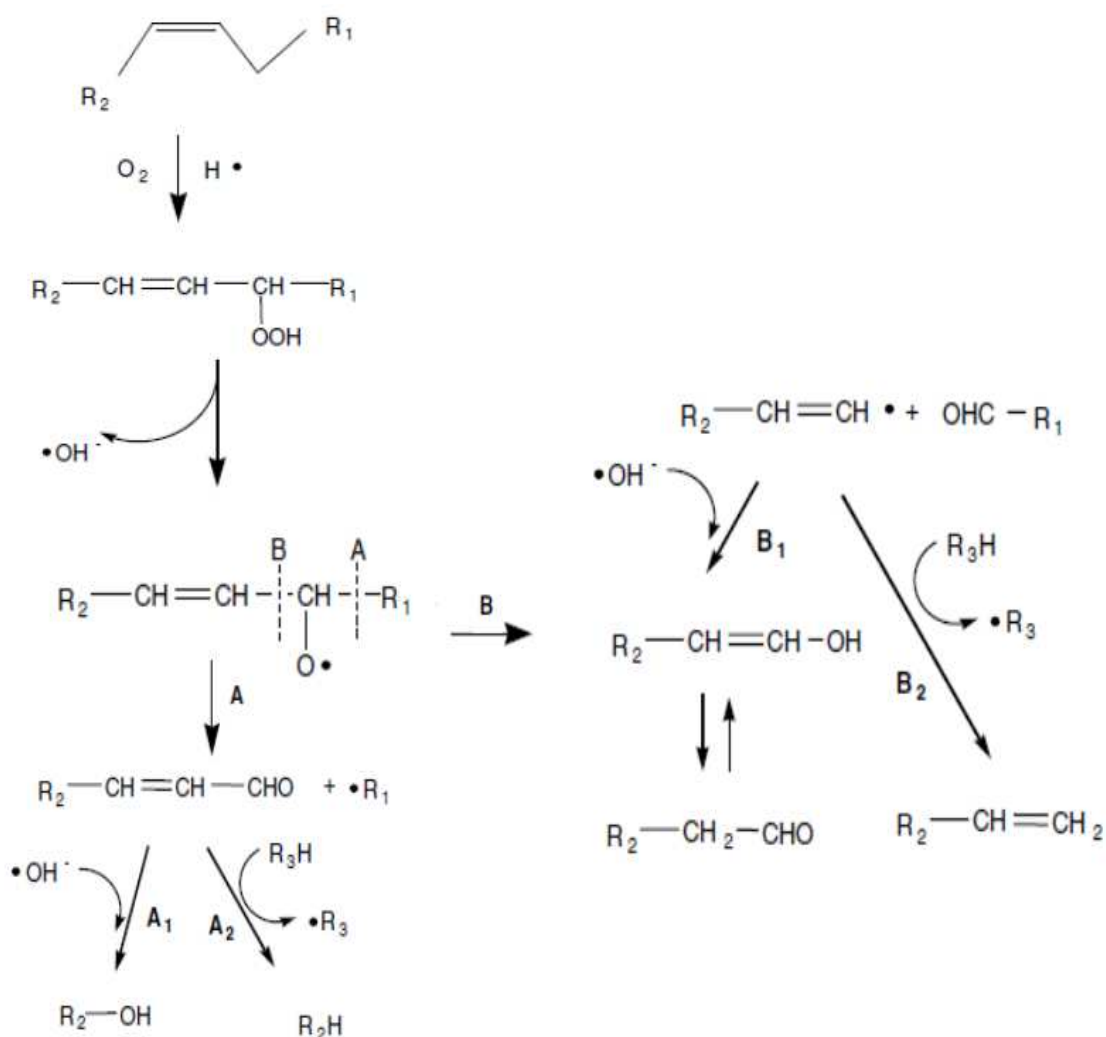
Hidroperoksidi koji se dalje formiraju sposobni su da iniciraju stvaranje novih slobodnih radikala koji dalje učestvuju u lančanim reakcijama. Nastali peroksi radikali su izuzetno reaktivni i napadaju važne biomolekule, proteine, ugljene hidrate i nukleinske kiseline. Tokom ovih složenih hemijskih i biohemijskih reakcija nastaju novi lipid peroksi radikali, a i alkoksi i hidroksi radikali (Halliwell i Gutteridge, 1993). Pri normalnim uslovima lipidni peroksidi su stabilni, ali u prisustvu metalnih jona (najčešće jona gvožđa i bakra) podležu dekompoziciji uz nastanak novih slobodnih peroksi i alkoksi radikala (Freeman i dr., 1995):





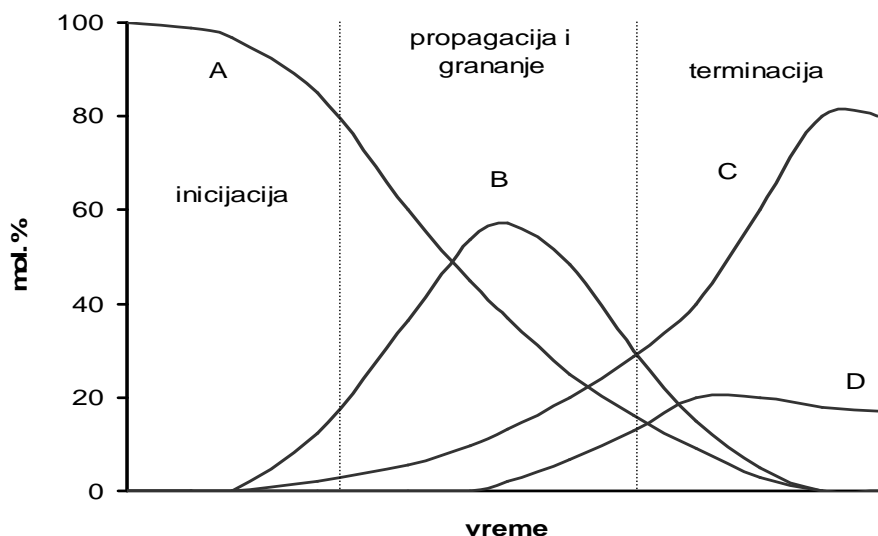
Slika 2.9. Formiranje 13 i 9-hidroperoksida u toku autooksidacije linolne kiseline (Choe i Min, 2006)

Oba nastala kiseonikova radikala su nestabilna i mogu dalje da iniciraju oksidaciju lipida adsorpcijom H atoma iz molekula polinezasićenih masnih kiselina. Takođe, alkoksi radikali podležu reakcijama β -eliminacije, formirajući alkane i alkene, a reakcijama premeštanja i oksidacije daju epoksialilne peroksi radikale ($\text{OROO}\cdot$) (Girotti, 1998). Pod dejstvom metalnih jona, kao i sa povećanjem temperature može doći do homolitičkog i heterolitičkog razlaganja derivata hidroperoksida i nastanka isparljivih i neisparljivih jedinjenja kao što su aldehidi, ketoni, alkoholi, ugljovodonici (Min i Ahn, 2005) (slika 2.10).



Slika 2.10. Mehanizma formiranja aldehida (B1), alkena (B2), alkohola (A1) i ugljovodonika (A2) u toku dekompozicije hidroperoksida (Choe i Min, 2006)

Terminacija je proces u toku koga dolazi do smanjenja koncentracije slobodnih radikala. U završnoj fazi oksidacije lipida slobodni radikali međusobno reaguju, gradeći stabilne i neutralne molekule, čime se završava lančana reakcija. Interakcija dva radikala, u ovoj fazi, je proces koji se odvija sa malom aktivacionom energijom i pri niskim koncentracijama. Faza terminacije ograničena je sternim faktorom, jer radikali međusobno reaguju samo u odgovarajućoj prostornoj orijentaciji, što smanjuje mogućnost njihove interakcije (deMan, 1999).



Slika 2.11. Reakcije autooksidacije u funkciji vremena (Bockisch, 1998)

- A - polinezasićeni lipidi
- B - primarni produkti oksidacije (hidroperoksidi, peroksidi)
- C - neisparljivi sekundarni produkti oksidacije
- D - isparljivi sekundarni produkti oksidacije

Proces autooksidacije u mesu i proizvodima od mesa u funkciji je veoma složenih biohemijjski procesa koji se odvijaju neposredno nakon klanja životinje i u toku transformacije mišića u meso. Na tok oksidacije lipida veoma značajan uticaj imaju stres, vrednost pH u mišiću i temperatura (Morrissey i dr., 1998; Min i Ahn, 2005). U toku prerade mesa na intenzitet oksidacije lipida utiču procesi, kao što su otkoštavanje, temperatura procesa, prisustvo kiseonika, soli, aditiva kao i uslovi skladištenja. Najveći uticaj na proces oksidacije lipida u mesu i proizvodima od mesa imaju sadržaj i masnokiselinski sastav lipida, koji znatno variraju u zavisnosti od vrste životinje, anatomske građe mišića i ishrane. Kako je najveći udeo polinezasićenih masnih kiselina zastupljen u fosfolipidima, oni se smatraju najodgovornijim za proces oksidacije lipida u svežem mesu. Razlike u osetljivosti prema oksidaciji mišića između različitih životinja, kao i između mišića različite anatomske građe ne potiču samo od razlačitog masnokiselinskog sastava, već i od prisustva promotornih faktora oksidacije, kao što su joni gvožđa, hemoglobin, NaCl (Min i Ahn, 2005).

Da bi došlo do ispoljavanja prooksidativnog dejstva jona gvožđa na proces oksidacije lipida, joni gvožđa moraju biti u slobodnom stanju. Sa povećanjem temperature dolazi do oslobađanja kiseonika, ali i jona gvožđa iz mioglobina. Osim toga visoke temperature dovode do inaktivacije antioksidativnih enzima, kao što je glutation peroksidaza. Na oslobađanje jona gvožđa iz mioglobina utiče i prisustvo vodonik-peroksida. Prooksidativna uloga jona gvožđa u mesu i proizvodima od mesa ne zavisi samo od količine slobodnih jona već i od oblika u kojem se oni nalaze. Naime, joni gvožđa Fe^{2+} odmah se uključuju u proces oksidacije lipida, dok je za katalitičko dejstvo Fe^{3+} jona neophodno prisustvo askorbinske kiseline. Vrednost pH od 4,5 je optimalna za prooksidativno dejstvo jona gvožđa (Carlsen i dr., 2005; Min i Ahn, 2005).

Pored gvožđa i hloridi u proizvodima od mesa imaju značajan uticaj na intenzitet i tok oksidativnih promena na lipidima. Njihovo prooksidativno dejstvo u proizvodima od mesa zavisi od količine dodatog natrijumhlorida. Naime, koncentracije natrijumhlorida od 2-3% utiču na ubrzanje procesa oksidacije lipida. Sadržaj natrijumhlorida iznad 3% utiče na inhibiranje procesa oksidacije. Mehanizam prooksidativnog delovanja natrijumhlorida na proces oksidacije lipida još nije u potpunosti razjašnjen. Jedno od objašnjenja prooksidativnog delovanja natrijumhlorida odnosi se na uticaj određene koncentracije natrijumhlorida na promenu integriteta i razaranje ćelijske membrane. Na ovaj način dolazi do oslobađanja lipidnih komponenata koje podležu oksidativnim promenama. Osim toga povećanje sadržaja natrijumhlorida dovodi do inaktivacije EDTA, ali i do povećanja koncentracije slobodnog gvožđa, koje nadalje ispoljva promotorno dejstvo na proces oksidacije lipida (Lee i dr., 1997; Rhee, 1999; Rhee, 2001). Lee i dr., (1996) su utvrdili da dodavanje natrijumhlorida utiče na inaktivaciju antioksidativnih enzima katalaze, glutation peroksidaze i superoksid dismutaze. Inaktiviranjem navedenih enzima dolazi do ubrzanja oksidativnih promena na lipidima.

Fotooksidacija

Pored autooksidacije i fotooksidacija predstavlja značajan uzročnik oksidacije lipida. Brzina fotooksidacije je stotine, pa i hiljade puta veća u odnosu na brzinu autooksidacije. Svetlošću indukovana oksidacija ili fotooksidacija rezultat je reaktivnosti kiseonika u ekscitovanom stanju koji je poznatiji kao singletni kiseonik (Čanadanović- Brunet, 1997).

Aktivaciona energija potrebna za reakciju kiseonika u osnovnom stanju sa nezasićenim masnim kiselinama je izuzetno velika i iznosi od 146 do 273 kJ/ mol. Kada se

kiseonik nalazi u singletnom stanju aktivaciona energija neophodna za ovu reakciju je mnogo manja i iznosi 92 kJ/ mol. Nastanak singletnog stanja kiseonika zahteva prisustvo sensitizera. Sensitizer se aktivira svetlošću i može da reaguje direktno sa supstratom (sensitizer I) ili da aktivira kiseonik do singletnog stanja (sensitizer II). U oba slučaja nezasićene masne kiseline se prevode do hidroperoksida. Svetlost može biti iz vidljive ili iz UV oblasti spektra (deMan, 1999).

Enzimaska oksidacija lipida

Enzimaska oksidacija nezasićenih masnih kiselina zavisi od aktivnosti enzima lipoksigenaze. Ovaj enzim katalizuje oksidaciju slobodnih masnih kiselina do hidroperoksida i slobodnih radikala koji igraju značajnu ulogu u daljoj oksidaciji vitamina, pigmenata, fenolnih jedinjenja i proteina. Primarni proizvodi enzimske oksidacije lipida su konjugovane nezasićene masne kiseline i hidroperoksidi. Nastali peroksidi dalje podležu dejstvu liaza, hidroperoksidaza i izomeraza formirajući jedinjenja kao što su aldehidi, alkoholi i dr. Ova jedinjenja dovede do pojave užegnuća u mesu i proizvodima od mesa (Baraniak i Szymanowska 2006; Wójciak i Dolatowski, 2012).

Na aktivnost lipoksigenaza u mesu i proizvodima od mesa najveći uticaj imaju temperatura, vrednost pH i sadržaj hlorida. Sa porastom temperature povećava se aktivnost lipoksigenaza. Međutim, sa postizanjem temperature od oko 35⁰C, aktivnost ovih enzima se rapidno smanjuje. Sadržaj hlorida između 3 i 4%, takođe utiče na povećanu aktivnost enzima lipoksigenaze. Za aktivnost ovih enzima optimalna vrednost pH kreće se u intervalu od 6-9. Sa smanjenjem vrednosti pH na oko 5, dolazi i do smanjenja aktivnosti lipoksigenaza. Smatra se da oksidacija lipida koja se odvija enzimskim putem utiče na stvaranje oko 20% od ukupnih produkata oksidacije lipida (Jin i dr., 2011; Wójciak i Dolatowski, 2012).

2.5.2.1. Formiranje aldehida u fermentisanim kobasicama

Aldehidi su najzastupljeniji sekundarni produkti oksidacije lipida i doprinose formiranju širokog spektra mirisa i ukusa u namirnicama (Bruna i dr., 2001). Čak i u veoma malim količinama, aldehidi mogu da dovedu do promena mirisa i ukusa hrane (Sun i dr., 2010). Osim značajne uloge u formiranju mirisa i ukusa, aldehidi imaju i izražena toksična svojstva. Takođe, mnogi aldehidi nastali tokom procesa oksidacije lipida su kancerogeni i mogu izazvati bolesti digestivnog trakta (Varlet i dr., 2007). Ova jedinjenja su veoma reaktivna u oksidoredukcionim transformacijama i predstavljaju intermedijere u mnogim

biohemijskim reakcijama. Propanal je proizvod sekundarne oksidativne razgradnje linolenske kiseline (Augustin i dr., 2006; Ross i Smith, 2006). Najčešće nastaje iz hidroperoksida u kojima se hidroksilna grupa nalazi na šesnaestom C-atomu. Nasuprot heksanalu koji je najčešće korišćeni indikator oksidativnih promena na lipidima u mesu i proizvodima od mesa, propanal se najviše koristi radi definisanja stepena oksidativnih promena tokom vremena skladištenja ribe. Generalno, Frankel (2005) je definisao da vrednost propanala iznad 1,6 mg/l dovodi do promena senzornih svojstava hrane.

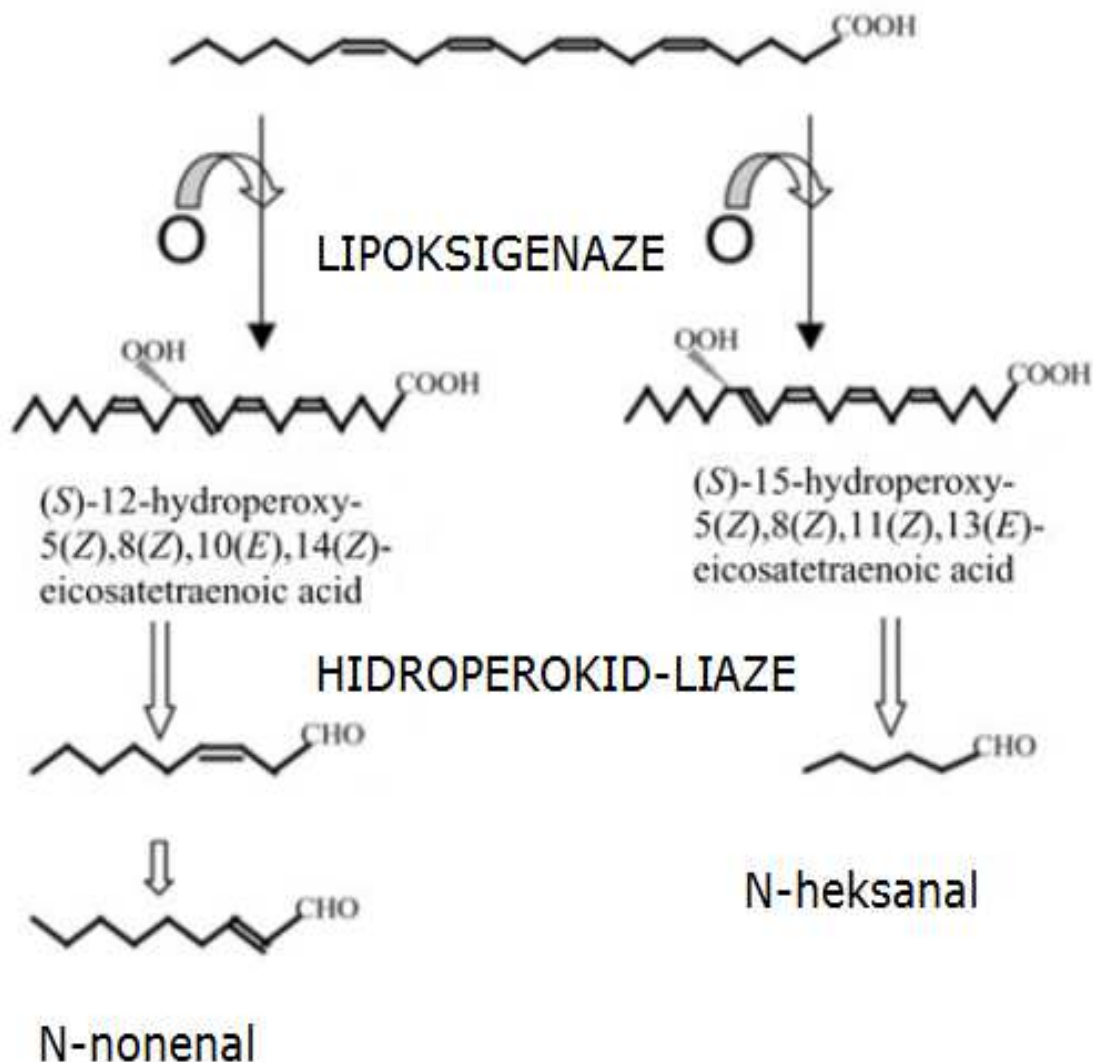
Heksanal nastaje iz 9 i 13-hidroperoksida linolne kiseline i najzastupljeniji je aldehid u mesu i proizvodima od mesa. Osim u toku procesa razgradnje hidroperoksida, heksanal nastaje i iz nezasićenih aldehida, nastalih oksidacijom linolne kiseline. Pri određivanju stepena oksidativnih promena na lipidima u mesu i proizvodima od mesa heksanal se pokazao kao efikasniji indikator u odnosu na ostale isparljive produkte oksidacije. Dupuy i dr. (1987) preko sadržaja heksanala izrazili su početak užegnuća, kao posledice oksidacije lipida u pečenoj piletini skladištenoj na 4⁰C. Na početku skladištenja sadržaj heksanala iznosio je 0,09 ppm, da bi sledećeg dana ta vrednost iznosila 6,9 ppm. Krajnji sadržaj heksanala pratila je veoma niska ocena senzorne prihvatljivosti (6,3), dok je uzorak 0. dana ocenjen sa 2,0. Senzorna ocena formirana je na osnovu skale prihvatljivosti od 1-9, gde ocena 1 predstavlja donju granicu početka užegnuća, a ocena 9 jako izraženo užegnuće. Sa druge strane, sadržaj heksanala u iznosu od 4,5 ppb i 150 ppb predstavlja donju granicu čije se prisustvo može detektovati u vodi i ulju, respektivno primenom senzorne analize. Frankel (2005), definisao je koncentraciju heksanala od 0,15mg/l kao minimalnu koja utiče na senzorna svojstva hrane.

Tabela 2.12. Poreklo nekoliko aldehida nastalih oksidacijom nezasićenih masnih kiselina
(Varlet i dr., 2007)

Masne kiseline	Položaj hidroksida u hidroperoksidima	Aldehidi
Oleinska	C11	Oktanal
	C8	2-Undekenal
	C9	2-Decenal
	C10	Nonanal
Linolna	C13	Heksanal
	C9	2,4- Dekadienal
	C11	2-Oktenal
Linolenska	C16	Propanal
	C14	2-Pentenal
	C12	2,4-Heptadienal
	C13	3-Heksenal
	C11	2,5 - Oktadienal
	C9	2,4,7- Dekatrienal

Pentanal nastaje najčešće u toku oksidativne razgradnje arahidonske kiseline, dok su heptanal i oktanal, najverovatnije sekundarni proizvodi oksidacije oleinske kiseline (Varlet i dr., 2007). Prisustvo heptanala je veoma nepoželjno, jer i u veoma malim količinama dovodi do promena senzornih svojstava hrane (Valencia i dr., 2006).

ARAHIDONSKA KISELINA



Slika 2.12. Mehanizam nastanka N-nonenala i N- heksanala iz arahidonske kiseline u toku procesa oksidacije

U mesu i proizvodima od mesa najznačajniji sekundarni produkti oksidacije su zasićeni i nezasićeni aldehidi. Propanal i heksanal su zasićeni alifatični aldehidi koji predstavljaju najčešće korišćene indikatore oksidativnih promena na lipidima u mesu i proizvodima od mesa zbog veće oksidativne stabilnosti pri detekciji u odnosu na nezasićene aldehide (García-Iñiguez de Ciriano i dr., 2009; Josquin i dr., 2012).

Tabela 2.13. Minimalne koncentracije aldehida koje se mogu senzorno detektovati (Varlet i dr., 2007)

Aldehidi	Prag osetljivosti (ppb)	Senzorna svojstva -deskriptivno
Butanal	9-37	Opor miris
Pentanal	12-42	Ukus badema i slada
Heksanal	4,5	Miris sličan travi, loju-užegao
Heptanal	3,0	Aroma citrusa, užegao miris
Oktanal	0,7	Aroma citrusa, limuna, masnoće
nonanal	1,0	Aroma citrusa, limuna, masnoće
dekanal	0,1-2	Miris i ukus pomorandžine kore, loja
dodekanal	2,0	Miris i ukus masti, citrusa

U tabeli 2.14. prikazan je sadržaj zasićenih alifatičnih aldehida u fermentisanim kobasicama iz različitih evropskih regija na kraju procesa zrenja. Vrednosti sadržaja heksanala u fermentisanim kobasicama kretale su se u širokom intervalu od 0,08 do 36,1 $\mu\text{g/g}$ u zavisnosti od regiona, primenjene tehnologije, upotrebe starter kulture i brojnih drugih činilaca. U cilju definisanja parametara kvaliteta fermentisanih kobasica različitih regiona Demeyer i dr. (2000) došli su do veoma različitih vrednosti sadržaja aldehida. Tako se u kobasicama proizvedenim u Norveškoj i severnoj Belgiji sadržaj heksanala kretao u intervalu od 0,16-0,33 $\mu\text{g/g}$, dok su kobasice proizvedene na jugu Belgije i u Italiji imale znatno veći sadržaj heksanala koji se kretao u intervalu od 8-12 $\mu\text{g/g}$. Slično sadržaju heksanala i sadržaji heptanala i oktanala kretali su se u veoma širokom intervalu (tabela 2.14).

Tokom vremena skladištenja u fermentisanim kobasicama dolazi do porasta sadržaja aldehida. Međutim, pakovanje u vakuumu dovodi do smanjenja sadržaja zasićenih aldehida tokom dužeg vremena skladištenja u odnosu na neupakovane kobasice (Ansorena i Astiasaran, 2004; Valencia i dr., 2007). Osim u kobasicama pakovanim u vakuumu i u kobasicama pakovanim u modifikovanoj atmosferi dolazi do smanjenja sadržaja heksanala i heptanala tokom dužeg vremena skladištenja (Valencia i dr., 2006).

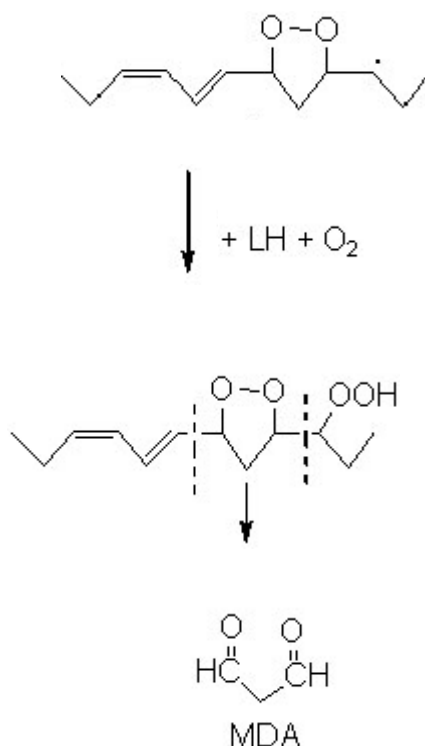
Tabela 2.14. Sadržaj zasićenih alifatičnih aldehida u fermentisanim kobasicama iz različitih evropskih regija na kraju procesa sušenja

Poreklo/Naziv	Propanal	Pentanal	Heksanal	Heptanal	Oktanal	Literatura
Holandija	5-6	-	0,25	-	-	Josquin i dr., 2012
Norveška	-	-	0,33	0,03	0,04	
Severna Belgija	-	-	0,16	0,02	0,03	Demeyer i dr., 2000
Južna Belgija	-	-	12,0	0,36	0,39	
Italija	-	-	8,0	0,16	0,23	
Rusija	-	-	0,95	0,20	0,02	Misharina i dr., 2001
Španija/Chorizo de Pamplona	-	-	11,8	0,81	-	Ansorena i Astiasaran, 2004
Španija/Chorizo de Pamplona	-	-	0,56	0,17	-	Valencia i dr., 2007
Španija	-	6,86	36,91	1,1	0,59	Bruna i dr., 2001
Mađarska/Salami	-	-	0,08	-	-	Söllner i Schieberle, 2009

Pored primene pakovanja, na smanjenje sadržaja zasićenih aldehida u fermentisanim kobasicama utiče i dodavanje prirodnih i veštačkih antioksidanata tokom procesa proizvodnje. Prirodni antioksidanti poreklom iz biljke *Borago officinalis* utiču na značajnije smanjenje sadržaja heptanala i oktanela u fermentisanoj kobasici *chorizo de Pamplona* u odnosu na butil-hidroksitoluen, koji predstavlja jedan od najčešće korišćenih sintetičkih antioksidanata (García-Iñiguez de Ciriano i dr., 2009).

2.5.2.2. Formiranje malondialdehida

Malondialdehid (MDA) nastaje iz hidroperoksida formiranih u toku oksidacije polinezasićenih masnih kiselina i najčešće je korišćen indikator sekundarnih oksidativnih promena na lipidima, ali i značajan pokazatelj kvaliteta mesa i proizvoda od mesa (Petrović i dr., 2010a). Ovo jedinjenje pokazuje mutageno i kancerogeno dejstvo u ljudskom organizmu. Malondialdehid učestvuje i u patološkim procesima koji vode ka stvaranju fluorescentnih pigmentata, nastalih kao posledica ćelijskog starenja (Wenjiao i dr., 2013).



Slika 2.13. Formiranje malondialdehida iz hidroperoksida polinezasićenih masnih kiselina(www.syberlipid.org)

Formiranje malondialdehida utiče na pojavu užegnuća u mesu i proizvodima od mesa. U tabeli 2.15. data je orijentaciona skala za tumačenje vrednosti MDA. Kusmider i dr. (2002) su utvrdili da sadržaj malondialdehida u iznosu od 1mg/kg utiče na pojavu užegnuća u proizvodima od mesa. Sa druge strane, Salgado i dr. (2005) utvrdili su da u kobasici *Chorizo de cebolla* ni MDA vrednost od 2,21 mg/kg ne dovodi do pojave užegnuća.

Tabela 2.15. Orijehtaciona skala za tumačenje MDA vrednosti za meso i proizvode od mesa (Mandić, 2007)

MDA vrednosti (mg/kg)	Interpretacija rezultata
<0,2	Dobar kvalitet
0,2-0,5	Ograničen, tolerantan
0,5-1,5	Malo oksidovan
1,5-5	Oksidovan
>5	Užegao, nejestiv

Veliki broj autora u fermentisanim kobasicama utvrdili su širok spektar vrednosti malondialdehida, Rubio i dr. (2008) utvrdili su da dodatak smeša obogaćenih linolenskom i linolnom kiselinom pri izradi fermentisanih kobasica vodi ka povećanju produkata oksidacije lipida. Tako su kobasice proizvedene sa dodakom oleinske i linolne kiseline imale vrednost malondialdehida 7,81 i 10,20 mg/kg, respektivno i ove vrednosti su bile značajno veće u odnosu na sadržaj malondialdehida u konvencionalnoj kobasici (5,87mg/kg). Slične vrednosti sadržaja malondialdehida utvrdili su i Bozkurt i Erkmén (2002) u tradicionalnoj Turskoj kobasici *Sudžuk*. Nasuprot navedenim rezultatima, Zanardi i dr. (2002) utvrdili su u fermentisanoj kobasici skladištenoj u vakuumu (60. dan) sadžaj malondiladehida u iznosu od 1,05 mg/kg, dok su autori Valencia i dr. (2007) utvrdili sadržaj malondialdehida u fermentisanoj kobasici skladištenoj 90 dana u iznosu od 0,16 mg/kg.

Način proizvodnje, takođe, dovodi do formiranja različitog sadržaja malondialdehida u fermentisanim kobasicama. Salgado i dr. (2005) utvrdili su začajno veće vrednosti malondialdehida u kobasici *Chorizo de cebolla* proizvedenoj u domaćinstvu (2,30mg/kg) u odnosu na te vrednosti u kobasici proizvedenoj u industrijskim uslovima (1,72 mg/kg).

Pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi dovodi do značajnog smanjenja sadržaja malondialdehida tokom vremena skladištenja. Valencia i dr. (2006) utvrdili su značajno niže vrednosti sadržaja malondialdehida u kobasicama pakovanim u vakuumu (0,13 mg/kg) i modifikovanoj atmosferi (0,10 mg/kg) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanoj kobasici (2,12 mg/kg). Do sličnih rezultata došli su i Ansorena i Astiasarán (2004). Navedeni autori su utvrdili da tokom vremena skladištenja fermentisanih kobasica može doći do smanjenja sadržaja malondialdehida, što se dovodi u vezu sa velikom reaktivnošću malondialdehida sa nastalim produktima tokom procesa zrenja, kao što su aminokiseline,

šećeri i nitriti. Takođe, i dodatak antioksidanata dovodi do smanjenja sadržaja malondialdehida tokom skladištenja fermentisanih kobasica. Tako, dodatak askorbinske kiseline i α -tokoferola dovodi do smanjenja sadržaja malondiladehida za oko 1 mg/kg (Bozkurt i Erkmen, 2002).

Dodatak starter kulture (*Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus carnosus*) takođe utiče na smanjenje intenziteta oksidativnih promena na lipidima izraženim preko sadržaja malondialdehida (Bozkurt i Erkmen, 2002; 2007).

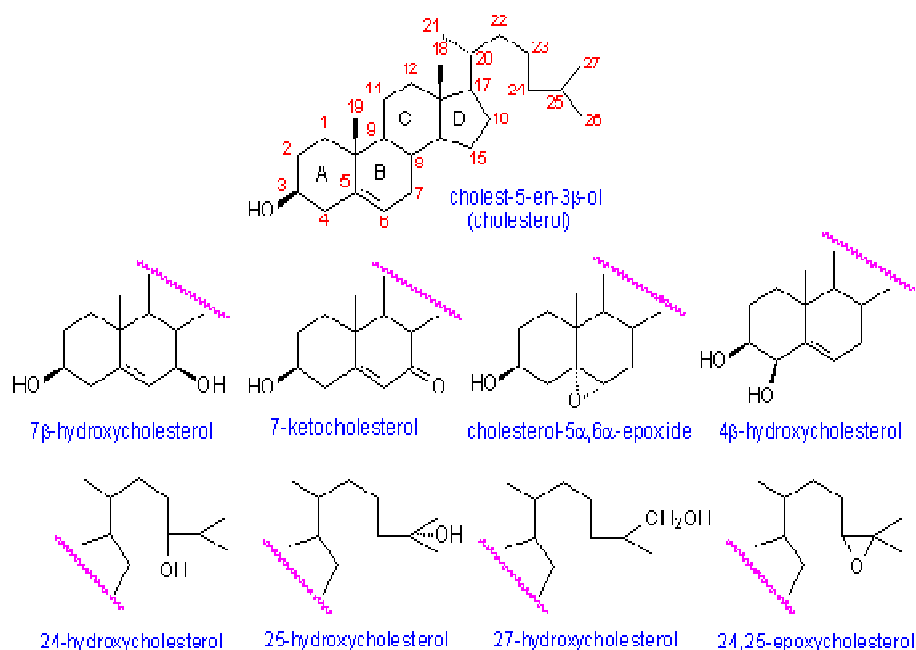
2.5.3. Oksidacija holesterola

Holesterol je relativno stabilno jedinjenje, ali zahvaljujući prisustvu jedne dvostruke veze u molekulu veoma lako stupa u reakcije sa reaktivnim jedinjenjima kiseonika kao što su singletni kiseonik, ozon, hidroperoksidi. Holesterol prisutan u ćelijskim membranama lakše podleže reakcijama sa reaktivnim jedinjenjima kiseonika u odnosu na polinezasićene masne kiseline. Sam proces oksidacije holesterola veoma je sličan sa oksidacijom nezasićenih masnih kisleina, a završava se sa nastankom oksisterola. Takođe, povećanje sadržaja malondialdehida, tipičnog razgradnog produkta oksidacije lipida u mesu i proizvodima od mesa, prati i porast oksisterola, što ukazuje da produkti oksidacije lipida utiču na intenziviranje procesa oksidacije holesterola (Hur i dr., 2007). Smanjenje sadržaja holesterola tokom njegove oksidativne razgradnje u tesnoj je vezi sa smanjenjem sadržaja linolne kiseline tokom skladištenja proizvoda od mesa. Prisustvo produkata oksidacije holesterola u hrani sve više je predmet interesovanja naučne javnosti. Produkti oksidacije holesterola povezani su sa razvojem ateroskleroze i koronarne bolesti srca, utiču na oštećenje ćelijskih membrana i promenu permeabilnosti (Addis, 1986). Osim toga produkti oksidacije holesterola pokazuju niz toksičnih, mutagenih i kancerogenih uticaja kod ljudi. U tabeli 2.16. prikazan je sadržaj tipičnih oksidativnih produkata holesterola u mesu. Na oksidaciju holesterola u mesu i proizvodima od mesa utiču faktori kao što su temperatura i vreme skladištenja, način pakovanja kao i struktura lipida (Paniangvait i dr., 1995). Visoke temperature toplotne obrade mesa i proizvoda od mesa utiču na povećanje sadržaja produkata oksidacije holesterola. Sam proces oksidacije holesterola prati smanjenje sadržaja rezidualnog holesterola uz povećanje produkata njegove oksidativne razgradnje. O autoksidaciji holesterola dosta je raspravljano, ali tek sa razvojem gasno - masene spektroskopije izolovani su i identifikovani njegovi proizvodi oksidacije (Bastić, 1986).

Table 2.16. Sadržaj produkata oksidacije holesterola u mesu ($\mu\text{g/g}$ lipida) nakon sedam dana skladištenja (4°C) (Nam i dr., 2001)

Produkti oksidacije holesterola	Čureće meso	Svinjsko meso	Govede meso
7 α - i 7 β -hidroksiholesterol	51,9	29,2	11,8
5,6 α -epoksiholesterol	6,4	7,6	16,1
5,6 β -epoksiholesterol	-	-	3,7
20 α -hidroksiholesterol	-	-	5,3
holestantriol	-	1,1	0,3
7-ketoholesterol	19,0	15,0	8,4

Strukture nekoliko najtipičnijih oksiholesterola kao produkata neenzimske oksidacije prikazani su na slici 2.14.



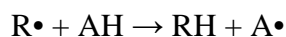
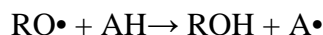
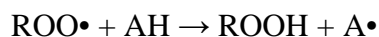
Slika 2.14. Oksisteroli i drugi derivati holesterola (www.lipidlibrary.aocs.org)

2.5.4. Antioksidanti

Antioksidanti su supstance koje u malim količinama usporavaju proces oksidacije i razlaganja produkata oksidacije lako oksidirajućih biomolekula, kao što su lipidi i proteini i na taj način omogućavaju očuvanje nutritivnih i senzornih karakteristika proizvoda i povećanje njihove održivosti. Upotreba antioksidanata u prehrambenim proizvodima kontrolisana je nacionalnim zakonima ili međunarodnim standardima. U Evropskoj uniji upotreba antioksidanata u prehrambenim proizvodima u skladu je sa Direktivom Saveta br. 95/2/EC, utvrđenom od strane Evropskog parlamenta, kao i sa odredbama Codex Alimentarius-a (Karre i dr., 2013).

Najvažniji mehanizam antioksidativne aktivnosti je reakcija jedinjenja koja inhibiraju oksidaciju sa lipidnim slobodnim radikalima, pri čemu nastaju neaktivni proizvodi. Ova jedinjenja su pravi antioksidanti. Oni obično reaguju sa peroksi i alkoksi slobodnim radikalima, koji nastaju razlaganjem lipidnih hidroperoksida. Drugi inhibitori stabilišu lipidne perokside, sprečavajući njihovo razlaganje na slobodne radikale (Mandić, 2007).

Reakcije inhibicije oksidacije lipida:



Najčešće korišćeni sintetski antioksidanti u proizvodima od mesa su butilhidroksianizol (BHA), butilhidroksitoluen (BHT), propilgalat (PG) i terc-butilhidrohinon (TBHQ) (Karre i dr., 2013). Međutim, zbog potencijalno toksičnih svojstava njihova upotreba je dovedena u pitanje, a zahtevi potrošača su sve više usmereni ka prirodnim antioksidantima. Zbog visokog sadržaja fenolnih jedinjenja, voće kao i drugi biljni materijali predstavljaju značajan izvor prirodnih antioksidanata i pružaju alternativu konvencionalnim antioksidantima (Mandić, 2007; Karre i dr., 2013). Prednost zamene sintetskih antioksidanata prirodnim sagledava se sa zdravstvenog aspekta i zbog činjenice da su prirodni antioksidanti rastvorljivi u uljima i vodi što olakšava njihovu primenu u prehrambenim proizvodima.

Ograničenje primene prirodnih antioksidanata u hrani uprkos njihovoj značajnoj antioksidativnoj aktivnosti su nepotpuna toksikološka ispitivanja (Mandić, 2007). Prvi antioksidanti koji su se koristili za konzervisanje hrane bili su začini. Osim snažnog antimikrobnog dejstva i uloge u formiranju arome, začini imaju i izrazito antioksidativno dejstvo. Začini su veoma važni konstituenti fermentisanih suvih kobasica, koji pored navedenih svojstava dopinose i rastu bakterija mlečne kiseline. U proizvodnji fermentisanih suvih kobasica koriste se crvena mlevena začinska paprika (slatka i ljuta), beli luk, crni i beli biber, kardamom, kim, đumbir, muskatni orah, slačica, karanfilić, đumbir, cimet, kao i njihove različite mešavine (Petrović i dr., 2007; Tasić, 2012). Paprika je jedan od najčešće korišćenih začina u proizvodnji fermentisanih suvih kobasica. Karakteriše je izrazito nizak redoks potencijal, koji je posledica visokog sadržaja antioksidanata, kao što su kapsaicin, fenolna jedinjenja, tokoferoli, karotenoidi, askorbinska kiselina, nitrati i nitriti. Pored paprike u proizvodnji fermentisanih kobasica veoma česta je i upotreba belog luka, koga karakteriše prisustvo antioksidana na bazi sulfidnih jedinjenja (alil-sulfid, propil-sulfid), kao i askorbinske kiseline, nitrita i nitrata (Aguirrezábal, 2000). Crni biber je začin koji ima niz zdravstvenih pogodnosti. On sadrži antioksidante, kao što su vitamini A i C te jedinjenja kao što su piperin, likopen, karoteni, zeaksantin i kriptoksantin (Ahmad i dr., 2012). Takođe, dobro su poznata i antioksidativna i antimikrobna svojstva kima (Krkić i dr., 2013b).

2.5.5. Analitičke tehnike za određivanje stepena oksidativnih promena na lipidima

Metode koje se koriste za određivanje stepena oksidativnih promena na lipidima podeljene su u dve grupe:

1. Određivanje primarnih produkata oksidacije lipida,
2. Određivanje sekundarnih oksidativnih promena na lipidima.

Određivanje primarnih oksidativnih promena na lipidima zasniva se na kvantifikovanju smanjenja količine reaktanata (nezasićenih masnih kiselina ili kiseonika) u reakcijama oksidacije lipida ili na utvrđivanju količine nastalih primarnih produkata oksidacije, kao što su hidroperoksidi i konjugovani dieni. Kvantifikovanje peroksida je najprimenljivija metoda za utvrđivanje primarnih oksidativnih promena na lipidima. Kako su peroksidi nestabilni i veoma brzo se prevode do sekundarnih produkata oksidacije, ova metoda se, uglavnom, koristi za utvrđivanje oksidativnih promena u proizvodima koji se ne obrađuju toplotom, a čuvaju se na niskim temperaturama (Ross i Smith, 2006).

Sekundarne oksidativne promene dovode do nastanka produkata oksidacije, kao što su aldehidi, ketoni, karbonske kiseline, alkoholi, estri, ugljovodonici. Aldehidi su najznačajniji i najzastupljeniji sekundarni produkti oksidacije u mesu i proizvodima od mesa (Bruna i dr., 2001; Sun i dr., 2010).

Određivanje sadržaja malondialdehida pomoću 2-tiobarbitunre koesline (TBARs) je jedna od najstarijih i najčešće korišćenih metoda za utvrđivanje stepena sekundarnih oksidativnih promena na lipidima u mesu i proizvodima od mesa. Ova metoda zasniva se na spektrofotometrijskom određivanju ekstrahovanog malondialdehida. Zbog jednostavnosti i visoke korelacije sa senzornom ocenom kvaliteta ova metoda se veoma primenjuje radi definisanja oksidativnog statusa. Osnovni nedostatak ove metode je nespecifičnost, jer i druge komponente iz hrane mogu reagovati sa tiobarbiturnom kiselinom. Zbog toga se TBARs metod više koristi radi definisanja stepena oksidativnih promena nego za kvantifikovanje malondialdehida (Ross i Smith., 2006; Papastergiadis i dr., 2012).

Primena tečne hromatografije visoke rezolucije (HPLC) za određivanje sadržaja malondialdehida pokazuje veću specifičnost i osetljivost u odnosu na TBARs metodu i sve više se koristi za kvantifikovanje malondialdehida. Ova tehnika zasniva se na prethodnoj derivatizaciji malondialdehida sa jedinjenjima na bazi hidrazina, kao što je 2,4-dinitrofenilhidrazin ili na direktnom određivanju malondialdehida (Papastergiadis i dr., 2012).

Kako su primarni peroksidi veoma nestabilni, a TBARs metoda nepouzdana za kvantifikovanje malondialdehida, određivanje sadržaja lako isparljivih aldehida (pentanala, heksanala, oktanala, nonanala) sve više se primenjuje radi kvantifikovanja sekundarnih oksidativnih promena na lipidima (Ross i Smith, 2006).

Postoje brojne analitičke tehnike za izolovanje i kvantifikovanje lako isparljivih komponenata iz hrane, nastalih u toku procesa oksidacije lipida. U samom začetku oksidacije lako isparljive komponente se u hrani nalaze u veoma malim količinama, a hrana, generalno predstavlja veoma složen supstrat, što predstavlja teškoću za njihovo izolovanje i precizno kvantifikovanje. Takođe, mora se voditi računa da u samom postupku pripreme uzorka za analizu ne dođe do dalje oksidacije samog uzorka. Mnogi produkti oksidacije su isparljivi i egzistiraju u gasovitom stanju na temperaturi određivanja, te su za njihovo određivanje pogodne metode gasne hromatografije. Iz navedenih razloga se pri određivanju lako isparljivih jedinjenja, kao produkata oksidacije lipida i u mesu i proizvodima od mesa najčešće koriste metode gasno-hromatografske (GC) analize, kao što su statička i dinamička

„headspace“ (HS) tehnika i mikroekstrakcija na čvrstoj fazi (Solid Phase Microextracion, SPME) (Ross i Smith, 2006).

Statička „headspace“ tehnika (SHS) je metoda koja omogućava brzo, lako i pouzdano određivanje lako isparljivih jedinjenja. Za analizu je potrebna mala količina uzorka, a u toku same analize redukovano je formiranje sporednih, isparljivih produkata. Nedostatak ove tehnike je mala osetljivost. Količina izdvojenih komponenata iz uzorka zavisi od faktora kao što su vrsta i koncentracija uzorka, isparljivost komponenata, vreme i temperatura inkubacije (Ross i Smith., 2006; Mandić i dr., 2012).

Za razliku od statičke „headspace“ tehnike, dinamička „headspace“ tehnika sprečava uspostavljanje ravnoteže između matriksa i lako isparljivih jedinjenja. U ovoj tehnici *purge and trap* uzorak u kontinuitetu nosi (*purge*) inertni gas koji omogućava izdvajanje isparljivih jedinjenja iz uzorka. Gas kroz poru ulazi u „zamku“ koja zadržava isparljive analite izdvojene iz uzorka. Ova tehnika je osetljivija u odnosu na statičku „headspace“ tehniku, ali i zahteva instrumentaciju, kao i duže vreme analize uzorka (Ross i Smith, 2006).

Proces mikroekstrakcije na čvrstoj fazi (SPME) zasniva se na preraspodeli analita između ekstrakcionog medijuma (vlakna) i matriksa uzorka, odnosno selektivnoj sorpciji ciljanih analita u aktivnom sloju vlakna i direktnoj desorpciji u injektoru hromatografa. Ovo je ravnotežna tehnika u kojoj se analiti raspodeljuju između tri faze: uzorak, gasovita faza i vlakno. Vlaknom se pri tome ne izvlači celokupna količina analita prisutna u uzorku, ali se odgovarajućom kalibracijom ova tehnika može koristiti i za uspešnu kvantifikaciju (Đurović i dr., 2007). Količina analita koja će se pri tome sorbovati na vlakno, zavisiće od niza faktora: debljine i polarnosti aktivnog sloja vlakna, načina uzorkovanja (direktno uzorkovanje – mikroekstrakcija iz rastvora, DM/SPME i „headspace“ uzorkovanje – mikroekstrakcija iz gasovite faze, HS/SPME), prirode uzorka i analita (polarnosti analita, njegove molekulske mase, pH vrednosti sredine, prirode matriksa), načina i brzine mešanja uzorka, trajanja mikroekstrakcije, temperature na kojoj se ona izvodi, itd. (Đurović, 2011). S obzirom na svoju jednostavnost, efektivnost i činjenice da ne zahteva upotrebu organskih rastvarača, te da se koraci prečišćavanja i koncentrovanja ekstrakta uzorka (ispitivanih analita) izvode istovremeno, SPME tehnika se sve više koristi u analitici lako isparljivih produkata oksidacije lipida u uzorcima različitog porekla (Ross i Smith, 2006).

2.6. TRADICIONALNE FERMENTISANE SUVE KOBASICE

2.6.1. Tradicionalni proizvodi zaštićeni oznakom geografskog porekla

U Evropskoj Uniji poznata su tri programa koja promovišu i štite kvalitet poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda (Council Regulation (EC) No 510/2006) i to: PDO (*protected designation of origin*, zaštićena oznaka porekla), PGI (*protected geographical indication*, zaštićena geografska oznaka) i TSG (*traditional speciality guaranteed*, garantovano tradicionalan specijalitet) (Petrović i Tasić, 2012; Ikonić, 2013).

PDO- obuhvata poljoprivredne i prehrambene proizvode koji su proizvedeni, prerađeni i pripremljeni na određenom geografskom području uz prepoznatljiv „*know-how*“.

PGI- obuhvata poljoprivredne i prehrambene proizvode koji su blisko povezani sa geografskim područjem. Najmanje jedna od faza proizvodnje, prerade ili pripreme odvija se u ovoj oblasti.

TSG- ističe tradicionalan karakter, bilo u sastavu ili procesu proizvodnje.



Slika 2.15. Oznake proizvoda zaštićenih kao PDO, PGI i TSG

Ovi programi Evropske unije podstiču raznovrsnu poljoprivrednu proizvodnju, štite imena proizvoda od zloupotrebe i imitacije i pomažu potrošačima dajući im informacije o specifičnostima proizvoda. Oznake geografskog porekla su vrsta intelektualne svojine. To su oblici identifikacije, koji identifikuju proizvod poreklom iz određenih regiona ili lokaliteta neke zemlje. Lista registrovanih proizvoda kojih sada ima već 1000, može se naći na DOOR bazi podataka (http://ec.europa.eu/agriculture/quality/schemes/index_en.htm).

Najveći broj registrovanih PDO/PGI proizvoda u 2008. godini imala je Italija (165), zatim slede Francuska (156), Španija (110), Portugal (105), Grčka (85), Nemačka (62), UK (29). Ovaj broj veoma često nije u korelaciji sa finansijskom vrednošću proizvodnje i trgovine PDO/PGI proizvodima, koju ostvaruje neka država članica. Tako na primer, Portugal

poseduje veliki broj proizvoda u Evropskom registru, ali kako su ti proizvodi veoma niske ekonomske vrednosti ova država finansijski ostvaruje veoma mali promet u ekonomskim razmerama. Sa druge strane, Nemačka i UK sa veoma malim brojem registrovanih proizvoda ostvaruju preko 30% ukupnog evropskog prometa ovim proizvodima (http://ec.europa.eu/agriculture/quality/schemes/product-files/meat-products_en.pdf; Ikonić, 2013).

Način sticanja i pravna zaštita oznaka geografskog porekla u Srbiji definisana su Zakonom o oznakama geografskog porekla („Sl. glasnik RS“, br. 18/2010) kao:

Ime porekla - geografski naziv zemlje, regiona ili lokaliteta koji služi da označi proizvod koji odande potiče, čiji su kvalitet i posebna svojstva isključivo ili bitno uslovljena geografskom sredinom, koja obuhvata prirodne i ljudske faktore i čija se proizvodnja, prerada i priprema u celini odvijaju na određenom geografskom području.

Geografska oznaka - oznaka koja identifikuje određenu robu kao robu poreklom sa teritorije određene zemlje, regiona ili lokaliteta sa te teritorije, gde se određeni kvalitet, reputacija ili druge karakteristike robe suštinski mogu pripisati njenom geografskom poreklu.

Spisak oznaka geografskog porekla registrovanih u Zavodu za intelektualnu svojinu Republike Srbije kao i sadržaj Tehnoloških elaborata na osnovu kojih je i izvršena njihova zaštita nalaze se u bazi podataka Zavoda (<http://www.zis.gov.rs>).

Tradicionalni proizvodi od mesa odlikuju se specifičnim karakteristikama tipičnim za određeno geografsko podneblje. Zahvaljujući širokim varijacijama u kvalitetu sirovina, formulaciji nadeva i proizvodnih procesa, koje su posledica tradicije, navika i običaja različitih zemalja i regiona, na Evropskom tržištu razvijena je široka paleta tradicionalnih proizvoda od mesa (Toldrá, 2002; Lebert i dr., 2007). Tradicionalni, fermentisani proizvodi od mesa, koji potiču sa određenog geografskog područja, odlikuju specifična senzorna svojstva, i po pravilu vrhunski kvalitet. Na svojstva i kvalitet ovih proizvoda značajno utiču, pored ostalog, i opšte karakteristike podneblja, a posebno specifični klimatski uslovi, karakteristični za određeno geografsko područje (Petrović i dr., 2011a).

Začeci proizvodnje fermentisanih suvih kobasica datiraju još iz perioda Rimskog carstva, a svoju punu ekspanziju doživljavaju u srednjem veku sa razvojem gradova širom Evrope. Prva ozbiljnija proizvodnja fermentisanih kobasica započeta je u Italiji 1730. godine,

a proizvodnja je zatim rasprostranjena do Nemačke, Mađarske i drugih evropskih i vanevropskih zemalja, poput SAD, Argentine i Australije (Demeyer., 2004; Savić i Savić, 2004., Talon i dr., 2004; Di Cagno i dr., 2008; Ikonić, 2013).

U Evropi suvi proizvodi od mesa po osobinama i poreklu podeljeni su u dve velike grupe: južnoevropski ili mediteranski tip proizvoda i severnoevropski tip proizvoda. Tipični predstavnici južnoevropskih ili mediteranskih fermentisanih suvih kobasica sa PDO ili PGI oznakom su italijanske (*Salamini italiani alla cacciatore, Soppressaa di Calabria, Soppressata of Vallo di diano, Salame Piacentino, Salame di Varzi, Salame Brianza* i dr), španske (*Salchichón de Vic, Chorizo Riojano, Sobrasada de Mallorca* i dr.) i portugalske (*Salpicão de Vinhais, Chourico Grosso de Estremoz e Borba* i dr.) kobasice. Nasuprot mediteranskim kobasicama, u proizvodnji severnoevropskih se pored svinjskog mesa koristi i goveđe. Predstavnici ove grupe proizvoda su: nemačke PDO kobasice (*Greußener Salami i Göttinger Stracke*), mađarska (*Szegedi téliszalámi*) i druge kobasice koje se proizvode u Nordijskim zemljama (danska *Spegepølse*, švedska *Medwurst*, norveške *Morr, Kottimainen i Venäläinen*) (Talon i dr., 2004; Di Cagno i dr., 2008; Roseiro i dr., 2010).

U Zavodu za intelektualnu svojinu Republike Srbije do danas registrovano je 43 domaće oznake geografskog porekla, a od toga 10 su proizvodi od mesa. Fermentisane suve kobasice u našoj zemlji izrađuju se vekovima u zimsko doba godine, kada vladaju niske temperature. Karakteriše ih spontana fermentacija, bez dodatka starter kulture. Poznatiji proizvodi koji nose oznaku geografskog porekla su *Kulen, Sremska kobasica* (Vuković, 2012) i *Petrovačka kobasica* (Petrović i dr., 2007; Ikonić i dr., 2010; Tasić i dr., 2012). Na njihov specifičan kvalitet i senzorna svojstva utiču: izbor sirovine, metaboličke aktivnosti prisutne mikroflore i fizičko-hemijske promene nastale u toku procesa dimljenja, sušenja i zrenja nadeva (Vesković-Moračanin i Obradović, 2009; Talon i dr., 2007, Petrović i dr., 2011a, Tasić i dr., 2012).

2.6.2 . Petrovačka kobasica (*Petrovská klobása*)

Petrovačka kobasica (Petrovská klobása) je tradicionalna fermentisana suva kobasica koja se proizvodi u Bačkom Petrovcu i njegovoj okolini (Opština Bački Petrovac, AP Vojvodina). Ova kobasica predstavlja deo kulturnog nasleđa Slovaka koji su u drugoj polovini 18. veka naselili prostore Vojvodine, a koji je i danas proizvode na tradicionalan način i

prema originalnoj recepturi svojih predaka (Petrović i dr., 2007; Ikonić, 2010; Petrović i dr., 2011a).

Tradicionalna *Petrovačka kobasica* postala je „brend“ ovdašnjeg života, a prvi put se službeno pominje na velikoj izložbi poljoprivrednih proizvoda 1873. godine u Beču i od tada je ovaj bačkopetrovački proizvod uspešno zakoračio u svet. Veština proizvodnje ovog tradicionalnog proizvoda prenosi se sa kolena na koleno (Petrović i dr., 2007; Ikonić i dr., 2010; Petrović i dr., 2011a).

Tradicionalno, *Petrovačka kobasica* proizvodi se u seoskim domaćinstvima tokom zimskih meseci kada je temperatura vazduha oko 0°C ili niža, što uslovljava veoma spore procese fermentacije, sušenja i zrenja (do 120 dana). Ovaj proizvod izrađuje se isključivo od svinjskog mesa i čvrstog masnog tkiva, crvene ljute začinske paprike, soli, belog luka, kima i kristal šećera. Za razliku od industrijske proizvodnje fermentisanih kobasica, ova kobasica se proizvodi bez upotrebe aditiva i starter kultura, a za proces fermentacije i zrenja, kao i za krajnji kvalitet ovog proizvoda veoma je zaslužna mikroflora specifična za upotrebljenu sirovinu i dato okruženje (Petrović i dr., 2007; Petrović i dr., 2011a; Janković, 2013). Zahvaljujući naglašenim, specifičnim i prepoznatljivim senzornim svojstvima, među kojima dominira intenzivna crvena boja, pikantan, ljut ukus i aroma zrelog svinjskog mesa, sa blagom notom belog luka, kima i dima, *Petrovačka kobasica* je veoma omiljena među potrošačima, te je 2007. godine nakon višegodišnjih istraživanja zaštićena oznakom geografskog porekla (ime porekla), prema nacionalnom zakonu o oznakama porekla, a u registru Zavoda za intelektualnu svojinu Republike Srbije zavedena je pod rednim brojem 44 (Rešenje broj: 9652/06 Г-03/06, 21.05. 2007. godine <http://www.zis.gov.rs>) (Petrović i dr., 2007; Ikonić i dr., 2010; Petrović i dr., 2011a).

Na bazi opsežnih istraživanja preduzetih radi zaštite oznake porekla *Petrovačke kobasice*, u Tehnološkom elaboratu (Petrović i dr., 2007) definisani su parametri i kriterijumi kvaliteta, koji su iskazani kao standard koji se mora postići u izradi ove kobasice, koji će ubuduće moći nositi oznaku geografskog porekla (*Petrovská klobása – Petrovačka kobasica*). Definisani su sledeći kriterijumi kvaliteta: pH ≥ 5.4 , sadržaj vode <35%, sadržaj proteina mesa >25%, sadržaj slobodne masti <35%, RSPVT/PM <15%, sadržaj NaCl <3,5%, indeks proteolize >15%, svetloća (L*)=32-37, čvrstoća=10-15N i ukupni senzorni kvalitet ≥ 4.5 . Za svoj vrhunski kvalitet *Petrovačka kobasica* (*Petrovská klobása*), dobila je zlatnu medalju za kvalitet pri ocenjivanju na Sajmu poljoprivrede u Novom Sadu 2006, 2007. i 2008. godine.

2.6.3. Proces proizvodnje fermentisanih suvih kobasica

Fermentacija i sušenje su, uz soljenje i dimljenje jedni od najstarijih načina konzervisanja, a kobasice jedan od najstarijih proizvoda od mesa (Vuković, 2012). Prvi zapisi o fermentisanim kobasicama datiraju još iz 3000. godine p.n.e., a više informacija potiče iz Kine i Mediteranske oblasti oko 2000 godina p.n.e. Ove kobasice bile su dobro poznate i u rimskom carstvu (Leistner, 1986; Savić i Savić, 2004).

Fermentisane kobasice su proizvodi dobijeni od mesa domaćih papkara i kopitara prve i druge kategorije, mesa živine prve kategorije i mesa divljači, masnog tkiva i dodataka, koji se posle punjenja u omotače konzervišu postupcima fermentacije i sušenja, odnosno zrenjem, sa ili bez dimljenja. Dodaci za fermentisane kobasice mogu da budu kuhinjska so, začini, ekstrakti začina, aditivi, arome, arome dima, šećeri i starter kulture, a za fermentisane kobasice koje se stavljaju u promet kao funkcionalna hrana i dijetna vlakna, inulin, omega-3 masne kiseline i ulja bogata ovim masnim kiselinama, fitosteroli, prirodni antioksidansi, vitamini i mineralne materije. Fermentisane kobasice se stavljaju u promet kao: fermentisane suve kobasice, fermentisane polusuve kobasice i fermentisane kobasice za mazanje. Fermentisane suve kobasice su zreli proizvodi koji sadrže manje od 35% vode (Pravilnik, Sl. glasnik RS, br. 31/2012). Suše se na nižim temperaturama, zrenje im duže traje, pri čemu stiču karakterističnu, prijatnu i pikantnu aromu, čvršću konzistenciju i dobru održivost (Vuković, 2012).

Prema domaćem Pravilniku (Sl. glasnik RS, br. 31/2012), fermentisane suve kobasice moraju da ispunjavaju sledeće zahteve:

1. *da površina nije deformisana, da omotač nije oštećen i da dobro prileže uz nadev;*
2. *da nadev na preseku ima izgled mozaika sastavljenog od približno ujednačenih komadića mišićnog tkiva crvene boje i masnog tkiva beličaste boje i da su sastojci u nadevu ravnomerno raspoređeni,*
3. *da na preseku nema šupljina i pukotina,*
4. *da imaju stabilnu boju i prijatan i karakterističan miris i ukus,*
5. *da imaju čvrstu konzistenciju,*
6. *da se mogu narezivati, a da se sastojci nadeva prilikom rezanja ne razdvajaju,*
7. *da sadrže najviše do 35% vlage, da je sadržaj proteina mesa najmanje 20%, a sadržaj kolagena u proteinima mesa najviše 20%, ako to nije drukčije propisano ovim Pravilnikom.*

2.6.3.1. Osnovni sastojci i dodaci u proizvodnji fermentisanih suvih kobasica

Fermentisane kobasice se proizvode od mesa dobrog kvaliteta, čvrstog masnog tkiva, kuhinjske soli, soli za salamurenje, začina, aditiva, šećera i drugih dodataka (Vuković, 2012). U proizvodnji fermentisanih kobasica koristi se meso zrelih životinja, koje sadrži manje vode, ima intenzivnu crvenu boju i čvršću konzistenciju (Rede i Petrović, 1997; Vuković, 2012). Naročito je pogodno meso dobro uhranjenih krmača, bikova i mršavijih krava. Vrsta mesa koje se koristi zavisi od navika, običaja, tipa kobasice, ili od zastupljenosti određenih vrsta i rasa životinja u geografskom području proizvodnje. Kod nas kao i u većini evropskih zemalja fermentisane suve kobasice proizvode se pretežno od svinjskog mesa. U proizvodnji fermentisanih suvih kobasica upotrebljava se ohlađeno (od -1°C do 2°C), namrznuto (do -12°C) i zamrznuto (do -18°C) meso. Od izuzetnog je značaja da ono bude normalnog kvaliteta, odnosno da poseduje poželjna tehnološka svojstva u pogledu vrednosti pH, sposobnosti vezivanja vode, boje, teksture i hemijskog sastava (Vuković, 2012).

Kao posledica različitog toka, odnosno brzine složenih biohemijskih procesa u mišiću *post mortem* javljaju se mesa različitog kvaliteta. Izdiferencirana su tri osnovna tehnološka kvaliteta svinjskog mesa: normalno (crveno ružičasto, čvrsto i nevodnjikavo- CČN), BMV (bledo, meko i vodnjikavo) i TČS (tamno, čvrsto i suvo). BMV meso se razvija kada se postmortalna glikoliza odvija ekstremno brzo i na visokoj temperaturi mišića, a kao rezultat javlja se brzi pad vrednosti pH, dok se TČS meso javlja u onim mišićima koji u momentu klanja ne sadrže dovoljno glikogena za normalan tok postmortalne glikolize i pad vrednosti pH na normalnu krajnju vrednost od 5,4-5,8. U ovom slučaju vrednost pH se zaustavlja u području od 5,8-7,0 (Rede i Petrović, 1997).

Upotreba BMV mesa u proizvodnji fermentisanih kobasica može izazvati ozbiljne probleme po pitanju boje i denaturacije proteina, dok TČS meso treba izbegavati zbog visokog stepena vezivanja vode (sporije sušenje) i visoke vrednosti pH koja pogoduje rastu i razvoju patogenih mikroorganizama (Vuković, 2012; Ikonić, 2013).

U proizvodnji fermentisanih suvih kobasica upotrebljava se čvrsto masno tkivo svinja (vrat, greben i leđa). Neposredno nakon odvajanja sa trupa masno tkivo se dobro hladi (od -1°C do 2°C), da masti očvrstnu i da se zaustavi aktivnost lipaza masnog tkiva i mikroorganizama, a zatim se namrzava (do -12°C) ili zamrzava (-18°C). Zbog rizika od oksidacije masti, zamrznuto masno tkivo ne bi trebalo da se čuva duže od 3 meseca (Petrović i dr., 2010a; Vuković, 2012).

U proizvodnji fermentisanih suvih kobasica koriste se kuhinjska so, nitriti, nitrati, razni šećeri, začini i starter kulture (Vuković, 2012).

So je osnovni dodak u proizvodnji fermentisanih suvih kobasica. Dodaje se u rasponu od 2-3%, ima bakteristatsku aktivnost, utiče na početno smanjenje sposobnosti vezivanja vode, a time i aktivnost vode, poboljšava solubilizaciju proteina i pruža tipičan slan ukus. Ovaj sadržaj soli omogućava rast bakterija mlečne kiseline, a inhibira rast nekih nepoželjnih mikroorganizama. Međutim, so može imati i neke neželjene efekte u smislu ubrzanja oksidacije pigmenata i lipida, što utiče na promenu boje i pojavu užegnuća (Toldrá i dr., 2001; Tasić, 2012). Upotreba nitrita i/ ili nitrata u obliku soli za salamurenja postala je praksa proizvodnje fermentisanih kobasica u 20. veku. Danas se po preporuci Codex Alimentarius-a nitriti i nitrati dodaju do maksimalne količine od 150, odnosno 300 mg/kg, redom (Pravilnik, Sl. List SCG, 5/2004). Nitrati su veoma stabilni, a da bi njihov dodatak imao funkciju u fermentisanim kobasicama potrebno je da se tokom proizvodnje redukuju do nitrita. Ovaj proces se najčešće odvija u prisustvu enzima bakterija *Micrococcaceae* (Ikonić, 2013). Nastali nitritni jon je veoma reaktivan, stupa u reakciju sa mioglobinom gradeći nitrozil mioglobin (Mb-NO), jedinjenje odgovorno za tipičnu crvenu boju salamurenog mesa. Nitriti imaju konzervišuće dejstvo i doprinose razvoju karakterističnog ukusa (Toldrá, 2002).

U fermentisanim kobasicama šećeri predstavljaju hranljivi supstrat za mikroorganizme mlečno-kiselinskog vrenja. Od prostih šećera koriste se dekstroza, od disaharida saharoza i laktoza, a od oligosaharida skrobni dekstrini. U fermentisane kobasice može da se dodaje i glukono-delta lakton (GDL), aditiv za brzo sniženje vrednosti pH. Vrsta i količina dodatih šećera utiču na brzinu i obim formiranja mlečne kiseline, a doprinose razvoju ukusa i teksture proizvoda (Toldrá, 2002; Vuković, 2012).

Pored uloge u formiranju arome začini imaju izražena antimikrobna i antioksidativna svojstva. U poglavlju 2.5.5. detaljnije je predložena uloga začina u proizvodnji fermentisanih suvih kobasica, sa posebnim osvrtom na njihovo antioksidativno dejstvo.

2.6.3.2. Osnovene operacije u proizvodnji fermentisanih suvih kobasica

Usitnjavanje i mešanje

Nadev fermentisanih suvih kobasica priprema se mlevenjem ohlađenog mesa i masnog tkiva na vuku i mešanjem uz dodatak začina, šećera i soli. Ukoliko se koristi zamrznuto ili namrznuto meso i masno tkivo, usitnjavanje i mešanje se vrši u kuteru uz dodatak soli, začina i šećera. Noževi mašina za usitnjavanje (vuk, kuter) treba da budu oštri, da dobro seku meso i masno tkivo. Tupi noževi mašina gnječe tkiva i otapaju masti, koje se razmazuju i oblažu komadiće mesa. Otopljene masti otežavaju difuziju soli i povezivanje nadeva, a prilikom punjenja nakupljaju se ispod omotača i ometaju sušenje (Vuković, 2012).

Punjenje i ceđenje

U tradicionalnoj proizvodnji fermentisanih kobasica nadev se pre punjenja ostavlja u hladnjaču na takozvano predzrenje, dok se u savremenoj proizvodnji nadev odmah puni u omotače. Za pravilno zrenje kobasica važno je da se iz nadeva odstrani vazduh i omotači čvrsto napune masom. Nadev fermentisanih kobasica puni se u prirodne ili veštačke omotače, koji treba da su dovoljno čvrsti, elastični i propustljivi za dim, vodenu paru i gasove (Savić i Savić, 2004; Vuković, 2012). Napunjene kobasice se podvezuju kanapom ili klipsaju, kače na štapove i odnose na sušenje i zrenje, gde se neko vreme čuvaju pri nižoj vlažnosti kako bi se omotači zasušili (ceđenje) i tako pripremili za dimljenje (Savić i Savić, 2004; Ikonić, 2013).

Dimljenje

Fermentisane kobasice se dime na početku zrenja po hladnom postupku, najčešće na temperaturama od 12-25⁰C, kada kobasica sadži više vode i sastojci dima mogu lakše da difunduju u proizvod. Dimljenjem se postižu karakteristična aroma i izgled proizvoda, ali i određeni antimikrobni i antioksidativni efekti (Tasić, 2012). U savremenoj preradi mesa dim se proizvodi pomoću dimogeneratora, a dimljenje se odvija u komorama specijalizovanim za tu namenu, sa mogućnošću regulacije temperature, vlage i količine dima. Nasuprot tome, u tradicionalnim pušnicama dim se dobija sagorevanjem drveta u otvorenom ložištu, a ambijentalni uslovi u pušnici u velikoj meri zavise od spoljašnjih klimatskih uslova. Za proizvodnju dima najčešće se koristi tvrdo listopadno drvo: bukva, hrast, jasen. Međutim, u postupku dimljenja nekih tradicionalnih kobasica koristi se drvo koštičavog voća (višnja, trešnja, kajsija) ili četinarara (Petrović i dr., 2007; Vuković, 2012)

Sušenje i zrenje

Sušenje je osnovna fizička promena za vreme zrenja fermentisanih kobasica i ujedno najvažniji postupak konzervisanja koji neposredno utiče na održivost. U toku sušenja smanjuju se sadržaj vlage i a_w -vrednost, a konzistencija kobasice postaje čvršća. Na nižoj a_w -vrednosti inhibiraju se bakterije i usporava aktivnost enzima. Patogene bakterije ne mogu da rastu kada je a_w -vrednost niža od 0,95, dok se bakterije važne za zrenje razvijaju pri a_w -vrednosti od 0,90-0,94 i čine dominirajuću mikrofloru kobasice. Razvoj bakterija prestaje kada a_w -vrednost bude niža od 0,90 i tada mogu da rastu samo kvasci i plesni (Bem i Adamić, 1991; Lücke, 1998; Vuković, 2012).

Fermentisane kobasice treba da se suše sporo bez obzira na brzinu zrenja, a prilikom sušenja vlažnost vazduha treba da je niža od aktivnosti vode kobasica od 2-4 jedinice. Ukoliko je ta razlika velika, brzina isparavanja vode sa površine kobasice u okolni vazduh (spoljašnja difuzija) je značajno veća od brzine migracije vode iz centra kobasice ka periferiji (unutrašnja difuzija). Posledica takvog sušenja je nastanak suvog ruba (prstena) ispod omotača, koji najpre usporava, a kasnije i zaustavlja sušenje. Kobasice se suše najbrže kada se pH vrednost nadeva nalazi u predelu ili blizini izoelektrične tačke aktomiozina (pH 5,1-5,3) (Puolanne i Halonen, 2010; Ikonić, 2013).

Generalno, temperatura vazduha u fazi sušenja i zrenja se održava u intervalu od 10-18°C, relativna vlažnost se smanjuje od 90 do 65%, a brzina strujanja vazduha se održava oko vrednosti 0,05-0,1m/s kako bi u čitavoj komori vladali isti uslovi. Pored termohigrometrijskih uslova u komori, na brzinu sušenja utiču i karakteristike same kobasice (vrednost pH, dijametar kobasice, sadržaj masnog tkiva, veličina partikula mesa i masnog tkiva, veličina pora, propustljivost), kao i eventualno prisustvo plesni na površini kobasice (Toldrá, 2002; Vuković, 2012; Ikonić, 2013).

Tokom procesa sušenja istovremeno se odvijaju procesi fermentacije i zrenja, koji predstavljaju skup složenih biohemijskih procesa i promena čijim nastankom se sirovi nadev transformiše u dugotrajan, stabilan i bezbedan proizvod optimalne nutritivne vrednosti i senzornog kvaliteta, bogate arome, definisane teksture i stabilne boje (Demeyer, 2004).

Snižavanje vrednosti pH je osnovna fizičko-hemijska promena tokom fermentacije, kao početne faze u izradi fermentisanih kobasica. Od vrednosti pH zavisi održivost proizvoda, stvaranje stabilne boje, povezivanje nadeva i formiranje konzistencije i arome kobasice. Snižavanje vrednosti pH odvija se na dva načina: fermentacijom šećera do mlečne kiseline i upotrebom aditiva za snižavanje vrednosti pH. Fermentacija je mikrobiološki proces

razlaganja šećera i drugih organskih jedinjenja bez prisustva kiseonika do mlečne kiseline i drugih proizvoda. Šećere fermentišu mikroorganizmi mlečno-kiselinskog vrenja, koji se nalaze prirodno u kobasici (spontana mikroflora) ili se dodaju u kobasicu kao starter kulture. U zavisnosti od visine temperature okolnog vazduha fermentacija može da traje od svega nekoliko sati pa do deset i više dana u tradicionalnim kobasicama čiji proces proizvodnje se odvija pri veoma niskim temperaturama (Toldrá, 2002; Vuković, 2012; Ikonić, 2013).

Za proces zrenja može se reći da traje od momenta izrade sirovog nadeva pa sve do momenta konzumiranja kobasice. Naime, ovaj proces podrazumeva promene na proteinima i lipidima mesa, odnosno procese proteolize i lipolize koji se dešavaju posredstvom delovanja enzima mišićnog i masnog tkiva, kao i enzima mikrobnog porekla (Gandemer, 2002; Toldrá, 2002; Ikonić, 2013).

Proteoliza, odnosno razgradnja proteina mesa, verovatno je najvažnija i najznačajnija grupa biohemijskih reakcija koja se odvija tokom proizvodnje mesa i izrade nekih grupa proizvoda od mesa, delovanjem endogenih enzima mišićnog tkiva i enzima poreklom iz mikroorganizama. Ovom procesu prethodi fermentacija, odnosno snižavanje vrednosti pH, a tokom ovog procesa dolazi do hidrolize miofibrilarnih i sarkoplazmatskih proteina pri čemu nastaju polipeptidi, niskomolekularni peptidi i slobodne amino kiseline (Rede i Petrović, 1997; Toldrá, 2002). Doprinos proteolize senzornom kvalitetu gotovog proizvoda je veoma značajan. Utiče na teksturu razgradnjom miofibrilarnih proteina koji grade mišićnu strukturu, kao i na formiranje specifične arome i ukusa akumulacijom niskomolekularnih peptida i slobodnih amino kiselina, direktnim uticajem ili indirektno, kao prekursori jedinjenja koja nastaju u reakcijama njihove degradacije, a značajno doprinose aromi proizvoda (Toldrá, 2002; Toldrá, 2006; Tasić, 2012; Ikonić, 2013). Proces lipolize i oksidacije slobodnih masnih kiselina u toku proizvodnje i skladištenja fermentisanih kobasica detaljnije su već opisani u poglavljima 2.4. i 2.5.

2.6.4. Mikroflora fermentisanih suvih kobasica

Mikroflora tradicionalnih fermentisanih kobasica poreklom je iz sirovina koje ulaze u njihov sastav ili iz sredine u kojoj se izrađuju (Borović i dr., 2009). Ova kontaminacija nastaje, uglavnom, tokom klanja životinja i povećava se u toku obrade mesa, pripreme nadeva i punjenja kobasica (Talon i dr., 2004). Kontaminantna, startna ili inicijalna mikroflora tek proizvedenog nadeva sirovih kobasica odgovara, pre svega, flori mesa, što znači da je čine pre svega *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, razne mlečno-kiselinske bakterije

(laktobacili, enterokoke, streptokoke, pediokoke), katalaza pozitivne koke, kvasci i plesni (Bem i Adamič, 1991; Lücke, 1998; Vuković, 2012).

Dominantna mikroflora sirovih kobasica u kojoj dominiraju, pre svega *Pseudomonadaceae* i *Enterobacteriaceae*, na početku zrenja u mikroaerofilnim uslovima, kao i u prisustvu soli, postepeno odumire, uz istovremeno povećanje broja laktobacila i drugih mikroaerofilnih bakterija, tolerantnijim prema solima, nižim vrednostima pH i niskom parcijalnom pritisku kiseonika (Bem i Adamič, 1991; Vuković, 2012). Prisutna mikroflora fermentiše dodate šećere i ugljene hidrate koji se nalaze u mesu, uz stvaranje produkata fermentacije, pre svega, mlečne i pirogroždane kiseline, koje snižavaju pH. Kada mikroorganizmi dostignu maksimum svog rasta, sledi stagnacija, zatim i njihovo postepeno odumiranje (Danilović i dr., 2011; Danilović, 2012; Vuković, 2012, Janković, 2013).

Dakle, mikroflora fermentisanih kobasica ima veliki značaj za biohemijske procese koji se odvijaju u kobasicama tokom njihove fermentacije. U specifičnim mikroklimatskim uslovima aktiviraju se prisutna epifitna mikroflora i enzimi iz mesa i masnog tkiva, koji ostaju aktivni tokom celog procesa proizvodnje, što omogućava stvaranje prijatnih aromatičnih svojstava gotovog proizvoda (Rašeta i dr., 2010).

Odredene vrste mikroorganizama mogu da imaju poželjno delovanje na proces zrenja fermentisanih kobasica. Tako postoji potreba za izolovanjem tih mikroorganizama i proizvodnjom starter kultura koje bi, dodavanjem u nadev, kontrolisano vodile proces zrenja do dobijanja bezbednog proizvoda prepoznatljivih senzornih karakteristika (Rašeta i dr., 2010). U starter kulturama namenjenim proizvodnji fermentisanih kobasica u SAD prevladavaju mlečno-kiselinske bakterije rodova *Lactobacillus*, *Lactococcus* i *Pediococcus*. Njihovom upotrebom proces proizvodnje se znatno skraćuje, a temperature zrenja su znatno više (35-40⁰C), što doprinosi ubrzanju proizvodnje, ali i razvoju izrazito kiselog ukusa proizvoda. U Evropi se u te svrhe najčešće koriste bakterije rodova *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Micrococcus* i *Staphylococcus* (Martinović i Vesković-Moračanin, 2006).

Bakterije mlečne kiseline predstavljaju dominantnu mikrofloru u proizvodnji fermentisanih kobasica. Uglavnom su to bakterije iz rodova *Lactobacillus*, *Lactococcus* i *Pediococcus*. Za njih je karakteristična sposobnost razgradnje ugljenih hidrata i stvaranje mlečne kiseline koja dovodi do snižavanja vrednosti pH u nadevu kobasica, što utiče na formiranje karakterističnog ukusa, razvoj i održivost boje, konzistencije, brzinu zrenja, kvalitet i zdravstvenu bezbednost proizvoda (Martinović i Vesković-Moračanin, 2006; Lebert i dr., 2007). Pored mlečno-kiselinskih bakterija i mikrokoke se veoma često koriste u starter

kulturama. Predstavnicima rodova *Staphylococcus* i *Micrococcus*, kako je već opisano u poglavlju 2.4.1. zbog izraženih proteolitičkih i lipolitičkih svojstava, doprinose formiranju željenog mirisa i ukusa proizvoda (Ikonić, 2013; Janković, 2013).

Primena starter kultura utiče na higijensku bezbednost i povećanje proizvodnje, postiže se suzbijanje rasta nepoželjnih mikroorganizama, dolazi do bržeg pada pH, omogućuje se skraćivanje procesa proizvodnje, standardizacija proizvodnje i kvaliteta završnog proizvoda i postiže bolja održivost (Martinović i Vesković-Moračanin, 2006; Danilović i dr., 2011; Danilović, 2012).

2.6.5. Senzorna svojstva fermentisanih suvih kobasica

Poslednjih godina povećan je obim saznanja o procesu zrenja fermentisanih proizvoda od mesa. Značajni naponi usmereni su pre svega ka razjašnjenju i karakterizaciji uticaja mikroorganizama, kao i promena koje se odvijaju u mišićnom i masnom tkivu, kao i njihove međusobne interakcije na proces zrenja fermentisanih kobasica. Sam proces zrenja baziran je na interakciji između komponenta mišićnog i masnog tkiva, prisutnih bakterija, kao i na fizičko-hemijskim fenomenima i složenim biohemijskim procesima (Toldrá, 1998; Ikonić i dr., 2013).

Senzorna svojstva tradicionalnih fermentisanih suvih kobasica zavise od brojnih faktora kao što su: vrsta i kvalitet osnovnih i dodatnih sastojaka, formulacija nadeva, metabolička aktivnost prisutne mikroflore, fizičko-hemijske promene tokom dimljenja i sušenja, enzimsko razlaganje proteina i masti, spoljašnji faktori (temperatura, relativna vlažnost i cirkulacija vazduha), uslovi i dužina zrenja (Vuković, 2012; Petrović i dr., 2011a; Tasić, 2012; Ikonić i dr., 2013).

Prema zahtevima Pravilnika o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa (2012) fermentisane suve kobasice treba da zadovolje nekoliko kriterijuma senzornog kvaliteta: da je omotač blago i ujednačeno naboran i da dobro prileže uz nadev, da nadev na preseku ima izgled mozaika sastavljenog od približno jednakih komadića mesa stabilne i ujednačene crvene boje i masnog tkiva bele boje, da su sastojci u nadevu ravnomerno raspoređeni i da na preseku nema šupljina i pukotina. Osim toga miris i ukus fermentisanih kobasica treba da su prijatni i karakteristični za datu grupu proizvoda, da imaju čvrstu konzistenciju, da se mogu narezivati, a da se sastojci nadeva prilikom rezanja ne razdvajaju.

U nadevu fermentisanih kobasica dominantan udeo ima mišićno tkivo, te se kobasice sporije suše, pa zbog ovoga poseduju, manje ili više čvrstu-tvrdu konzistenciju. Neposredno nakon punjenja u omotače, komadići mišićnog i masnog tkiva nisu povezani i konzistencija kobasica je testasta. U toku zrenja nadev se povezuje i formira se konzistencija pogodna za narezivanje. Povezivanje komadića mišićnog i masnog tkiva u nadevu i formiranje karakteristične konzistencije posledica su geliranja solubiliziranog aktomiozina i sušenja kobasica. Proces geliranja prati sinerezis, tj. izdvajanje vode iz strukture proteina, što ubrzava sušenje i doprinosi formiranju čvršće konzistencije kobasica (Barbut, 2007; Vuković, 2012).

Stabilna ružičastocrvena boja fermentisanih kobasica potiče od nitroziümioglobina koji nastaje u reakciji između nitrita i mioglobina. Nitrozilmioglobin nastaje kada pH vrednost opadne ispod 5,5, a optimalne uslove za njegovo formiranje stvaraju mikroaerofilne bakterije, koje troše kiseonik i snižavaju redoks-potencijal (Eh). Nadev dobija boju kada se stvori oko 50% NOMb, boja postaje stabilna tek kada nastane oko 70% ovog pigmenta (Vuković, 2012).

Formiranje mirisa i ukusa fermentisanih kobasica zavisi od procesa fermentacije ugljenih hidrata, procesa lipolize i oksidacije lipida, procesa proteolize kao i od vrste i količine dodatih začina, aditiva i soli (Toldrá, 1998; Bruna i dr., 2001; Olivares i dr., 2009).

Na aromu fermentisanih kobasica najveći uticaj imaju temperatura i dužina trajanja zrenja. Kiselkast ukus posledica je kako niskog pH, tako i vrste kiseline. Mlečna i pirogroždana kiselina, koje stvaraju homofermentativne mlečnokisele bakterije, poseduju blag ukus i slabo isparavaju, te kobasicama daju blago kiselkastu aromu. Mravlja i sirćetna kiselina, slabije disociraju i time manje deluju na opadanje pH, ali svojim izrazito kiselim mirisom i ukusom doprinose pojavi neprijatno kisele arome kobasica (Vuković, 2012).

Tokom procesa proteolize, formiraju se nosioci ukusa ili prekursori ovih jedinjenja. Nastali peptidi utiču na ukus gotovog proizvoda, a dobro izbalansirana razgradnja proteina mesa u male peptide i slobodne aminokiseline od izuzetne je važnosti. Naime, nakupljanje hidrofилnih peptida utiče na formiranje poželjnog ukusa, dok hidrofobni peptidi u velikim koncentracijama utiču nepovoljno na ukus fermentisanih kobasica (Toldrà, 2002; Tasić, 2012; Ikonić, 2013).

Promene na lipidima su od najvećeg značaja za formiranje arome fermentisanih kobasica. Nastale slobodne masne kiseline u toku procesa lipolize predstavljaju prekursore isparljivih jedinjenja koji nastaju u toku oksidacije. Na sam proces oksidacije mikroorganizmi

imaju značajan uticaj. Njihovi metabolički procesi imaju značajan uticaj na oksidaciju nezasićenih masnih kiselina i nastanak peroksida i isparljivih sekundarnih produkata oksidacije kao što su aldehidi, ketoni, alkoholi, estri. Odnos nastalih sekundarnih produkata oksidacije i njihova količina u funkciji je brojnih faktora kao što su: izbor sirovine i dodatnih sastojaka, primenjena tehnologija sušenja i zrenja, dodatak različitih starter kultura, dijametar kobasica, vreme trajanje procesa sušenja i zrenja (Toldrá, 1998; Gandemer, 2002; Josquin i dr., 2012).

2.6.6. Pakovanje fermentisanih kobasica

Trendovi u prehrambenoj industriji prate zahteve potrošača za svežim, prirodno očuvanim i kvalitetnim proizvodima koji su, što je moguće, manje hemijski tretirani. Usavršavaju se metode koje produžavaju trajnost proizvoda, a isključuju upotrebu veštačkih aditiva i konzervanasa. Značajnu ulogu među ovim metodama zauzima i primena novih ambalažnih materijala i savremenih uslova i postupaka pakovanja (Tsigarida i dr., 2000). Od sredine prošlog veka javlja se sve veća potreba za pakovanjem prehrambenih i drugih proizvoda. Razlozi su brojni, povećanje udaljenosti između mesta proizvodnje i mesta potrošnje, više faza prerade, produženje rokova održivosti proizvoda, rast životnog standarda, što dovodi do veće upotrebe upakovanih gotovih ili polupripremljenih proizvoda, kao i porast ukupnog broja stanovnika. Uloga ambalaže zasniva se na zaštiti upakovanog proizvoda od mehaničkih, fizičko-hemijskih, mikrobioloških i bioloških promena nastalih usled delovanja faktora spoljne sredine i vremena skladištenja (Lazić i Novaković, 2010).

Sve veći zahtevi potrošača za visokokvalitetnim proizvodima od mesa, kao i sve veći zahtevi proizvođača u pogledu standardizacije i racionalizacije proizvodnje doveli su do upotrebe različitih postupaka pakovanja i primene različitih ambalažnih materijala i u ovu granu prehrambene industrije (Petrović i dr., 2011b; 2012).

Proizvodi u tipu fermentisanih kobasica danas se konzumiraju u velikoj meri. Nakon punjenja u omotače, kobasice prolaze kroz nekoliko proizvodnih faza kao što su: dimljenje, fermentacija, sušenje i zrenje. Na kraju procesa proizvodnje kobasice se u malopradaju distribuiraju najčešće u rinfuzi, bez upotrebe pakovanja (Ansorena i Astiasarán, 2004).

Međutim, u cilju očuvanja senzornih svojstava i mikrobiološke sigurnosti fermentisanih suvih kobasica, u poslednje vreme sve više se koriste savremeni postupci i

uslovi pakovanja, kao što su pakovanje u vakuumu i u modifikovanoj atmosferi (Lazić i dr., 2002; Šakota i dr., 2002).

Pakovanjem u vakuumu značajno se produžuje održivost fermentisane kobasice, smanjuje se kalo, sprečava se ili usporava razvoj velikog broja aerobnih mikroorganizama, sprečava se oksidacija masnih kiselina i održava boja proizvedene kobasice. Uspešnost pakovanja u vakuumu zavisi od mikrobiološkog i tehnološkog kvaliteta proizvoda, primene adekvatnih temperatura skladištenja, fizičko-mehaničkih i barijernih karakteristika ambalažnih materijala, kao i pravilnog, hermetičnog formiranja i zatvaranja ambalaže (Šakota i dr. 2002; Robertson, 2006). Da bi se izbeglo zaostajanje vazduha u ambalaži preporučuje se upotreba termoskupljajućih barijernih folija (Robertson, 2006).

Pakovanje u modifikovanoj atmosferi (*modified atmosphere packaging*- MAP) je savremeni metod pakovanja, gde se vazduh iznad proizvoda zamenjuje smešom gasova, najčešće O₂, CO₂ i N₂ određenih koncentracija. Prisustvo kiseonika se, kod pakovanja fermentisanih kobasica, ograničava do 0,5%, da bi se sprečila oksidacija masnih kiselina i nepoželjna promena boje. Ugljendioksid (CO₂) se koristi zbog inhibitornog delovanja na aerobne mikroorganizme, moguće uzročnike kvara. Ugljendioksid se dobro rastvara u mastima, a rastvorljivost, pa samim tim i bakteriostatsko dejstvo, je maksimalno na temperaturi od 5°C. Kao prateći gas uz CO₂ koristi se N₂, koji je inertan gas (Lazić i dr., 2002; Šakota i dr., 2002).

Danas se primenjuje nekoliko postupaka pakovanja fermentisanih suvih kobasica u modifikovanoj atmosferi (Kerry i dr., 2006). U cilju produženja održivosti fermentisanih kobasica pakovanih u modifikovanoj atmosferi, koncentracija O₂ se mora smanjiti ili u potpunosti eliminisati i zameniti sa CO₂ (Wang, 2000; Fernández-Fernández i dr., 2001; Rubio i dr, 2008). Od strane većeg broja autora preporučen je sastav atmosfere za pakovanje fermentisanih suvih kobasica: 20-30% CO₂, a ostatak čini N₂ (Ahvenainen, 2003; García-Esteban i dr., 2003; García-Esteban i dr. 2004; Robertson, 2006). Ispitujući uticaj pakovanja u modifikovanoj atmosferi na održivost fermentisanih kobasica Sumo i dr. (2006) dolaze do zaključka da su kobasice pakovane u MAP-u sa većom koncentracijom CO₂ (20-30%) imale veću održivost i bolja senzorna svojstva u odnosu na kobasice pakovane u MAP u uslovima niske koncentracije CO₂ (5%). Gasna atmosfera u upakovanom proizvodu se tokom vremena skladištenja menja, zbog biohemijskih procesa u proizvodu, propustljivosti ambalažnih materijala za gasove ili nehermetičnosti varova (Tsigarida i Nychas 2001). Kako je kiseonik

gas koji izaziva negativne promene na upakovanom sadržaju (nepoželjna promena boje, oksidacija lipida) posebno treba obratiti pažnju na propustljivost ambalažnih materijala za ovaj gas (Skandamis i Nychas, 2002; Šakota i dr., 2002; Cilla i dr., 2006; Robertson, 2006; Rubio i dr., 2006; Rubio i dr., 2007; Sørheim i dr., 2009; Thorsen i dr., 2009).

Za primenu vakuuma i modifikovane atmosfere u pakovanju fermentisanih suvih kobasica najčešće se koriste folije osnovnog sastava poliamid / polietilen (PA/PE), koje mogu da sadrže i barijerne slojeve etilen-vinil-acetat (EVA), etilen-vinil-alkohol (EVOH), poliviniliden-hlorid (PVDC), polivinil-alkohol (PVOH) i druge (Lazić i dr., 2002; Lee, 2010).

Rešavanje problema pakovanja fermentisanih suvih kobasica, je aktuelna tema u svetu. Neprestano se radi na ispitivanju kvaliteta proizvoda upakovanog u različitim atmosferama gasova i njihovim odnosima, kao i na primeni enzimskih sistema koji proizvode CO₂ i sakupljaju ostatke O₂, razvoju različitih indikatora koji brzo detektuju, mere i signaliziraju prisustvo nepoželjnih komponenti kao što su amonijak, dimetilamin, patogeni mikroorganizami itd. (Petrović i dr., 2011b).

Pored pakovanja u vakuumu i modifikovanoj atmosferi u savremenoj industrijskoj proizvodnji hrane sve je prisutnija upotreba i aktivnog pakovanja. Ovaj vid pakovanja bazira se na korišćenju prirodnih konzervanasa i biorazgradivih barijernih materijala (Siripatrawan i Harte, 2010; Siripatrawan i Noipha, 2012).

Hitozan je linearni polisaharid dobijen iz hitina, egzoskeleta ljuskara u procesu deacetilacije. Ovaj polisaharid je netoksičan sa izraženim biokompatibilnim i biorazgradivim karakteristikama. Hitozanski filmovi imaju izraženo antimikrobno dejstvo prema gram pozitivnim i gram negativnim bakterijama, kvascima i plesnima. U cilju sprečavanja oksidacije, u poslednje vreme u hitozanske filmove dodaju se prirodni antioksidanti. Na taj način smanjuje se direktna upotreba antioksidanata u hrani, naročito sintetičkih, uz istovremeno produženje održivosti namirnica. Premazivanje hrane hitozanskim filmovima u koji su dodati prirodni antioksidanti kao što je vitamin E predmet je novijih istraživanja u oblasti pakovanja hranje. Hitozanski filmovi izrađeni sa dodatkom ekstrakta zelenog čaja, koje karakteriše visok udeo polifenolnih jedinjenja, imaju izraženo antimikrobno i antioksidativno dejstvo i pogodni su za premazivanje širokog spektra namirnica u cilju sprečavanja oksidacije i produženja roka upotrebe (Park i dr., 2004; Siripatrawan i Noipha, 2012).

Aplikacija hitozanskih filmova sa dodatkom prirodnih antioksidanasa, ulja origana i kima, u fermentisanim kobasicama dovodi do smanjenja oksidativnih promena i očuvanja senzornih svojstava mirisa i ukusa tokom dužeg vremena skladištenja (Krkić i dr., 2013a; 2013b).

3. ZADATAK RADA

Petrovačka kobasica je tradicionalna suva kobasica iz Srbije, zaštićena imenom porekla. Ovaj proizvod karakteriše nekontinuirana proizvodnja u individualnim seoskim domaćinstvima i nedovoljna prisutnost na tržištu, kao i nedovoljna marketinška podrška. Za njenu konkurentnost i širi plasman na tržištu neophodna je kontinuirana proizvodnja, detaljne informacije o njenim specifičnim karakteristikama, bezbednosti i kvalitetu, kao i primena savremenih tehnologija proizvodnje u cilju standardizacije navedenih osobina.

Prikazani navodi u poglavlju Pregled literature jasno ukazuju na aktuelnost ovog problema, kao i neophodnost realizacije planiranih istraživanja, čiji je ova doktorska disertacije samo deo. Takođe, potreba za ovakvom vrstom istraživanja se nameće s obzirom na činjenicu da je današnje društvo sve svesnije značaja i uticaja ishrane na zdravlje, sa posebnim osvrtom na njenu bezbednost.

Lipidi su značajni konstituenti fermentisanih kobasica. Promene na lipidima tokom proizvodnje i skladištenja utiču na bezbednost i kvalitet fermentisanih kobasica. Procesi lipolize i oksidacije lipida su veoma složeni procesi koji vode do nastanka velikog broja jedinjenja značajnih za formiranje arome fermentisanih kobasica. Aldehidi, sekundarni produkti oksidacije lipida zauzimaju značajno mesto u procesu formiranja arome u mesu i proizvodima od mesa. Takođe, ova jedinjenja pokazuju toksično dejstvo i u malim količinama dovode do nepoželjnih promena mirisa i ukusa proizvoda.

U svetlu navedenih činjenica potrebno je usmeriti istraživanja ka izučavanju toka i intenziteta lipolitičkih i oksidativnih promena na lipidima tokom proizvodnje i skladištenja fermentisanih kobasica.

Polazeći od prethodno navedenih činjenica, odlučeno je da se u okviru ove doktorske disertacije tokom tri proizvodne sezone izradi 13 modela *Petrovačke kobasice* kako bi se ispitao uticaj različitih varijabilnih faktora:

- Vremena otkoštavanja mesa *post mortem*,
- Načina pripreme nadeva (ručni i mašinski),
- Vrste omotača (prirodni i veštački),
- Sušenja i zrenja u tradicionalnim i kontrolisanim uslovima,

- Dodatka komercijalne starter kulture,
- Vrste pakovanja (vakuum, MAP, hitozanski filmovi) i
- Dužine skladištenja

na kvantitativne promene na lipidima kao i na tok i intenzitet lipolitičkih i oksidativnih promena tokom standardizacije tradicionalne tehnologije proizvodnje *Petrovačke kobasice* u cilju dobijanja bezbednog proizvoda standardnog kvaliteta, koji će se kontinuirano proizvoditi.

A. Kvantitativni pokazatelji promena na lipidima *Petrovačke kobasice* utvrdiće se ispitivanjem sledećih parametara:

- Sadržaja ukupnih lipida,
- Masnokiselinskog sastava,
- Sadržaja holesterola.

Ispitivanje kvantitativnih promena na lipidima obaviće se 0. dana (nadev), na kraju procesa sušenja kobasica i tokom i na kraju roka upotrebe.

B. Intenzitet lipolitičkih promena na lipidima *Petrovačke kobasice* utvrdiće se određivanjem sledećeg parametra:

- Vrednosti kiselinskog broja.

C. Tok i intenzitet oksidativnih promena utvrdiće se određivanjem sledećih parametara:

- Sadržaja malonildialdehida (TBARS test),
- Sadržaja zasićenih alifatičnih aldehida:
 - propanala,
 - pentanala,
 - heksanala,
 - heptanala,
 - oktanala.

Intenzitet lipolitičkih promena kao i tok i intenzitet oksidativnih promena pratiće se u različitim fazama proizvodnje, od izrade nadeva (0. dan), do kraja procesa sušenja, odnosno skladištenja određenom dinamikom.

D. Radi pravilne interpretacije dobijenih rezultata ispitivanja toka i intenziteta lipolitičkih i oksidativnih promena u procesu proizvodnje i skladištenja izrađenih grupa *Petrovačke kobasice*, potrebnom dinamikom utvrdiće se i promene sledećih **tehnoloških parametara**, koji direktno ili indirektno utiču na tok lipolitičkih i oksidativnih promena kao i na vrstu i sadržaj nastalih aldehida:

- Vrednosti pH,
- Vrednosti a_w ,
- Sadržaja vlage,
- Sadržaja NaCl,

kao i uticaj nastalih produkata lipolize i oksidacije na:

- Profil mirisa i ukusa utvrđen senzornom analizom.

4. MATERIJAL I METODE RADA

4.1. MATERIJAL

Lipolitičke i oksidativne promene u tradicionalnoj fermentisanoj suvoj *Petrovačkoj kobasici* ispitane su u tri proizvodne sezone u zimskom periodu i krajem zimskog perioda, praćenjem toka kvantitativnih promena na lipidima kao i određivanjem produkata lipolize i oksidacije nastalih u toku procesa dimljenja, fermentacije, sušenja, zrenja i skladištenja.

U sve tri proizvodne sezone nadev za izradu kobasica pripremljen je u Bačkom Petrovcu, a njegova osnovna formulacija uvek je bila ista, s obzirom da je opisana u Tehnološkom elaboratu (Petrović i dr., 2007) kao tradicionalni postupak izrade ove kobasice. Naime, u Tehnološkom elaboratu definisano je da se za izradu nadeva *Petrovačke kobasice* koristi svinjsko meso prve i druge kategorije (oko 85%) i čvrsto masno tkiva leđa i vrata (oko 15%), dobijeno klanjem i obradom belih mesnatih svinja uzgojenih u Bačkom Petrovcu, starosti od 9-12 meseci i mase od 135-200kg. Na tako dobijenu smešu usitnjenog mišićnog i masnog tkiva (cca \varnothing 10mm) dodati su sledeći ingredijenti: crvena ljuta mlevena začinska paprika 2,5%; kuhinjska so 1,8%; beli luk 0,2%; kim 0,2%; kristal šećer 0,15%. Izuzev jednog slučaja (II sezona) u sve tri proizvodne sezone nadev za izradu *Petrovačke kobasice* izrađen je specifičnom ručnom tehnikom gnječenja i mešanja, do postizanja homogene mase. Dobro izmešan nadev napunjen je u prirodne (svinjsko pravo crevo) ili veštačke (kolagene) omotače, nakon čega su kobasice ostavljene na ceđenju u hladnu prostoriju (cca 24h). Nakon završenog ceđenja kobasice su podvrgnute dimljenju u trajanju oko 10 dana, 4-8h dnevno. Osim po specifičnoj tehnici izrade nadeva, proizvodnju *Petrovačke kobasice* u odnosu na slične proizvode iz drugih regiona karakteriše upotreba drveta višnje, trešnje i kajsije u toku procesa dimljenja.

U prvoj proizvodnoj sezoni u dva odabrana domaćinstva članova Zemljoradničke zadruge „Kulen“ primenom tradicionalne tehnologije ručnog mešanja pripremljena su dva nadeva *Petrovačke kobasice*. U domaćinstvu prvog zadrugara (A) nadev je izrađen od toplog mesa, tj. cca 1 sat *post mortem*, pristupljeno je rasecanju i otkoštavanju, odnosno pripremi osnovne sirovine za izradu nadeva *Petrovačke kobasice*, a sam nadev uz dodatak predviđenih sastojaka ručnim mešanjem formiran je oko 3 sata *post mortem*. Polovina nadeva izrađenog od toplog mesa napunjena je u prirodni omotač (kobasica A1), a druga polovina u kolageni

omotač (kobasica A2). Za razliku od prvog, u drugom domaćinstvu (B) nadev je izrađen od ohlađenog mesa, tj. rasecanje i otkoštavanje obavljeno je 24 časa *post mortem*. Polovina nadeva izrađenog od ohlađenog mesa napunjena je u prirodni a ostatak u kolageni omotač. Dalji tok proizvodnje kobasica u oba domaćinstva obavljen je na isti način. Kobasice proizvedene u prvom domaćinstvu, kao i polovina kobasica proizvedenih u drugom domaćinstvu napunjenih u prirodni omotač (kobasica B1) i kolageni omotač (kobasica B2), podvrgnute su procesima dimljenja, fermentacije sušenja i zrenja na tradicionalan način. Druga polovina kobasica izrađenih od ohlađenog mesa i napunjenih u prirodni (kobasica B3) i veštački omotač (kobasica B4) podvrgnuta je uobičajenom procesu dimljenja (po 6 sati u toku 3 dana uz upotrebu bukovog drveta), sušenja i zrenja za kobasice tog dijametra u kontrolisanim (industrijskim) uslovima. Sve kobasice izrađene na tradicionalan način podvrgnute su procesu sušenja do postizanja zadatog sadržaja vlage najviše do 35% (90. dana), dok je sušenje kobasica B3 i B4 grupe modelovano, regulacijom procesnih parametara, tako da se sadržaj vlage <35% dostigne za 45 dana.



Slika 4.1. Izrada *Petrovačke kobasice* u tradicionalnim uslovima

Nakon završetka procesa sušenja sve kobasice su ostavljene na čuvanju u industrijskoj komori (15⁰C i RV 75%) bez pakovanja, upakovane pod vakuumom i u modifikovanoj atmosferi (30% CO₂ i 70% N₂), do isteka planiranog roka upotrebe (9 meseci od dana proizvodnje).

Nadev za izradu *Petrovačke kobasice* u drugoj istraživačkoj sezoni pripremljen je u registrovanom zanatskom objektu u Bačkom Petrovcu od ohlađenog mesa (kontrolisani uslovi), sa variranjem načina mešanja (ručni i mašinski). Ručno izrađen nadev napunjen je u prirodne (kobasica C1) i veštačke (kolagene) omotače (kobasica C2), a mašinski mešan nadev samo u kolagene omotače (kobasica C3). Nakon punjenja i ceđenja u trajajnu cca 24h u istom

pogonu kobasice su podvrgnute tradicionalnom postupku dimljenja. Sam proces dimljenja trajao je 10 dana sa pauzama. Nakon završenog dimljenja kobasice su podvrgnute procesu sušenja i zrenja u drugom zanatskom objektu, u kontrolisanim uslovima, po modelu (definisan na osnovu iskustava iz prethodne sezone) koji je trebao da obezbedi postizanje sadržaja vlage u ispitanim kobasicama (<35%) za 60 dana. Kao i u prvoj proizvodnoj sezoni, kobasice su nakon završetka procesa sušenja skladištene neupakovane, upakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi (30% CO₂ i 70% N₂) na temperaturi od 15⁰C i relativnoj vlažnosti od 75%. Kobasica čiji nadev je proizveden mašinskim mešanjem i napunjen u kolageni omotač, osim navedenih načina skladištenja zaštićena je i premazivanjem hitozanskim filmom, obogaćenim esencijalnim uljem origana, u cilju očuvanja nutritivnih i senzornih svojstava *Petrovačke kobasice* u toku planiranog roka upotrebe (9 meseci od dana proizvodnje).



4.2. Izrada Petrovačke kobasice u kontrolisanim (zanatskim) uslovima

Nadev za kobasice u kojima je izučavan tok i intenzitet lipolitičkih i oksidativnih promena u trećoj proizvodnoj sezoni formiran je od ohlađenog svinjskog mesa u domaćinstvu jednog od zadrugara, člana ZZ „Kulen“ krajem zimskog perioda (februar) u Bačkom Petrovcu. U polovinu dobijenog nadeva dodata je komercijalna starter kultura (Quick Starter, Lay Gewirce OHG, Nemačka) čiji sastav (*Staphylococcus carnosus* 25%, *Staphylococcus xylosus* 25%, *Lactobacillus sakei* 25%, *Pediococcus pentosaceus* 25%) najviše odgovara identifikovanom profilu autohtone mikroflore (BMK) u tradicionalnoj proizvodnji u prvoj sezoni, dok je druga polovina ostala nepromenjena. Nadev izrađen sa i bez dodatka starter kulture napunjen je u kolagene (veštačke) omotače. Polovina kobasica izrađenih bez kao i polovina kobasica izrađenih sa dodatkom starter kulture podvrgnuta je tradicionalnim uslovima dimljenja, fermentacije sušenja i zrenja (kobasice D1 i D2). Ostatak kobasica izrađenih bez i sa dodatkom starter kulture podvrgnut je kontrolisanim (industrijskim) uslovima dimljenja, sušenja i zrenja po unapred zadatom modelu (kobasice E1 i E2) po kojem

su kobasice trebale da postignu sadržaj vlage (<35%) za 60 dana. Polovina kobasica proizvedenih u tradicionalnim uslovima po završetku sušenja upakovano je u vakuumu, dok su preostale kobasice skladištene kao neupakovane. Kobasice podvrgnute kontrolisanim uslovima dimljenja, sušenja i zrenja po završetku procesa sušenja skladištene su kao neupakovane (1/3), upakovane u vakuumu (1/3), dok je ostatak kobasica skladišten uz prethodno premazivanje hitozanskim filmom, obogaćenim esencijalnim uljem kima. Kao i u prethodne dve sezone i u trećoj sezoni kobasice su skladištene u industrijskoj komori na temperaturi od 15⁰C i relativnoj vlažnosti od 75% tokom 9 meseci (od datuma proizvodnje).



Slika 4.3. Pakovanje Petrovačke kobasice u vakuumu i modifikovanoj atmosferi

U sve tri proizvodne sezone odgovarajućom dinamikom utvrđeni su sadržaj ukupnih lipida, intenzitet i tok lipolitičkih i oksidativnih promena (izražen preko sadržaja malondialdehida), senzorna svojstva mirisa i ukusa kao i vrednosti definisanih tehnoloških parametara (preciziranih u Zadatku rada) u tradicionalnoj fermentisanoj suvoj *Petrovačkoj kobasici* tokom procesa dimljenja, sušenja, zrenja i skladištenja. Promene vrednosti kiselinskog broja i sadržaja malondialdehida, osnovnih pokazatelja lipolize i oksidacije, kao i promene vrednosti pH i aktivnosti vode (a_w), sadržaja ukupnih lipida, vlage i NaCl, utvrđeni su odgovarajućom dinamikom, kako tokom procesa dimljenja, fermentacije, sušenja i zrenja, tako i tokom skladištenja (0. 6. 15. 30. 45. 60. 90. 120. 210. i 270. dana). Senzorna svojstva mirisa i ukusa utvrđena su 30. dana, na kraju procesa sušenja (45. 60. i 90. dan) kao i tokom celokupnog vremena skladištenja (120, 210. i 270. dana). U kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni utvrđeni su i masnokiselinski sastav i sadržaj ukupnog holesterola kao i sadržaj zasićenih alifatičnih aldehida u nadevu (0. dan), u kobasicama na kraju sušenja (60. i 90. dan), u toku, kao i na kraju roka upotrebe (120. 210. i 270. dan).

Tabela 4.1. Plan eksperimenata izvedenih u okviru ovog rada

Sezona	Grupa	Način pripreme nadeva	Vrsta omotača	Način dimljenja, sušenja i zrenja	Kraj sušenja	Način pakovanja	
I	A1	Toplo meso (3h <i>post mortem</i>)	Prirodni	Tradicionalni (spontani) uslovi	90. dan	Vakuum MAP	
	A2		Veštački			Vakuum MAP	
	B1	Hladno meso (24h <i>post mortem</i>)	Prirodni	Tradicionalni (spontani) uslovi	90. dan	Vakuum MAP	
	B2		Veštački			Vakuum MAP	
	B3		Prirodni	Kontrolisani (industrijski uslovi)	45. dan	Vakuum MAP	
	B4		Veštački			Vakuum MAP	
	II	C1	Ručno izrađen nadev	Prirodni	Kontrolisani (zanatski) uslovi	60. dan	Vakuum MAP
		C2		Veštački			Vakuum MAP
C3		Mašinski izrađen nadev	Veštački	Kontrolisani (zanatski) uslovi	60. dan	Vakuum MAP Hitozan	
III	D1	Bez starter kulture	Veštački	Tradicionalni (spontani) uslovi	90. dan	Vakuum	
	D2		Veštački			Vakuum	
	E1	Bez starter kulture	Veštački	Kontrolisani (industrijski uslovi)	60. dan	Vakuum Hitozan	
	E2		Veštački			Vakuum Hitozan	

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije obavljena su u Bačkom Petrovcu u domaćinstvima (A, B, D) članova Zemljoradničke zadruge „Kulen“ gde su pripremljeni uzorci tradicionalne fermentisane suve *Petrovačke kobasice*, zaštićene geografskom oznakom porekla, kao i u kontrolisanim uslovima (C) u registrovanom zanatskom objektu „Poniger“ iz Bačkog Petrovca, gde je obavljena izrada nadeva i dimljenje kobasica, dok su kobasice podvrgnute procesu sušenja i zrenja u kontrolisanim (zanatskim) uslovima objekta „Supermiks“ iz Kucure (II sezona). Takođe, dimljenje, sušenje i zrenje u kontrolisanim (industrijskim) uslovima obavljeno je i u IM „Kolbis“ iz Novog Sada (I sezona), kao i u IM „Topola“ iz Bačke Topole (III sezona). Pakovanje osušenih kobasica u vakuumu i modifikovanoj atmosferi prve i druge sezone obavljeno je u IM „Big Bull“ iz Bačinaca, dok je u trećoj sezoni pakovanje u vakuumu obavljeno u IM „Topola“ iz Bačke Topole. Kobasice proizvedene u prvoj i drugoj sezoni (neupakovane i upakovane kobasice u vakuumu i

modifikovanoj atmosferi, odnosno druge sezone zaštićene i hitozanom) skladištene su industrijskoj komori u IM „Kolbis“ iz Novog Sada, dok su kobasice proizvedene u trećoj sezoni (vakuum upakovane i zaštićene hitozanskim filmom) skladištene u IM „Topola“ iz Bačke Topole.

Sva ispitivanja definisana u Zadatku rada realizovana su u laboratorijama Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu, kao i u laboratorijama Instituta za prehrambene tehnologije u Novom Sadu. Deo sirovog nadeva uzet je pre punjenja u omotače i označen je nultim uzorkom, dok su uvek isti delovi kobasica nakon odstranjivanja omotača homogenizovani u aparatu za usitnjavanje mesa (Bosch, Type UM4EV2B). Homogenizovani uzorci namenjeni daljim hemijskim analizama upakovani su u poletilenske vrećice i skladišteni na -18°C do momenta ispitivanja, a fizička (vrednost pH; a_w) i senzorna analiza pripremljenih uzoraka pre usitnjavanja obavljena je u istom danu.

Sva predviđena ispitivanja definisana u Zadatku rada, obavljena su na tri slučajno izabrane kobasice u dva ponavljanja.

4.2. METODE

4.2.1. Sadržaj ukupnih masti

Sadržaj ukupnih masti (lipida) određen je referentnom metodom SRPS ISO 1443 (1992). Princip određivanja zasniva se na hidrolizi uzorka sa razblaženom hlorovodoničnom kiselinom i na filtriranju dobijene mase uz ispiranje vrućom destilovanom vodom do neutralne reakcije ($\text{pH}=7$). Nakon završenog filtriranja pristupljeno je sušenju zaostale masti na filter papiru i njenoj ekstrakciji petroletrom u aparaturi po Soxhletu u trajanju od 5h. Po završetku procesa ekstrakcije obavljeno je sušenje ekstrahovanog uzorka do konstantne mase u sušnici (Memmert Schwabach, Nemačka) na temperaturi $103\pm 2^{\circ}\text{C}$. Sadržaj ukupne masti u uzorku izražen je u g/100g, odnosno u procentima (%).

4.2.2. Masnokiselinski sastav

Za određivanje masnokiselinskog sastava korišćena je metoda ekstrakcije po Folchu (1957). Odmerena količina uzorka (5 g) homogenizovana je sa 100 ml smeše hloroform: metanol (2:1,v/v). Nakon toga homogenizovana smeša je centrifugirana (10min, 3000 obrtaja/min) i profiltrirana. Nadalje, u filtrat je dodato 5 ml destilovane vode i dobijena smeša je energično promešana. Tako je dobijen dvofazni sistem koji je nadalje centrifugiran na 3000 obrtaja/min u trajanju od 10 minuta. Ispiranje destilovanom vodom i centrifugiranje ponovljeno je još dva puta kako bi se faze što bolje razdvojile. Nakon toga, gornja, vodena faza je odbačena, dok je donja, hloroformska faza profiltrirana kroz anhidrovani Na-sulfat (Na_2SO_4). Otparavanjem hloroforma u rotacionom vakuum uparivaču i naknadnim otparavanjem u struji azota dobijena je lipidna faza u kojoj je određen masnokiselinski sastav.

Metil estri masnih kiselina pripremljeni su na sledeći način. U epruvetu sa čepom pomoću staklenog štapića dodato je 5 kapi ekstrahovanih lipida iz uzorka. Nakon toga u uzorak je dodato 2,4 ml n-heksana i 0,6 ml KOH u metanolu ($c=2 \text{ mol/l}$) uz konstantno mešanje. Potom je začepljena epruveta uronjena u vodeno kupatilo zagrejano na 70°C i držana 1 minut od momenta kada je rastvor u epruveti počeo da ključa. Nakon toga dodato je 1,2 ml HCl u metanolu ($c=1 \text{ mol/l}$) i sadržaj je blago mešan do razdvajanja slojeva u epruveti. Metilestri, koji se nalaze u gornjem sloju, dekantovani su u čistu epruvetu i razblaženi n-heksanom do ukupne zapremine pripremljenog uzorka od 3 ml.

Masnokiselinski sastav određen je primenom gasne hromatografije. Za određivanje masnokiselinskog sastava korišćen je Gasni hromatograf (Perkin-elmer Varian 1400) povezan sa punjenom kolonom (l=3 m, d=3,0 mm; stacionarna faza - GP 10% SPTM-2330) i plameno jonizacionim detektorom. Temperatura u injekcionom bloku i detektoru iznosila je 250⁰C. Pri gasno-hromatografskoj analizi kao gas nosač korišćen je N₂, protoka 20 ml/min. Zapremina uzorka iznosila je 2,0 µl. Metil estri masnih kiselina izraženi u %, određeni su u poređenju sa retencionim vremenima standardnih supstanci (Sigma-Aldrich Chemical, USA).

4.2.3. Sadržaj holesterola

Sadržaj ukupnog holesterola određen je metodom tečne hromatografije visoke rezolucije (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) na obrnutim fazama. Homogenizovani uzorak (8,00 g) najpre je saponifikovan sa kalijum hidroksidom, a zatim je izvršena ekstrakcija holesterola sa heksanom. Nakon toga dobijeni ekstrakt ispiran je destilovanom vodom do neutralnog pH (Indyk, 1990). Za HPLC određivanje holesterola korišćen je aparat Liquid Chromatograph HP 1090 (Hewlett-Packard, USA). Određivanje holesterola je obavljeno pri sledećim uslovima HPLC hromatografije: Kolona Hypersil ODS, 5µm; Protok: 0,2 ml/min; Mobilna faza: Metanol; DAD detektor: 212/4 nm.

4.2.4. Vrednost kiselinskog broja

Lipidi iz uzoraka u kojima je određena vrednost kiselinskog broja ekstrahovani su primenom metode po Folchu (1957). Vrednost kiselinskog broja određena je referentnom metodom SRPS ISO 660 (2000). Princip određivanja kiselinskog broja zasniva se na neutralizaciji slobodnih masnih kiselina sadržanih u 10 ml ekstrakta, rastvorom KOH (c=0,1mol/l). Kiselinski broj, izražen kao mg KOH/g lipida, izračunat je po formuli:

Kiselinski broj (mg KOH/g lipida)=56,1·v·c/m

gde je:

v-zapremina utrošenog standardnog volumetrijskog rastvora kalijum hidroksida, u ml,

c-koncentracija upotrbljenog standardnog volumetrijskog rastvora kalijum-hidroksida, u mol/l

m-sadržaj masti u 10 ml ekstrahovanog uzorka za ispitivanje, g.

4.2.5. Sadržaj malondialdehida (TBARS test)

Sadržaj malondialdehida određen je spektrofotometrijskom metodom (Bostoglou i dr., 1994; Mandić, 2007) koja se zasniva na merenju apsorbancije kompleksnog obojenog jedinjenja nastalog reakcijom malondialdehida (MDA) i 2 molekula tiobarbiturne kiseline (TBA). Standardni rastvor malondialdehida pripremljen je razblaživanjem 73,2 ml standarda TEP (tetraetoksipropan) sa 10 ml HCl ($c=0,1$ mol/l) u epruveti sa čepom. Epruveta je uronjena u ključalo vodeno kupatilo u trajanju od 5 minuta. Nakon toga, epruveta je ohlađena pod mlazom česemske vode. Nadalje, razblaživanjem rastvora TEP-a vodom do zapremine od 100 ml dobijen je osnovni rastvor MDA koncentracije ($c=2,39$ $\mu\text{g/ml}$). Razblaživanjem 1 ml osnovnog rastvora vodom do zapremine od 100 ml dobijen je radni rastvor.

U kivetu za centrifugiranje nakon odmeravanja 2 g uzorka sa tačnošću od 0,0001g dodato je 10 ml 5% vodenog rastvora trihlorsirćetne kiseline (TCA) i 5 ml 0,8% BHT u heksanu. Sadržaj kivete je homogenizovan u ultrazvučnom kupatilu (5 minuta) i podvrgnut centrifugiranju na 3000 obrtaja/minuti u trajanju od 5 minuta. Po završetku centrifugiranja gornji heksanski sloj je odbačen. U već pripremljene epruvete sa 1,5 ml 0,8% TBA, dodato je 2,5 ml supernatanta. Tako dobijena reakciona smeša inkubirana je na 70 °C tokom 30 minuta, a potom ohlađena pod mlazom česemske vode. Alikvoti radnog rastvora su pipetirani u epruvete (0, 10, 50, 100, 200, 500 μl), razblaženi rastvorom 5% TCA do 2,5 ml. Nakon dodavanja 1,5 ml 0,8% TBA reakciona smeša je inkubirana kao što je prethodno opisano. Kalibraciona kriva je konstruisana na osnovu zavisnosti koncentracije MDA i očitanih vrednosti apsorbancija na 532 nm.

$$\text{MDA (mg/kg)} = 16 \cdot c \cdot f / m$$

gde su:

c- koncentracija MDA ($\mu\text{g/ml}$) očitana sa kalibracione krive,

f- faktor razblaženja uzorka,

m-odvaga uzorka.

4.2.6. Sadržaj zasićenih alifatičnih aldehida

Sadržaj zasićenih alifatičnih aldehida (propanala, pentanala, heksanala, heptanala i oktanala) određen je primenom metode statičke „headspace“ gasno-hromatografske analize (SHS-GC) (Mandić i dr., 2012), koja se zasniva na direktnom ubrizgavanju parne faze uzorka koji se nalazi u zatvorenom vialu. Navedene analize izvedene su korišćenjem uređaja, *Agilent*

7890A GC System (Agilent Technologies, USA) snabdevenim sa sistemom za unošenje uzoraka „split/splitless“, elektronskom kontrolom protoka gasa, „headspace“ autosemplerom i plameno-jonizacionim detektorom (FID). Za razdvajanje aldehida korišćena je hromatografska kolona DB-WAX (J&W Scientific, Agilent Technologies, USA) dužine 30 m, prečnika 0,25 mm i debljine 0,50 μm .

Kao gas nosač korišćen je helijum, konstantnog protoka 0,5 ml/min. Inicijalna temperatura peći podešena je na 50⁰C tokom 5 minuta, a potom povećana na 100⁰C brzinom od 10⁰C/minuti i konačno na 200⁰C brzinom od 30⁰C/minuti, te je postignuto vreme analize iznosilo 16,333 minuta. Temperatura u injekcionom bloku i detektoru iznosila je 200⁰C i 240⁰C, respektivno. Postignuti odnos razdeljivanja („split ratio“) iznosio je 1:10, a kao „makeup“ gas za plameno-jonizacioni detektor (FID) korišćen je azot.

Pomoću „headspace“ semplera, CombiPAL System (CTC Analytics, Zwingen, Switzerland), snabdevenim špicem zapremine 2,5 ml, injektovano je 2 ml gasovite faze uzorka iz HS viala, zapremine 10 ml. Autosempler je radio u sledećim uslovima: temperatura inkubacije, 90⁰C; vreme inkubacije, 10 minuta; temperatura šprica, 100⁰C; brzina mešalice, 500 obrtaja/minuti; brzina punjenja šprica, 100 $\mu\text{l/s}$; vreme zadržavanja uzorka u špricu, 1000 ms; brzina injektovanja, 500 $\mu\text{l/s}$; odloženo vreme injektovanja, 500 ms, vreme ispiranja šprica, 10s. Špic se između dva injektovanja automatski ispirao gasom nosačem.

Za hromatografsko određivanje, mereno je 2,00 g prethodno odmrznutog uzorka *Petrovačke kobasice* u HS vial (zapremine 10 ml) sa zatvračem sa navojem.

Osnovni rastvori pripremljeni su rastvaranjem propanala, pentanala, 1-heptanala, 1-oktanala (Dr. Ehrenstorfer, Augsburg, Germany) i heksanala (Sigma-Aldrich, Steinheim, Germany) u etanolu HPLC čistoće (J.T. Baker, Deventer, Holland) i čuvani na temperaturi od -23⁰C. Radni rastvori i njihove smeše pripremani su dnevno, razblaživanjem osnovnih rastvora ultračistom vodom. Koncentracije aldehida u rastvorima korišćenim za eksternu kalibraciju nalazile su se u intervalu: 0,05–50,00 $\mu\text{g/ml}$ za propanal; 0,02–8,00 $\mu\text{g/ml}$ za pentanal; 0,04–4,00 $\mu\text{g/ml}$ za heksanal i 0,01–8,00 $\mu\text{g/ml}$ za heptanal i oktanal.

Aldehidi prisutni u uzorcima identifikovani su poređenjem retencionih vremena pikova sa retencionim vremenom odgovarajućeg standarda. Na osnovu dobijenih površina pikova u zavisnosti od koncentracije standarda konstruisana je kalibraciona kriva za svaki ispitani aldehyd. Iz dobijene jednačine linearne zavisnosti koncentracije i površine pika

izračunate su koncentracije pojedinih aldehida u ispitanim uzorcima. Dobijeni sadržaji aldehida izraženi su u $\mu\text{g/g}$.

4.2.7. Vrednost pH

Vrednost pH određena je upotrebom prenosnog pH metra (Consort C931, Turnhout, Belgium) opremljenog sa ubodnom ojačanom staklenom kombinovanom elektrodom (Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland) za direktno određivanje vrednosti pH u mesu i proizvodima od mesa. Pre i tokom očitavanja pH metar je kalibrisan standardnim fosfatnim puferima (pH 7,02 i 4,00 na 20°C) i podešen na izmerenu temperaturu uzoraka *Petrovačke kobasice*. Pojedinačni rezultat izražen je kao aritmetička sredina tri merenja.

4.2.8. Aktivnost vode (vrednost a_w)

Aktivnost vode (a_w) u kobasicama određena je upotrebom višenamenskog uređaja Testo 650 (Testo, Inc., 40 White Lake Rd, Sparta, NJ, USA) sa specijalnom sondom za merenje a_w vrednosti. Postupak određivanja se zasniva na punjenju prethodno usitnjenog uzorka u mernu posudu do $2/3$ njenje visine, postavljanje u merni deo sonde i sam proces merenja na sobnoj temperaturi (oko 20°C) do uspostavljanja ravnotežnog stanja u mernom delu sonde tokom 2 časa.

4.2.9. Sadržaj vlage

Sadržaj vlage u uzorcima *Petrovačke kobasice* određen je referentnom SRPS ISO 1442 metodom (1998). Princip određivanja zasniva se na potpunom mešanju uzorka za ispitivanje sa kvarcnim peskom i sušenju do konstantne mase na $103\pm 2^{\circ}\text{C}$. Sadržaj vlage u uzorku izražen je u $\text{g}/100\text{g}$, odnosno u procentima (%).

4.2.10. Sadržaj NaCl

Sadržaj hlorida određen je standardnom SRPS ISO 1841-1 metodom (1999). Ova metoda zasniva se na ekstrakciji uzorka vrućom vodom i taloženju proteina. Po završetku filtracije i zakišeljavanja, ekstraktu se dodaje rastvor srebrno nitrata u višku, koji se titriše rastvorom kalijum tiocijanata. Sadržaj natrijum hlorida u uzorku izražen je u $\text{g}/100\text{g}$, odnosno u procentima (%).

4.2.11. Senzorna analiza profila mirisa i ukusa

Senzornu analizu mirisa i ukusa tradicionalne fermentisane suve *Petrovačke kobasice* obavila je grupa od 8 treniranih ocenjivača primenom metode kvantitativne deskriptivne analize. Za ocenjivanje je korišćen bod sistem od 1 do 5 (Radovanović i Popov-Raljić, 2001). Svaka ocena predstavlja određen nivo kvaliteta: 1-ekstremno intenzivan, odnosno ekstremno blag; 2-veoma intenzivan, odnosno veoma blag; 3-umereno intenzivan, odnosno umereno blag; 4-neznatno intenzivan, odnosno neznatno blag; 5-optimalan miris i ukus.

4.3. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

Svi dobijeni rezultati izraženi su kao srednje vrednosti tri slučajno uzorkovane kobasice \pm standardna devijacija (SD). Podaci su obrađeni primenom softverskog paketa Microsoft Excel i računarskog programa Statistica 12.0 za Windows (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Značajnost razlika između aritmetičkih sredina određena je sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$) primenom analize varijanse sa jednom nezavisnom promenljivom (One way ANOVA) i višestrukog testa intervala (Dunckan-ov test), između više aritmetičkih sredina.

5. PRIKAZ REZULTATA

Rezultati dobijeni ispitivanjem lipolitičkih i oksidativnih promena u tradicionalnoj fermentisanoj kobasici (*Petrovačka kobasica*) proizvedenoj u tri proizvodne sezone, na tradicionalan način i u kontrolisanim uslovima radi razvoja kontinuiranog procesa proizvodnje bezbednog i kvalitetnog proizvoda standardnog kvaliteta, prikazani su u 23 tabele, na 12 grafika i 2 slike.

5.A. KVANTITATIVNE PROMENE NA LIPIDIMA

U tabelama od 5.A.1. do 5.A.9. prikazane su kvantitativne promene na lipidima izražene preko sadržaja ukupnih lipida, masnokiselinskog sastava i sadržaja ukupnog holesterola u tradicionalnoj *Petrovačkoj kobasici* tokom dimljenja, fermentacije i sušenja, kao i tokom vremena skladištenja u 13 izrađenih grupa kobasica.

Sadržaj ukupnih lipida (masti)

U tabelama 5.A.1. i 5.A.2. prikazan je sadržaj ukupnih lipida tokom procesa dimljenja, fermentacije i sušenja, kao i tokom vremena skladištenja (120, 210. i 270. dan proizvodnje) u 13 izrađenih grupa *Petrovačkih kobasica*, proizvedenih u tri proizvodne sezone.

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.A.1. vidi se da je u nadevu kobasica D2 i E2 grupe sadržaj ukupnih lipida bio najmanji (13,71%), a najveći u nadevu kobasica C1 i C2 grupe (23,40%). Na kraju procesa sušenja sadržaj ukupnih lipida bio je najmanji u kobasici B4 grupe (25,88%), a najveći u kobasici C3 grupe (35,03%). Sadržaj ukupnih lipida u kobasicama na kraju procesa sušenja u prvoj proizvodnoj sezoni kretao se u intervalu od 25,88% (B4) do 33,23% (B1), u drugoj od 32,67% (C2) do 35,03% (C3), a u trećoj od 26,72% (E2) do 29,29% (D1). Razlike u sadržaju ukupnih lipida između kobasica D1 i E1 grupe kao i između kobasica A2, B2 i B3 grupe nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$). Sa druge strane, razlike u sadržaju ukupnih lipida između ostalih grupa kobasica bile su statistički značajne ($P < 0,05$).

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.A.2. vidi se da je sadržaj ukupnih lipida 120. dana proizvodnje bio najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu (24,93%), a najveći u neupakovanoj kobasici C2 grupe (39,66%). U kobasicama u prvoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje sadržaj ukupnih lipida kretao se u intervalu od 27,10% u neupakovanoj kobasici B2 grupe do 35,03% u neupakovanoj kobasici C3 grupe. Ove vrednosti u drugoj

proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje kretale su se u intervalu od 24,93% u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu do 39,66% u neupakovanoj kobasici C2 grupe. U trećoj proizvodnoj sezoni 120. dana kobasica E1 grupe pakovana u vakuumu imala je najmanji (27,37%), a kobasica iz te grupe zaštićena hitozanskim filmom najveći sadržaj ukupnih lipida (35,99%). Osim kobasica E2 grupe, u svim neupakovanim kobasicama u sve tri proizvodne sezone 210. dana dolazi do statistički značajnog povećanja ($P < 0,05$) sadržaja ukupnih lipida. Sadržaj ukupnih lipida 210. dana proizvodnje bio je najmanji u kobasici B2 grupe pakovanoj u vakuumu (27,46%), a najveći u neupakovanoj kobasici C2 grupe (41,84%).

Tabela 5.A.1. Prosečan sadržaj ukupnih lipida (%) u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja

Grupa	Vreme (dan)						
	0	6	15	30	45	60	90
A1	18,86 ±0,30	18,53 ±0,83	22,53 ±0,06	22,63 ±0,55	-	24,67 ±0,57	31,87 ^e ±0,11
A2	18,86 ±0,30	19,23 ±1,45	22,00 ±0,60	24,37 ±0,96	-	27,60 ±0,30	30,47 ^f ±0,07
B1	17,52 ±0,03	17,83 ±1,45	19,70 ±0,16	20,60 ±0,46	-	25,93 ±1,50	33,23 ^c ±0,02
B2	17,52 ±0,03	19,23 ±1,12	20,60 ±0,71	21,13 ±1,01	-	25,47 ±0,99	30,17 ^f ±0,03
B3	17,52 ±0,03	16,50 ±0,05	22,75 ±0,13	26,10 ±1,40	30,22 ^f ±0,11	-	-
B4	17,52 ±0,03	19,20 ±0,10	21,29 ±1,02	26,20 ±0,85	25,88 ^j ±0,04	-	-
C1	23,40 ±0,50	25,35 ±1,55	25,80 ±0,50	31,11 ±0,11	-	34,33 ^b ±0,72	-
C2	23,40 ±1,20	24,80 ±1,20	25,90 ±0,60	29,57 ±0,03	-	32,67 ^d ±0,29	-
C3	22,35 ±0,05	23,85 ±0,65	25,35 ±0,75	29,25 ±0,02	-	35,03 ^a ±0,67	-
D1	13,98 ±0,08	16,23 ±0,05	17,91 ±0,05	19,51 ±0,07	-	27,23 ±0,03	29,29 ^g ±0,09
D2	13,71 ±0,10	16,31 ±0,05	17,50 ±0,03	20,20 ±0,28	-	26,84 ±0,04	27,97 ^h ±0,07
E1	13,98 ±0,08	16,39 ±0,08	19,46 ±0,02	24,75 ±0,03	-	28,81 ^g ±0,04	-
E2	13,71 ±0,10	17,66 ±0,06	20,30 ±0,02	22,73 ±0,03	-	26,72 ⁱ ±0,04	-

^{a-j}- Sadržaji ukupnih lipida označeni različitim malim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica na kraju procesa sušenja (45, 60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica.

Nadalje, sadržaj ukupnih lipida 270. dana proizvodnje, tj. na kraju vremena skladištenja, se statistički značajno povećao ($P < 0,05$) u kobasicama A2 i B4 grupe iz prve proizvodne sezone kao i u svim kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni u odnosu na 120. dan proizvodnje tj. 75, 60 i 30. dan od kraja procesa sušenja. Sadržaj ukupnih lipida 270. dana proizvodnje bio je najmanji u kobasici B3 grupe pakovanoj u vakuumu (28,27%), a najveći u neupakovanoj kobasici C2 grupe (44,93%). Osim kobasica A1 grupe 120. i 270. dana proizvodnje, kao i kobasica A1, A2, B2, E1 i E2 grupe 120. dana proizvodnje, sadržaj ukupnih lipida u upakovanim kobasicama (V i M), kao i u kobasicama zaštićenim hitozanom (kobasice C3, E1, E2 grupe) bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama.

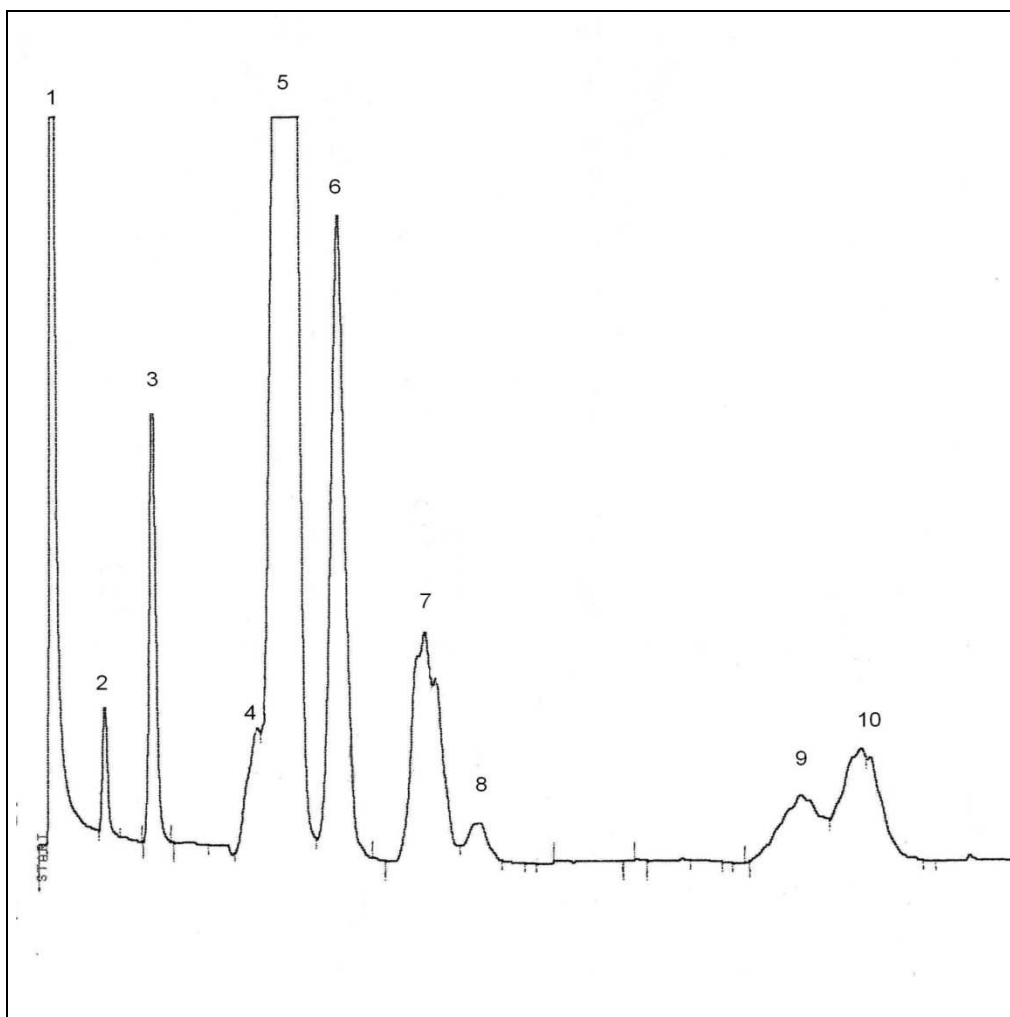
Tabela 5. A.2. Prosečan sadržaj ukupnih lipida (%) u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom vremena skladištenja*

Grupa	Vreme (dan)											
	120				210				270			
	N	V	M	H	N	V	M	H	N	V	M	H
A1	31,17 ^{h,D} ±0,15	31,56 ^{d,D} ±0,73	30,66 ^{c,E} ±0,04	-	36,00 ^{c,A} ±0,01	31,32 ^{c,D} ±0,08	32,60 ^{b,C} ±0,10	-	32,43 ^{f,C} ±0,45	31,36 ^{d,D} ±0,01	34,13 ^{b,B} ±0,03	-
A2	32,20 ^{f,C} ±0,20	32,14 ^{c,C} ±0,04	30,49 ^{c,E} ±0,04	-	36,80 ^{c,B} ±0,20	30,50 ^{d,E} ±0,05	31,26 ^{c,D} ±0,06	-	37,13 ^{c,A} ±0,06	28,60 ^{h,G} ±0,05	30,12 ^{de,F} ±0,01	-
B1	30,80 ^{i,D} ±0,01	32,14 ^{c,C} ±0,04	27,86 ^{d,F} ±0,06	-	36,00 ^{c,A} ±1,70	29,27 ^{e,E} ±0,03	28,77 ^{e,EF} ±0,03	-	33,90 ^{e,B} ±0,10	30,71 ^{e,D} ±0,04	30,30 ^{d,D} ±0,03	-
B2	27,10 ^{k,F} ±0,01	28,39 ^{g,D} ±0,03	27,95 ^{d,E} ±0,04	-	33,83 ^{de,A} ±0,35	27,46 ^{g,F} ±0,01	28,11 ^{e,DE} ±0,11	-	33,77 ^{e,A} ±0,51	29,50 ^{f,B} ±0,20	28,86 ^{f,C} ±0,04	-
B3	35,03 ^{c,B} ±0,55	30,81 ^{e,E} ±0,19	31,37 ^{b,D} ±0,37	-	36,40 ^{c,A} ±0,10	30,55 ^{d,E} ±0,02	32,33 ^{b,C} ±0,33	-	36,43 ^{d,A} ±0,25	28,27 ^{i,F} ±0,13	30,81 ^{d,E} ±0,09	-
B4	33,65 ^{d,C} ±0,13	28,22 ^{g,GH} ±0,11	27,72 ^{d,H} ±0,05	-	34,60 ^{d,B} ±0,10	28,41 ^{f,FG} ±0,07	30,28 ^{d,D} ±0,05	-	36,33 ^{d,A} ±0,75	28,86 ^{g,EF} ±0,02	29,39 ^{e,E} ±0,53	-
C1	27,89 ^{i,G} ±0,10	24,93 ^{i,H} ±0,03	31,38 ^{b,E} ±0,06	-	38,08 ^{b,B} ±0,08	34,00 ^{a,D} ±0,15	28,80 ^{e,F} ±0,10	-	42,59 ^{b,A} ±0,04	34,04 ^{b,D} ±0,06	34,75 ^{b,C} ±0,05	-
C2	39,66 ^{a,C} ±0,23	33,84 ^{a,D} ±0,07	33,52 ^{a,E} ±0,08	-	41,84 ^{a,B} ±0,04	28,38 ^{f,H} ±0,06	32,82 ^{ab,G} ±0,03	-	44,93 ^{a,A} ±0,03	33,80 ^{c,D} ±0,04	32,98 ^{c,F} ±0,01	-
C3	37,60 ^{b,D} ±0,06	33,02 ^{b,G} ±0,55	33,00 ^{a,G} ±0,08	38,54 ^{a,C} ±0,10	38,27 ^{b,C} ±0,03	31,80 ^{b,H} ±0,15	33,33 ^{a,G} ±0,49	38,60 ^{a,C} ±0,13	42,41 ^{b,A} ±0,03	34,27 ^{a,F} ±0,08	35,74 ^{a,E} ±0,11	41,80 ^B ±0,09
D1	31,69 ^{g,B} ±0,02	28,54 ^{g,C} ±0,04	-	-	33,65 ^{e,A} ±0,02	28,33 ^{f,D} ±0,03	-	-	-	-	-	-
D2	30,92 ^{hi,B} ±0,02	28,66 ^{g,D} ±0,01	-	-	33,14 ^{e,A} ±0,09	29,17 ^{e,C} ±0,09	-	-	-	-	-	-
E1	31,53 ^{g,D} ±0,03	27,37 ^{h,E} ±0,03	-	35,99 ^{b,A} ±0,01	33,54 ^{e,B} ±0,04	26,92 ^{h,F} ±0,02	-	32,85 ^{b,C} ±0,02	-	-	-	-
E2	33,13 ^{e,AB} ±0,13	30,08 ^{f,D} ±0,02	-	33,02 ^{c,B} ±0,02	33,29 ^{e,A} ±0,25	28,41 ^{f,E} ±0,04	-	30,97 ^{c,C} ±0,03	-	-	-	-

^{a-j} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-H} - vrednosti u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210. i 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 45, 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Masnokiselinski sastav

Promene masnokiselinskog sastava tokom procesa dimljenja, fermentacije i sušenja, kao i tokom vremena skladištenja u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni prikazane su u tabelama od 5.A.3. do 5.A.8. Hromatogram smeše standarda prikazan je na slici 5.A.1, a tipični hromatogrami masnokiselinskog sastava *Petrovačke kobasice* proizvedene u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni na kraju procesa sušenja prikazani su u Prilogu 1 (slike od 1 do 7).



Slika 5.A.1. Hromatogram smeše standarda masnih kiselina (1- C12:0; 2- C14:0; 3- C16:0; 4- C18:0; 5- C18:1; 6- C18:2; 7- C18:3; 8- C20:1; 9- C22:0; 10- C22:1)

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 5.A.3. zapaža se da je iz grupe zasićenih masnih kiselina palmitinska kiselina (C16:0) imala najveći udeo u kobasicama u obe proizvodne sezone. Njen sadržaj kretao se u intervalu od 19,59% u nadevu kobasica D1 i E1 grupe proizvedenih u trećoj proizvodnoj sezoni do 20,27% u kobasicama E1 grupe na kraju procesa sušenja (90. dan). Na kraju procesa sušenja sadržaj palmitinske kiseline u kobasicama D1 i E1 grupe bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na taj sadržaj u kobasici D2 grupe. Ostale razlike u sadržaju palmitinske kiseline nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$).

Sadržaj oleinske kiseline (C18:1) bio je najmanji u kobasici D2 grupe na kraju procesa sušenja, a najveći u kobasici C2 grupe 60. dana procesa (kraj sušenja). Na kraju procesa sušenja kobasice proizvedene u drugoj proizvodnoj sezoni imale su statistički značajno veće vrednosti ($P < 0,05$) sadržaja oleinske kiseline u odnosu na kobasice proizvedene u trećoj proizvodnoj sezoni.

Sadržaj linolne kiseline (C18:2) bio je najmanji u nadevu kobasica C1 i C2 grupe (15,91%), a najveći u kobasici D1 grupe na kraju procesa sušenja (18,21%), dok je sadržaj linolenske kiseline (C18:3) bio najmanji u nadevu kobasica C1, C2 i C3 grupe (0,95%), a najveći u kobasici D2 grupe na kraju procesa sušenja (2,17%). Sadržaj linolne i linolenske kiseline bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni u odnosu na te sadržaje u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni.

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.A.4. vidi se da je suma zasićenih masnih kiselina imala najmanju vrednost u kobasici D1 grupe 30. dana, a najveću u kobasici C3 grupe istog dana procesa sušenja (34,35%). Osim kobasice D2 grupe, sume zasićenih masnih kiselina u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni bile su statistički značajno manje ($P < 0,05$) u odnosu na te vrednosti u kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni na kraju procesa sušenja. Tokom procesa sušenja suma nezasićenih masnih kiselina kretala se u intervalu od 65,44% u kobasici C3 (30. dan) do 68,56% u kobasici E2 grupe (30. dan), dok je odnos NMK/ZMK bio najmanji u kobasici C3 grupe 30. dana (1,90), a najveći u kobasici D1 grupe na kraju procesa sušenja (2,16). Suma polinezasićenih masnih kiselina kretala se u intervalu od 16,86% u nadevu kobasica C1 i C2 grupe do 20,12% u kobasici D2 grupe na kraju procesa sušenja, dok je odnos PMK/ZMK bio najmanji u nadevu kobasica C1 i C2 grupe (0,49), a najveći u kobasici E2 grupe 30. dana procesa sušenja (0,63). Sume polinezasićenih masnih kiselina kao i odnos PMK/ZMK bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni u odnosu na te vrednosti u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni.

Tabela 5.A.3. Prosečan masnokiselinski sastav (%) u 7 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja

Grupa/dan	Masne kiseline										
	C14:0	C16:0	C17:0	C18:0	C16:1	C17:1	C18:1	C20:1	C18:2	C18:3	
C1	0	1,26 ±0,02	20,40 ±0,22	0,20 ±0,01	12,34 ±0,12	2,06 ±0,01	0,24 ±0,01	45,17 ±0,33	1,41 ±0,01	15,91 ±0,20	0,95 ±0,02
	30	1,26 ±0,04	20,41 ±0,20	0,21 ±0,01	12,08 ±0,36	2,07 ±0,03	0,32 ±0,08	45,08 ±0,21	1,39 ±0,03	15,92 ±0,18	0,94 ±0,01
	60	1,16 ^b ±0,02	20,74 ^b ±0,58	0,28 ^b ±0,01	11,89 ^a ±0,40	2,19 ^{bc} ±0,47	0,44 ^a ±0,01	45,02 ^a ±0,34	1,39 ^b ±0,03	15,87 ^d ±0,09	0,96 ^d ±0,01
C2	0	1,26 ±0,02	20,40 ±0,22	0,20 ±0,01	12,34 ±0,12	2,06 ±0,01	0,24 ±0,01	45,17 ±0,33	1,41 ±0,01	15,91 ±0,20	0,95 ±0,02
	30	1,26 ±0,02	20,40 ±0,22	0,20 ±0,01	12,34 ±0,12	2,06 ±0,01	0,24 ±0,01	45,17 ±0,26	1,41 ±0,01	15,91 ±0,10	0,95 ±0,02
	60	1,20 ^{ab} ±0,01	20,15 ^b ±0,39	0,36 ^a ±0,03	12,02 ^a ±0,08	2,30 ^{abc} ±0,45	0,35 ^b ±0,06	45,22 ^a ±0,22	1,38 ^b ±0,04	15,99 ^d ±0,14	0,97 ^d ±0,04
C3	0	1,24 ±0,01	20,61 ±0,25	0,20 ±0,01	12,22 ±0,16	2,05 ±0,01	0,23 ±0,01	45,01 ±0,30	1,41 ±0,01	16,00 ±0,18	0,95 ±0,00
	30	1,23 ±0,02	20,76 ±0,17	0,21 ±0,01	12,10 ±0,18	2,00 ±0,06	0,23 ±0,02	44,80 ±0,59	1,42 ±0,03	16,02 ±0,19	0,97 ±0,03
	60	1,21 ^a ±0,01	21,09 ^{ab} ±0,50	0,19 ^c ±0,00	11,81 ^a ±0,30	1,84 ^c ±0,00	0,27 ^c ±0,00	44,90 ^a ±0,70	1,44 ^b ±0,20	16,20 ^d ±0,20	1,05 ^{cd} ±0,20
D1	0	1,28 ±0,02	19,59 ±0,24	0,19 ±0,01	11,07 ±0,10	2,69 ±0,01	0,23 ±0,01	44,68 ±0,18	1,98 ±0,08	17,33 ±0,18	1,33 ±0,15
	30	1,03 ±0,03	20,04 ±0,26	0,36 ±0,01	10,35 ±0,04	2,79 [±] 0,30	0,39 ±0,02	44,39 ±0,15	1,66 ±0,00	17,59 ±0,07	1,39 ±0,05
	60	1,04 ±0,01	20,64 ±0,10	0,16 ±0,01	10,75 ±0,03	2,40 ±0,00	0,22 ±0,02	43,74 ±0,02	1,77 ±0,03	17,86 ±0,15	1,39 ±0,07
D2	0	1,23 ±0,02	21,14 ±0,08	0,19 ±0,02	9,58 ±0,16	2,63 ±0,01	0,24 ±0,03	44,37 ±0,29	1,92 ±0,05	17,73 ±0,14	1,57 ±0,01
	30	1,04 ±0,04	20,58 ±0,16	0,23 ±0,07	10,34 ±0,03	2,58 ±0,05	0,17 ±0,01	43,66 ±0,06	1,88 ±0,06	18,14 ±0,00	1,38 ±0,00
	60	1,03 ±0,04	20,80 ±0,21	0,14 ±0,01	10,38 ±0,08	2,42 ±0,04	0,25 ±0,07	43,71 ±0,24	2,02 ±0,21	17,82 ±0,20	1,42 ±0,12
E1	0	1,28 ±0,02	19,59 ±0,24	0,19 ±0,01	11,07 ±0,10	2,69 ±0,01	0,23 ±0,01	44,68 ±0,18	1,98 ±0,08	17,33 ±0,18	1,33 ±0,15
	30	0,99 ±0,01	20,74 ±0,42	0,18 ±0,07	10,06 ±0,18	2,37 ±0,10	0,43 ±0,02	44,58 ±0,38	1,82 ±0,16	17,37 ±0,21	1,34 ±0,14
	60	0,99 ^{cd} ±0,01	20,27 ^b ±0,03	0,16 ^{cd} ±0,03	10,86 ^b ±0,08	2,53 ^{ab} ±0,05	0,34 ^b ±0,04	44,16 ^b ±0,14	1,94 ^a ±0,16	17,38 ^c ±0,09	1,36 ^{bc} ±0,16
E2	0	1,23 ±0,02	21,14 ±0,08	0,19 ±0,02	9,58 ±0,16	2,63 ±0,01	0,24 ±0,03	44,37 ±0,29	1,92 ±0,05	17,73 ±0,14	1,57 ±0,01
	30	1,03 ±0,00	20,49 ±0,12	0,16 ±0,01	10,76 ±0,00	2,41 ±0,01	0,31 ±0,03	43,65 ±0,05	1,87 ±0,01	18,86 ±0,95	1,38 ±0,02
	60	1,02 ^c ±0,04	21,19 ^{ab} ±0,18	0,14 ^d ±0,01	10,38 ^c ±0,08	2,42 ^{ab} ±0,04	0,25 ^d ±0,07	43,71 ^b ±0,24	2,02 ^a ±0,21	17,82 ^b ±0,20	1,42 ^b ±0,12

^{a-d} - Sadržaji masnih kiselina označeni različitim malim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica na kraju procesa sušenja (60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica.

Tabela 5.A.4. Prosečne vrednosti sadržaja ZMK, NMK, PMK (%) i odnosi NMK/ZMK i PMK/ZMK u 7 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja

Grupa/dan	Sume masnih kiselina/odnos					
	ZMK	NMK	PMK	NMK/ZMK	PMK/ZMK	
C1	0	34,25 ±0,09	65,74 ±0,17	16,86 ±0,18	1,92 ±0,01	0,49 ±0,00
	30	34,02 ±0,37	65,72 ±0,16	16,87 ±0,17	1,93 ±0,02	0,50 ±0,01
	60	34,07 ^a ±0,19	65,87 ^c ±0,19	16,83 ^e ±0,09	1,93 ^{de} ±0,02	0,49 ^d ±0,01
C2	0	34,25 ±0,09	65,74 ±0,17	16,86 ±0,18	1,92 ±0,01	0,49 ±0,00
	30	34,26 ±0,09	65,73 ±0,20	16,86 ±0,08	1,92 ±0,01	0,49 ±0,00
	60	33,74 ^a ±0,35	66,20 ^c ±0,03	16,96 ^{de} ±0,11	1,96 ^{de} ±0,02	0,50 ^d ±0,00
C3	0	34,32 ±0,09	65,65 ±0,17	16,95 ±0,18	1,91 ±0,01	0,49 ±0,00
	30	34,35 ±0,31	65,44 ±0,83	16,98 ±0,21	1,90 ±0,01	0,49 ±0,00
	60	34,30 ^a ±0,81	65,70 ^c ±1,30	17,25 ^d ±0,40	1,92 ^e ±0,01	0,50 ^d ±0,00
D1	0	32,13 ±0,11	67,83 ±0,12	18,26 ±0,03	2,11 ±0,01	0,57 ±0,00
	30	31,77 ±0,29	68,20 ±0,30	18,98 ±0,12	2,15 ±0,03	0,60 ±0,01
	60	32,59 ±0,07	67,37 ±0,06	19,25 ±0,08	2,07 ±0,01	0,59 ±0,00
	90	31,66 ^d ±0,65	68,33 ^a ±0,68	19,55 ^b ±0,36	2,16 ^a ±0,07	0,62 ^a ±0,02
D2	0	32,13 ±0,24	67,84 ±0,23	18,69 ±0,15	2,11 ±0,02	0,58 ±0,00
	30	32,19 ±0,03	67,80 ±0,03	19,52 ±0,00	2,11 ±0,00	0,61 ±0,00
	60	32,34 ±0,09	67,63 ±0,09	19,24 ±0,08	2,09 ±0,01	0,59 ±0,00
	90	33,35 ^{ab} ±0,86	66,62 ^{bc} ±0,86	20,12 ^a ±0,01	2,00 ^{cd} ±0,08	0,60 ^{ab} ±0,02
E1	0	32,13 ±0,11	67,83 ±0,12	18,26 ±0,03	2,11 ±0,01	0,57 ±0,00
	30	32,26 ±0,28	67,90 ±0,26	18,71 ±0,36	2,12 ±0,03	0,58 ±0,02
	60	32,27 ^{cd} ±0,07	67,71 ^{ab} ±0,07	18,74 ^c ±0,07	2,10 ^{ab} ±0,01	0,58 ^c ±0,00
E2	0	32,13 ±0,24	67,84 ±0,23	18,69 ±0,15	2,11 ±0,02	0,58 ±0,00
	30	32,39 ±0,09	68,56 ±0,91	20,33 ±0,93	2,12 ±0,02	0,63 ±0,03
	60	32,73 ^{bc} ±0,22	67,63 ^{bc} ±0,09	19,24 ^b ±0,08	2,07 ^{bc} ±0,01	0,59 ^{bc} ±0,00

^{a-c} - Sume/odnosi masnih kiselina označeni različitim malim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica na kraju procesa sušenja (60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica; ZMK-zasićene masne kiseline, NMK-nezasićene masne kiseline, PMK-polinezasićene masne kiseline.

U tabelama 5.A.5. i 5.A.6. prikazan je masnokiselinski sastav kobasica proizvedenih u drugoj proizvodnoj sezoni tokom vremena skladištenja (120. i 270. dan proizvodnje). Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.A.5. vidi se da se sadržaj palmitinske kiseline kretao u intervalu od 19,43% u kobasici C3 grupe pakovanoj u vakuumu 120. dana proizvodnje do 21,45% u toj kobasici 270. dana proizvodnje.

Tokom vremena skladištenja sadržaj palmitinske kiseline nije se statistički značajno menjao ($P > 0,05$) u kobasicama C1 grupe (C1N, C1V i C1M). U kobasicama C2 grupe sadržaj palmitinske kiseline kretao se u intervalu od 20,54% u kobasici pakovanoj u modifikovanoj atmosferi 120. dana proizvodnje do 21,18% u toj kobasici 270. dana proizvodnje. Nakon 120 dana proizvodnje, odnosno 60. dana skladištenja, sadržaj palmitinske kiseline u kobasicama C2 grupe se statistički značajno ($P < 0,05$) povećao samo u kobasici pakovanoj u modifikovanoj atmosferi. Na kraju vremena skladištenja (270. dan proizvodnje) razlike u sadržaju palmitinske kiseline između kobasica C2 grupe, neupakovanih i pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$).

Tabela 5.A.5. Prosečan masnokiselinski sastav (%) u 3 grupe *Petrovačke kobasice* izrađene u II sezoni tokom vremena skladištenja*

Grupa / Dan	Pak.	Masne kiseline									
		C14:0	C16:0	C17:0	C18:0	C16:1	C17:1	C18:1	C20:1	C18:2	C18:3
C1/ 120	N	1,29 ^{ab} ±0,03	20,79 ^{bcd} ±0,45	0,41 ^{bcd} ±0,09	12,07 ^{bcd} ±0,23	2,47 ^a ±0,39	0,36 ^b ±0,02	45,49 ^{bcd} ±0,42	1,45 ^{fghi} ±0,04	15,07 ^{efg} ±0,14	0,61 ^f ±0,07
	V	1,25 ^{abc} ±0,02	20,00 ^{efg} ±0,33	0,22 ^{hi} ±0,01	12,49 ^a ±0,24	2,00 ^{cde} ±0,04	0,26 ^{efgh} ±0,02	45,49 ^{bcd} ±0,19	1,47 ^{efghi} ±0,08	15,94 ^{ab} ±0,10	0,87 ^{abcd} ±0,01
	M	1,22 ^{bc} ±0,02	19,96 ^{efg} ±0,19	0,34 ^{def} ±0,04	12,30 ^{ab} ±0,17	2,13 ^{bc} ±0,04	0,26 ^{efgh} ±0,00	45,68 ^{bc} ±0,34	1,58 ^{cde} ±0,02	15,54 ^{cd} ±0,24	0,88 ^{abcd} ±0,04
C1/ 270	N	1,09 ^{de} ±0,08	20,82 ^{bc} ±0,28	0,35 ^{def} ±0,02	12,10 ^{bcd} ±0,11	2,03 ^{cd} ±0,14	0,26 ^{efgh} ±0,01	45,18 ^{bcd} ±0,24	1,84 ^b ±0,14	15,49 ^{cd} ±0,23	0,81 ^e ±0,19
	V	1,07 ^{de} ±0,02	19,71 ^{gh} ±0,12	0,29 ^{fgh} ±0,06	12,48 ^a ±0,08	2,00 ^{cde} ±0,27	0,27 ^{defg} ±0,03	45,75 ^b ±0,35	1,50 ^{efg} ±0,01	15,97 ^{ab} ±0,19	0,95 ^{abcd} ±0,14
	M	1,08 ^{de} ±0,02	20,35 ^{def} ±0,25	0,29 ^{fg} ±0,00	12,25 ^{abc} ±0,12	2,09 ^{cd} ±0,14	0,40 ^a ±0,06	45,27 ^{bcd} ±0,40	1,98 ^a ±0,01	15,30 ^{cdef} ±0,15	0,98 ^{abcd} ±0,02
C2/ 120	N	1,25 ^{abc} ±0,04	21,14 ^{ab} ±0,29	0,52 ^a ±0,01	12,43 ^a ±0,08	1,97 ^{cde} ±0,02	0,24 ^{fghi} ±0,01	44,94 ^{ef} ±0,23	1,38 ^{ghij} ±0,03	14,95 ^{fg} ±0,33	0,86 ^{de} ±0,01
	V	1,16 ^{cd} ±0,01	21,07 ^{ab} ±0,10	0,31 ^{efg} ±0,03	12,27 ^{abc} ±0,04	2,39 ^{ab} ±0,03	0,22 ^{hi} ±0,01	45,12 ^{cdef} ±0,15	1,45 ^{fghi} ±0,08	14,90 ^g ±0,08	1,05 ^a ±0,02
	M	1,10 ^{de} ±0,01	20,54 ^{cde} ±0,21	0,52 ^a ±0,00	12,10 ^{bcd} ±0,13	2,50 ^a ±0,02	0,31 ^{cd} ±0,03	45,05 ^{def} ±0,24	1,58 ^{cde} ±0,06	15,18 ^{defg} ±0,17	1,00 ^{abc} ±0,04
C2/ 270	N	1,35 ^a ±0,24	20,73 ^{bcd} ±0,17	0,18 ⁱ ±0,01	11,78 ^{ef} ±0,20	1,83 ^{de} ±0,02	0,24 ^{ghi} ±0,02	45,18 ^{bcd} ±0,34	1,63 ^{cd} ±0,04	16,01 ^a ±0,11	1,05 ^{ab} ±0,27
	V	1,01 ^e ±0,03	20,84 ^{bc} ±0,11	0,29 ^{fgh} ±0,02	11,93 ^{de} ±0,16	2,15 ^{bc} ±0,27	0,21 ^l ±0,01	45,76 ^b ±0,29	1,49 ^{efgh} ±0,02	15,27 ^{def} ±0,15	1,00 ^{abc} ±0,08
	M	1,10 ^{de} ±0,02	21,18 ^{ab} ±0,15	0,35 ^{def} ±0,02	11,70 ^{ef} ±0,17	2,36 ^{ab} ±0,02	0,23 ^{ghi} ±0,02	45,33 ^{bcd} ±0,28	1,30 ^g ±0,02	15,45 ^{cd} ±0,17	0,95 ^{abcd} ±0,04
C3/ 120	N	1,18 ^{bcd} ±0,01	19,86 ^{fgh} ±0,15	0,33 ^{ef} ±0,01	11,98 ^{cde} ±0,13	2,43 ^a ±0,03	0,26 ^{efgh} ±0,01	45,01 ^{def} ±0,44	1,36 ^{ij} ±0,04	15,54 ^{cd} ±0,22	1,00 ^{abc} ±0,04
	V	1,18 ^{bcd} ±0,04	19,43 ^h ±0,22	0,44 ^{bc} ±0,05	12,36 ^{ab} ±0,18	2,59 ^a ±0,10	0,29 ^{cde} ±0,04	45,49 ^{bcd} ±0,34	1,39 ^{ghij} ±0,06	16,09 ^a ±0,24	1,03 ^{ab} ±0,03
	M	1,29 ^{ab} ±0,01	19,79 ^{gh} ±0,07	0,34 ^{def} ±0,03	12,13 ^{bcd} ±0,14	2,43 ^a ±0,04	0,32 ^c ±0,00	45,60 ^{bcd} ±0,31	1,33 ^j ±0,04	15,89 ^{ab} ±0,23	0,83 ^{de} ±0,04
	H	1,24 ^{abc} ±0,01	20,29 ^{efg} ±0,44	0,37 ^{cde} ±0,05	11,63 ^f ±0,18	2,55 ^a ±0,24	0,28 ^{def} ±0,03	46,34 ^a ±0,30	1,50 ^{efg} ±0,05	14,83 ^g ±0,17	0,87 ^{abcd} ±0,03
C3/ 270	N	1,03 ^e ±0,03	21,40 ^a ±0,37	0,45 ^b ±0,10	11,69 ^{ef} ±0,15	2,37 ^{ab} ±0,01	0,26 ^{efgh} ±0,02	44,80 ^f ±0,22	1,66 ^c ±0,00	15,35 ^{cde} ±0,16	0,98 ^{abcd} ±0,04
	V	1,01 ^e ±0,01	21,45 ^a ±0,27	0,19 ⁱ ±0,01	11,69 ^{ef} ±0,16	1,76 ^e ±0,02	0,38 ^{ab} ±0,02	45,22 ^{bcd} ±0,22	1,57 ^{cdef} ±0,03	15,65 ^{bc} ±0,14	1,03 ^{ab} ±0,03
	M	1,03 ^e ±0,03	21,09 ^{ab} ±0,19	0,26 ^{gh} ±0,01	11,71 ^{ef} ±0,09	2,36 ^{ab} ±0,16	0,21 ⁱ ±0,01	45,51 ^{bcd} ±0,51	1,37 ^{hij} ±0,06	15,46 ^{cd} ±0,31	1,00 ^{abc} ±0,03
	H	1,02 ^e ±0,05	21,40 ^a ±0,26	0,30 ^{efg} ±0,03	11,70 ^{ef} ±0,16	2,16 ^{bc} ±0,19	0,28 ^{def} ±0,02	45,17 ^{bcd} ±0,29	1,53 ^{def} ±0,17	15,48 ^{cd} ±0,12	0,92 ^{abcd} ±0,17

a-i - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120. i 270. dan od proizvodnje a na skladištenju nakon 60. 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

U svim kobasicama C3 grupe (N, V, M, H) 270. dana proizvodnje dolazi do statistički značajnog povećanja ($P < 0,05$) sadržaja palmitinske kiseline u odnosu na te vrednosti 270. dana proizvodnje. Tokom celokupnog vremena skladištenja, razlike u sadržaju palmitinske kiseline između kobasica C3 grupe nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$).

Sadržaj oleinske kiseline kretao se u intervalu od 44,80% u neupakovanoj kobasici C3 grupe 270. dana proizvodnje do 46,34% u kobasici C3 grupe zaštićenom hitozanom 120. dana proizvodnje. U kobasici C1 grupe, sadržaj oleinske kiseline kretao se u intervalu od 45,18% u neupakovanoj kobasici 270. dana proizvodnje do 45,75% u kobasici pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje. Nadalje, u kobasicama C2 grupe sadržaj oleinske kiseline bio je najmanji u neupakovanoj kobasici 120. dana proizvodnje (44,94%), a najveći u kobasici pakovanoj u vakuumu 270. dana proizvodnje. Kobasice C1 i C2 grupe pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi 120/270. dana proizvodnje nisu imale statistički značajno različit ($P > 0,05$) sadržaj oleinske kiseline u poređenju sa tim sadržajem u neupakovanim kobasicama.

U kobasicama C3 grupe sadržaj oleinske kiseline kretao se u intervalu od 44,80% u neupakovanoj kobasici 270. dana proizvodnje do 46,34% u kobasici zaštićenom hitozanom 120. dana proizvodnje. Tokom vremena skladištenja u neupakovanoj kao ni u kobasicama upakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi C3 grupe, nije bilo statistički značajnih ($P > 0,05$) promena sadržaja oleinske kiseline.

Sadržaj linolne kiseline kretao se u intervalu od 14,83% u kobasici zaštićenom hitozanom 120. dana proizvodnje do 16,09% u kobasici C3 grupe pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje. U kobasicama C1 grupe sadržaj linolne kiseline bio je najmanji u neupakovanoj kobasici 120. dana proizvodnje (15,07%), a najveći u kobasici pakovanoj u vakuumu 270. dana proizvodnje (15,97%). Tokom vremena skladištenja kobasice C1 grupe pakovane u vakuumu imale su statistički značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj linolne kiseline u odnosu na neupakovane i kobasice pakovane u modifikovanoj atmosferi.

Sadržaj linolne kiseline u kobasicama C2 grupe kretao se u intervalu od 14,90% u kobasici pakovanoj u vakuumu 120. dana proizvodnje do 16,01% u neupakovanoj kobasici 270. dana proizvodnje. Za razliku od kobasica pakovanih u modifikovanoj atmosferi, u neupakovanim i kobasicama pakovanim u vakuumu C2 grupe dolazi do statistički značajnog ($P < 0,05$) povećanja sadržaja linolne kiseline tokom vremena skladištenja (od 120. do 270. dana).

U kobasicama C3 grupe sadržaj linolne kiseline kretao se u intervalu od 14,83% u kobasici zaštićenoj hitozanom 120. dana proizvodnje do 16,09% u kobasici pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje. Kobasice pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi 120. dana proizvodnje imale su statistički značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj linolne kiseline u odnosu na neupakovanu i kobasicu zaštićenu hitozanom. Međutim, 270. dana proizvodnje ove razlike nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$).

Sadržaj linolenske kiseline kretao se u intervalu od 0,61% u neupakovanoj kobasici C1 grupe 120. dana proizvodnje do 1,05% u kobasici C2 grupe pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje. U kobasicama C1 grupe sadržaj linolenske kiseline bio je najmanji u neupakovanoj kobasici 120. dana proizvodnje, a najveći u kobasici pakovanoj u modifikovanoj atmosferi 270. dana proizvodnje (0,95%). U kobasicama C1 grupe 120. / 270. dana proizvodnje, razlike u sadržaju linolenske kiseline između neupakovanih i kobasica pakovanih u vakuumu i modifikovanoj atmosferi bile su statistički značajne ($P < 0,05$).

U kobasicama C2 grupe sadržaj linolenske kiseline kretao se u intervalu od 0,86% u neupakovanoj kobasici 120. dana proizvodnje do 1,05% koliko su imale kobasice pakovane u vakuumu 120. dana proizvodnje i neupakovana kobasica 270. dana proizvodnje. Kobasica pakovana u vakuumu 120. dana proizvodnje imala je statistički značajno veći sadržaj linolenske kiseline ($P < 0,05$) u odnosu na neupakovanu, ali ne i u odnosu na kobasicu pakovanu u modifikovanoj atmosferi. Razlike u sadržaju linolenske kiseline između kobasica C2 grupe 270. dana proizvodnje nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$).

Kobasica C3 grupe pakovana u modifikovanoj atmosferi 120. dana proizvodnje imala je najmanji sadržaj linolenske kiseline (0,83%). Ova vrednost je bila statistički značajno manja ($P < 0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanoj i kobasici pakovanoj u vakuumu, ali ne i u odnosu na kobasicu zaštićenu hitozanom. Razlike u sadržaju linolenske kiseline između kobasica C3 grupe 270. dana proizvodnje nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$).

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.A.6. vidi se da se suma zasićenih masnih kiselina kretala u intervalu od 33,36% u neupakovanoj kobasici C3 grupe 120. dana proizvodnje do 35,35% u neupakovanoj kobasici C2 grupe 120. dana proizvodnje. Nakon 270 dana proizvodnje do povećanja ($P < 0,05$) sume zasićenih masnih kiselina došlo je samo u kobasicama C3 grupe, neupakovanoj, pakovanoj u vakuumu i zaštićenoj hitozanom. Sa druge strane, u kobasicama C2 grupe (C2N i C2V) na kraju vremena skladištenja došlo je do

statistički značajnog smanjenja ($P < 0,05$) sume zasićenih masnih kiselina u odnosu na 120. dan proizvodnje. U ostalim kobasicama tokom vremena skladištenja suma zasićenih masnih kiselina nije se statistički značajno menjala ($P > 0,05$).

Suma nezasićenih masnih kiselina u kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni kretala se u intervalu od 64,34% u neupakovanoj kobasici C2 grupe 120. dana proizvodnje do 66,87% u kobasici C3 grupe pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje. Osim u neupakovanoj kobasici C2 grupe i kobasice C3 grupe pakovane u vakuumu, nakon 270 dana proizvodnje, suma nezasićenih masnih kiselina nije se statistički značajno menjala ($P > 0,05$) u odnosu na te vrednosti 120. dana proizvodnje.

Suma polinezasićenih masnih kiselina imala je najmanju vrednost u neupakovanoj kobasici C1 grupe 120. dana proizvodnje (15,68%), a najveću u kobasici C3 grupe pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje. Nakon 270 dana proizvodnje u neupakovanoj kobasici C1 grupe (C1N), u svim kobasicama C2 grupe (C2N, C2V i C2M), kao i u kobasici C3 grupe zaštićenoj hitozanom došlo je do statistički značajnog povećanja ($P < 0,05$) sume polinezasićenih masnih kiselina u odnosu na 120. dan proizvodnje. Na kraju vremena skladištenja samo u kobasici C1 grupe, pakovanoj u vakuumu suma polinezasićenih masnih kiselina bila je statistički značajno veća ($P < 0,05$) u odnosu na tu vredost u neupakovanoj kobasici.

Tabela 5.A.6. Prosečne vrednosti ZMK, NMK, PMK (%) i odnosi NMK/ZMK i PMK/ZMK u 3 grupe *Petrovačke kobasice* izrađene u II sezoni tokom vremena skladištenja*

Grupa	Dan	Pakovanje	Masne kiseline				
			ZMK	NMK	PMK	NMK/ZMK	PMK/ZMK
C1	120	N	34,56 ^{bc} ±0,63	65,44 ^{bcd} ±0,16	15,68 ⁱ ±0,19	1,89 ^{ij} ±0,03	0,45 ^g ±0,00
		V	33,96 ^{cdef} ±0,30	66,03 ^{abcd} ±0,34	16,81 ^{abcd} ±0,10	1,94 ^{cde} ±0,02	0,49 ^{bcd} ±0,00
		M	33,89 ^{def} ±0,38	66,07 ^{abcd} ±0,65	16,42 ^{def} ±0,27	1,95 ^{bcd} ±0,00	0,48 ^{cde} ±0,00
	270	N	34,35 ^{bcd} ±0,45	65,60 ^{bcd} ±0,46	16,30 ^{efg} ±0,42	1,91 ^{ghi} ±0,04	0,47 ^{ef} ±0,00
		V	33,54 ^{ef} ±0,23	66,43 ^{ab} ±0,43	16,92 ^{abc} ±0,33	1,98 ^{ab} ±0,03	0,50 ^{ab} ±0,01
		M	33,97 ^{cdef} ±0,35	66,01 ^{abcd} ±0,63	16,28 ^{efg} ±0,17	1,94 ^{cdef} ±0,00	0,48 ^{ef} ±0,00
C2	120	N	35,35 ^a ±0,32	64,34 ^e ±0,12	15,81 ^{hi} ±0,32	1,82 ^k ±0,02	0,45 ^g ±0,01
		V	34,82 ^{ab} ±0,16	65,13 ^{de} ±0,37	15,95 ^{ghi} ±0,10	1,87 ^j ±0,00	0,46 ^{fg} ±0,00
		M	34,33 ^{bcd} ±0,36	65,62 ^{bcd} ±0,52	16,18 ^{fgh} ±0,19	1,91 ^{efghi} ±0,01	0,47 ^{ef} ±0,00
	270	N	34,05 ^{cde} ±0,27	65,93 ^{abcd} ±0,14	17,06 ^{ab} ±0,16	1,94 ^{cdefg} ±0,01	0,50 ^{ab} ±0,01
		V	34,08 ^{cde} ±0,32	65,88 ^{bcd} ±0,54	16,27 ^{efg} ±0,21	1,93 ^{defgh} ±0,00	0,48 ^{ef} ±0,00
		M	34,34 ^{bcd} ±0,36	65,62 ^{bcd} ±0,53	16,40 ^{def} ±0,20	1,91 ^{fghi} ±0,00	0,48 ^{ef} ±0,00
C3	120	N	33,36 ^f ±0,27	65,60 ^{bcd} ±0,73	16,54 ^{cdef} ±0,24	1,97 ^{bc} ±0,01	0,50 ^{bcd} ±0,00
		V	33,46 ^{ef} ±0,12	66,87 ^a ±0,28	17,11 ^a ±0,21	2,00 ^a ±0,01	0,51 ^a ±0,01
		M	33,55 ^{ef} ±0,24	66,40 ^{abc} ±0,61	16,72 ^{abcde} ±0,26	1,98 ^{ab} ±0,01	0,50 ^{bc} ±0,00
	270	H	33,53 ^{ef} ±0,62	66,37 ^{abc} ±0,75	15,70 ⁱ ±0,19	1,98 ^{ab} ±0,02	0,47 ^{ef} ±0,01
		N	34,56 ^{bc} ±0,45	65,41 ^{cd} ±0,12	16,33 ^{efg} ±0,12	1,89 ^{ij} ±0,03	0,47 ^{ef} ±0,00
		V	34,38 ^{bcd} ±0,09	65,59 ^{bcd} ±0,02	16,67 ^{bcdde} ±0,16	1,91 ^{ghi} ±0,02	0,48 ^{cde} ±0,01
270	M	34,08 ^{cde} ±0,26	65,90 ^{bcd} ±0,02	16,45 ^{def} ±0,28	1,93 ^{defgh} ±0,01	0,48 ^{de} ±0,00	
	H	34,44 ^{bcd} ±0,44	65,54 ^{bcd} ±0,95	16,40 ^{def} ±0,28	1,90 ^{hi} ±0,01	0,48 ^{de} ±0,00	

^{a-j}- vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120 i 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 60 i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H); ZMK-zasićene masne kiseline, NMK-nezasićene masne kiseline, PMK-polinezasićene masne kiseline.

Odnos NMK/ZMK bio je najmanji u neupakovanoj kobasici C2 grupe (1,82%) 120. dana proizvodnje, a najveći u kobasici C2 grupe pakovanoj u vakuumu toga dana proizvodnje (2,00%), dok je odnos PMK/ZMK bio najmanji u neupakovanim kobasicama C1 i C2 grupe 120. dana proizvodnje (0,45%), a najveći u kobasici C2 grupe pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje (0,51%). Za razliku od kobasica C2 i C3 grupe, kobasica C1 grupe pakovana u vakuumu na kraju vremena skladištenja imala je statistički značajno veći ($P < 0,05$) odnos NMK/ZMK i PMK/ZMK u odnosu na neupakovane kobasice.

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.A.7. vidi se da se sadržaj palmitinske kiseline u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni kretao u intervalu od 18,50% u kobasici D1 grupe pakovanoj u vakuumu 120. dana proizvodnje do 23,12% u kobasici E1 grupe pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje.

Za razliku od neupakovane kobasice D2 grupe (D2N), u neupakovanoj i kobasici pakovanoj u vakuumu D1 grupe (D1N i D1V), kao i u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu (D2V) dolazi do statistički značajnog ($P < 0,05$) smanjenja sadržaja palmitinske kiseline tokom skladištenja do 210. dana. Tokom vremena skladištenja do statistički značajnih ($P < 0,05$) promena sadržaja palmitinske kiseline došlo je u kobasicama E1 i E2 grupe zaštićenim hitozanom kao i u kobasici E1 grupe pakovanoj u vakuumu. Kobasice D2 grupe 210. dana proizvodnje kao i kobasice E1 grupe 120. dana proizvodnje pakovane u vakuumu imale su statistički značajno ($P < 0,05$) manji sadržaj palmitinske kiseline u poređenju sa tim sadržajem u neupakovanim kobasicama.

Sadržaj oleinske kiseline kretao se u intervalu od 42,95% u neupakovanoj kobasici E1 grupe 210. dana proizvodnje do 45,71% u kobasici E2 grupe zaštićenom hitozanom istog dana proizvodnje. Kobasice D1 i D2 grupe pakovane u vakuumu imale su statistički značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj oleinske kiseline u odnosu na neupakovane kobasice 210. dana proizvodnje. Nakon 210 dana proizvodnje u kobasici pakovanoj u vakuumu E2 grupe, kao i u kobasicama E1 i E2 grupe zaštićenim hitozanom sadržaj oleinske kiseline je bio statistički značajno ($P < 0,05$) veći u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama.

Sadržaj linolne kiseline kretao se u intervalu od 14,07% u kobasici E2 grupe zaštićenom hitozanom 210. dana proizvodnje do 18,76% u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje. Tokom vremena skladištenja, kobasice D2 i E1 grupe pakovane u vakuumu

imale su statistički značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj linolne kiseline u odnosu taj sadržaj u neupakovanim kobasicama.

Tabela 5.A.7. Prosečan masnokiselinski sastav (%) u 4 grupe *Petrovačke kobasice* izrađene u III sezoni tokom vremena skladištenja*

Grupa/ Dan	Pak.	masne kiseline									
		C14:0	C16:0	C17:0	C18:0	C16:1	C17:1	C18:1	C20:1	C18:2	C18:3
D1/ 120	N	1,02 ^{bcd} ±0,03	20,78 ^{defg} ±0,45	0,38 ^a ±0,06	10,34 ^k ±0,09	2,79 ^{bcd} ±0,26	0,16 ^c ±0,02	44,14 ^{def} ±0,74	1,77 ^{hi} ±0,08	17,31 ^{de} ±0,06	1,28 ^{defg} ±0,04
	V	1,00 ^{bcd} ±0,03	20,07 ^{efgi} ±0,53	0,16 ^{bcd} ±0,04	10,57 ^{hij} ±0,10	2,59 ^{def} ±0,09	0,19 ^c ±0,05	43,96 ^{ef} ±0,13	1,99 ^{efgh} ±0,12	17,77 ^{cd} ±0,08	1,70 ^a ±0,30
D1/ 210	N	0,98 ^{cde} ±0,00	19,10 ^{jk} ±0,37	0,14 ^{ef} ±0,02	11,72 ^b ±0,05	2,36 ^{ghij} ±0,02	0,20 ^{bc} ±0,02	43,71 ^{fg} ±0,01	2,07 ^{defg} ±0,13	18,12 ^{bc} ±0,02	1,58 ^{abc} ±0,23
	V	0,80 ^h ±0,00	18,50 ^k ±0,35	0,11 ^f ±0,01	11,30 ^{cd} ±0,01	2,48 ^{efg} ±0,34	0,14 ^c ±0,01	44,42 ^{cde} ±0,19	2,16 ^{cdef} ±0,04	18,55 ^{ab} ±0,27	1,48 ^{abcd} ±0,01
D2/ 120	N	1,03 ^{bc} ±0,01	19,79 ^{ij} ±0,31	0,21 ^{bc} ±0,00	10,37 ^{jk} ±0,02	2,88 ^{abc} ±0,06	0,45 ^a ±0,13	44,14 ^{def} ±0,15	2,19 ^{cde} ±0,59	17,40 ^{de} ±0,17	1,56 ^{abc} ±0,25
	V	0,97 ^{cde} ±0,01	20,02 ^{ghi} ±0,39	0,39 ^a ±0,11	10,57 ^{hij} ±0,07	3,05 ^{ab} ±0,29	0,15 ^c ±0,00	44,00 ^{ef} ±0,04	1,71 ^{hi} ±0,10	18,08 ^c ±0,06	1,04 ^g ±0,07
D2/ 210	N	0,96 ^{def} ±0,03	20,60 ^{efghi} ±0,38	0,13 ^{ef} ±0,00	11,03 ^{ef} ±0,04	2,39 ^{efghi} ±0,19	0,16 ^c ±0,00	43,74 ^{fg} ±0,05	2,38 ^{bcd} ±0,16	17,33 ^{de} ±0,27	1,24 ^{defg} ±0,06
	V	0,86 ^{gh} ±0,03	19,00 ^k ±0,45	0,16 ^{bcd} ±0,01	10,60 ^{hi} ±0,03	2,19 ^{ij} ±0,06	0,23 ^{bc} ±0,03	44,65 ^c ±0,38	1,99 ^{efgh} ±0,00	18,76 ^a ±0,12	1,55 ^{abc} ±0,02
E1/ 120	N	1,05 ^{ab} ±0,05	21,46 ^{cd} ±0,24	0,16 ^{bcd} ±0,01	11,12 ^{de} ±0,21	2,45 ^{efgh} ±0,06	0,19 ^{bc} ±0,00	45,13 ^b ±0,39	1,79 ^{ghi} ±0,04	15,45 ^k ±0,43	1,18 ^{efg} ±0,17
	V	0,98 ^{cde} ±0,02	20,53 ^{efghi} ±0,03	0,19 ^{bcd} ±0,03	10,63 ^h ±0,15	2,86 ^{abc} ±0,02	0,40 ^a ±0,00	44,59 ^{cd} ±0,24	1,86 ^{efgh} ±0,01	16,65 ^{fgh} ±0,38	1,29 ^{defg} ±0,17
	H	1,04 ^{bc} ±0,03	22,45 ^{ab} ±0,98	0,19 ^{bcd} ±0,02	10,60 ^{hi} ±0,19	2,56 ^{def} ±0,10	0,28 ^b ±0,08	43,79 ^{fg} ±0,28	1,62 ^{ij} ±0,09	16,24 ^{hij} ±0,42	1,22 ^{efg} ±0,01
E1/ 210	N	0,95 ^{ef} ±0,03	21,89 ^{bc} ±0,05	0,20 ^{bcd} ±0,00	11,65 ^b ±0,23	2,52 ^{def} ±0,03	0,40 ^a ±0,01	42,95 ^h ±0,54	2,21 ^{cde} ±0,03	16,10 ^{ij} ±0,41	1,10 ^g ±0,05
	V	0,83 ^h ±0,03	23,12 ^a ±0,04	0,22 ^b ±0,00	10,39 ^{ijk} ±0,02	2,15 ^d ±0,02	0,18 ^c ±0,00	43,39 ^{gh} ±0,11	1,37 ⁱ ±0,02	17,07 ^{ef} ±0,21	1,26 ^{defg} ±0,14
	H	0,95 ^{ef} ±0,04	20,71 ^{defgh} ±0,18	0,13 ^{ef} ±0,01	11,39 ±0,11	2,23 ^{hij} ±0,00	0,18 ^c ±0,02	44,35 ^{cde} ±0,18	2,08 ^{defg} ±0,05	16,59 ^{gh} ±0,36	1,36 ^{cdef} ±0,04
E2/ 120	N	1,03 ^{bcd} ±0,09	20,90 ^{def} ±0,04	0,18 ^{bcd} ±0,03	10,64 ^h ±0,04	2,67 ^{cde} ±0,07	0,21 ^{bc} ±0,01	45,12 ^b ±0,09	1,71 ^{hij} ±0,07	16,44 ^{ghi} ±0,08	1,04 ^g ±0,04
	V	1,04 ^{bc} ±0,03	20,19 ^{efghi} ±0,24	0,18 ^{bcd} ±0,02	10,85 ^{fg} ±0,10	2,87 ^{abc} ±0,24	0,28 ^b ±0,05	43,94 ^{ef} ±0,07	2,42 ^{bcd} ±0,24	16,77 ^{fg} ±0,34	1,43 ^{bcd} ±0,15
	H	1,10 ^a ±0,07	20,20 ^{efghi} ±0,14	0,19 ^{bcd} ±0,01	10,67 ^{gh} ±0,09	3,08 ^a ±0,17	0,44 ^a ±0,14	44,41 ^{cde} ±0,09	2,01 ^{efg} ±0,05	16,67 ^{fgh} ±0,11	1,23 ^{defg} ±0,08
E2/ 210	N	1,03 ^{bc} ±0,03	20,49 ^{efghi} ±0,42	0,13 ^{ef} ±0,00	12,11 ^a ±0,02	2,50 ^{efg} ±0,09	0,18 ^c ±0,00	43,30 ^{gh} ±0,02	2,78 ^a ±0,33	15,80 ^{jk} ±0,10	1,65 ^{ab} ±0,11
	V	0,90 ^{fg} ±0,00	19,87 ^{hij} ±0,13	0,15 ^{def} ±0,00	11,19 ^{cde} ±0,00	2,39 ^{efghi} ±0,07	0,16 ^c ±0,01	45,55 ^{ab} ±0,03	2,60 ^{ab} ±0,10	15,94 ^j ±0,06	1,23 ^{defg} ±0,03
	H	0,95 ^{ef} ±0,02	21,21 ^{cde} ±0,48	0,14 ^{def} ±0,00	11,65 ^b ±0,27	2,34 ^{ghij} ±0,01	0,19 ^{bc} ±0,01	45,71 ^a ±0,16	2,52 ^{abc} ±0,37	14,07 ^l ±0,40	1,24 ^{defg} ±0,12

^{a-j} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120. i 210. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Sadržaj linolenske kiseline kretao se u intervalu od 1,04% u kobasicama D2V i E2N 120. dana proizvodnje do 1,70% u kobasici D1V 120. dana proizvodnje. U kobasicama D1 i E2 grupe 120. dana proizvodnje, kao i u kobasici D2 grupe 210. dana proizvodnje, pakovanoj u vakuumu nađen je statistički značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj linolenske kiseline u poređenju sa tim sadržajem u neupakovanim kobasicama.

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.A.8. vidi se da je suma zasićenih masnih kiselina bila najmanja u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu 210. dana proizvodnje (30,61%), a najveća u neupakovanoj kobasici E1 grupe istog dana proizvodnje (34,69%). Suma nezasićenih masnih kiselina kretala se u intervalu od 65,26% u neupakovanoj kobasici E1 grupe 210. dana proizvodnje do 69,35% u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu toga dana proizvodnje. Nadalje, 210. dana proizvodnje do statistički značajnog ($P < 0,05$) povećanja sume zasićenih i smanjenja sume nezasićenih masnih kiselina dolazi u neupakovanoj kobasici D2 grupe kao i u kobasicama E1N, E1V, E2N i E2H grupe u odnosu na 120. dan proizvodnje. Kobasice D1, D2 i E2 grupe pakovane u vakuumu 210. dana proizvodnje imale su statistički značajno ($P < 0,05$) veće vrednosti sume nezasićenih masnih kiselina u poređenju sa tim vrednostima u neupakovanim kobasicama. Suma polinezasićenih masnih kiselina imala je najmanju vrednost u kobasici E2 grupe zaštićenoj hitozanom 210. dana proizvodnje (15,30%), a najveću u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje (20,30%). Tokom vremena skladištenja do statistički značajnog ($P < 0,05$) smanjenja sume polinezasićenih masnih kiselina došlo je samo u kobasicama E2 grupe pakovanim u vakuumu (E2V) i zaštićenim hitozanom (E2H).

Tabela 5.A.8. Prosečne vrednosti sadržaja ZMK, NMK, PMK (%) i odnosi NMK/ZMK i PMK/ZMK u 4 grupe *Petrovačke kobasice* izrađene u III sezoni tokom vremena skladištenja*

Grupa	Dan	Pakovanje	Masne kiseline					
			ZMK	NMK	PMK	NMK/ZMK	PMK/ZMK	
D1	120	N	32,52 ^{defg} ±1,12	67,44 ^{cde} ±1,12	18,59 ^{fg} ±0,02	2,08 ^{defg} ±0,11	0,57 ^c ±0,02	
		V	31,79 ^{gh} ±0,50	68,18 ^{bc} ±0,49	19,47 ^{cd} ±0,02	2,15 ^{bc} ±0,05	0,61 ^b ±0,02	
	210	N	31,93 ^{fgh} ±0,41	68,03 ^{bcd} ±0,40	19,70 ^{bc} ±0,25	2,13 ^{bc} ±0,04	0,62 ^b ±0,02	
		V	30,71 ^{ij} ±0,35	69,23 ^a ±0,31	20,03 ^{ab} ±0,28	2,25 ^a ±0,04	0,65 ^a ±0,00	
	D2	120	N	31,39 ^{hi} ±0,33	68,58 ^{ab} ±0,33	18,96 ^{ef} ±0,08	2,19 ^b ±0,03	0,60 ^b ±0,01
			V	31,94 ^{fgh} ±0,23	68,02 ^{bcd} ±0,22	19,12 ^{de} ±0,01	2,13 ^{cde} ±0,02	0,60 ^b ±0,00
210		N	32,72 ^{def} ±0,30	67,23 ^{de} ±0,30	18,57 ^{fg} ±0,33	2,06 ^{efg} ±0,03	0,57 ^c ±0,02	
		V	30,61 ^j ±0,52	69,35 ^a ±0,51	20,30 ^a ±0,10	2,27 ^a ±0,06	0,66 ^a ±0,01	
E1		120	N	33,78 ^{bc} ±0,02	66,19 ^{fg} ±0,31	16,33 ^k ±0,61	1,96 ^{hi} ±0,01	0,49 ^j ±0,02
			V	32,32 ^{efg} ±0,19	67,64 ^{cd} ±0,48	17,94 ^{hi} ±0,21	2,09 ^{def} ±0,03	0,56 ^{cde} ±0,01
	H		34,27 ^{ab} ±0,77	65,70 ^{gh} ±0,97	17,46 ^{ij} ±0,43	1,92 ^{ij} ±0,07	0,51 ^{hij} ±0,02	
	210	N	34,69 ^a ±0,31	65,26 ^h ±0,01	17,20 ^j ±0,45	1,88 ^j ±0,02	0,50 ^{ij} ±0,01	
		V	34,56 ^a ±0,00	65,41 ^{gh} ±0,00	18,33 ^{gh} ±0,08	1,89 ^{ij} ±0,00	0,53 ^{fgh} ±0,00	
		H	33,18 ^{cd} ±0,27	66,78 ^{ef} ±0,50	17,95 ^{hi} ±0,39	2,01 ^{gh} ±0,03	0,54 ^{def} ±0,02	
E2	120	N	32,75 ^{de} ±0,10	67,19 ^{de} ±0,05	17,48 ^{ij} ±0,13	2,05 ^{fg} ±0,01	0,53 ^{efg} ±0,00	
		V	32,26 ^{efg} ±0,16	67,71 ^{cd} ±0,16	18,20 ^{gh} ±0,19	2,10 ^{def} ±0,02	0,56 ^{cd} ±0,00	
		H	32,15 ^{efg} ±0,13	67,83 ^{bcd} ±0,12	17,89 ^{hi} ±0,19	2,11 ^{def} ±0,01	0,56 ^{cde} ±0,01	
	210	N	33,76 ^{bc} ±0,44	66,19 ^{fg} ±0,44	17,44 ^{ij} ±0,21	1,96 ^{hi} ±0,04	0,52 ^{ghi} ±0,01	
		V	32,11 ^{efgh} ±0,13	67,87 ^{bcd} ±0,12	17,17 ^j ±0,09	2,11 ^{cdef} ±0,01	0,53 ^{efg} ±0,00	
		H	33,95 ^{ab} ±0,18	66,06 ^{fgh} ±0,06	15,30 ^l ±0,29	1,95 ^{hij} ±0,01	0,45 ^k ±0,01	

^{a-l} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće (P<0,05); *120. i 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H); ZMK-zasićene masne kiseline, NMK-nezasićene masne kiseline, PMK-polinezasićene masne kiseline.

Nadalje, 210. dana proizvodnje kobasice D2 i E1 grupe pakovane u vakuumu kao i kobasica E1 grupe zaštićena hitozanom imale su statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrednosti sume polinezasićenih masnih kiselina u odnosu na te vrednosti u neupakovanim kobasicama.

Odnos NMK/ZMK bio je najmanji u neupakovanoj kobasici E1 grupe 210. dana proizvodnje (1,88%), a najveći u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu istog dana proizvodnje (2,27%), dok je odnos PMK/ZMK bio najmanji u kobasici E2 grupe zaštićenoj hitozanom (0,45%), a najveći u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu 210. dana proizvodnje (0,66%). Nakon 210 dana proizvodnje odnos NMK/ZMK u kobasicama D1, D2 i E2 grupe, kao i odnos PMK/ZMK u kobasicama D1, D2 i E1 grupe pakovanim u vakuumu bio je statistički značajno veći ($P < 0,05$) u odnosu na te odnose u neupakovanim kobasicama.

Sadržaj holesterola

Sadržaj holesterola u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni tokom dimljenja, fermentacije i sušenja, kao i tokom vremena skladištenja prikazan je u tabeli 5.A.9. Sadržaj holesterola u nadevu kobasica kretao se u intervalu od 47,45 mg/100g (C1 i C2) do 49,98 mg/100g u kobasici C3 grupe. Na kraju procesa sušenja sadržaj holesterola u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni kretao se u intervalu od 47,48 mg/100g (C2) do 47,69 mg/100g (C3), a u kobasicama iz treće proizvodne sezone od 49,12 mg/100g (D1) do 49,95 mg/100g (E2). Na kraju procesa sušenja, kobasice proizvedene u drugoj sezoni imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj holesterola u odnosu na taj sadržaj u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni.

Nadalje, 120. dana proizvodnje, tj. 60, odnosno 30. dana skladištenja sadržaj holesterola bio je najmanji u kobasici C3 grupe zaštićenoj hitozanom (46,00 mg/100g), a najveći u neupakovanoj kobasici E2 grupe (50,07 mg/100g). Sadržaj holesterola 210. dana proizvodnje kretao se u intervalu od 46,39 mg/100g u neupakovanoj kobasici D2 grupe do 48,64 mg/100g u kobasici E2 grupe pakovanoj u vakuumu. Na kraju vremena skladištenja (270. dan proizvodnje) sadržaj holesterola bio je najmanji u neupakovanoj kobasici C3 grupe (44,61 mg/100g), a najveći u kobasici C1 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (46,56 mg/100g).

Kobasica E2 grupe pakovana u vakuumu 120. dana proizvodnje imala je statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj holesterola u odnosu na neupakovanu i kobasicu zaštićenu hitozanom. U ostalim kobasicama 120. dana proizvodnje pakovanje u vakuumu i

modifikovanoj atmosferi kao ni upotreba hitozanskih filmova nije dovela do statistički značajnih razlika ($P>0,05$) u sadržaju holesterola.

Sa druge strane, sadržaj holesterola u kobasicama D1 i D2 grupe pakovanim u vakuumu 210. dana proizvodnje bio je statistički značajno veći ($P<0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama. Ovaj sadržaj u kobasicama E1 i E2 grupe pakovanim u vakuumu bio je statistički značajno veći ($P<0,05$) u odnosu na neupakovane i kobasice zaštićene hitozanom.

Tabela 5.A.9. Prosečan sadržaj holesterola (mg/100g) u 7 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja, zrenja i skladištenja*

Dan/Pakovanje	Grupa							
	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	
0	47,45 ^{ab,C}	47,45 ^{a,C}	49,98 ^{a,A}	48,89 ^{ab,B}	48,39 ^{cd,B}	48,89 ^{bc,B}	48,39 ^{b,B}	
	±0,40	±0,40	±0,30	±0,34	±0,16	±0,34	±0,16	
60	47,52 ^{a,B}	47,48 ^{a,B}	47,69 ^{b,B}	-	-	49,89 ^{a,A}	49,95 ^{a,A}	
	±0,44	±0,47	±0,35	-	-	±0,66	±0,82	
90	-	-	-	49,12 ^{a,A}	49,66 ^{a,A}	-	-	
				±0,90	±0,44			
120	N	47,05 ^{abc,C}	46,61 ^{ab,C}	46,11 ^{c,C}	48,27 ^{ab,B}	49,11 ^{ab,AB}	49,57 ^{ab,A}	50,07 ^{a,A}
		±0,17	±0,39	±0,89	±0,28	±0,89	±0,55	±0,05
	V	46,89 ^{abc,B}	47,39 ^{a,B}	46,55 ^{c,B}	48,72 ^{ab,A}	48,78 ^{b,A}	49,61 ^{ab,A}	49,00 ^{b,A}
		±0,33	±0,84	±0,33	±0,50	±0,22	±0,39	±0,77
	M	47,12 ^{abc,A}	47,01 ^{a,A}	46,50 ^{c,A}	-	-	-	-
	±0,90	±0,02	±0,50	-	-	-	-	
	H	-	-	46,00 ^{cd,B}	-	-	49,01 ^{bc,A}	49,88 ^{a,A}
				±0,88			±0,01	±0,11
210	N	-	-	-	46,62 ^{c,B}	46,39 ^{e,B}	46,87 ^{d,AB}	47,32 ^{c,A}
					±0,40	±0,16	±0,32	±0,23
	V	-	-	-	48,04 ^{b,AB}	47,67 ^{d,B}	48,54 ^{c,A}	48,64 ^{b,A}
				±0,18	±0,45	±0,32	±0,41	
	H	-	-	-	-	46,61 ^{d,A}	47,11 ^{c,A}	
						±0,39	±0,11	
270	N	44,72 ^{d,A}	44,62 ^{d,A}	44,61 ^{e,A}	-	-	-	-
		±0,50	±0,40	±0,39	-	-	-	-
	V	46,45 ^{c,A}	46,00 ^{bc,A}	46,34 ^{c,A}	-	-	-	-
		±0,27	±0,12	±0,22	-	-	-	-
	M	46,56 ^{bc,A}	45,61 ^{c,A}	46,44 ^{c,A}	-	-	-	-
	±0,44	±0,62	±0,56	-	-	-	-	
	H	-	-	45,11 ^{de}	-	-	-	
				±0,55				

^{A-B} - Sadržaji holesterola označeni različitim velikim slovima su statistički značajno različiti ($P<0,05$) između izrađenih grupa kobasica na kraju procesa sušenja (60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica; ^{a-d} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P<0,05$); ^{A-C} - vrednosti u istom redu su statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P<0,05$); *120. 210 i 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Na kraju vremena skladištenja (270. dan) kobasice C1 i C2 grupe proizvedene u drugoj proizvodnoj sezoni pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi imale su statistički značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj holesterola u odnosu na neupakovane kobasice, dok je kobasica C3 grupe pakovana u vakuumu imala statistički značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj holesterola u odnosu na neupakovanu i kobasicu zaštićenu hitozanom.

5.B. LIPOLITIČKE PROMENE NA LIPIDIMA

Vrednosti kiselinskog broja

Lipolitičke promene na lipidima tradicionalne *Petrovačke kobasice* izražene su preko vrednosti kiselinskog broja. U tabelama 5.B.1. i 5.B.2. prikazane su vrednosti kiselinskog broja tokom procesa dimljenja, fermentacije i sušenja, kao i tokom vremena skladištenja (120, 210. i 270. dan proizvodnje) u 13 izrađenih grupa *Petrovačkih kobasica*, proizvedenih u tri proizvodne sezone.

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.B.1. vidi se da je u nadevu kobasica C1 i C2 grupe vrednost kiselinskog broja bila najmanja (1,70 mg KOH/g lipida), a najveća u nadevu kobasica D2 i E2 grupe (3,91 mg KOH/g lipida). Na kraju procesa sušenja vrednost kiselinskog broja bila je najmanja u kobasici B4 grupe (6,52 mg KOH/g lipida), a najveća u kobasici E2 grupe (12,78 mg KOH/g lipida).

Vrednost kiselinskog broja u kobasicama na kraju procesa sušenja u prvoj proizvodnoj sezoni kretala se u intervalu od 6,52 mg KOH/g lipida (B4) do 9,50 mg KOH/g lipida (A1), u drugoj od 7,11 mg KOH/g lipida (C2) do 9,81 mg KOH/g lipida (C1), a u trećoj od 10,00 mg KOH/g lipida (D1) do 12,78 mg KOH/g lipida (E2). Na kraju procesa sušenja razlike u vrednosti kiselinskog broja, osim između kobasica B2 i C2 grupe, bile su statistički značajne ($P < 0,05$).

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.B.2. vidi se da je vrednost kiselinskog broja 120. dana proizvodnje, tj. 75, 60. i 30. dana skladištenja, u kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni imala najmanju vrednost u kobasici A1V (6,38 mg KOH/g lipida), a najveću u kobasici A1N (20,75 mg KOH/g lipida). Ove vrednosti u drugoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje kretale su se u intervalu od 9,19 mg KOH/g lipida u kobasici C3 grupe zaštićenoj hitozanom do 16,57 mg KOH/g lipida u kobasici C2 grupe pakovanoj u vakuumu. U trećoj sezoni 120. dana proizvodnje kobasica D1 grupe pakovana u vakuumu imala je najmanju (13,91 mg

KOH/g lipida) a kobasica E2 grupe zaštićena hitozanom najveću vrednost kiselinskog broja (21,70 mg KOH/g lipida).

Tabela 5.B.1. Prosečne vrednosti kiselinskog broja (mg KOH/g lipida) u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja

Grupa	Vreme (dan)						
	0	6	15	30	45	60	90
A1	3,21 ±0,04	2,84 ±0,04	3,43 ±0,02	3,99 ±0,01	-	8,05 ±0,05	9,50 ^f ±0,01
A2	3,21 ±0,04	2,19 ±0,02	3,03 ±0,01	3,27 ±0,37	-	6,49 ±0,04	8,23 ^g ±0,01
B1	3,12 ±0,05	2,99 ±0,03	3,75 ±0,01	3,73 ±0,01	-	5,84 ±0,02	8,11 ^h ±0,02
B2	3,12 ±0,05	3,10 ±0,01	3,88 ±0,02	3,65 ±0,02	-	4,87 ±0,02	7,10 ^j ±0,01
B3	3,12 ±0,05	2,76 ±0,01	3,54 ±0,02	5,45 ±0,02	7,04 ^k ±0,04	-	-
B4	3,12 ±0,05	2,38 ±0,02	4,00 ±0,03	4,79 ±0,03	6,52 ^l ±0,02	-	-
C1	1,70 ±0,01	1,88 ±0,01	4,56 ±0,01	4,95 ±0,01	-	9,81 ^e ±0,01	-
C2	1,70 ±0,01	2,94 ±0,01	4,55 ±0,01	4,97 ±0,01	-	7,11 ^j ±0,01	-
C3	1,80 ±0,01	3,13 ±0,01	4,46 ±0,01	3,10 ±0,01	-	7,58 ⁱ ±0,03	-
D1	3,90 ±0,03	2,98 ±0,03	2,78 ±0,01	4,43 ±0,01	-	9,02 ±0,01	10,00 ^d ±0,02
D2	3,91 ±0,03	3,57 ±0,02	3,44 ±0,02	4,38 ±0,01	-	8,08 ±0,03	11,03 ^c ±0,03
E1	3,90 ±0,03	4,20 ±0,02	5,71 ±0,01	5,54 ±0,01	-	12,20 ^b ±0,02	-
E2	3,91 ±0,03	4,02 ±0,03	4,58 ±0,02	7,93 ±0,02	-	12,78 ^a ±0,02	-

^{a-l} - Vrednosti kiselinskog broja označene različitim malim slovima su statistički značajno različite ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica na kraju procesa sušenja (45, 60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica.

Vrednost kiselinskog broja 210. dana proizvodnje bila je najmanja u kobasici A1V (10,14 mg KOH/g lipida), a najveća u kobasici E1V (36,65 mg KOH/g lipida). U kobasicama u prvoj sezoni vrednost kiselinskog broja 210. dana proizvodnje kretala se u intervalu od 10,14 mg KOH/g lipida u kobasici A1 grupe pakovanoj u vakuumu do 20,93 mg KOH/g lipida u neupakovanoj kobasici A1 grupe. Nadalje, vrednost kiselinskog broja u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj sezoni kretao se u intervalu od 13,53 mg KOH/g lipida (C3N) do 35,12 mg KOH/g lipida (C1V) i od 21,37 mg KOH/g lipida (D1N) do 36,65 mg KOH/g

lipida (E1V), respektivno. Na kraju vremena skladištenja (270. dan proizvodnje, a 225, 210. i 180. dan skladištenja) u kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni vrednost kiselinskog broja bila je najmanja u kobasici A1 grupe pakovanoj u vakuumu (13,15 mg KOH/g lipida), a najveća u neupakovanoj kobasici B1 grupe (26,77 mg KOH/g lipida), dok se ova vrednost u kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni kretala u intervalu od 17,76 mg KOH/g lipida u neupakovanoj kobasici C3 grupe do 51,70 mg KOH/g lipida u kobasici C1 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi.

Kako u neupakovanim i kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, tako i u kobasicama zaštićenim hitozanom u sve tri proizvodne sezone tokom celokupnog vremena skladištenja dolazi do statistički značajnog porasta ($P < 0,05$) vrednosti kiselinskog broja. Tokom celokupnog vremena skladištenja u svim kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni vrednost kiselinskog broja bila je statistički značajno veća ($P < 0,05$) u neupakovanim u odnosu na tu vrednost u kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi.

Nakon 120. dana procesa proizvodnje, u kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni, vrednost kiselinskog broja bila je statistički značajno manja ($P < 0,05$) u neupakovanim u odnosu na tu vrednost u kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi. Nadalje, kobasica C3 grupe zaštićena hitozanom 210. i 270. dana proizvodnje imala je statistički značajno veću ($P < 0,05$) vrednost kiselinskog broja u odnosu na neupakovanu kobasicu.

Vrednost kiselinskog broja u kobasicama D1 i D2 grupe pakovanim u vakuumu 120. dana proizvodnje bila je statistički značajno manja, a 270. dana proizvodnje statistički značajno veća ($P < 0,05$) u odnosu na vrednosti kiselinskog broja u neupakovanim kobasicama. Nakon 210. dana proizvodnje vrednost kiselinskog broja bila je statistički značajno veća ($P < 0,05$) u kobasici E1 grupe pakovanoj u vakuumu u odnosu na neupakovanu (E1N) i kobasicu zaštićenu hitozanom (E1H). Sa druge strane neupakovana kobasica E2 grupe imala je statistički značajno veću ($P < 0,05$) vrednost kiselinskog broja u odnosu na kobasicu pakovanu u vakuumu (E2V) i kobasicu zaštićenu hitozanom (E2H).

Tabela 5.B.2. Prosečne vrednosti kiselinskog broja (mg KOH/g lipida) u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom vremena skladištenja*

Grupa	Vreme (dan)											
	120				210				270			
	N	V	M	H	N	V	M	H	N	V	M	H
A1	20,75 ^{b,C}	6,38 ^{m,I}	13,21 ^{c,F}	-	20,93 ^{t,B}	10,14 ^{m,H}	14,17 ^{e,E}	-	21,65 ^{t,A}	13,15 ^{h,G}	15,62 ^{i,D}	-
	±0,05	±0,01	±0,01	-	±0,03	±0,03	±0,05	-	±0,02	±0,05	±0,01	-
A2	13,02 ^{i,F}	12,15 ^{h,H}	12,32 ^{e,G}	-	17,05 ^{g,D}	15,14 ^{h,E}	15,19 ^{d,E}	-	21,99 ^{d,A}	19,46 ^{d,C}	19,94 ^{f,B}	-
	±0,05	±0,01	±0,02	-	±0,04	±0,03	±0,03	-	±0,01	±0,04	±0,04	-
B1	10,93 ^{l,G}	9,05 ^{l,I}	10,40 ^{i,H}	-	15,13 ^{i,D}	12,13 ^{k,F}	13,07 ^{g,E}	-	30,10 ^{b,A}	18,89 ^{f,C}	19,59 ^{g,B}	-
	±0,01	±0,01	±0,02	-	±0,01	±0,02	±0,05	-	±0,01	±0,01	±0,02	-
B2	10,88 ^{m,G}	9,68 ^{k,I}	10,68 ^{h,H}	-	13,03 ^{l,D}	11,12 ^{l,F}	12,02 ^{i,E}	-	26,77 ^{i,A}	19,39 ^{e,C}	24,01 ^{d,B}	-
	±0,01	±0,01	±0,05	-	±0,01	±0,02	±0,01	-	±0,01	±0,01	±0,01	-
B3	12,70 ^{l,F}	11,74 ^{i,H}	12,20 ^{f,G}	-	14,14 ^{l,D}	13,24 ^{i,E}	13,33 ^{f,E}	-	20,33 ^{g,C}	20,55 ^{c,B}	22,08 ^{e,A}	-
	±0,03	±0,02	±0,03	-	±0,03	±0,08	±0,01	-	±0,03	±0,01	±0,01	-
B4	14,35 ^{g,E}	11,05 ^{i,H}	11,33 ^{g,G}	-	16,28 ^{h,C}	12,23 ^{j,F}	12,20 ^{h,F}	-	21,83 ^{e,A}	15,03 ^{g,D}	16,90 ^{h,B}	-
	±0,02	±0,02	±0,03	-	±0,07	±0,05	±0,02	-	±0,03	±0,01	±0,02	-
C1	16,16 ^{t,G}	12,43 ^{g,I}	14,06 ^{b,H}	-	27,15 ^{b,F}	35,12 ^{b,D}	34,70 ^{a,E}	-	38,81 ^{a,C}	40,62 ^{a,B}	51,70 ^{a,A}	-
	±0,05	±0,03	±0,03	-	±0,02	±0,02	±0,05	-	±0,01	±0,02	±0,03	-
C2	13,93 ^{h,I}	16,57 ^{c,G}	16,14 ^{a,H}	-	17,04 ^{g,F}	21,05 ^{f,E}	21,66 ^{b,D}	-	28,15 ^{c,C}	32,61 ^{b,B}	38,54 ^{b,A}	-
	±0,01	±0,02	±0,08	-	±0,01	±0,01	±0,01	-	±0,01	±0,01	±0,02	-
C3	12,27 ^{k,J}	12,68 ^{f,I}	12,69 ^{d,I}	9,19 ^{c,K}	13,53 ^{k,H}	17,18 ^{g,F}	18,42 ^{c,D}	15,07 ^{c,G}	17,76 ^{h,E}	19,38 ^{e,C}	25,76 ^{c,B}	27,47 ^A
	±0,01	±0,02	±0,01	±0,01	±0,02	±0,02	±0,01	±0,03	±0,01	±0,02	±0,02	±0,01
D1	16,86 ^{e,C}	13,91 ^{e,D}	-	-	21,37 ^{e,B}	25,03 ^{e,A}	-	-	-	-	-	-
	±0,03	±0,00	-	-	±0,02	±0,01	-	-	-	-	-	-
D2	18,59 ^{d,C}	14,39 ^{d,D}	-	-	24,19 ^{d,B}	30,15 ^{c,A}	-	-	-	-	-	-
	±0,01	±0,01	-	-	±0,01	±0,01	-	-	-	-	-	-
E1	19,35 ^{c,F}	20,09 ^{a,D}	-	19,66 ^{b,E}	26,38 ^{c,B}	36,65 ^{a,A}	-	25,37 ^{b,C}	-	-	-	-
	±0,01	±0,01	-	±0,01	±0,01	±0,01	-	±0,02	-	-	-	-
E2	21,01 ^{a,E}	19,53 ^{b,F}	-	21,70 ^{a,D}	33,88 ^{a,A}	26,24 ^{d,C}	-	28,17 ^{a,B}	-	-	-	-
	±0,01	±0,03	-	±0,01	±0,01	±0,02	-	±0,02	-	-	-	-

^{a-1} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-J} - vrednosti u istom redu su statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210. i 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 45, 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

5.C. OKSIDATIVNE PROMENE NA LIPIDIMA

Oksidativne promene na lipidima tradicionalne *Petrovačke kobasice* svih izrađenih grupa (modela) i u svim fazama proizvodnog ciklusa izražene su preko sadržaja malondialdehida (TBARs test) i u svim modelima izrađenim u drugoj i trećoj sezoni u većem delu proizvodnog ciklusa, preko sadržaja zasićenih alifatičnih aldehida (propanala, pentanala, heksanala, heptanala, oktanala, kao i njihove sume).

Sadržaj malondialdehida (TBARs test)

U tabelama 5.C.1. i 5.C.2. prikazane su promene sadržaja malondialdehida tokom procesa dimljenja, fermentacije i sušenja, kao i tokom vremena skladištenja (120, 210. i 270. dan proizvodnje) u 13 izrađenih grupa *Petrovačkih kobasica*, proizvedenih u tri proizvodne sezone.

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.C.1. vidi se da je u nadevu kobasica C3 grupe sadržaj malondialdehida bio najmanji (0,17 mg/kg), a najveći u nadevu kobasica D1 i E1 grupe (0,97 mg/kg). Na kraju procesa sušenja sadržaj malondialdehida bio je najmanji u kobasici E2 grupe (0,34 mg/kg), a najveći u kobasici C2 grupe (1,25 mg/kg). Sadržaj malondialdehida u kobasicama na kraju procesa sušenja u prvoj proizvodnoj sezoni kretao se u intervalu od 0,79 mg/kg (B2) do 1,15 mg/kg (A2), u drugoj od 0,79 mg/kg (C3) do 1,20 mg/kg (C1), a u trećoj od 0,34 mg/kg (E2) do 0,72 mg/kg (E1). Na kraju procesa sušenja razlike u sadržaju malondialdehida između kobasica B3 i B4 grupe kao i između kobasica B2 i C3 grupe nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$), dok su razlike u sadržaju malondialdehida između ostalih ispitanih grupa kobasica bile statistički značajne ($P < 0,05$).

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.C.2. vidi se da je sadržaj malondialdehida 120. dana proizvodnje, tj. 75, 60. i 30. dana skladištenja bio najmanji u kobasici B2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (0,21 mg/kg), a najveći u neupakovanoj kobasici E2 grupe (4,31 mg/kg). U kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni 120. dana proizvodnje sadržaj malondialdehida bio je najmanji u kobasici B2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (0,21 mg/kg), a najveći u neupakovanoj kobasici B4 grupe (1,93 mg/kg). Sadržaj malondialdehida u drugoj i trećoj sezoni 120. dana proizvodnje kretao se u intervalu od 0,28 mg/kg (C2N i C3V) do 1,63 mg/kg (C2N) i od 0,38 mg/kg (E1V) do 4,31 mg/kg (E2N).

Nadalje, sadržaj malondialdehida 210. dana proizvodnje bio je najmanji u kobasici C2 grupe pakovanoj u vakuumu (0,20 mg/kg), a najveći u neupakovanoj kobasici D1 grupe (7,02 mg/kg). U kobasicama u prvoj proizvodnoj sezoni sadržaj malondialdehida kretao se u intervalu od 0,35 mg/kg u neupakovanoj kobasici B2 grupe do 1,29 mg/kg u neupakovanoj kobasici A2 grupe. Nakon 210 dana proizvodnje, u kobasicama u drugoj proizvodnoj sezoni sadržaj malondialdehida kretao se u intervalu 0,15 mg/kg u kobasici C2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi do 5,10 mg/kg u neupakovanoj kobasici C3 grupe, dok je trećoj proizvodnoj sezoni sadržaj malondialdehida bio je najmanji u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu (0,57 mg/kg), a najveći u neupakovanoj kobasici D1 grupe (7,02 mg/kg).

Tabela 5.C.1. Prosečan sadržaj malondialdehida (mg/kg) u 13 izrađenih grupa *Petrovčke kobasice* tokom procesa sušenja

Grupa	Vreme (dan)						
	0	6	15	30	45	60	90
A1	0,65 ±0,02	0,42 ±0,05	0,92 ±0,02	0,52 ±0,09	-	0,81 ±0,01	1,05 ^d ±0,01
A2	0,65 ±0,02	0,54 ±0,04	0,93 ±0,02	0,85 ±0,01	-	1,14 ±0,01	1,15 ^c ±0,01
B1	0,31 ±0,02	0,64 ±0,01	1,94 ±0,02	1,69 ±0,03	-	0,90 ±0,01	0,88 ^e ±0,02
B2	0,31 ±0,02	0,39 ±0,02	1,04 ±0,01	0,73 ±0,02	-	0,85 ±0,04	0,79 ^g ±0,02
B3	0,31 ±0,02	0,34 ±0,01	1,03 ±0,01	0,71 ±0,02	0,84 ^f ±0,02	-	-
B4	0,31 ±0,02	0,43 ±0,02	1,15 ±0,01	0,81 ±0,01	0,86 ^{ef} ±0,01	-	-
C1	0,19 ±0,02	0,30 ±0,01	0,63 ±0,01	0,73 ±0,01		1,20 ^b ±0,03	
C2	0,19 ±0,01	0,27 ±0,01	0,56 ±0,03	0,43 ±0,03		1,25 ^a ±0,01	
C3	0,17 ±0,01	0,34 ±0,01	0,56 ±0,03	0,65 ±0,01		0,79 ^g ±0,03	
D1	0,97 ±0,01	0,72 ±0,01	0,71 ±0,01	0,14 ±0,01		0,21±0,01	0,66 ⁱ ±0,01
D2	0,78 ±0,02	0,75 ±0,02	0,77 ±0,01	0,21 ±0,00		0,26±0,01	0,48 ^j ±0,01
E1	0,97 ±0,01	0,74 ±0,01	0,41 ±0,01	0,26 ±0,01		0,72 ^h ±0,02	
E2	0,78 ±0,02	0,80 ±0,03	0,52 ±0,01	0,22 ±0,00		0,34 ^k ±0,01	-

^{a-k} - Sadržaji malondialdehida označeni različitim malim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica na kraju procesa sušenja (45, 60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica.

Na kraju vremena skladištenja (270. dan proizvodnje, a 225, 210. i 180. dan skladištenja) u kobasicama proizvedenim u prvoj proizvodnoj sezoni sadržaj malondiladehida kretao se u intervalu od 0,16 mg/kg (B2N i B2V) do 0,90 mg/kg u neupakovanoj kobasici B1 grupe. U kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni sadržaj malondialdehida bio je najmanji u kobasici C3 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (0,22 mg/kg), a najveći u neupakovanoj kobasici C1 grupe (1,59 mg/kg).

Tokom vremena skladištenja osim u kobasicama B1, B2 i B4 grupe 210. dana proizvodnje i kobasice B2 grupe 270. dana proizvodnje, proizvedenim u prvoj sezoni, pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi dovelo je do statistički značajno manjeg ($P < 0,05$) sadržaja malondialdehida u poređenju sa tim sadržajem u neupakovanim kobasicama.

U drugoj proizvodnoj sezoni, osim u kobasicama C1 i C3 grupe 120. dana proizvodnje, kobasice pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi tokom vremena skladištenja imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj malondialdehida u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama. Nadalje, kobasica C3 grupe zaštićena hitozanom imala je statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj malondialdehida u odnosu na neupakovanu kobasicu 210. i 270. dana proizvodnje. Sadržaj malondiladehida u kobasici C3 grupe tokom celokupnog vremena skladištenja bio je statistički značajno veći ($P < 0,05$) u odnosu na sadržaj malondialdehida u kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi. Nasuprot kobasicama pakovanim u vakuumu, kobasice E1 i E2 grupe zaštićene hitozanom 210. dana proizvodnje nisu imale statistički značajno različit ($P > 0,05$) sadržaj malondialdehida u poređenju sa tim sadržajem u neupakovanim kobasicama.

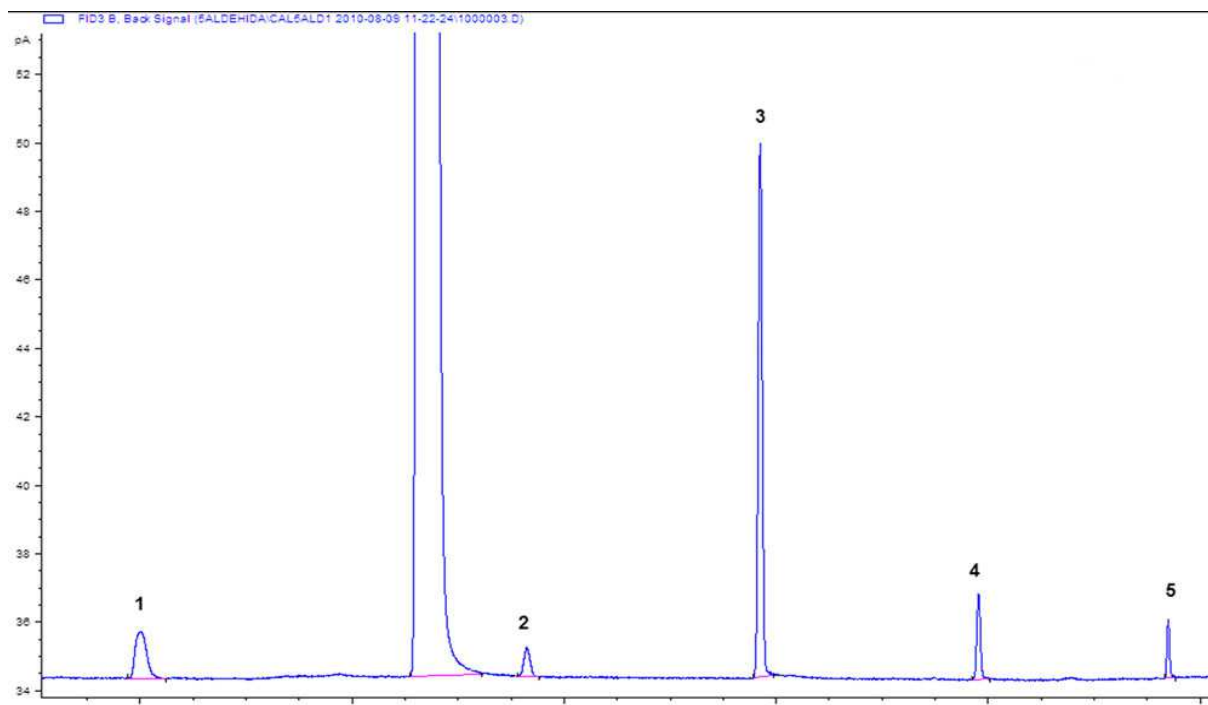
Tabela 5.C.2. Prosečan sadržaj malondialdehida (mg/kg) u 13 izrađenih grupa *Petrovčke kobasice* tokom vremena skladištenja*

Grupa	Vreme (dan)											
	120				210				270			
	N	V	M	H	N	V	M	H	N	V	M	H
A1	1,31 ^{de,A} ±0,03	0,72 ^{c,C} ±0,01	0,76 ^{c,C} ±0,01	-	1,27 ^{h,A} ±0,03	0,62 ^{e,D} ±0,04	0,74 ^{c,C} ±0,01	-	0,88 ^{cd,B} ±0,02	0,60 ^{c,DE} ±0,01	0,57 ^{b,E} ±0,01	-
A2	1,28 ^{ef,A} ±0,04	0,95 ^{b,B} ±0,01	0,68 ^{d,D} ±0,01	-	1,29 ^{h,A} ±0,02	0,85 ^{d,C} ±0,03	0,62 ^{d,E} ±0,03	-	0,86 ^{d,C} ±0,01	0,63 ^{b,E} ±0,02	0,64 ^{a,DE} ±0,05	-
B1	0,87 ^{g,A} ±0,01	0,65 ^{d,D} ±0,00	0,82 ^{b,B} ±0,01	-	0,77 ^{j,C} ±0,02	0,61 ^{e,E} ±0,02	0,81 ^{b,B} ±0,04	-	0,90 ^{c,A} ±0,01	0,39 ^{e,G} ±0,01	0,46 ^{d,F} ±0,02	-
B2	0,36 ^{h,A} ±0,01	0,29 ^{j,B} ±0,01	0,21 ^{h,C} ±0,02	-	0,35 ^{k,A} ±0,04	0,37 ^{g,A} ±0,01	0,19 ^{g,C} ±0,01	-	0,16 ^{g,CD} ±0,02	0,16 ^{h,D} ±0,02	0,20 ^{g,C} ±0,01	-
B3	0,95 ^{fg,A} ±0,03	0,52 ^{e,D} ±0,00	0,70 ^{d,C} ±0,01	-	0,91 ^{i,A} ±0,04	0,52 ^{f,D} ±0,03	0,71 ^{c,C} ±0,06	-	0,82 ^{e,B} ±0,03	0,44 ^{d,E} ±0,03	0,55 ^{bc,D} ±0,02	-
B4	1,93 ^{c,A} ±0,04	1,02 ^{a,D} ±0,02	1,79 ^{a,C} ±0,04	-	1,86 ^{f,B} ±0,02	1,00 ^{c,D} ±0,02	1,82 ^{a,BC} ±0,03	-	0,85 ^{d,E} ±0,01	0,38 ^{e,G} ±0,02	0,53 ^{c,F} ±0,01	-
C1	0,34 ^{h,D} ±0,01	0,28 ^{j,F} ±0,01	0,40 ^{e,C} ±0,01	-	0,73 ^{j,B} ±0,02	0,25 ^{h,G} ±0,01	0,28 ^{f,F} ±0,03	-	1,59 ^{a,A} ±0,01	0,31 ^{f,E} ±0,01	0,28 ^{f,F} ±0,01	-
C2	1,63 ^{cd,A} ±0,02	0,44 ^{g,D} ±0,01	0,28 ^{g,F} ±0,02	-	1,63 ^{g,A} ±0,02	0,20 ^{h,G} ±0,01	0,15 ^{g,H} ±0,04	-	0,93 ^{b,B} ±0,02	0,67 ^{a,C} ±0,01	0,40 ^{e,E} ±0,01	-
C3	0,35 ^{h,G} ±0,02	0,37 ^{i,G} ±0,01	0,33 ^{f,G} ±0,02	1,77 ^{b,C} ±0,12	5,10 ^{c,A} ±0,10	4,21 ^{a,B} ±0,04	0,39 ^{e,G} ±0,02	1,38 ^{c,D} ±0,01	0,77 ^{f,E} ±0,02	0,23 ^{g,H} ±0,03	0,22 ^{g,H} ±0,01	0,69 ^F ±0,01
D1	0,66 ^{gh,C} ±0,01	0,45 ^{g,D} ±0,00	-	-	7,02 ^{a,A} ±0,03	0,84 ^{d,B} ±0,00	-	-	-	-	-	-
D2	0,48 ^{gh,BC} ±0,02	0,40 ^{h,C} ±0,01	-	-	5,58 ^{b,A} ±0,05	0,57 ^{ef,B} ±0,08	-	-	-	-	-	-
E1	3,19 ^{b,AB} ±0,70	0,38 ^{hi,D} ±0,01	-	3,82 ^{a,A} ±0,63	2,96 ^{e,B} ±0,30	1,19 ^{b,C} ±0,02	-	3,07 ^{b,AB} ±0,23	-	-	-	-
E2	4,31 ^{a,C} ±0,05	0,48 ^{f,F} ±0,05	-	3,31 ^{a,D} ±0,01	4,83 ^{d,B} ±0,02	0,99 ^{c,E} ±0,03	-	5,54 ^{a,A} ±0,02	-	-	--	-

^{a-k} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-H} - vrednosti u istom redu su statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210. i 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 45, 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Sadržaj zasićenih alifatičnih aldehida

Promene sadržaja zasićenih alifatičnih aldehida (propanala, pentanala, heksanala, heptanala, oktanala i njihove sume) tokom procesa dimljenja, fermentacije i sušenja, kao i tokom vremena skladištenja (120, 210. i 270. dan proizvodnje) u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj sezoni prikazan je u tabelama od 5.C.3. do 5.C.8. Hromatogram smeše standarda aldehida prikazan je na slici 5.C.1, dok su hromatogrami aldehida u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni na kraju procesa sušenja prikazani u Prilogu 1 (slike od 8 do 14).



Slika 5.C.1. Hromatogram smeše standarda aldehida (1-propanal; 2-pentanal; 3-heksanal; 4-heptanal; 5-oktanal)

Sadržaj propanala

Sadržaj propanala u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni kretao se u intervalu od 2,98 $\mu\text{g/g}$ (C1 i C2 grupa) do 11,42 $\mu\text{g/g}$ u kobasicama D2 i E2 grupe (tabela 5.C.3). Na kraju procesa sušenja sadržaj propanala u kobasicama iz druge proizvodne sezone bio je najmanji u kobasici C1 (2,01 $\mu\text{g/g}$), a najveći u kobasici C3 grupe (3,15 $\mu\text{g/g}$), dok je u kobasicama iz treće proizvodne sezone sadržaj propanala bio najmanji u

kobasici D2 (24,57 μ g/g) a najveći u kobasici E2 grupe (42,56 μ g/g). Kobasice proizvedene u drugoj sezoni na kraju procesa sušenja imale su statistički značajno manji ($P<0,05$) sadržaj propanala u odnosu na kobasice proizvedene u trećoj sezoni. Nadalje, 120. dana proizvodnje sadržaj propanala bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (0,66 μ g/g), a najveći u neupakovanoj kobasici D2 grupe (69,01 μ g/g). Sadržaj propanala u neupakovanim kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni bio je statistički značajno manji ($P<0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni.

Sadržaj propanala 210. dana proizvodnje kretao se u intervalu od 4,16 μ g/g u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu do 69,01 μ g/g u neupakovanoj kobasici D2 grupe. Osim u neupakovanim kobasicama D2 i E2 grupe, u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni 210. dana proizvodnje nije došlo do statistički značajnog ($P>0,05$) povećanja sadržaja propanala. Sadržaj propanala 270. dana proizvodnje bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu (3,61 μ g/g), a najveći u neupakovanoj kobasici C2 grupe (44,32 μ g/g). Na kraju vremena skladištenja, došlo je do povećanja ($P<0,05$) sadržaja propanala u svim kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni, u odnosu na taj sadržaj u ispitanim kobasicama 120. dana proizvodnje.

U kobasicama C1, D1 i D2 grupe pakovanim u vakuumu 120. dana proizvodnje sadržaj propanala bio je statistički značajno manji ($P<0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama.

Tabela 5.C.3. Prosečan sadržaj propanala ($\mu\text{g/g}$) u 7 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja, zrenja i skladištenja*

Dan/pakovanje	Grupa							
	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	
0	2,98 ^{bc,C}	2,98 ^{d,C}	6,68 ^{e,BC}	9,99 ^{e,AB}	11,41 ^{de,A}	9,99 ^{e,AB}	11,41 ^{e,A}	
	$\pm 0,08$	$\pm 0,08$	$\pm 0,07$	$\pm 3,51$	$\pm 1,54$	$\pm 3,51$	$\pm 1,54$	
30	2,54 ^{c,D}	2,85 ^{d,D}	5,36 ^{f,D}	18,64 ^{d,B}	12,68 ^{cde,C}	14,13 ^{de,C}	24,30 ^{c,A}	
	$\pm 0,08$	$\pm 0,4$	$\pm 0,76$	$\pm 0,41$	$\pm 0,80$	$\pm 2,94$	$\pm 3,71$	
60	2,01 ^{c,C}	2,68 ^{d,C}	3,15 ^{g,C}	34,70 ^c	18,07 ^{cd}	26,64 ^{b,B}	42,56 ^{a,A}	
	$\pm 0,09$	$\pm 0,26$	$\pm 0,53$	$\pm 5,77$	$\pm 6,95$	$\pm 5,79$	$\pm 1,74$	
90	-	-	-	38,00 ^{c,A}	24,57 ^{c,B}	-	-	
				$\pm 1,24$	$\pm 3,05$			
120	N	0,87 ^{d,F}	4,80 ^{d,E}	1,26 ^{h,F}	64,27 ^{a,B}	69,01 ^{b,A}	26,60 ^{b,C}	18,56 ^{d,D}
		$\pm 0,01$	$\pm 0,10$	$\pm 0,07$	$\pm 3,04$	$\pm 3,13$	$\pm 0,93$	$\pm 0,19$
	V	2,49 ^{c,B}	1,03 ^{d,B}	1,08 ^{h,B}	32,96 ^{c,A}	4,16 ^{e,B}	36,43 ^{a,A}	37,49 ^{b,A}
		$\pm 0,03$	$\pm 0,01$	$\pm 0,08$	$\pm 5,32$	$\pm 0,37$	$\pm 0,91$	$\pm 4,54$
	M	0,66 ^{d,B}	1,12 ^{d,A}	1,07 ^{h,A}	-	-	-	-
		$\pm 0,03$	$\pm 0,01$	$\pm 0,09$				
	H	-	-	4,74 ^{f,C}	-	-	19,05 ^{c,B}	36,88 ^{b,A}
				$\pm 0,31$			$\pm 2,36$	$\pm 1,73$
210	N	-	-	-	44,49 ^{b,B}	80,77 ^{a,A}	27,07 ^{b,C}	28,09 ^{c,BC}
					$\pm 0,61$	$\pm 16,89$	$\pm 0,96$	$\pm 4,32$
	V	-	-	-	18,52 ^{d,B}	1,82 ^{e,D}	23,73 ^{b,A}	7,97 ^{e,C}
					$\pm 0,92$	$\pm 0,12$	$\pm 0,75$	$\pm 0,06$
	H	-	-	-	-	-	15,15 ^{cd,B}	25,14 ^{c,A}
							$\pm 0,24$	$\pm 0,03$
270	N	15,21 ^{a,C}	44,32 ^{a,A}	31,80 ^{a,B}	-	-	-	-
		$\pm 0,03$	$\pm 10,67$	$\pm 0,79$				
	V	3,61 ^{b,B}	23,60 ^{c,A}	24,90 ^{c,A}	-	-	-	-
		$\pm 0,27$	$\pm 1,47$	$\pm 0,68$				
	M	14,33 ^{a,C}	36,79 ^{b,A}	30,18 ^{b,B}	-	-	-	-
		$\pm 0,11$	$\pm 2,73$	$\pm 0,04$				
	H	-	-	20,12 ^d	-	-	-	-
				$\pm 0,09$				

^{A-C} - Sadržaji propanala označeni različitim velikim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica tokom procesa sušenja (60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica; ^{a-h} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-F} - vrednosti u istom redu dobijene tokom skladištenja se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210, 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Nadalje, sadržaj propanala u kobasicama D1, D2 grupe pakovanim u vakuumu 210. dana proizvodnje bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na neupakovane kobasice u tom periodu skladištenja. Statistički značajno manje ($P < 0,05$) vrednosti propanala u odnosu na neupakovanu kobasicu imale su kobasica E1 grupe zaštićena hitozanom, kao i kobasica E2 grupe pakovana u vakuumu. Na kraju vremena skladištenja (270. dan) kobasice C1 grupe pakovane u vakuumu, kobasice C2 i C3 grupe pakovane u vakuumu i

modifikovanoj atmosferi kao i kobasica C3 grupe zaštićena hitozanom imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj propanala u odnosu na taj sadržaj u neupakovanoj kobasici.

Sadržaj pentanala

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.C.4. vidi se da se sadržaj pentanala u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni kretao u intervalu od 0,44 $\mu\text{g/g}$ (D1, D2, E1 i E2 grupe) do 0,91 $\mu\text{g/g}$ u kobasici C3 grupe.

Na kraju procesa sušenja sadržaj pentanala u kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni bio je najmanji u kobasici C3 (0,78 $\mu\text{g/g}$) a najveći u kobasici C1 grupe (1,66 $\mu\text{g/g}$), dok se u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni sadržaj pentanala kretao u intervalu od 2,76 $\mu\text{g/g}$ (D2) do 6,09 $\mu\text{g/g}$ (D1). Kobasice proizvedene u drugoj sezoni na kraju procesa sušenja imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj pentanala u odnosu na kobasice proizvedene u trećoj sezoni D1, E1 i E2 grupe, ali ne i u odnosu na kobasicu D2 grupe.

Nadalje, 120. dana proizvodnje sadržaj pentanala bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu (0,36 $\mu\text{g/g}$), a najveći u neupakovanoj kobasici D2 grupe (9,70 $\mu\text{g/g}$). Istog dana proizvodnje, sadržaj pentanala u neupakovanim kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni.

Sadržaj pentanala 210. dana proizvodnje kretao se u intervalu od 0,29 $\mu\text{g/g}$ u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu do 7,52 $\mu\text{g/g}$ u neupakovanoj kobasici D1 grupe. Osim u neupakovanim kobasicama D2 i E2 grupe i kobasici E2 grupe zaštićenoj hitozanom, u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni 210. dana proizvodnje nije došlo do statistički značajnog ($P > 0,05$) povećanja sadržaja pentanala u odnosu na 120. dan proizvodnje. Sadržaj pentanala 270. dana proizvodnje, tj. 225, 210. i 180. dana skladištenja bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu (0,35 $\mu\text{g/g}$), a najveći u neupakovanoj kobasici C2 grupe (9,52 $\mu\text{g/g}$). Na kraju vremena skladištenja (270. dan), osim u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni došlo je do statistički značajnog ($P < 0,05$) povećanja sadržaja pentanala u odnosu na te vrednosti 120. dana proizvodnje.

Tabela 5.C.4. Prosečan sadržaj pentanala ($\mu\text{g/g}$) u 7 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja, zrenja i skladištenja*

Dan/pakovanje	Grupa							
	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	
0	0,81 ^{e,A}	0,81 ^{d,A}	0,91 ^{efg,A}	0,44 ^{f,B}	0,44 ^{cd,B}	0,44 ^{d,B}	0,44 ^{g,B}	
	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$	$\pm 0,04$	$\pm 0,15$	$\pm 0,07$	$\pm 0,15$	$\pm 0,07$	
30	1,18 ^{d,C}	1,53 ^{d,B}	0,83 ^{fg,CD}	2,37 ^{e,A}	0,66 ^{cd,D}	1,11 ^{d,C}	2,37 ^{e,A}	
	$\pm 0,13$	$\pm 0,30$	$\pm 0,07$	$\pm 0,21$	$\pm 0,04$	$\pm 0,12$	$\pm 0,30$	
60	1,66 ^{c,CD}	1,61 ^{d,CD}	0,78 ^{g,D}	5,31 ^{cd}	2,59 ^{cd}	3,90 ^{b,B}	5,76 ^{bc,A}	
	$\pm 0,19$	$\pm 0,08$	$\pm 0,38$	$\pm 0,86$	$\pm 0,92$	$\pm 1,16$	$\pm 0,56$	
90	-	-	-	6,09 ^{c,A}	2,76 ^{c,BC}	-	-	
	-	-	-	$\pm 1,00$	$\pm 0,92$	-	-	
120	N	0,73 ^{e,E}	0,89 ^{d,DE}	1,25 ^{d,D}	9,33 ^{a,A}	9,70 ^{b,A}	4,34 ^{ab,B}	2,94 ^{e,C}
		$\pm 0,07$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,60$	$\pm 0,38$	$\pm 0,15$	$\pm 0,04$
	V	0,36 ^{f,C}	1,31 ^{d,B}	1,12 ^{de,BC}	4,42 ^{d,A}	0,65 ^{cd,BC}	4,82 ^{a,A}	4,85 ^{d,A}
		$\pm 0,04$	$\pm 0,29$	$\pm 0,02$	$\pm 0,95$	$\pm 0,11$	$\pm 0,10$	$\pm 0,78$
M	0,84 ^{e,C}	0,96 ^{d,B}	1,09 ^{def,A}	-	-	-	-	
	$\pm 0,03$	$\pm 0,01$	$\pm 0,08$	-	-	-	-	
H	-	-	0,73 ^{g,C}	-	-	3,00 ^{c,B}	4,99 ^{cd,A}	
	-	-	$\pm 0,04$	-	-	$\pm 0,49$	$\pm 0,32$	
210	N	-	-	-	7,52 ^{b,B}	12,84 ^{a,A}	4,47 ^{ab,B}	6,69 ^{a,B}
		-	-	-	$\pm 0,00$	$\pm 3,27$	$\pm 0,19$	$\pm 1,03$
	V	-	-	-	3,06 ^{e,B}	0,29 ^{d,D}	4,57 ^{ab,A}	1,38 ^{f,C}
	-	-	-	$\pm 0,33$	$\pm 0,04$	$\pm 0,32$	$\pm 0,01$	
H	-	-	-	-	-	3,13 ^{c,B}	6,08 ^{ab,A}	
	-	-	-	-	-	$\pm 0,06$	$\pm 0,06$	
270	N	2,39 ^{b,B}	9,52 ^{a,A}	3,91 ^{a,B}	-	-	-	-
		$\pm 0,08$	$\pm 2,40$	$\pm 0,12$	-	-	-	-
	V	0,35 ^{f,C}	4,10 ^{c,A}	2,31 ^{c,B}	-	-	-	-
		$\pm 0,01$	$\pm 0,13$	$\pm 0,22$	-	-	-	-
M	2,88 ^{a,B}	6,05 ^{b,A}	2,76 ^{b,B}	-	-	-	-	
	$\pm 0,06$	$\pm 0,85$	$\pm 0,20$	-	-	-	-	
H	-	-	2,69 ^b	-	-	-	-	
	-	-	$\pm 0,06$	-	-	-	-	

A-D - Sadržaji pentanala označeni različitim velikim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica tokom procesa sušenja (60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica; ^{a-g} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-E} - vrednosti u istom redu dobijene tokom skladištenja se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210, 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Pakovanje u vakuumu u kobasicama C1, D1 i D2 grupe, kao i upotreba hitozanskih filmova u kobasicama C3 i E1 grupe već 120. dana proizvodnje je uticalo na statistički značajno smanjenje ($P < 0,05$) sadržaja pentanala u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama. Nadalje, sadržaj pentanala u kobasicama D1 i D2 grupe pakovanim u vakuumu 210. dana proizvodnje bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na neupakovane kobasice. Statistički značajno manje ($P < 0,05$) vrednosti pentanala u odnosu na neupakovanu

kobasicu imale su kobasice E1 grupe zaštićene hitozanom, kao i kobasice E2 grupe pakovane u vakuumu.

Na kraju vremena skladištenja (270. dan) kobasice C1 grupe pakovane u vakuumu, kobasice C2 i C3 grupe pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi kao i kobasice C3 grupe zaštićene hitozanom imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj pentanala u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama.

Sadržaj heksanala

Sadržaj heksanala u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni kretao se u intervalu od 0,14 $\mu\text{g/g}$ u kobasici C3 grupe do 0,25 $\mu\text{g/g}$ u kobasicama D1, D2, E1 i E2 grupe (tabela 5.C.5). Na kraju procesa sušenja sadržaj heksanala u kobasicama iz druge proizvodne sezone kretao se u intervalu od 0,05 $\mu\text{g/g}$ (C2) do 0,13 $\mu\text{g/g}$ (C1), a u kobasicama iz treće proizvodne sezone od 1,21 $\mu\text{g/g}$ (D2) do 2,45 $\mu\text{g/g}$ (E2). Kobasice proizvedene u drugoj sezoni na kraju procesa sušenja imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj heksanala u odnosu na kobasice proizvedene u trećoj sezoni. Nadalje, 120. dana proizvodnje, odnosno 75, 60. i 30. dana skladištenja, sadržaj heksanala bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (0,36 $\mu\text{g/g}$), a najveći u neupakovanoj kobasici D2 grupe (4,17 $\mu\text{g/g}$). Sadržaj heksanala u neupakovanim kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni.

Sadržaj heksanala 210. dana proizvodnje kretao se u intervalu od 0,10 $\mu\text{g/g}$ u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu do 5,41 $\mu\text{g/g}$ u neupakovanoj kobasici D2 grupe. Osim u neupakovanim kobasicama D2 i E2 grupe i kobasici E2 grupe pakovanoj u vakuumu, u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni 210. dana proizvodnje nije došlo do statistički značajnog ($P > 0,05$) povećanja sadržaja heksanala u odnosu na te sadržaje 120. dana proizvodnje. Sadržaj heksanala 270. dana proizvodnje, tj. 225, 210. i 180. dana skladištenja, bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu (0,13 $\mu\text{g/g}$), a najveći u neupakovanoj kobasici C2 grupe (4,94 $\mu\text{g/g}$). Na kraju vremena skladištenja, osim u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu u svim drugim grupama kobasica proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni došlo je do statistički značajnog povećanja ($P < 0,05$) sadržaja heksanala.

Tabela 5.C.5. Prosečan sadržaj heksanala ($\mu\text{g/g}$) u 7 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja, zrenja i skladištenja*

Dan/pakovanje	Grupa							
	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	
0	0,19 ^{c,AB}	0,19 ^{d,AB}	0,14 ^{de,B}	0,25 ^{f,AB}	0,25 ^{cd,A}	0,25 ^{d,AB}	0,25 ^{f,A}	
	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,09$	$\pm 0,06$	$\pm 0,09$	$\pm 0,06$	
30	0,15 ^{cd,D}	0,14 ^{d,D}	0,13 ^{de,D}	0,90 ^{e,C}	1,18 ^{c,B}	2,37 ^{a,A}	1,06 ^{e,BC}	
	$\pm 0,09$	$\pm 0,09$	$\pm 0,05$	$\pm 0,08$	$\pm 0,03$	$\pm 0,30$	$\pm 0,15$	
60	0,07 ^{def,C}	0,05 ^{d,C}	0,13 ^{de,C}	2,15 ^c	1,01 ^{cd}	2,30 ^{a,A}	2,45 ^{a,A}	
	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,05$	$\pm 0,45$	$\pm 0,42$	$\pm 1,20$	$\pm 0,13$	
90	-	-	-	2,40 ^{bc,A}	1,21 ^{c,B}	-	-	
	-	-	-	$\pm 0,49$	$\pm 0,38$	-	-	
120	N	0,05 ^{ef,F}	0,22 ^{d,E}	0,06 ^{e,F}	3,59 ^{a,B}	4,17 ^{b,A}	1,25 ^{bc,C}	1,04 ^{e,D}
		$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,20$	$\pm 0,11$	$\pm 0,04$	$\pm 0,01$
	V	0,14 ^{cde,C}	0,06 ^{d,C}	0,05 ^{e,C}	1,64 ^{d,B}	0,20 ^{d,C}	1,91 ^{ab,A}	1,70 ^{d,AB}
		$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,00$	$\pm 0,34$	$\pm 0,01$	$\pm 0,00$	$\pm 0,17$
M	0,04 ^{f,C}	0,06 ^{d,A}	0,05 ^{e,B}	-	-	-	-	
	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	-	-	-	-	
H	-	-	0,18 ^{de,C}	-	-	0,93 ^{cd,B}	1,98 ^{bc,A}	
	-	-	$\pm 0,01$	-	-	$\pm 0,14$	$\pm 0,05$	
210	N	-	-	2,78 ^{b,B}	5,41 ^{a,A}	1,29 ^{bc,C}	2,16 ^{b,BC}	
		-	-	$\pm 0,08$	$\pm 1,33$	$\pm 0,06$	$\pm 0,32$	
	V	-	-	1,02 ^{e,B}	0,10 ^{d,D}	1,28 ^{bc,A}	0,43 ^{f,C}	
		-	-	$\pm 0,06$	$\pm 0,01$	$\pm 0,07$	$\pm 0,01$	
H	-	-	-	-	-	0,92 ^{cd,B}	1,85 ^{cd,A}	
	-	-	-	-	-	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	
270	N	0,77 ^{b,B}	4,94 ^{a,A}	1,63 ^{a,B}	-	-	-	
		$\pm 0,03$	$\pm 1,29$	$\pm 0,04$	-	-	-	
	V	0,13 ^{cde,B}	1,85 ^{c,A}	0,59 ^{c,B}	-	-	-	
		$\pm 0,01$	$\pm 0,16$	$\pm 0,38$	-	-	-	
M	0,92 ^{a,B}	2,98 ^{b,A}	0,29 ^{d,C}	-	-	-	-	
	$\pm 0,10$	$\pm 0,33$	$\pm 0,06$	-	-	-	-	
H	-	-	0,89 ^b	-	-	-	-	
	-	-	$\pm 0,01$	-	-	-	-	

^{A-C} - Sadržaji heksanala označeni različitim velikim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica tokom procesa sušenja (60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica; ^{a-f} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-F} - vrednosti u istom redu dobijene tokom skladištenja se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210, 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Kobasice D1 i D2 grupe pakovane u vakuumu 120. i 210. dana proizvodnje, kao i kobasice E2 grupe pakovane u vakuumu 210. dana proizvodnje imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj heksanala u odnosu na neupakovane kobasice. Na kraju vremena skladištenja (270. dan) kobasice C1 grupe pakovane u vakuumu, kobasice C2 i C3 grupe pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi kao i kobasice C3 grupe zaštićene hitozanom

imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj heksanala u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama.

Sadržaj heptanala

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.C.6. vidi se da se sadržaj heptanala u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni kretao u intervalu od 0,13 $\mu\text{g/g}$ (C1 i C2 grupa) do 0,20 $\mu\text{g/g}$ u kobasicama D1 i E1 grupe. Na kraju procesa sušenja sadržaj heptanala u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni bio je najmanji u kobasici C1 (0,17 $\mu\text{g/g}$), a najveći u kobasici C2 (0,30 $\mu\text{g/g}$), dok je u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni sadržaj heptanala bio najmanji u kobasici E2 (0,42 $\mu\text{g/g}$) a najveći u kobasici E1 grupe (0,54 $\mu\text{g/g}$). Između ispitanih grupa kobasica 0. i 30. dana proizvodnje nije bilo statistički značajnih razlika ($P > 0,05$) u sadržaju heptanala. Sa druge strane, sadržaj heptanala na kraju procesa sušenja bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u kobasici C1 grupe u odnosu na taj sadržaj u kobasicama D1 i E1 grupe. Ostale razlike u sadržaju heptanala na kraju procesa sušenja nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$).

Nadalje, 120. dana proizvodnje, tj. 75, 60. i 30. dana skladištenja, sadržaj heptanala bio je najmanji u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu (0,10 $\mu\text{g/g}$), a najveći u kobasici C2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (1,89 $\mu\text{g/g}$). Sadržaj heptanala u neupakovanim kobasicama C2 i C3 grupe bio je statistički značajno veći ($P < 0,05$) u odnosu na sadržaj heptanala u neupakovanim kobasicama C1 grupe kao i u odnosu na taj sadržaj u svim neupakovanim kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni. Kobasice iz druge proizvodne sezone pakovane u vakuumu 120. dana proizvodnje imale su statistički značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj heptanala u odnosu na taj sadržaj u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni. Sadržaj heptanala 210. dana proizvodnje kretao se u intervalu od 0,12 $\mu\text{g/g}$ u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu do 1,48 $\mu\text{g/g}$ u kobasici E2 grupe zaštićenoj hitozanom. Nakon 210 dana proizvodnje, u neupakovanoj kobasici D1 grupe sadržaj heptanala se značajno smanjio ($P < 0,05$) a u kobasici E2 grupe zaštićenom hitozanom značajno povećao ($P < 0,05$), dok u preostalim kobasicama nije došlo do statistički značajnih promena ($P > 0,05$) u sadržaju heptanala.

Sadržaj heptanala 270. dana proizvodnje, tj. 225, 210. i 180. dana skladištenja bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu (0,14 $\mu\text{g/g}$), a najveći u neupakovanoj kobasici C2 grupe (0,86 $\mu\text{g/g}$). Na kraju vremena skladištenja, osim u neupakovanoj kobasici

C1 grupe, sadržaj heptanala u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni se statistički značajno smanjio ($P < 0,05$), u odnosu na 120. dan proizvodnje, tj. 75, 60. i 30. dan skladištenja.

Tabela 5.C.6. Prosečan sadržaj heptanala ($\mu\text{g/g}$) u 7 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja, zrenja i skladištenja*

Dan/pakovanje	Grupa							
	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	
0	0,13 ^{d,A}	0,13 ^{f,A}	0,17 ^{b,A}	0,20 ^{f,A}	0,19 ^{c,A}	0,20 ^{d,A}	0,19 ^{b,A}	
	$\pm 0,02$	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,07$	$\pm 0,04$	$\pm 0,07$	$\pm 0,04$	
30	0,16 ^{cd,A}	0,22 ^{f,A}	0,25 ^{b,A}	0,20 ^{f,A}	0,22 ^{c,A}	0,24 ^{cd,A}	0,28 ^{b,A}	
	$\pm 0,06$	$\pm 0,12$	$\pm 0,08$	$\pm 0,03$	$\pm 0,08$	$\pm 0,07$	$\pm 0,07$	
60	0,17 ^{cd,B}	0,30 ^{ef,AB}	0,26 ^{b,AB}	0,44 ^{cd}	0,25 ^c	0,54 ^{a,A}	0,42 ^{b,AB}	
	$\pm 0,02$	$\pm 0,12$	$\pm 0,12$	$\pm 0,08$	$\pm 0,07$	$\pm 0,29$	$\pm 0,03$	
90	-	-	-	0,52 ^{c,A}	0,49 ^{b,AB}	-	-	
	-	-	-	$\pm 0,14$	$\pm 0,25$	-	-	
120	N	0,52 ^{b,BC}	1,40 ^{b,A}	1,32 ^{a,A}	0,65 ^{a,B}	0,63 ^{ab,B}	0,36 ^{abc,C}	0,30 ^{b,C}
		$\pm 0,26$	$\pm 0,05$	$\pm 0,24$	$\pm 0,04$	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	$\pm 0,01$
	V	1,18 ^{a,A}	1,07 ^{bc,A}	1,44 ^{a,A}	0,36 ^{de,B}	0,10 ^{c,B}	0,43 ^{ab,B}	0,39 ^{b,B}
		$\pm 0,24$	$\pm 0,56$	$\pm 0,21$	$\pm 0,06$	$\pm 0,00$	$\pm 0,03$	$\pm 0,04$
	M	1,32 ^{a,B}	1,89 ^{a,A}	1,40 ^{a,B}	-	-	-	-
	$\pm 0,07$	$\pm 0,14$	$\pm 0,35$	-	-	-	-	
	H	-	-	1,50 ^{a,A}	-	-	0,30 ^{cd,B}	0,38 ^{b,B}
		-	-	$\pm 0,33$	-	$\pm 0,04$	$\pm 0,05$	
210	N	-	-	-	0,53 ^{b,BC}	0,79 ^{a,A}	0,36 ^{abc,C}	0,65 ^{b,AB}
		-	-	-	$\pm 0,01$	$\pm 0,19$	$\pm 0,01$	$\pm 0,08$
	V	-	-	-	0,25 ^{ef,B}	0,12 ^{c,C}	0,36 ^{abc,A}	0,15 ^{b,C}
	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,01$	
	H	-	-	-	-	0,30 ^{cd,A}	1,48 ^{a,A}	
		-	-	-	-	$\pm 0,00$	$\pm 0,94$	
270	N	0,35 ^{bcd,B}	0,86 ^{cd,A}	0,51 ^{b,B}	-	-	-	-
		$\pm 0,02$	$\pm 0,21$	$\pm 0,01$	-	-	-	-
	V	0,14 ^{cd,B}	0,48 ^{def,A}	0,16 ^{b,B}	-	-	-	-
		$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,04$	-	-	-	-
	M	0,36 ^{bc,B}	0,63 ^{de,A}	0,20 ^{b,C}	-	-	-	-
	$\pm 0,01$	$\pm 0,08$	$\pm 0,04$	-	-	-	-	
	H	-	-	0,35 ^b	-	-	-	
		-	-	$\pm 0,03$	-	-	-	

^{A-B} - Sadržaji heptanala označeni različitim velikim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica tokom procesa sušenja (60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica; ^{a-f} - vrednosti u istoj koloni dobijene tokom skladištenja se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-C} - vrednosti u istom redu se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210, 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Pakovanje u vakuumu 120. dana proizvodnje dovelo je do statistički značajnog smanjenja ($P < 0,05$) sadržaja heptanala u kobasicama D1 i D2 grupe u odnosu na druge grupe kobasica u tom vremenu proizvodnje.

Nadalje, sadržaj heptanala u kobasicama D1 i D2 grupe pakovanim u vakuumu 210. dana proizvodnje bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na neupakovane kobasice u tom vremenu proizvodnje. Na kraju vremena skladištenja (270. dan) samo je u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu sadržaj heptanala bio statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanoj kobasici.

Sadržaj oktanala

Sadržaj oktanala u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni kretao se u intervalu od $0,84 \mu\text{g/g}$ (C1 i C2 grupa) do $1,77 \mu\text{g/g}$ u kobasicama D1 i E1 grupe (tabela 5.C.7). Na kraju procesa sušenja sadržaj oktanala u kobasicama iz druge proizvodne sezone bio je najmanji u kobasici C3 ($0,22 \mu\text{g/g}$), a najveći u kobasici C2 grupe ($0,87 \mu\text{g/g}$), dok je u kobasicama iz treće proizvodne sezone sadržaj oktanala bio najmanji u kobasici E2 ($0,69 \mu\text{g/g}$) a najveći u kobasici D1 grupe ($3,73 \mu\text{g/g}$). Sadržaj oktanala na kraju procesa sušenja u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na kobasice D1, D2 i E1 grupe, ali ne i u odnosu na kobasicu E2 grupe, proizvedenih u trećoj sezoni.

Nadalje, 120. dana proizvodnje, tj. 75, 60. i 30. dana skladištenja, sadržaj oktanala bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi ($0,41 \mu\text{g/g}$), a najveći u neupakovanoj kobasici D1 grupe ($3,16 \mu\text{g/g}$). Sadržaj oktanala u neupakovanim kobasicama C1, C2 i C3 grupe bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na sadržaj oktanala u neupakovanim kobasicama D1, D2 i E1 grupe proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni.

Sadržaj oktanala 210. dana proizvodnje kretao se u intervalu od $0,40 \mu\text{g/g}$ u kobasici E2 grupe pakovanoj u vakuumu do $2,16 \mu\text{g/g}$ u neupakovanoj kobasici D1 grupe. Nakon 210 dana proizvodnje, u neupakovanoj kobasici D1 grupe, kao i u kobasici iz te grupe pakovanoj u vakuumu sadržaj oktanala se značajno smanjio ($P < 0,05$), dok u preostalim kobasicama nije došlo do statistički značajnih promena ($P > 0,05$) u sadržaju oktanala. Sadržaj oktanala 270. dana proizvodnje, tj. 225, 210. i 180. dana skladištenja, bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu ($0,14 \mu\text{g/g}$), a najveći u neupakovanoj kobasici C2 grupe ($0,86 \mu\text{g/g}$).

Na kraju vremena skladištenja, u kobasicama C1 i C2 grupe pakovanim u vakuumu, kao i u svim kobasicama C3 grupe sadržaj oktanala se statistički značajno smanjio ($P < 0,05$), dok u preostalim kobasicama nije došlo do statistički značajnih promena sadržaja oktanala ($P > 0,05$).

Tabela 5.C.7. Prosečan sadržaj oktanala ($\mu\text{g/g}$) u 7 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja, zrenja i skladištenja*

Dan/pakovanje	Grupa							
	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	
0	0,84 ^{a,B}	0,84 ^{a,B}	1,24 ^{a,AB}	1,77 ^{de,A}	1,68 ^{a,A}	1,77 ^{ab,A}	1,68 ^{a,A}	
	$\pm 0,07$	$\pm 0,07$	$\pm 0,04$	$\pm 0,54$	$\pm 0,40$	$\pm 0,54$	$\pm 0,40$	
30	0,46 ^{b,E}	0,83 ^{a,DE}	0,85 ^{b,DE}	2,09 ^{cd,AB}	1,55 ^{ab,BC}	2,49 ^{a,A}	1,37 ^{a,CD}	
	$\pm 0,21$	$\pm 0,15$	$\pm 0,26$	$\pm 0,18$	$\pm 0,53$	$\pm 0,36$	$\pm 1,22$	
60	0,50 ^{b,D}	0,87 ^{a,CD}	0,22 ^{fg,D}	3,58 ^{ab}	1,40 ^{ab}	2,25 ^{a,B}	0,69 ^{b,CD}	
	$\pm 0,20$	$\pm 0,11$	$\pm 0,07$	$\pm 0,21$	$\pm 0,10$	$\pm 0,43$	$\pm 0,02$	
90	-	-	-	3,73 ^{a,A}	1,46 ^{ab,BC}	-	-	
				$\pm 0,14$	$\pm 0,09$			
120	N	0,36 ^{b,D}	0,50 ^{bc,CD}	0,59 ^{cd,CD}	3,16 ^{b,A}	1,25 ^{abc,B}	1,17 ^{bc,B}	0,67 ^{b,C}
		$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,06$	$\pm 0,34$	$\pm 0,06$	$\pm 0,00$	$\pm 0,01$
	V	0,80 ^{a,CD}	0,55 ^{b,F}	0,71 ^{bc,DE}	2,49 ^{c,A}	0,88 ^{cd,C}	1,02 ^{bc,B}	0,65 ^{b,E}
		$\pm 0,14$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,02$	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,05$
M	0,41 ^{b,B}	0,53 ^{b,AB}	0,63 ^{c,A}	-	-	-	-	
	$\pm 0,00$	$\pm 0,08$	$\pm 0,10$					
H	-	-	0,64 ^{c,B}	-	-	1,13 ^{bc,A}	0,63 ^{b,B}	
			$\pm 0,07$			$\pm 0,13$	$\pm 0,07$	
210	N	-	-	-	2,16 ^{cd,A}	1,08 ^{bc,B}	1,01 ^{bc,B}	0,74 ^{b,C}
					$\pm 0,06$	$\pm 0,18$	$\pm 0,05$	$\pm 0,13$
	V	-	-	-	1,53 ^{c,A}	0,61 ^{d,C}	0,92 ^{bc,B}	0,40 ^{b,D}
				$\pm 0,02$	$\pm 0,01$	$\pm 0,04$	$\pm 0,00$	
H	-	-	-	-	-	0,87 ^{c,A}	0,73 ^{b,B}	
						$\pm 0,02$	$\pm 0,00$	
270	N	0,30 ^{b,B}	0,61 ^{b,A}	0,35 ^{ef,B}	-	-	-	-
		$\pm 0,07$	$\pm 0,17$	$\pm 0,00$				
	V	0,46 ^{b,A}	0,34 ^{c,A}	0,14 ^{g,B}	-	-	-	-
		$\pm 0,14$	$\pm 0,01$	$\pm 0,03$				
M	0,43 ^{b,A}	0,44 ^{bc,A}	0,22 ^{fg,B}	-	-	-	-	
	$\pm 0,01$	$\pm 0,06$	$\pm 0,11$					
H	-	-	0,44 ^{de}	-	-	-	-	
			$\pm 0,02$					

^{A-D} - Sadržaji oktanala označeni različitim velikim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica tokom procesa sušenja (60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica; ^{a-g} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-F} - vrednosti u istom redu tokom skladištenja se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210, 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Pakovanje u vakuumu 120. dana proizvodnje dovelo je do statistički značajnog smanjenja ($P < 0,05$) sadržaja oktanala samo u kobasici D1 grupe, ali ne i u drugim grupama kobasica u tom vremenu skladištenja, u odnosu na neupakovane kobasice.

Kobasice pakovane u vakuumu D1 i D2 grupe 210. dana proizvodnje kao i kobasice C2 i C3 grupe 270. dana proizvodnje imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj oktanala u poređenju sa tim sadržajem u neupakovanim kobasicama.

Sadržaj ukupnih zasićenih alifatičnih aldehida

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 5.C.8. vidi se da se sadržaj ukupnih zasićenih alifatičnih aldehida u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni kretao u intervalu od 4,95 $\mu\text{g/g}$ (C1 i C2 grupa) do 13,97 $\mu\text{g/g}$ u kobasicama D2 i E2 grupe. Na kraju procesa sušenja sadržaj ukupnih aldehida u kobasicama iz druge proizvodne sezone bio je najmanji u kobasici C1 (4,41 $\mu\text{g/g}$), a najveći u kobasici C2 grupe (5,51 $\mu\text{g/g}$), dok je u kobasicama iz treće proizvodne sezone sadržaj ukupnih aldehida bio najmanji u kobasici D2 (30,50 $\mu\text{g/g}$) a najveći u kobasici E2 grupe (51,87 $\mu\text{g/g}$). Kobasice proizvedene u drugoj sezoni na kraju procesa sušenja imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj ukupnih aldehida u odnosu na kobasice proizvedene u trećoj sezoni.

Nadalje, 120. dana proizvodnje, tj. 75. 60. i 30. dana skladištenja, sadržaj ukupnih aldehida bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (3,27 $\mu\text{g/g}$), a najveći u neupakovanoj kobasici D2 grupe (84,74 $\mu\text{g/g}$). Sadržaj ukupnih aldehida u neupakovanim kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni.

Sadržaj ukupnih aldehida 210. dana proizvodnje kretao se u intervalu od 2,94 $\mu\text{g/g}$ u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu do 100,89 $\mu\text{g/g}$ u neupakovanoj kobasici D2 grupe. Osim u neupakovanim kobasicama D2 i E2 grupe, u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni 210. dana proizvodnje nije došlo do statistički značajnog ($P > 0,05$) povećanja sadržaja ukupnih aldehida u odnosu na 120. dan proizvodnje. Sadržaj ukupnih aldehida 270. dana proizvodnje, tj. 225, 210. i 180. dana skladištenja, bio je najmanji u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu (4,69 $\mu\text{g/g}$), a najveći u neupakovanoj kobasici C2 grupe (60,24 $\mu\text{g/g}$). Na kraju vremena skladištenja (270. dan) osim u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu, sadržaj ukupnih zasićenih alifatičnih aldehida u svim grupama kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni se statistički značajno povećao ($P < 0,05$) u odnosu na te vrednosti 120. dana proizvodnje.

Tabela 5.C.8. Prosečan sadržaj ukupnih zasićenih alifatičnih aldehida ($\mu\text{g/g}$) u 7 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja, zrenja i skladištenja*

Dan/pakovanje	Grupa							
	C1	C2	C3	D1	D2	E1	E2	
0	4,95 ^{c,B}	4,95 ^{d,B}	9,14 ^{e,AB}	12,65 ^{f,A}	13,97 ^{de,A}	12,65 ^{e,A}	13,97 ^{f,A}	
	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,02$	$\pm 4,35$	$\pm 2,10$	$\pm 4,35$	$\pm 2,10$	
30	4,49 ^{c,E}	5,57 ^{d,E}	7,43 ^{f,E}	24,20 ^{e,B}	16,28 ^{cd,D}	20,34 ^{d,C}	29,37 ^{d,A}	
	$\pm 0,30$	$\pm 0,42$	$\pm 0,69$	$\pm 0,49$	$\pm 1,19$	$\pm 2,45$	$\pm 3,66$	
60	4,41 ^{c,C}	5,51 ^{d,C}	4,54 ^{g,C}	46,18 ^{cd}	23,33 ^{cd}	35,63 ^{b,B}	51,87 ^{a,A}	
	$\pm 0,33$	$\pm 0,36$	$\pm 0,90$	$\pm 7,37$	$\pm 8,46$	$\pm 9,67$	$\pm 2,47$	
90	-	-	-	50,73 ^{bc,A}	30,50 ^{c,B}	-	-	
				$\pm 1,43$	$\pm 4,34$			
120	N	2,54 ^{d,F}	7,82 ^{d,E}	4,48 ^{g,EF}	81,00 ^{a,B}	84,74 ^{b,A}	33,72 ^{b,C}	23,51 ^{e,D}
		$\pm 0,30$	$\pm 0,15$	$\pm 0,12$	$\pm 3,54$	$\pm 3,70$	$\pm 1,14$	$\pm 0,17$
	V	4,97 ^{c,B}	4,02 ^{d,B}	4,41 ^{g,B}	41,87 ^{d,A}	5,98 ^{e,B}	44,61 ^{a,A}	45,08 ^{b,A}
		$\pm 0,30$	$\pm 0,27$	$\pm 0,32$	$\pm 6,69$	$\pm 0,48$	$\pm 1,06$	$\pm 5,59$
M	3,27 ^{d,B}	4,56 ^{d,A}	4,29 ^{g,A}	-	-	-	-	
	$\pm 0,01$	$\pm 0,01$	$\pm 0,62$					
H	-	-	7,80 ^{f,C}	-	-	24,40 ^{cd,B}	44,86 ^{b,A}	
			$\pm 0,10$			$\pm 3,16$	$\pm 2,23$	
210	N	-	-	-	57,47 ^{b,B}	100,89 ^{a,A}	34,20 ^{b,C}	38,33 ^{c,BC}
					$\pm 0,59$	$\pm 21,86$	$\pm 1,26$	$\pm 5,62$
	V	-	-	-	24,38 ^{e,B}	2,94 ^{e,D}	30,87 ^{bc,A}	10,33 ^{f,C}
				$\pm 1,30$	$\pm 0,14$	$\pm 1,21$	$\pm 0,08$	
H	-	-	-	-	-	20,36 ^{d,B}	35,27 ^{c,A}	
						$\pm 0,33$	$\pm 0,99$	
270	N	19,02 ^{b,C}	60,24 ^{a,A}	38,20 ^{a,B}	-	-	-	-
		$\pm 0,17$	$\pm 14,74$	$\pm 0,96$				
	V	4,69 ^{c,C}	30,36 ^{c,A}	28,10 ^{c,B}	-	-	-	-
		$\pm 0,14$	$\pm 1,74$	$\pm 0,75$				
M	20,41 ^{a,C}	46,88 ^{b,A}	33,64 ^{b,B}	-	-	-	-	
	$\pm 0,26$	$\pm 4,04$	$\pm 0,24$					
H	-	-	24,49 ^d	-	-	-	-	
			$\pm 0,01$					

^{A-C} - Sadržaji ukupnih aldehida označeni različitim velikim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica tokom procesa sušenja (60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica; ^{a-g} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-F} - vrednosti u istom redu dobijene tokom skladištenja se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210, 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Pakovanje u vakuumu u kobasicama D1 i D2 grupe kao i upotreba hitozanskih filmova u kobasici E1 grupe 120. dana proizvodnje dovelo je do statistički značajnog smanjenja ($P < 0,05$) sadržaja ukupnih aldehida u odnosu na te vrednosti u neupakovanim kobasicama. U ostalim kobasicama 120. dana proizvodnje pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi kao i upotreba hitozanskih filmova nije dovela do statistički značajnog ($P > 0,05$) smanjenja sadržaja ukupnih aldehida u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama. Nadalje,

sadržaj ukupnih aldehida u kobasicama D1 i D2 grupe pakovanim u vakuumu 210. dana proizvodnje bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na neupakovane kobasice. Statistički značajno manje ($P < 0,05$) vrednosti ukupnih aldehida u odnosu na neupakovanu kobasicu imale su kobasice E1 grupe zaštićene hitozanom, kao i kobasica E2 grupe pakovana u vakuumu.

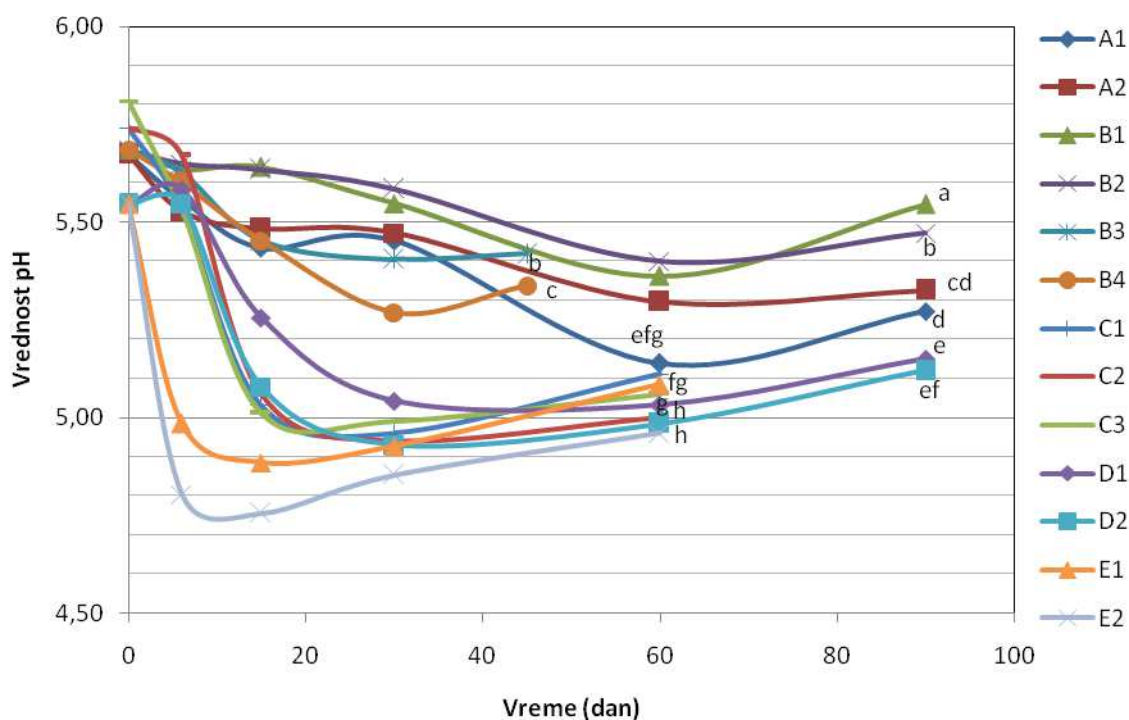
Na kraju vremena skladištenja (270. dan) kobasice C1 grupe pakovane u vakuumu, kobasice C2 i C3 grupe pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi kao i kobasice C3 grupe zaštićena hitozanom imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj ukupnih aldehida u poređenju sa tim sadržajima u neupakovanim kobasicama.

5.D. PROMENE TEHNOLOŠKIH PARAMETARA

Promene tehnoloških parametara, vrednosti pH, vrednosti a_w , sadržaja vlage, sadržaja NaCl, kao i senzorne ocene mirisa i ukusa tokom procesa dimljenja, fermentacije, sušenja (30, 45, 60. i 90. dana) i skladištenja (120, 210. i 270. dana proizvodnje) u 13 izrađenih grupa *Petrovačkih kobasica*, proizvedenih u tri proizvodne sezone prikazane su u tabelama od 5.D.1. do 5.D.4. i na graficima od 5.D.1. do 5.D.12.

Vrednost pH

Iz rezultata prikazanih na grafiku 5.D.1. vidi se da je vrednost pH nadeva imala najmanju vrednost za kobasice D1, D2, E1 i E2 grupe (5,55), a najveću u nadevu kobasice C3 grupe (5,81). Na kraju procesa sušenja vrednost pH kretala se u intervalu od 4,96 u kobasici E2 grupe do 5,55 u kobasici B1 grupe.



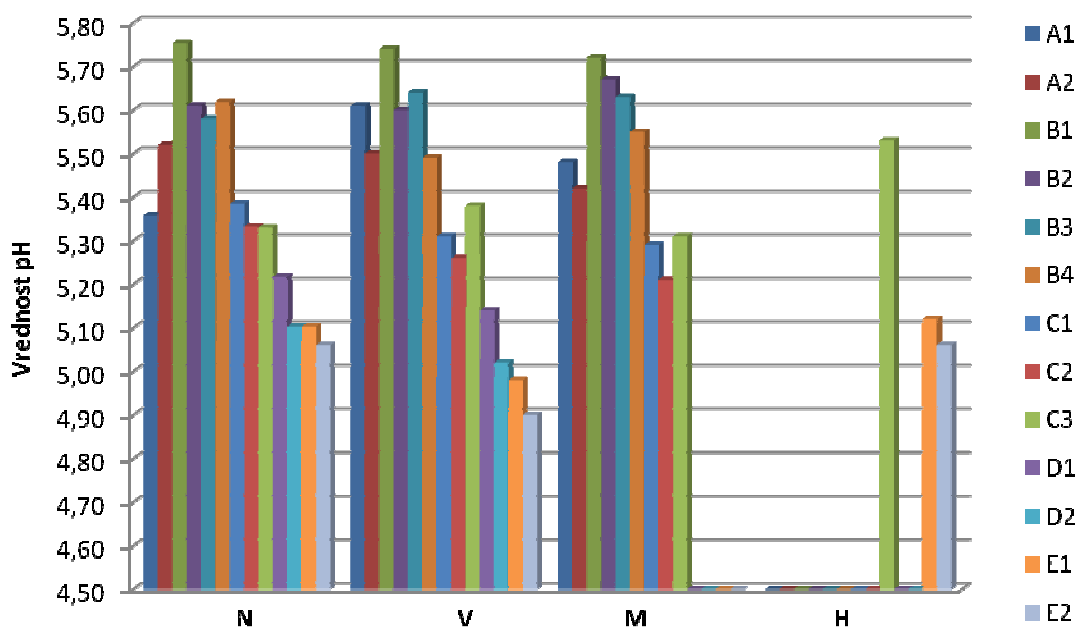
^{a-h} - razlike u vrednosti pH na kraju procesa sušenja između ispitanih grupa kobasica su statistički značajne sa 95% verovatnoće ($P < 0.05$)

Grafik 5.D.1. Vrednost pH u 13 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja

Vrednost pH na kraju procesa sušenja nije bila statistički značajno različita ($P > 0,05$) između kobasica C2 i E2 grupe; C1, C3 i E1 grupe; C1, D2 i E1 grupe; C1, D1 i D2 grupe,

između A1 i A2 grupe; A2 i B4 grupe, kao i između kobasica B2 i B3 grupe. Vrednosti pH između ostalih grupa kobasica bile su statistički značajno različite ($P < 0,05$).

Iz rezultata prikazanih na grafiku 5.D.2. vidi se da je 120. dana proizvodnje, tj. 75, 60. i 30. dana skladištenja, vrednost pH bila najmanja u kobasici E2 grupe pakovanoj u vakuumu (4,90), a najveća u neupakovanoj kobasici B1 grupe (5,75). U kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni 120. dana proizvodnje vrednost pH kretala se u intervalu od 5,36 u neupakovanoj kobasici A1 grupe do 5,75 u neupakovanoj kobasici B1 grupe. Kobasice proizvedene u drugoj sezoni 120. dana proizvodnje imale su najmanju vrednost pH u kobasici C2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (5,21), a najveću u kobasici C3 grupe zaštićenoj hitozanom (5,53). Vrednost pH u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje bila je najmanja u kobasici E2 grupe pakovanoj u vakuumu (4,90), a najveća u neupakovanoj kobasici D1 grupe (5,22).

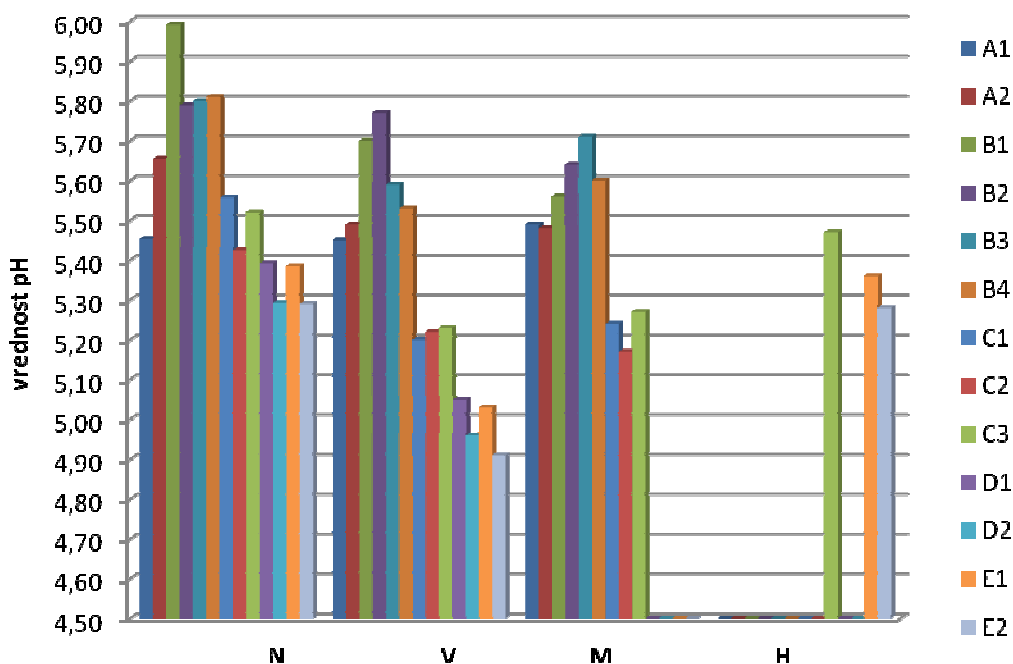


N, V, M, H- kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Grafik 5.D.2. Vrednosti pH u 13 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* 120. dana proizvodnje (75, 60. i 30. dana skladištenja)

Neupakovane kao i kobasice pakovane u vakuumu proizvedene u trećoj sezoni 120. dana imale su statistički značajno manje ($P < 0,05$) vrednosti pH u odnosu na te vrednosti u kobasicama proizvedenim u prvoj i drugoj proizvodnoj sezoni (Prilog 2, tabela 1). Osim u neupakovanoj i kobasici pakovanoj u vakuumu A1 grupe, kobasice proizvedene u prvoj

proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje imale su statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrednosti pH u poređenju sa tim vrednostima u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni. Vrednost pH 210. dana proizvodnje bila je najmanja u kobasici E2 grupe pakovanoj u vakuumu (4,91), a najveća u neupakovanoj kobasici B1 grupe (5,99) (grafik 5.D.3). U kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni 210. dana proizvodnje vrednost pH kretala se u intervalu od 5,45 u kobasicama A1 grupe (A1N i A1V) do 5,99 u neupakovanoj kobasici B1 grupe. Kobasice proizvedene u drugoj sezoni 210. dana proizvodnje imale su najmanju vrednost pH u kobasici C2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (5,17), a najveću u neupakovanoj kobasici C1 grupe (5,56). Vrednost pH u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni kretala se u intervalu od 4,91 u kobasici E2 grupe pakovanoj u vakuumu do 5,39 u neupakovanim kobasicama D1 i E1 grupe. Osim u neupakovanoj i kobasici pakovanoj u vakuumu A1 grupe, kobasice proizvedene u prvoj sezoni imale su statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrednosti pH u odnosu na kobasice proizvedene u drugoj sezoni 210. dana proizvodnje.

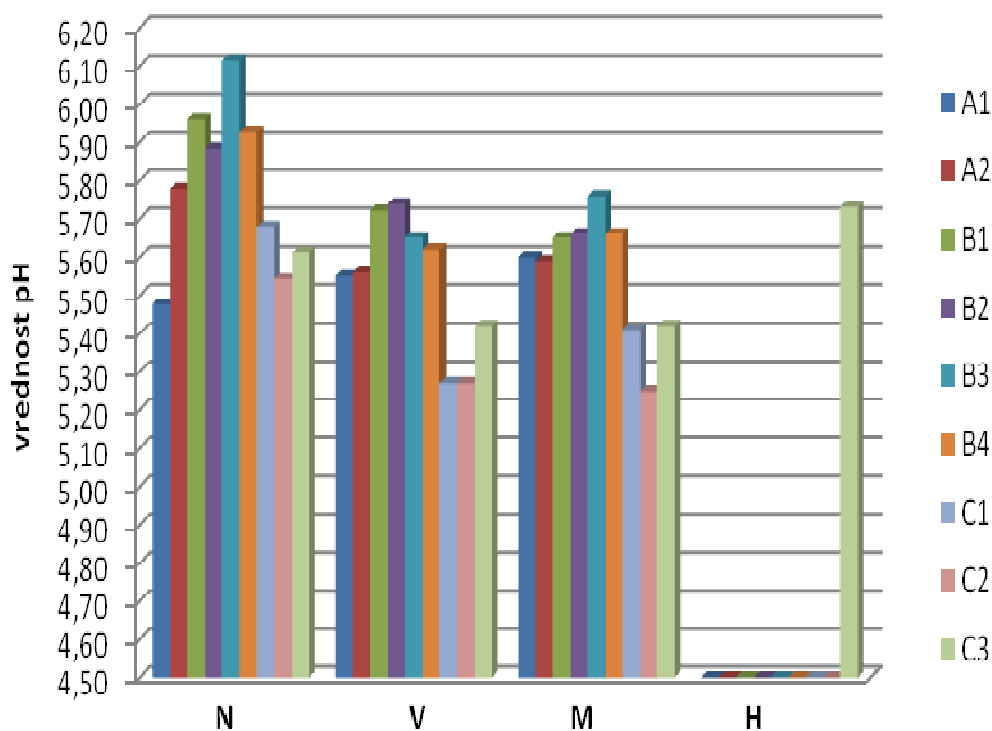


N, V, M, H- kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Grafik 5.D.3. Vrednosti pH u 13 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* 210. dana proizvodnje (165, 150. i 120. dana skladištenja)

Numeričke vrednosti pH 210. dana proizvodnje u upakovanim (vakuum i modifikovana atmosfera) kao i u kobasicama zaštićenim hitozanom proizvedenim u tri proizvodne sezone, osim u kobasicama A1 grupe, bile su niže u odnosu na te vrednosti u neupakovanim kobasicama. Vrednost pH 270. dana proizvodnje bila je najmanja u kobasici C2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (5,25), a najveća u neupakovanoj kobasici B3 grupe (6,12). Osim u neupakovanoj kobasici A1 grupe, vrednosti pH u kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni bile su statistički značajno veće ($P < 0,05$) u poređenju sa tim vrednostima u kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni (Prilog 2, tabela 1).

Na kraju vremena skladištenja (270. dan) kobasice proizvedene u prvoj i drugoj sezoni pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi imale su manje vrednosti pH u poređenju sa tim vrednostima u neupakovanim kobasicama (grafik 5.D.4).

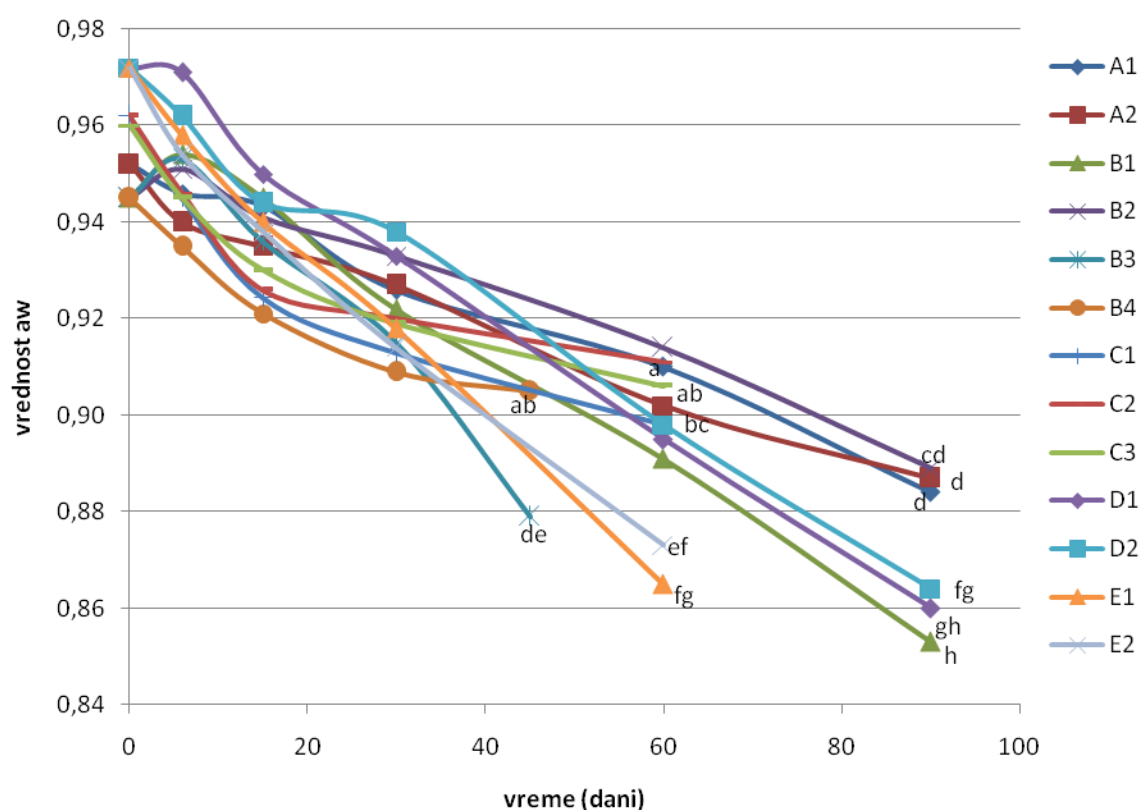


N, V, M, H- kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Grafik 5.D.4. Vrednosti pH u 9 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* 270. dana proizvodnje (225, 210. i 180. dana skladištenja)

Vrednost a_w

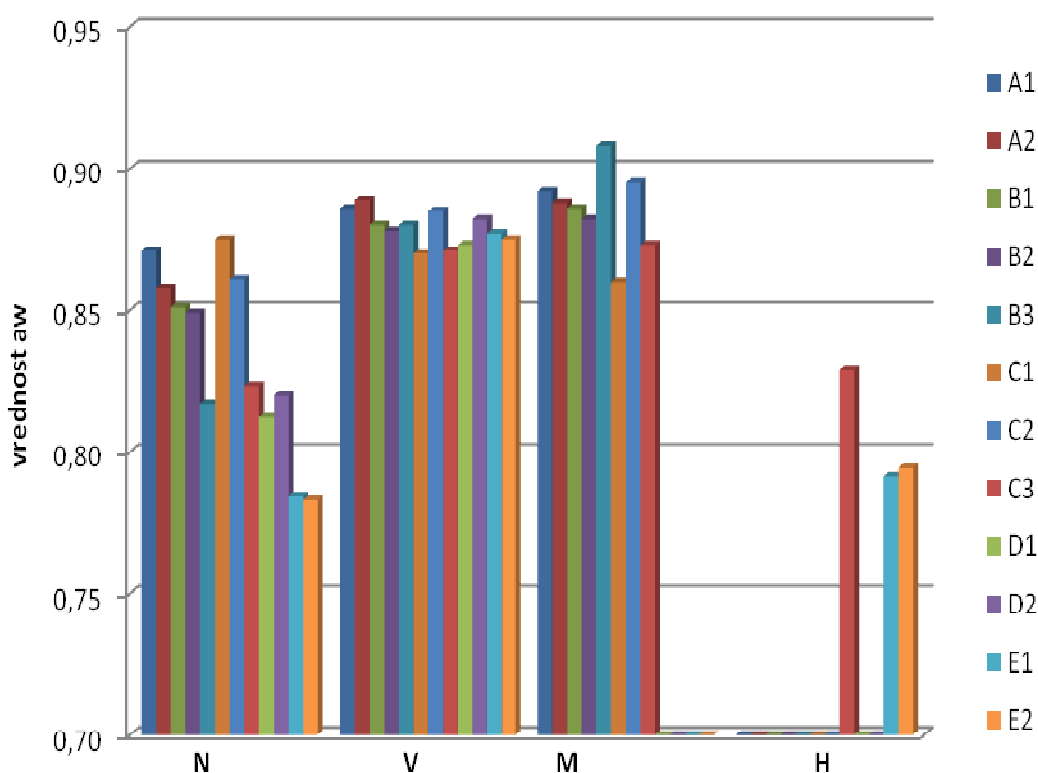
Na osnovu rezultata prikazanih na grafiku 5.D.5. vidi se da je u nadevu kobasica proizvedenih u prvoj proizvodnoj sezoni vrednost a_w iznosila 0,95, u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni 0,96, a u trećoj 0,97. Tokom procesa sušenja u svim kobasicama proizvedenim u tri proizvodne sezone dolazi do smanjenja vrednosti a_w . Na kraju procesa sušenja najmanja vrednost a_w utvrđena je u kobasici B1 grupe (0,85), a najveća u kobasicama B4, C2 i C3 grupe (0,91). Razlike u vrednosti a_w između kobasica A1, A2 i B2 i B3 grupe; kobasica B2 i C1 grupe; B4 i C1 i C3 grupe; B4, C2 i C3 grupe; B3 i E2 grupe; E2, E1 i D2 grupe; D1, D2 i E1 grupe i B1 i D1 grupe na kraju sušenja nisu bile statistički značajne ($P>0,05$). Sa druge strane, razlike u vrednosti a_w između ostalih ispitanih grupa kobasica na kraju procesa sušenja bile su statistički značajne ($P<0,05$).



a-h - razlike u vrednosti a_w na kraju procesa sušenja između ispitanih grupa kobasica su statistički značajne sa 95% verovatnoće ($P<0,05$)

Grafik 5.D.5. Vrednost a_w u 13 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja

Iz rezultata prikazanih na grafiku 5.D.6. vidi se da je 120. dana proizvodnje, tj. 75. 60. i 30. dana skladištenja, vrednost a_w bila najmanja u neupakovanim kobasicama E1 i E2 grupe, a najveća u kobasici B3 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi. U prvoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje neupakovane kobasice B3 i B4 grupe imale su najmanju (0,82), a kobasica B3 grupe pakovana u modifikovanoj atmosferi najveću vrednost a_w (0,91). U kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni vrednost a_w kretala se u intervalu od 0,82 u neupakovanoj kobasici C3 grupe do 0,90 u kobasici C2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi. Vrednost a_w u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje bila je najmanja u neupakovanim kobasicama E1 i E2 grupe (0,78), a najveća u kobasicama D2, E1 i E2 grupama pakovanim u vakuumu (0,88).

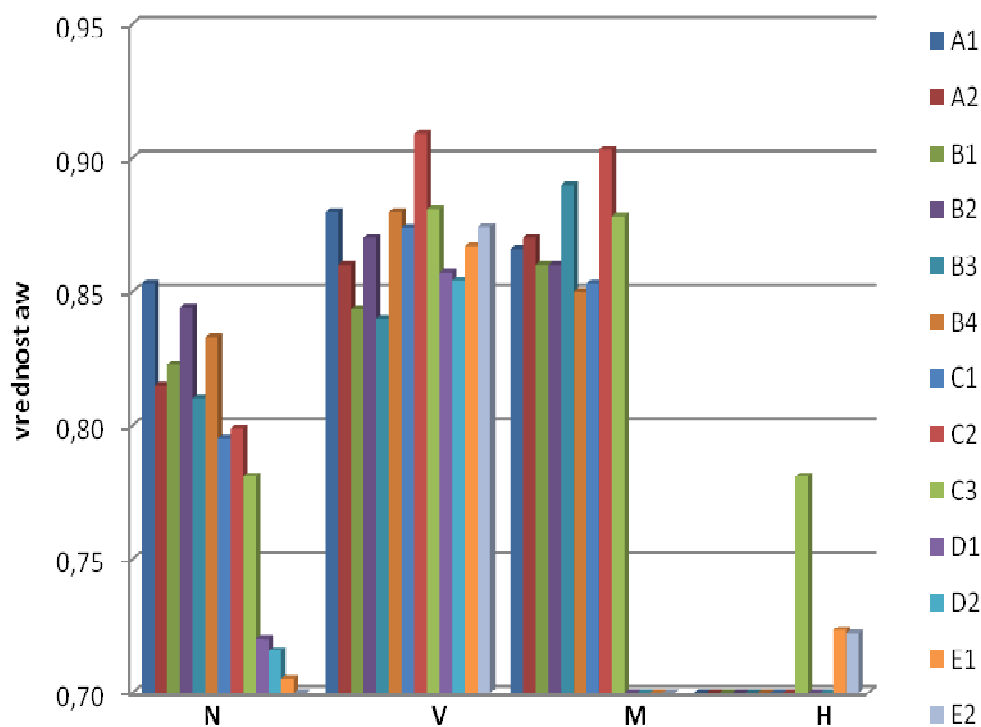


N, V, M, H- kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Grafik 5.D.6. Vrednost a_w u 13 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* 120. dana proizvodnje (75, 60. i 30. dana skladištenja)

Vrednost a_w 210. dana proizvodnje, tj. 165, 150 i 120. dana skladištenja, bila je najmanja u neupakovanoj kobasici E2 grupe (0,70), a najveća u kobasici C2 grupe pakovanoj u vakuumu (0,91) (grafik 5.D.7). U kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni 210. dana

vrednost a_w kretala se u intervalu od 0,81 u neupakovanoj kobasici B3 grupe do 0,89 u kobasici B3 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi. Kobasice proizvedene u drugoj sezoni 210. dana imale su najmanju vrednost a_w u neupakovanoj kobasici C3 grupe (0,78), a najveću u kobasici C2 grupe pakovanoj u vakuumu (0,91). Vrednost a_w u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni kretala se u intervalu od 0,70 u neupakovanoj kobasici E2 grupe do 0,87 u kobasicama E1 i E2 grupe pakovanim u vakuumu.

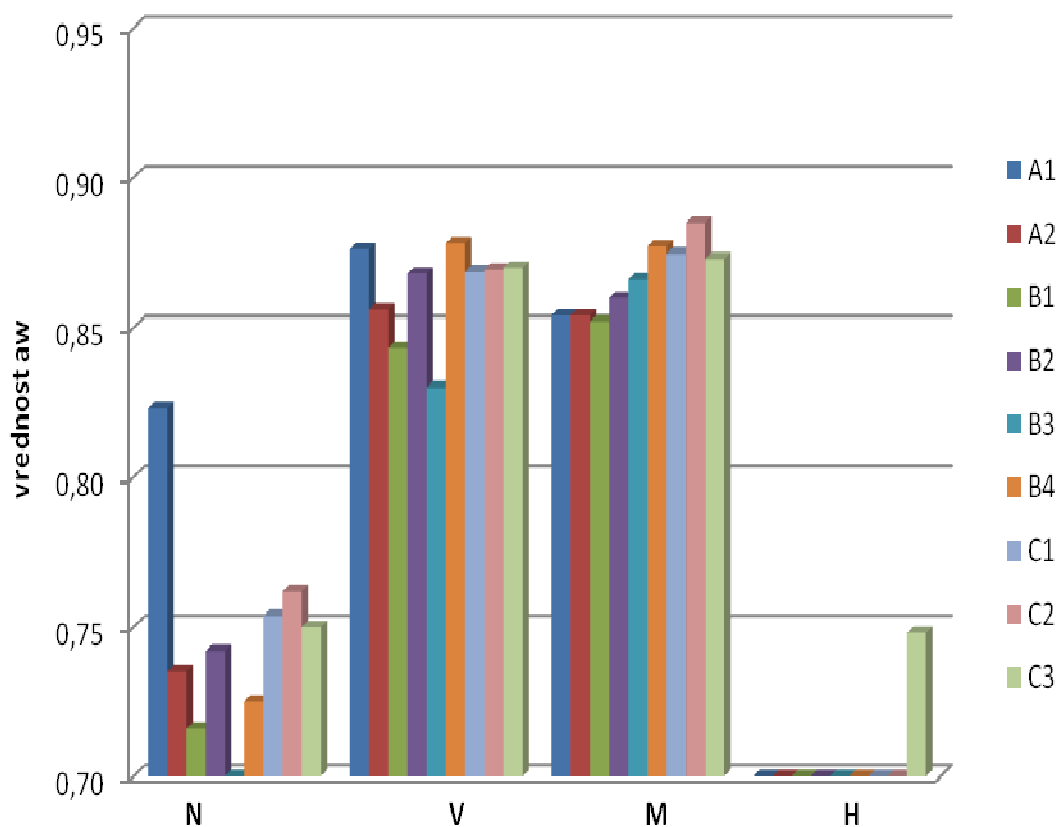


N, V, M, H- kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Grafik 5.D.7. Vrednost a_w u 13 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* 210. dana proizvodnje (165, 150. i 120. dana skladištenja)

Na grafiku 5.D.8. prikazane su vrednosti a_w u kobasicama proizvedenim u prvoj i drugoj sezoni 270. dana proizvodnje, tj. 225, 210. i 180. dana skladištenja. Vrednost a_w 270. dana proizvodnje bila je najmanja u neupakovanoj kobasici B3 grupe (0,67), a najveća u kobasici C2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (0,89). U neupakovanoj kobasici A1 grupe 270. dana proizvodnje, vrednost a_w bila je statistički značajno veća ($P < 0,05$) u odnosu na tu vrednost u neupakovanim kobasicama ostalih ispitanih grupa. Pojedinačne vrednosti kao

i značajnost razlika između vrednosti a_w kobasica proizvedenih u tri proizvodne sezone 120, 210. i 270. dana proizvodnje prikazana je u Prilogu 2, tabela 2.



N, V, M, H- kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Grafik 5.D.8. Vrednost a_w u 9 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* 270. dana proizvodnje (225, 210. i 180. dana skladištenja)

Sadržaj vlage

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.D.1. vidi se da je sadržaj vlage bio najmanji u nadevu kobasica C1 i C2 grupe (54,31%), a najveći u nadevu kobasica D2 i E2 grupe (61,64%). Na kraju procesa sušenja, sadržaj vlage u kobasicama proizvedenim u prvoj proizvodnoj sezoni, kao i za sve tri proizvodne sezone, bio je najmanji u kobasici B1 grupe (27,29%), a najveći u kobasici B4 grupe (37,54%). Sadržaj vlage u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni kretao se intervalu od 32,25% (C3) do 33,92% (C2), a u trećoj od 30,86% (D1) do 32,92% (E2). Razlike u sadržaju vlage između kobasica A2 i E2 grupe, B2 i E2 grupe, B3, C1 i C3, kao i između kobasica D2 i E1 grupe nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$). Sa druge strane, razlike u sadržaju vlage na kraju procesa sušenja između ostalih ispitanih grupa kobasica bile su statistički značajne ($P < 0,05$).

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.D.2. vidi se da je sadržaj vlage 120. dana proizvodnje, tj. 75, 60. i 30. dana skladištenja, bio najmanji u kobasici E1 grupe zaštićenoj hitozanom (19,71%), a najveći u neupakovanoj kobasici B4 grupe (35,97%). U kobasicama u prvoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje sadržaj vlage kretao se u intervalu od 20,86% u neupakovanoj kobasici B3 grupe do 35,97% u kobasici B4 grupe pakovanoj u vakuumu. Ove vrednosti u drugoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje kretale su se u intervalu od 23,20% u kobasici C3 grupe zaštićenoj hitozanom do 33,84% u kobasici C2 grupe pakovanoj u vakuumu. U trećoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje neupakovana kobasica E2 grupe imala je najmanji (19,80%), a kobasica E1 grupe zaštićena hitozanom najveći sadržaj vlage (31,94%).

Sadržaj vlage 210. dana proizvodnje imao je najmanju vrednost u neupakovanoj kobasici E2 grupe (16,13%), a najveću u kobasici B2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (34,53%). Nakon 270 dana proizvodnje, tj. 225, 210. i 180. dana skladištenja, sadržaj vlage kretao se u intervalu od 14,43% u neupakovanoj kobasici B3 grupe do 34,45% u kobasici B4 grupe pakovanoj u vakuumu. Tokom vremena skladištenja, osim u kobasicama A1 i B1 grupe, sadržaj vlage u neupakovanim kobasicama iz sve tri proizvodne sezone se statistički značajno smanjivao ($P < 0,05$).

Za razliku od kobasica A1, A2 i B2 grupe 120. dana proizvodnje, tokom celokupnog vremena skladištenja sadržaj vlage u kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi bio je statistički značajno veći ($P < 0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim

kobasicama. Kobasice zaštićene hitozanom C3 grupe 270. dana kao i kobasice E1 i E2 grupe 210. dana proizvodnje imale su statistički značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj vlage u poređenju sa tim sadržajima u neupakovanim kobasicama u tim vremenima skladištenja.

Tabela 5. D.1. Prosečan sadržaj vlage (%) u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja

Grupa	Vreme (dan)						
	0	6	15	30	45	60	90
A1	58,18 ±0,07	54,07 ±0,32	52,33 ±0,70	44,45 ±0,28	-	42,08 ±0,29	30,06 ^h ±0,12
A2	58,18 ±0,07	54,05 ±0,13	49,93 ±0,13	46,13 ±0,18	-	38,43 ±0,43	32,75 ^d ±0,09
B1	60,57 ±0,41	58,28 ±0,05	53,88 ±0,18	48,09 ±0,16	-	38,05 ±0,12	27,29 ⁱ ±0,12
B2	60,57 ±0,41	56,00 ±0,14	53,73 ±0,23	47,36 ±0,11	-	40,38 ±0,47	33,11 ^c ±0,10
B3	60,57 ±0,41	54,17 ±0,14	48,41 ±0,16	38,25 ±0,02	32,46 ^e ±0,01	-	-
B4	60,57 ±0,41	54,05 ±0,07	48,38 ±0,13	39,60 ±0,35	37,54 ^a ±0,09	-	-
C1	54,31 ±0,04	50,90 ±0,17	49,48 ±0,24	38,75 ±0,62	-	32,47 ^e ±0,17	-
C2	54,31 ±0,04	53,06 ±0,06	48,58 ±0,18	41,08 ±0,05	-	33,92 ^b ±0,23	-
C3	55,63 ±0,01	51,73 ±0,02	48,21 ±0,47	41,23 ±0,31	-	32,25 ^e ±0,10	-
D1	61,24 ±0,19	60,42 ±0,20	54,57 ±0,19	47,47 ±0,51	-	35,81 ±0,09	30,86 ^g ±0,09
D2	61,64 ±0,17	59,49 ±0,29	55,07 ±0,02	48,02 ±0,04	-	36,44 ±0,49	31,40 ^f ±0,08
E1	61,24 ±0,19	57,75 ±0,10	49,07 ±0,08	40,65 ±0,03	-	31,48 ^f ±0,24	-
E2	61,64 ±0,17	56,53 ±0,10	49,29 ±0,04	40,95 ±0,01	-	32,92 ^{cd} ±0,01	-

^{a-1} - Sadržaji vlage označeni različitim malim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica na kraju procesa sušenja (45. 60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica.

Tabela 5.D. 2. Prosečan sadržaj vlage (%) u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom vremena skladištenja*

Grupa	Vreme (dan)											
	120			210				270				
	N	V	M	H	N	V	M	H	N	V	M	H
A1	32,54 ^{a,A}	27,94 ^{k,E}	31,08 ^{g,B}	-	22,42 ^{a,H}	31,19 ^{d,B}	29,06 ^{t,C}	-	26,75 ^{a,G}	28,79 ^{d,D}	27,04 ^{l,F}	-
	±0,09	±0,03	±0,06	-	±0,05	±0,28	±0,17	-	±0,06	±0,01	±0,19	-
A2	27,43 ^{c,F}	32,33 ^{d,D}	33,89 ^{b,A}	-	18,51 ^{de,G}	31,72 ^{c,E}	32,74 ^{c,CD}	-	17,17 ^{c,H}	32,79 ^{b,C}	33,27 ^{b,B}	-
	±0,27	±0,03	±0,13	-	±0,02	±0,07	±0,19	-	±0,03	±0,18	±0,62	-
B1	25,25 ^{d,G}	28,94 ^{j,E}	31,62 ^{e,B}	-	16,98 ^{f,I}	29,86 ^{g,D}	32,68 ^{c,A}	-	18,06 ^{b,H}	28,16 ^{e,F}	30,27 ^{e,C}	-
	±0,38	±0,23	±0,16	-	±0,14	±0,18	±0,07	-	±0,20	±0,01	±0,02	-
B2	32,77 ^{a,C}	32,54 ^{c,D}	34,09 ^{b,B}	-	19,20 ^{c,F}	32,24 ^{b,E}	34,53 ^{a,A}	-	18,21 ^{b,G}	32,47 ^{b,DE}	32,41 ^{c,DE}	-
	±0,20	±0,09	±0,09	-	±0,08	±0,09	±0,06	-	±0,10	±0,21	±0,20	-
B3	20,86 ^{h,G}	29,88 ^{h,C}	30,14 ^{h,B}	-	16,37 ^{h,H}	32,99 ^{a,A}	27,65 ^{h,D}	-	14,43 ^{g,I}	26,47 ^{f,F}	27,23 ^{f,E}	-
	±0,12	±0,07	±0,20	-	±0,17	±0,11	±0,06	-	±0,20	±0,16	±0,16	-
B4	21,24 ^{g,G}	35,97 ^{a,A}	35,03 ^{a,B}	-	16,68 ^{g,H}	32,90 ^{a,D}	30,64 ^{e,F}	-	15,55 ^{f,I}	34,45 ^{a,C}	31,01 ^{d,E}	-
	±0,15	±0,15	±0,06	-	±0,01	±0,11	±0,13	-	±0,03	±0,09	±0,10	-
C1	27,89 ^{b,E}	24,93 ^{l,F}	31,38 ^{t,C}	-	20,74 ^{b,G}	28,95 ^{h,D}	28,80 ^{g,D}	-	17,20 ^{c,H}	31,68 ^{c,B}	34,75 ^{a,A}	-
	±0,04	±0,10	±0,04	-	±0,01	±0,01	±0,10	-	±0,17	±0,04	±0,05	-
C2	24,20 ^{e,E}	33,84 ^{b,A}	33,52 ^{c,B}	-	18,61 ^{d,F}	33,00 ^{a,C}	33,13 ^{b,C}	-	16,85 ^{d,G}	32,59 ^{b,D}	32,98 ^{b,C}	-
	±0,10	±0,07	±0,12	-	±0,05	±0,01	±0,10	-	±0,01	±0,25	±0,01	-
C3	24,05 ^{e,E}	32,12 ^{e,B}	32,39 ^{d,A}	23,20 ^{a,F}	18,36 ^{e,H}	31,63 ^{c,C}	31,54 ^{d,C}	19,26 ^{a,G}	16,19 ^{e,J}	31,44 ^{c,CD}	31,30 ^{d,D}	16,64 ^I
	±0,11	±0,01	±0,15	±0,13	±0,06	±0,08	±0,06	±0,05	±0,04	±0,17	±0,12	±0,17
D1	23,48 ^{t,C}	29,95 ^{h,A}	-	-	16,70 ^{g,D}	28,66 ^{i,B}	-	-	-	-	-	-
	±0,04	±0,06	-	-	±0,09	±0,06	-	-	-	-	-	-
D2	23,49 ^{f,C}	30,36 ^{g,A}	-	-	16,47 ^{h,D}	29,60 ^{g,B}	-	-	-	-	-	-
	±0,09	±0,01	-	-	±0,02	±0,32	-	-	-	-	-	-
E1	20,62 ^{h,C}	31,94 ^{f,A}	-	19,71 ^{c,D}	16,17 ^{i,E}	30,73 ^{e,B}	-	16,32 ^{c,E}	-	-	-	-
	±0,12	±0,12	-	±0,19	±0,19	±0,20	-	±0,08	-	-	-	-
E2	19,80 ^{i,D}	29,61 ^{i,B}	-	20,71 ^{b,C}	16,13 ^{i,F}	30,39 ^{f,A}	-	16,66 ^{b,E}	-	-	-	-
	±0,03	±0,09	-	±0,03	±0,06	±0,23	-	±0,12	-	-	-	-

^{a-1} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-1} - vrednosti u istom redu su statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210. i 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 45, 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Sadržaj NaCl

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.D.3. vidi se da je sadržaj NaCl bio najmanji u nadevu kobasica C1 i C2 grupe (1,71%), a najveći u nadevu kobasica D2 i E2 grupe (1,82%). Na kraju procesa sušenja sadržaj NaCl bio je najmanji u kobasici C1 grupe (2,57 %), a najveći u kobasici D2 grupe (3,48%). Sadržaj NaCl u kobasicama na kraju procesa sušenja u prvoj proizvodnoj sezoni kretao se u intervalu od 2,81% (B2) do 3,03 % (B1), u drugoj od 2,57 % (C1) do 2,78% (C2) , a u trećoj 3,29% (D1) do 3,48% (D2).

Tabela 5.D.3. Prosečan sadržaj NaCl (%) u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja

Grupa	Vreme (dan)						
	0	6	15	30	45	60	90
A1	1,76 ±0,03	1,85 ±0,03	1,90 ±0,04	2,31 ±0,06	-	2,59 ±0,03	2,84 ^{fgh} ±0,03
A2	1,76 ±0,04	1,91 ±0,03	2,02 ±0,03	2,27 ±0,03	-	2,65 ±0,07	2,82 ^{ghi} ±0,04
B1	1,72 ±0,03	2,05 ±0,03	2,18 ±0,07	2,47 ±0,01	-	2,69 ±0,04	3,03 ^e ±0,04
B2	1,72 ±0,03	1,85 ±0,03	2,33 ±0,03	2,41 ±0,03	-	2,39 ±0,01	2,81 ^{hi} ±0,03
B3	1,72 ±0,03	2,04 ±0,04	2,16 ±0,01	2,62 ±0,03	2,87 ^{fg} ±0,03	-	-
B4	1,72 ±0,03	1,99 ±0,06	2,20 ±0,03	2,59 ±0,03	2,88 ^f ±0,01	-	-
C1	1,71 ±0,05	1,93 ±0,04	1,98 ±0,05	2,47 ±0,03	-	2,57 ^k ±0,02	-
C2	1,71 ±0,05	1,81 ±0,04	1,90 ±0,06	2,15 ±0,06	-	2,78 ⁱ ±0,01	-
C3	1,72 ±0,08	1,87 ±0,03	2,04 ±0,02	2,27 ±0,04	-	2,69 ^j ±0,04	-
D1	1,80 ±0,03	2,07 ±0,05	2,33 ±0,06	2,62 ±0,01	-	3,18 ±0,13	3,29 ^d ±0,01
D2	1,82 ±0,03	2,02 ±0,08	2,18 ±0,08	2,56 ±0,08	-	3,12 ±0,03	3,48 ^a ±0,02
E1	1,80 ±0,03	2,29 ±0,03	2,49 ±0,06	2,94 ±0,08	-	3,43 ^b ±0,05	-
E2	1,82 ±0,03	2,27 ±0,05	2,42 ±0,06	2,99 ±0,06	-	3,38 ^c ±0,04	-

^{a-k} - Sadržaji NaCl označeni različitim malim slovima su statistički značajno različiti ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica na kraju procesa sušenja (45, 60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izradenu grupu kobasica.

Na kraju procesa sušenja razlike u sadržaju NaCl između kobasica A1, B3 i B4, grupa kobasica A1, A2, B2 i B3 grupe kao i između kobasica A2, B2 i C2 grupe nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$). Razlike u sadržaju NaCl između ostalih grupa kobasica bile su statistički značajne ($P < 0,05$).

Iz rezultata prikazanih u tabeli 5.D.4. vidi se da je sadržaj NaCl 120. dana proizvodnje bio najmanji u kobasici A1 grupe pakovanoj u vakuumu (2,44 %), a najveći u neupakovanoj kobasici E1 grupe (3,95%). U kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni 120. dana proizvodnje sadržaj NaCl kretao se u intervalu od 2,44 % u kobasici A1 grupe pakovanoj u vakuumu do 3,27% u kobasicama B1 grupe (B1N i B1M). Ove vrednosti u drugoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje kretale su se u intervalu od 2,64% (C2V) do 3,09% (C3V). U trećoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje kobasica E2 grupe pakovana u vakuumu imala je najmanji (3,38 %), a neupakovana kobasica E1 grupe najveći sadržaj NaCl (3,95%).

Sadržaj NaCl 210. dana proizvodnje imao je najmanju vrednost u kobasici A2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (2,62%), a najveću u kobasici E1 grupe zaštićenoj hitozanom (4,18%). Nakon 270 dana proizvodnje sadržaj NaCl kretao se u intervalu od 2,72% u kobasici C2 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi do 3,91% u neupakovanoj kobasici B3 grupe. Tokom vremena skladištenja, sadržaj NaCl u neupakovanim kobasicama proizvedenim u tri proizvodne sezone se statistički značajno povećavao ($P < 0,05$). Za razliku od kobasica A1, B1, C1 i C2 grupe 120. dana proizvodnje, tokom celokupnog vremena skladištenja sadržaj NaCl u upakovanim kobasicama (vakuum i MAP) bio je statistički značajno manji ($P < 0,05$) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama. Za razliku od kobasica E2 grupe, kobasica E1 grupe zaštićena hitozanom 210. dana proizvodnje imala je statistički značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj NaCl u poređenju sa tim sadržajem u neupakovanoj kobasici.

Tabela 5.D.4. Prosečan sadržaj NaCl (%) u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom vremena skladištenja*

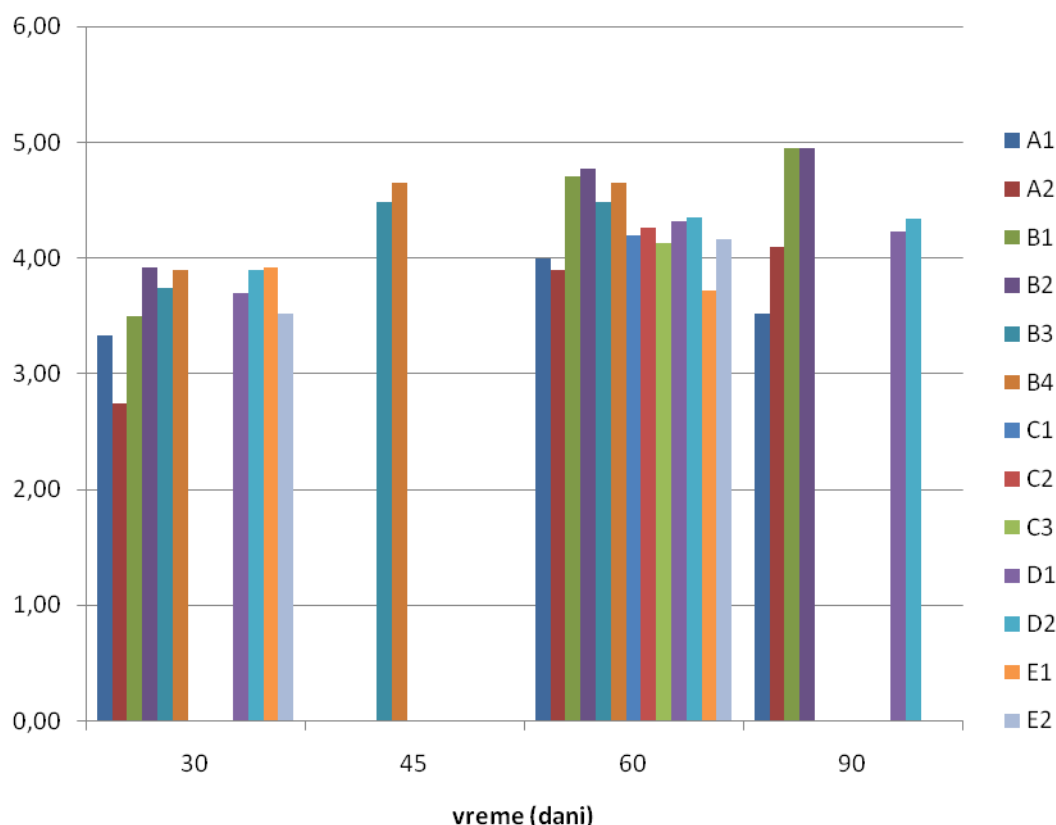
Grupa	Vreme (dan)											
	120				210				270			
	N	V	M	H	N	V	M	H	N	V	M	H
A1	2,59 ^{h,E}	2,44 ^{h,F}	2,86 ^{c,D}	-	3,09 ^{g,AB}	2,93 ^{f,C}	2,96 ^{d,C}	-	3,05 ^{f,B}	3,12 ^{c,A}	2,98 ^{d,C}	-
	±0,03	±0,03	±0,04	-	±0,04	±0,04	±0,04	-	±0,03	±0,04	±0,04	-
A2	2,94 ^{f,C}	2,80 ^{f,E}	2,64 ^{e,F}	-	3,18 ^{f,B}	2,98 ^{ef,C}	2,62 ^{f,F}	-	3,39 ^{d,A}	2,83 ^{e,DE}	2,87 ^{e,D}	-
	±0,03	±0,01	±0,04	-	±0,03	±0,03	±0,05	-	±0,03	±0,03	±0,06	-
B1	3,27 ^{c,C}	3,25 ^{d,C}	3,27 ^{a,C}	-	3,79 ^{b,A}	3,37 ^{c,B}	3,34 ^{a,B}	-	3,75 ^{b,A}	3,34 ^{b,B}	3,36 ^{b,B}	-
	±0,01	±0,01	±0,10	-	±0,03	±0,08	±0,03	-	±0,01	±0,03	±0,03	-
B2	3,02 ^{de,D}	2,83 ^{f,F}	2,64 ^{e,G}	-	3,60 ^{c,B}	3,08 ^{d,D}	2,94 ^{d,E}	-	3,76 ^{b,A}	3,05 ^{d,D}	3,22 ^{c,C}	-
	±0,03	±0,03	±0,04	-	±0,04	±0,03	±0,05	-	±0,03	±0,03	±0,04	-
B3	3,00 ^{de,E}	2,83 ^{f,F}	2,95 ^{b,E}	-	3,25 ^{e,C}	3,00 ^{ef,E}	3,08 ^{c,D}	-	3,91 ^{a,A}	3,79 ^{a,F}	3,53 ^{a,B}	-
	±0,04	±0,01	±0,07	-	±0,01	±0,01	±0,06	-	±0,04	±0,01	±0,01	-
B4	2,96 ^{ef,C}	2,50 ^{h,F}	2,69 ^{de,E}	-	3,00 ^{h,C}	2,97 ^{ef,C}	3,29 ^{b,B}	-	3,73 ^{b,A}	2,81 ^{e,B}	2,89 ^{e,D}	-
	±0,03	±0,04	±0,01	-	±0,04	±0,04	±0,03	-	±0,03	±0,03	±0,04	-
C1	2,76 ^{g,F}	3,09 ^{e,C}	2,84 ^{c,E}	-	3,51 ^{d,B}	3,04 ^{de,C}	3,07 ^{c,C}	-	3,58 ^{c,A}	3,09 ^{cd,C}	2,97 ^{d,D}	-
	±0,03	±0,03	±0,05	-	±0,04	±0,06	±0,04	-	±0,02	±0,05	±0,04	-
C2	2,73 ^{g,D}	2,64 ^{g,E}	2,72 ^{d,D}	-	3,11 ^{g,B}	2,78 ^{g,D}	2,65 ^{f,E}	-	3,20 ^{e,A}	2,85 ^{e,C}	2,72 ^{f,D}	-
	±0,03	±0,02	±0,04	-	±0,04	±0,06	±0,03	-	±0,03	±0,05	±0,04	-
C3	3,05 ^{d,C}	2,77 ^{f,DE}	2,86 ^{c,D}	2,87 ^{c,D}	3,28 ^{e,B}	2,74 ^{g,DE}	2,80 ^{e,DE}	3,31 ^{c,B}	3,44 ^{d,A}	2,85 ^{e,D}	2,86 ^{e,D}	3,49 ^A
	±0,05	±0,09	±0,03	±0,04	±0,03	±0,04	±0,05	±0,02	±0,05	±0,03	±0,06	±0,04
D1	3,91 ^{ab,B}	3,64 ^{d,C}	-	-	4,11 ^{a,A}	3,54 ^{ab,D}	-	-	-	-	-	-
	±0,04	±0,08	-	-	±0,03	±0,04	-	-	-	-	-	-
D2	3,85 ^{b,B}	3,55 ^{b,C}	-	-	4,12 ^{a,A}	3,54 ^{ab,C}	-	-	-	-	-	-
	±0,06	±0,01	-	-	±0,04	±0,07	-	-	-	-	-	-
E1	3,95 ^{a,C}	3,43 ^{c,E}	-	3,92 ^{a,C}	4,15 ^{a,B}	3,59 ^{a,D}	-	4,18 ^{a,A}	-	-	-	-
	±0,03	±0,06	-	±0,01	±0,01	±0,01	-	±0,03	-	-	-	-
E2	3,89 ^{ab,B}	3,38 ^{c,E}	-	3,80 ^{b,C}	4,09 ^{a,A}	3,45 ^{b,D}	-	4,12 ^{b,A}	-	-	-	-
	±0,10	±0,03	-	±0,03	±0,04	±0,01	-	±0,01	-	-	-	-

^{a-h} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); ^{A-G} - vrednosti u istom redu su statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210. i 270. dan od proizvodnje, a na skladištenju nakon 45, 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Senzorna ocena profila mirisa i ukusa

Na osnovu rezultata prikazanih na grafiku 5.D.9. vidi se da je 30. dana sušenja senzorna ocena mirisa i ukusa kobasica proizvedenim u prvoj proizvodnoj sezoni bila najmanja u kobasici A2 grupe (2,75), a najveća u kobasici B2 grupe (3,92). Istog dana proizvodnje u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni senzorna ocena mirisa i ukusa kretala se u intervalu od 3,52 (E2) do 3,92 (E1). S obzirom da je u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni 15. dana procesa sušenja utvrđena *Lysteria monocytogenes*, senzorna ocena mirisa i ukusa iz predostrožnosti u ovim kobasicama nije urađena 30. dana sušenja (Tasić, 2012).

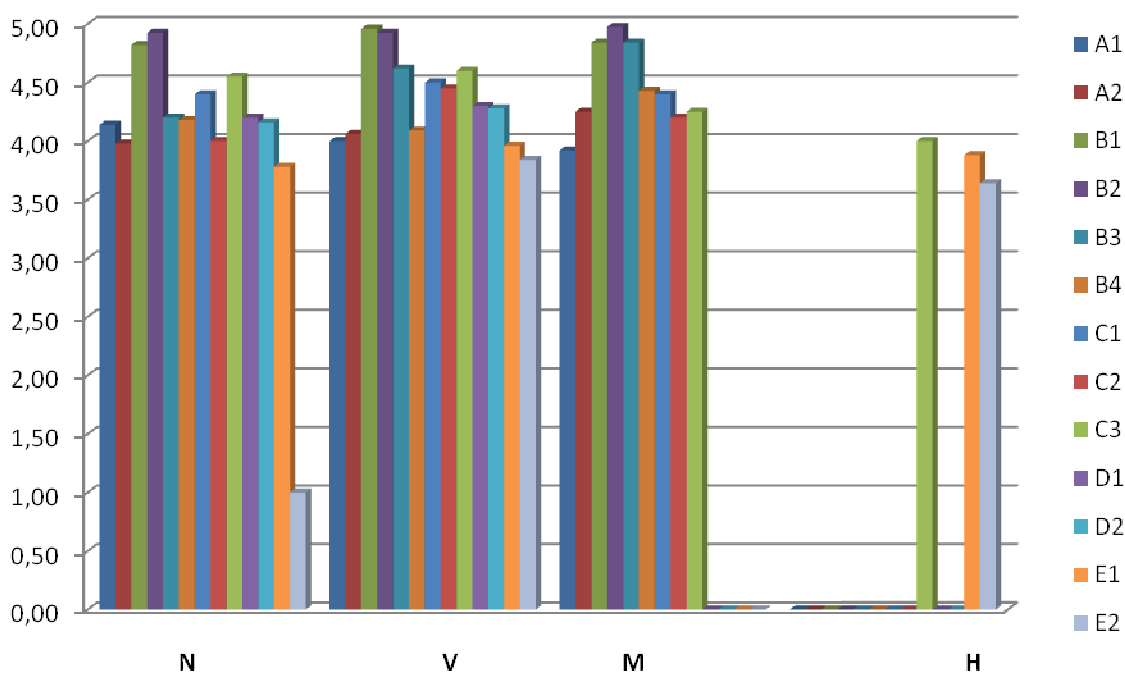
Na kraju procesa sušenja senzorna ocena mirisa i ukusa bila je najmanja u kobasici E1 grupe (3,72), a najveća u kobasicama B1 i B2 grupe (4,95). U kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni senzorna ocena mirisa i ukusa kretala se u intervalu od 4,10 (A2) do 4,95 (B1 i B2), u drugoj od 4,13 (C3) do 4,27 (C2), a u trećoj od 3,72 (E1) do 4,34 (D2).



Grafik 5.D.9. Senzorna ocena mirisa i ukusa 13 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* tokom procesa sušenja

Razlike u senzornoj oceni mirisa i ukusa između kobasica A1, C1, C2, D1 i D2 grupe, između A1, B3 i B2 grupe, između B1 i B2 grupe, između A2, C1, C3, D1 i E2 grupe, kao i između kobasica C1, C2, C3, D1 i E2 grupe nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$). Razlike u senzornoj oceni mirisa i ukusa između ostalih grupa kobasica na kraju procesa sušenja bile su statistički značajne ($P < 0,05$) (Prilog 2, tabela 3).

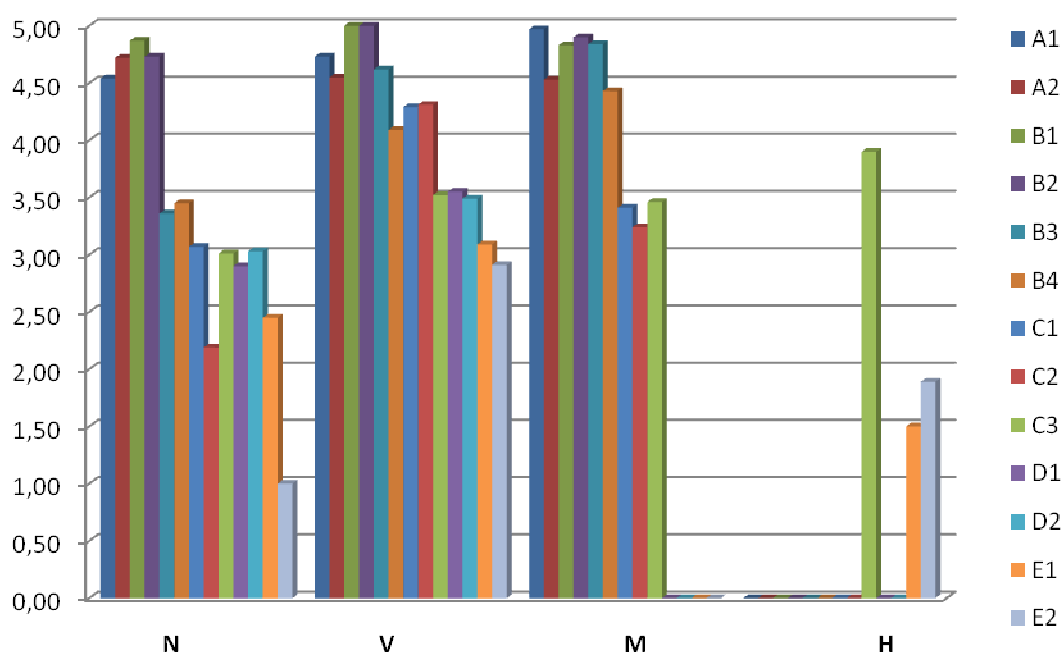
Iz rezultata prikazanih na grafiku 5.D.10. vidi se da je senzorna ocena profila mirisa i ukusa 120. dana proizvodnje bila najmanja u neupakovanoj kobasici E2 grupe (1,00), a najveća u kobasici B1 grupe pakovanoj u vakuumu (4,96). Senzorna ocena mirisa i ukusa u kobasicama proizvedenim u prvoj proizvodnoj sezoni 120. dana proizvodnje bila je najmanja u kobasici A1 grupe pakovanoj u modifikovanoj atmosferi (3,92), a najveća u kobasici B1 grupe pakovanoj u vakuumu (4,96). U drugoj proizvodnoj sezoni 120. dana ova vrednost kretala se u intervalu od 4,00 (C2N i C3H) do 4,60 (C3V), a u trećoj od 1,00 (E2N) do 4,30 (D1V).



N, V, M, H- kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Grafik 5.D.10. Senzorna ocena mirisa i ukusa 13 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* 120. dana proizvodnje (75, 60. i 30. dana skladištenja)

Senzorna ocena mirisa i ukusa 210. dana proizvodnje bila je najmanja u neupakovanoj kobasici E2 grupe (1,00), a najveća u kobasicama B1 i B2 grupe pakovanim u vakuumu (5,00) (grafik 5.D.11). Kobasice A1, B2, B3, B4, C2 i C3 grupe, pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi 210. dana proizvodnje imale su statistički značajno veću ($P < 0,05$) ocenu senzornih svojstava mirisa i ukusa u poređenju sa neupakovanim kobasicama. Istog dana proizvodnje kobasice E1 i E2 grupe pakovane u vakuumu, kao i kobasice C3 i E2 grupe zaštićene hitozanom imale su statistički značajno veću ($P < 0,05$) ocenu mirisa i ukusa u odnosu na tu ocenu u neupakovanim kobasicama (Prilog 2 tabela 4).

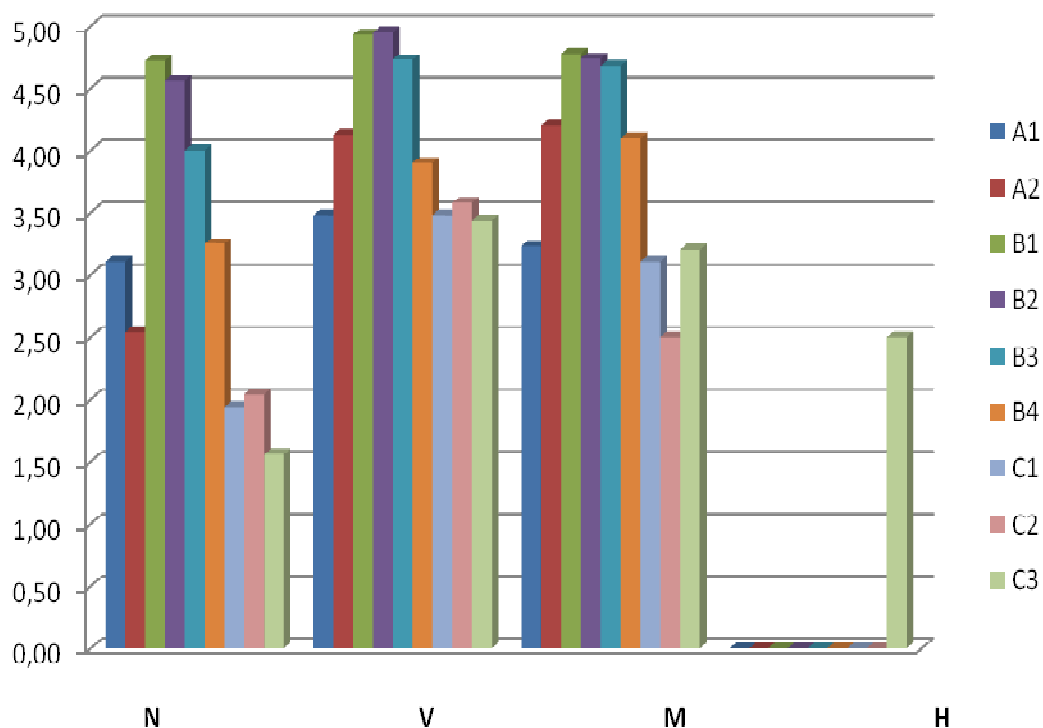


N, V, M, H- kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Grafik 5.D.11. Senzorna ocena mirisa i ukusa 13 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* 210. dana proizvodnje (165, 150. i 120. dana skladištenja)

Na osnovu rezultata prikazanih na grafiku 5.D.12. vidi se da je 270. dana proizvodnje neupakovana kobasica C1 grupe ocenjena najnižom (1,94), a kobasica B2 grupe pakovana u vakuumu najvišom ocenom senzornih svojstava mirisa i ukusa (4,95). Na kraju vremena skladištenja (270. dan) kobasice A2, B1, B2, B3, B4, C1 i C3 grupe pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, kao i kobasica C3 grupe zaštićena hitozanom imale su statistički

značajno veću ($P < 0.05$) senzornu ocenu mirisa i ukusa u poređenju sa neupakovanim kobasicama.



N, V, M, H- kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Grafik 5.D.12. Senzorna ocena mirisa i ukusa 9 ispitanih grupa *Petrovačke kobasice* 270. dana proizvodnje (225, 210. i 180. dana skladištenja)

6. DISKUSIJA

Osnovna hipoteza od koje se pošlo u ovim istraživanjima bila je da se promene na lipidima tokom proizvodnje i skladištenja odražavaju na bezbednost i kvalitet fermentisanih kobasica. Procesi lipolize i oksidacije lipida su veoma složeni procesi koji vode do nastanka velikog broja jedinjenja značajnih za formiranje arome u fermentisanim kobasicama. Takođe, ova jedinjenja pokazuju toksično dejstvo i u malim količinama dovode do nepoželjnih promena mirisa i ukusa proizvoda.

U okviru ove doktorske disertacije, kao dela šireg istraživanja i razvoja tradicionalne tehnologije proizvodnje *Petrovačke kobasice* i standardizacije njenog kvaliteta i bezbednosti, osnovni cilj je bio da se utvrdi uticaj vremena otkoštavanja mesa *post mortem*, upotrebljenog omotača, ručnog i mašinskog mešanja nadeva, uticaj dodatka starter kulture, kao i uticaj proizvodne sezone na intenzitet i tok lipolitičkih i oksidativnih promena za vreme sušenja, zrenja, i skladištenja *Petrovačke kobasice*. Nadalje, cilj ovih istraživanja je bio da se modelovanjem tradicionalne tehnologije sadržaj nepoželjnih produkata oksidacije lipida, kao što su malondialdehid i alifatični zasićeni aldehidi, svede na što niži nivo i tako garantuje bezbednost ovog proizvoda tokom kontinuirane proizvodnje. Takođe, cilj ove doktorske disertacije je bio i da se primenom optimalanog načina pakovanja ove kobasice, nakupljanje neželjenih produkata oksidacije lipida u fazi skladištenja svede na minimum.

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 5.A.1. zapaža se da nadev za kobasice proizvedene u trećoj proizvodnoj sezoni sadrži najmanji (13,71-13,98%), a nadev za kobasice proizvedene u drugoj proizvodnoj sezoni najveći (22,35-23,40%) sadržaj ukupnih lipida. Ukupni lipidi čine celokupnu masnu, nepolarnu fazu (ukupna mast) dobijenu ekstrakcijom organskim rastvaračem uz prethodnu kiselu hidrolizu (SRPS ISO:1442) ispitanih uzoraka. Na osnovu predočenih rezultata može se konstatovati da je sadržaj ukupnih lipida u formulaciji nadeva bio značajno različit od sezone do sezone. Mada je na osnovu preporučenih kriterijuma Dobre Proizvođačke Prakse (DPP)¹ pri izradi *Petrovačke kobasice*, radi postizanja traženog vrhunskog kvaliteta (Petrović i dr., 2007), taj sadržaj trebao biti ne veći, ali ni značajno manji od 20% ($\leq 20\%$, preporučeni kriterijum). Kao što je u poglavlju Materijal i

¹ Neautorizovani kriterijumi DPP dati članovima ZZ „Kulen“, kao preporuka za standardizaciju sastava nadeva, radi ostvarivanja zahteva kvaliteta postavljenih u Tehnolološkom elaboratu (Petrović i dr., 2007).

metode rada izneto, pri formulaciji nadeva korišćeno je 85% „očišćenog“ mesa prve i druge kategorije i 15% čvrstog masnog tkiva. Pri čemu je, zapravo, vizuelnom procenom udeo čvrstog masnog tkiva povećavan i smanjivan, kako bi ukupno vidljivo masno tkivo činilo oko 20% nadeva. Očito, da je pri toj proceni došlo do znatnije greške, jer je samo u prvoj proizvodnoj sezoni sadržaj ukupnih lipida u nadevu bio približno zahtevanom (od 17,52-18,36%), u drugoj sezoni nadev je sadržao više od preporučene količine (22,35-23,40%), a u trećoj sezoni značajno manji od preporučene količine (13,71-13,98%) ukupnih lipida. Ove razlike u sadržaju ukupnih lipida, pored drugih faktora, kao što će se kasnije predočiti, uticale su i na razlike u kinetici sušenja, a samim tim i na senzorni kvalitet izrađenih grupa kobasica, a verovatno i na tok i intenzitet lipolitičkih i oksidativnih promena, o čemu će se još diskutovati u nastavku. Tokom procesa sušenja, kao i tokom vremena skladištenja sadržaj ukupnih lipida u kobasicama proizvedenim u sve tri proizvodne sezone se konstantno povećavao (tabele 5.D.1. i 5.D.2). Povećanje sadržaja ukupnih lipida može se dovesti u vezu sa koncentrisanjem sadržaja suve materije u toku procesa sušenja (Soyer i dr., 2005; Ikonić, 2013). Na razlike u sadržaju lipida između ispitanih kobasica proizvedenih u prvoj proizvodnoj sezoni u velikoj meri uticala je i brzina sušenja. Kobasice proizvedene u prvoj sezoni od toplog mesa (A1 i A2) podvrgnute su sušenju i zrenju pri prosečnim temperaturama od 7,5⁰C i prosečnoj relativnoj vlažnosti od 82,1%, a kobasice proizvedene u domaćinstvu od ohlađenog mesa (B1 i B2) sušene su pri prosečnoj temperaturi od 7,7⁰C i relativnoj vlažnosti od 79,5%. Za razliku od kobasica A1, A2, B1 i B2 grupe, kobasice B3 i B4 grupe podvrgnute su sušenju i zrenju u industrijskoj komori pri prosečnoj temperaturi od 11,6⁰C i relativnoj vlažnosti od 78,9% (Ikonić, 2013). Kako su razlike između prosečne relativne vlažnosti između ambijentalnih uslova koji su vladali tokom zimskih meseci i prosečne vrednosti ovog parametra u industrijskoj komori relativno male, možemo zaključiti da su razlike u brzini sušenja između ispitanih kobasica proizvedenih u prvoj proizvodnoj sezoni, verovatno više posledica različitih temperatura procesa sušenja i zrenja. Naime, kao posledica izloženosti višim temperaturama u industrijskim uslovima kobasice B3 i B4 grupe već nakon 30 dana imale su veći sadržaj ukupnih lipida u odnosu na kobasice podvrgnute sušenju i zrenju u domaćinstvu pri nižim temperaturama karakterističnim za zimski period (A1, A2, B1 i B2). Takođe ove razlike su uočljive i tokom 30 dana sušenja kobasica proizvedenih u trećoj proizvodnoj sezoni.

Naime, kobasice D1 i D2 grupe podvrgnute su sušenju i zrenju pri prosečnoj temperaturi od 9,3⁰C i relativnoj vlažnosti od 78,5%, dok su kobasice E1 i E2 grupe

podvrgnute sušenju i zrenju pri višoj temperaturi ($12,3^{\circ}\text{C}$) i nižoj relativnoj vlažnosti (73,6%) (Ikonić, 2013), što je dodatno uticalo na intenziviranje procesa sušenja i povećanje sadržaja ukupnih lipida u industrijskim uslovima (Soyer i dr., 2005; Šojić i dr., 2013). Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 5.A.1. zapaža se da su kobasice napunjene u prirodne omotače imale statistički značajno veći ($P < 0,05$) sadržaj ukupnih lipida u odnosu na odgovarajuće kobasice napunjene u kolagene omotače, ujednačenog dijametra. U proseku kobasice napunjene u prirodni omotač imale su nešto uži dijametar što je uticalo i na njihovo brže sušenje, a samim tim i na intenzivnije koncentrisanje suve materije i povećavanje sadržaja masti (lipida). Nadalje, prikazani rezultati ukazuju na činjenicu da su, osim kobasica C3 grupe (35,03%), na kraju procesa sušenja ostale kobasice imale odgovarajuće vrednosti sadržaja ukupnih lipida (25,88-34,33%), odnosno vrednosti tog pokazatelja su u navedenim kobasicama bile manje od 35%, koliko je propisano u Tehnološkom elaboratu (Petrović i dr., 2007). Tokom procesa skladištenja (120, 210. i 270. dana proizvodnje) koncentrisanje suve materije kao posledice sušenja, dovelo je do daljeg porasta sadržaja ukupnih lipida (Soyer i dr., 2005; Šojić i dr., 2013), posebno u neupakovanim kobasicama (tabela 5.A.2). Usled velikog gubitka vlage, a i povećanog udela masnog tkiva neupakovane kobasice proizvedene u drugoj sezoni (tabela 5.D.2) imale su znatno veći sadržaj ukupnih lipida od propisanih 35%. Međutim, pakovanjem u vakuumu i modifikovanoj atmosferi dolazi do sporijeg gubitka mase, izraženog preko sadržaja vlage (tabela 5.D.2.) i vrednosti a_w (grafici 5.D.2, 5.D.3, 5.D.4), a samim tim i do manjeg porasta sadržaja lipida u kobasicama tokom vremena skladištenja. Tako su kobasice proizvedene u drugoj proizvodnoj sezoni 210. dana proizvodnje, pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, nasuprot povećanom sadržaju ukupnih lipida u početnoj formulaciji nadeva, imale sadržaj ukupnih lipida manji od 35%, što je u skladu sa kriterijumima kvaliteta propisanim u Tehnološkom elaboratu (Petrović i dr., 2007). Nadalje, tokom celokupnog vremena skladištenja u kobasicama proizvedenim u sve tri proizvodne sezone pakovanim u vakuumu sadržaj ukupnih lipida bio je manji od 35%. Za razliku od kobasica proizvedenih u prvoj i drugoj proizvodnoj sezoni, kobasice proizvedene u trećoj proizvodnoj sezoni, zahvaljujući manjem sadržaju ukupnih lipida u nadevu (oko 14%), i nakon 210 dana proizvodnje, kako u kobasicama pakovanim u vakuumu, tako i u neupakovanim kobasicama imale su sadržaj ukupnih lipida manji od 35%. U drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni primena hitozanskih filmova, verovatno zbog nedovoljno dobrih barijernih svojstava, nije dovela do značajnijeg očuvanja sadržaja ukupnih lipida u odnosu na te vrednosti u neupakovanim kobasicama, odnosno u trećoj sezoni je sušenje tokom

skladištenja kobasica zaštićenih hitozanom bilo i intenzivnije nego u neupakovanim kobasicama (tabela 5.A.2). Utvrđene vrednosti sadržaja ukupnih lipida u *Petrovačkoj* kobasici su znatno veće u odnosu na italijanske kobasice zaštićene oznakom geografskog porekla *Varzi*, *Brianza*, *Piacentino* (Di Cagno i dr., 2008), kao i u odnosu na portugalsku kobasiu *Alheira* (Fereirra i dr., 2006). Sa druge strane, utvrđeni sadržaji ukupnih lipida na kraju procesa sušenja i tokom vremena skladištenja u kobasicama proizvedenim u sve tri proizvodne sezone u skladu je sa tim sadržajem u sličnim proizvodima u tipu fermentisanih kobasica proizvedenih u Srbiji, kao što su *Kulen* i *Sremska kobasica* (Vuković i dr., 2011; Živković i dr., 2011), ali i sa sadržajem lipida u tradicionalnim španskim kobasicima *Chorizo de cebolla* (Salgado i dr., 2005) i *Salchichón* (Rubio i dr., 2008) kao i sa fermentisanim kobasicama koje se proizvode u Norveškoj i Belgiji (Demeyer i dr., 2000).

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 5.A.3. zapaža se da se sadržaj miristinske kiseline (C14:0) u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni kretao u intervalu od 1,23%-1,28%. Dobijene vrednosti sadržaja miristinske kiseline se veoma dobro slažu sa podacima iz literature (Zanardi i dr., 2002; Ansorena i Astiasaran., 2004; Rubio i dr., 2008). Kako sadržaj miristinske kiseline u svim ispitanim kobasicama, kako tokom procesa sušenja tako i tokom vremena skladištenja, nije bio veći od 3%, *Petrovačka kobasica* se ne može smatrati značajnijim izvorom miristinske kiseline (Campos i dr., 2013). To je od posebnog značaja za potrošače, jer ishrana namirnicama bogatim miristinskom kiselinom dovodi se u vezu sa pojavom kardiovaskularnih bolesti kod ljudi. Naime, za razliku od palmitinske i stearinske kiseline, ishrana bogata miristinskom kiselinom dovodi se u vezu i sa porastom LDL holesterola u krvi i sa povećanim aterogenim faktorom kod ljudi (Vasilev i dr., 2010). Iz grupe zasićenih masnih kiselina, palmitinska kiselina (C16:0) je bila najzastupljenija u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni. Sadržaj palmitinske kiseline u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj proizvodnoj sezoni kretao se u intervalu od 20,40% do 20,61%, a u nadevu kobasica proizvedenih u trećoj proizvodnoj sezoni od 19,59% do 21,14%. Dobijeni rezultati u suprotnosti su sa utvrđenim vrednostima palmitinske kiseline u konvencionalnim fermentisanim kobasicama (Ansorena i dr., 2004; Valencia i dr., 2006; Rubio i dr., 2008), ali su u skladu sa rezultatima utvrđenim u kobasicama izrađenim od svinjskog mesa obogaćenim oleinskom (Ansorena i dr., 2004), linolnom i linolenskom kiselinom (Valencia i dr., 2006), kao i sa kobasicama izrađenim sa smanjenim sadržajem masnog tkiva (Muguerza i dr., 2003; Valencia i dr., 2007). Manje vrednosti, pre svega

palmitinske kiseline, uticale su i na manji sadržaj sume zasićenih masnih kiselina u kobasicama proizvedenim u obe proizvodne sezone (tabela 5.A.4).

U skladu sa literaturnim podacima oleinska kiselina (C18:1) bila je dominantna u svim ispitanim kobasicama tokom procesa sušenja i zrenja (Ansorena i Astiasaran., 2004; Summo i dr., 2006; Rubio i dr., 2008). Veći sadržaji oleinske kiseline u nadevu ispitanih kobasica (44,37-45,17%) u odnosu na slične proizvode u tipu fermentisanih kobasica, rezultat je, verovatno većeg udela ove masne kiseline u korišćenoj sirovini, tj. svinjskom mesu i masnom tkivu svinja, a kao posledica većeg udela ove masne kiseline hranivu korišćenom u ishrani svinja u ovom ogledu (Valencia i dr., 2006; Rubio i dr., 2008). S obzirom da spadaju u grupu esencijalnih masnih kiselina i da su veoma podložne oksidativnim promenama, posebna pažnja uopšte, kao i u ovim ispitivanjima je usmerena ka izučavanju sadržaja polinezasićenih masnih kiselina. U svinjskom mesu iz grupe polinezasićenih masnih kiselina najzastupljenija je linolna kiselina (C18:2). Njen sadržaj varira u širokom rasponu u zavisnosti od rase, pola, starosti, a ponajviše od načina ishrane svinja čije se meso dominantno koristi u izradi fermentisanih kobasica (Raes i dr., 2004; Rubio i dr., 2008). Dobijene vrednosti sadržaja linolne kiseline u *Petrovačkoj kobasici* u obe proizvodne sezone veoma su slične sa rezultatima utvrđenim u kobasicama proizvedenim od mesa svinja čiji to je baziran na povećanom unosu hraniva obogaćenim linolnom kiselinom (Rubio i dr., 2008) i linolenskom kiselinom (Valencia i dr., 2006). Sadržaj linolenske kiseline (C18:3) u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj proizvodnoj sezoni iznosio je 0,95% i veoma je sličan sadržajima linolenske kiseline u tradicionalnoj portugalskoj kobasici *Alheira* (Campos i dr., 2013), tradicionalnoj španskoj kobasici *Salchichón* (Rubio i dr., 2008), kao i u tradicionalnom *Slavonskom kulenu* (Karolyi i Čurić, 2012). Sa druge strane, numeričke vrednosti sadržaja linolenske kiseline u nadevu kobasica proizvedenih u trećoj proizvodnoj sezoni kretale su se u intervalu od 1,33-1,57% što je u skladu sa utvrđenim vrednostima linolenske kiseline u kobasicama proizvedenim od mesa svinja čija ishrana je obogaćena linolnom kiselinom (Rubio i dr., 2008), kao i sa tim sadržajem u kobasicama proizvedenim sa smanjenim sadržajem masnoće (Muguerza i dr., 2003). Jedan od osnovnih pokazatelja nutritivne vrednosti nekog prehrambenog proizvoda predstavlja odnos polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina. Prema preporukama Britanskog Instituta za zdravlje, da bi se neka namirnica mogla deklarirati kao proizvod visoke nutritivne vrednosti, taj odnos mora biti veći od 0,45 (Campos i dr., 2013). U svim ispitanim kobasicama na kraju procesa sušenja (tabela 5.A.4), kao i tokom i na kraju skladištenja (tabela 5.A.6. i 5.A.8) ovaj kriterijum je zadovoljen. Dakle,

sa aspekta masnokiselinskog sastava *Petrovačka kobasica*, proizvedena u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni, može se deklarirati kao proizvod visoke nutritivne vrednosti. S obzirom da su kobasice iz obe proizvodne sezone izrađene od mesa svinja iste rase, hranjene po standardnoj recepturi, varijabilnosti, pre svega u sadržaju linolenske kiseline posledica su, verovatno, razlika u sadržaju masnog tkiva u nadevu. Naime, prema podacima iz literature fermentisane kobasice izrađene sa manjim sadržajem masnoće, a više krkog mesa imaju i nešto veći sadržaj polinezasićene linolenske kiseline (Muguerza i dr., 2003; Mugeza i dr., 2004). Na osnovu rezultata prikazanih u tabelama od 5.A.3. do 5.A.8. zapaža se da se numeričke vrednosti sadržaja pojedinačnih masnih kiselina u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni tokom procesa sušenja i zrenja nisu značajnije menjale. Dobijeni rezultati u skladu su sa podacima iz literature (Summo i dr., 2006; Rubio i dr., 2008; Campos i dr., 2013).

Na osnovu rezultata prikazanih u tabelama 5.A.3. i 5.A.4. zapaža se da u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni vrsta upotrebljenog omotača (prirodni i veštački), kao i način izrade nadeva (ručni i mašinski) nisu uticale na značajnije ($P > 0,05$) razlike u sumi zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. Ispitujući uticaj primene različitih omotača na tehnološki i nutritivni kvalitet fermentisanih kobasica, Conte i dr. (2012) nisu, takođe pronašli značajnije razlike u masnokiselinskom sastavu između kobasica napunjenih u prirodne i veštačke omotače. U kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni ispitan je uticaj upotrebe komercijalne starter kulture, kao i načina sušenja na promene masnokiselinskog sastava tokom procesa sušenja i zrenja, kao i tokom vremena skladištenja. Na osnovu rezultata prikazanih u tabelama 5.A.3. i 5.A.4. zapaža se da je kobasica D2 grupe izrađena sa dodatkom starter kulture i podvrgnuta sušenju i zrenju u domaćinstvu na kraju procesa sušenja (90. dan) imala najveći, a kobasica E1 grupe proizvedena bez upotrebe starter kulture podvrgnuta industrijskim uslovima sušenja (60. dan) i zrenja imala je najmanji sadržaj polinezasićenih masnih kiselina. Razlike između suma polinezasićenih masnih kiselina u ovim kobasicama na kraju procesa sušenja bile su statistički značajne ($P < 0,05$).

Ove razlike ukazuju da u uslovima sporijeg sušenja i zrenja (niža temperatura) dolazi do manjih oksidativnih promena na polinezasićenim masnim kiselinama u *Petrovačkoj kobasici*. Dobijeni rezultati u skladu su sa podacima iz literature (Aidos i dr., 2002; Andres i dr., 2004; Jin i dr., 2012).

Sa druge strane, u trećoj proizvodnoj sezoni na kraju procesa sušenja, pored izraženog uticaja temperature procesa tj. dužine sušenja (60 i 90 dana), i dodata starter kultura uticala je, verovatno na razliku u sumi polinezasićenih masnih kiselina. Naime, kobasice proizvedene sa dodatkom starter kulture imale su statistički značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj sume polinezasićenih masnih kiselina u odnosu na kobasice izrađene bez dodate starter kultura (5.A.4). Navedene razlike mogu se dovesti u vezu sa antioksidativnim svojstvima enzima koje produkuju stafilokoke, bakterije koje su sadržane u korišćenoj komercijalnoj starter kulturi. Naime, bakterije *Staphilococcus xylosus* i *Staphilococcus carnosus* produkuju antioksidativne enzime, kao što su katalaza i superoksid-dismutaza koje dalje utiču na inhibiranje oksidativne razgradnje polinezasićenih masnih kiselina (Barriere i dr., 2001; Barriere i dr., 2002; Flores i Toldrá., 2011). U sastavu starter kulture pored stafilokoka nalazile su se i bakterije mlečne kiseline. Prema podacima iz literature ove bakterije za razliku od stafilokoka ne doprinose inhibiranju oksidacije polinezasićenih masnih kiselina (Talon i dr., 2000).

Pored ispitivanja uticaja načina proizvodnje (tradicionalni i kontrolisani uslovi), vrste omotača, kao i upotrebe starter kultura u okviru ove doktorske disertacije ispitan je i uticaj pakovanja kao i dužine skladištenja na promene masnokiselinskog sastava *Petrovačke kobasice* proizvedene u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni.

Kako je prikazano u Poglavlju 5 (Prikaz rezultata) numeričke vrednosti sadržaja pojedinačnih masnih kiselina, kao i sume zasićenih i nezasićenih masnih kiselina tokom vremena skladištenja nisu se značajnije menjale. Dobijeni rezultai u skladu su sa podacima iz literature (Valencia i dr., 2006; Valencia i dr., 2007; Rubio i dr., 2008). U kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni dužina skladištenja i način pakovanja nisu uticali na značajnije promene u sadržaju oleinske kiseline. Za razliku od kobasica C2 i C3 grupe u kobasicama C1 grupe pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi uticalo je na usporavanje oksidacije polinezasićenih masnih kiselina. Kako je prikazano u tabeli 5.A.5. samo kobasica C1 grupe pakovana u vakuumu nakon dužeg vremena skladištenja (270. dan proizvodnje) imala je statistički značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj i linolne i linolenske kiseline u odnosu na te sadržaje u neupakovanoj kobasici. Manji sadržaji linolne kiseline u kobasicama C2 grupe pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi u odnosu na te sadržaje u neupakovanoj kobasici tokom dužeg vremena skladištenja verovatno su posledica lošijih barijernih svojstava i nehermetičnosti vakuum kesa kao i prisustva veće koncentracije

rezidualnog kiseonika u sastavu zaštitne atmosfere tih kobasica (Šakota i dr., 2002; Cilla i dr., 2006; Lazić i dr., 2010).

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 5.A.8. zapaža se da je u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni pakovanje u vakuumu dovelo do inhibiranja oksidacije nezasićenih (D1, D2 i E2) i polinezasićenih masnih kiselina (D2 i E1) tokom dužeg vremena skladištenja (210. dan proizvodnje). Ukoliko se upoređi efikasnost pakovanja u vakuumu između kobasica proizvedenih u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni, može se izvesti zaključak da je u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni pakovanje u vakuumu dovelo do efikasnijeg inhibiranja oksidacije nezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina. Ove razlike, verovatno su posledica bolje hermetičnosti folija korišćenih za pakovanje kobasica u trećoj proizvodnoj sezoni (Cilla i dr., 2006; Lazić i dr., 2010). Zahvaljajući antioksidativnim svojstvima esencijalnih ulja origana u kobasici E1 grupe 210. dana proizvodnje došlo je, verovatno do manjih oksidativnih promena, a time i smanjenja sume polinezasićenih masnih kiselina (tabela 5.A.8). Dobijeni rezultati u skladu su sa podacima iz literature (Krkić i dr., 2013b).

Kako je prikazano u tabeli 5.A.9. sadržaj holesterola u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni kretao se u intervalu od 47,45 mg/100g do 49,98 mg/100g. Numeričke vrednosti sadržaja holesterola tokom procesa sušenja nisu se značajno menjale, uprkos intenzivnom koncentrisanju suve materije. Sadržaji holesterola u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni su veoma slični sa rezultatima koje su utvrdili Stajić i dr. (2011) u *Sremskoj kobasici*, Petrović i dr. (2010b) u *Kulenu*, ali i mnogo manji od sadržaja holesterola koje su u sličnim proizvodima od mesa utvrdili Zanardi i dr., (2002) i Campos i dr. (2013). Razlike u sadržaju holesterola u svinjskom mesu u mnogome zavise od rase, pola, starosti i ishrane životinja (Chizzolini i dr., 1999). Značajne razlike u sadržaju holesterola u mesu plemenitih i primitivnih rasa svinja utvrdili su Stajić i dr. (2011). Naime, navedeni autori su utvrdili značajno veći sadržaj holesterola u mesu plemenite rase *Landras* u odnosu na sadržaj holesterola u mesu autohtonih rasa *Mangulice* i *Moravke*. Pored navedenih faktora, na sadržaj holesterola utiče i sadržaj, pre svega polinezasićenih masnih kiselina (Kris-Etherton, 1999; Campos i dr., 2013). Relativno nizak sadržaj holesterola u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni (u prvoj nije ispitan) mogao bi se dovesti u vezu sa relativno visokim sadržajem polinezasićenih masnih kiselina utvrđenim u ovim kobasicama.

U sve tri proizvodne sezone nadev za izradu *Petrovačke kobasice* izrađen je od mesa i masnog tkiva plemenite mesnate svinje rase *Landras* po ustaljenoj recepturi definisanoj u Tehnološkom elaboratu. Prema kriterijumima definisanim u Tehnološkom elaboratu, za izradu *Petrovačke kobasice* korišćeno je meso starijih, težih životinja hranjenih po standardnoj recepturi (Petrović i dr., 2007). Standardizacija u izboru rase, ishrane, kao i u odnosu osnovnih i dodatnih sastojaka dovela je do veoma malih razlika u sadržaju holesterola u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni. Međutim, na kraju procesa sušenja kobasice proizvedene u trećoj proizvodnoj sezoni imale su statistički značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj ukupnog holesterola u odnosu na kobasice proizvedene u drugoj proizvodnoj sezoni, što se može dovesti u vezu sa manjim sadržajem ukupnih lipida u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni (tabela 5.A.1). Naime, sadržaj holesterola u kobasicama zavisi od vrste upotrebene sirovine i anatomske građe mišića, kao i od odnosa mišićnog i masnog tkiva. Kako u mišićnom tkivu ima više holesterola u odnosu na masno tkivo, za očekivati je da u kobasicama proizvedenim sa većim udelom mišićnog tkiva sadržaj holesterola bude veći (Chizzolini i dr., 1999; Stajić i dr., 2011). Nadalje, na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 5.A.9. zapaža se da razlike u sadržaju ukupnog holesterola između kobasica proizvedenih u drugoj proizvodnoj sezoni tokom celokupnog procesa proizvodnje nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$). Navedeni rezultati ukazuju da varijacije u izboru omotača i načina izrade nadeva nisu uticale na promene sadržaja holesterola u *Petrovačkoj kobasici* proizvedenoj u drugoj proizvodnoj sezoni.

Takođe, ni varijacije u pogledu dodatka starter kulture pri izradi nadeva *Petrovačke kobasice* u trećoj proizvodnoj sezoni, kao i načina sušenja nisu dovele do statistički značajnih ($P > 0,05$) razlika u sadržaju holesterola (tabela 5.A.9). Sa druge strane, tokom skladištenja razlike u sadržaju holesterola između neupakovanih kobasica D1 i E2 grupe bile su statistički značajne ($P < 0,05$). Ako se navedeni rezultati dovedu u vezu sa nižim sadržajem vlage u kobasicama E2 grupe na kraju vremena skladištenja (tabela 5.D.2), može se zaključiti da su navedene razlike u sadržaju holesterola između kobasica D1 i E2 grupe posledica različite brzine sušenja i koncentisanja sadržaja suve materije. Generalno, numeričke vrednosti sadržaja vlage u neupakovanim kobasicama podvrgnutim industrijskim uslovima sušenja i zrenja bile su manje u odnosu na kobasice podvrgnute tradicionalnim uslovima sušenja i zrenja na nižim temperaturama (tabela 5.D.2) što je, verovatno uticalo i na razlike u sadržaju holesterola između ovih kobasica.

Uprkos značajnom povećanju sadržaja suve materije u toku procesa sušenja, sadržaj holesterola u kobasicama se veoma malo menjao, što je verovatno posledica oksidacije. Naime, uporedo sa gubitkom vlage i koncentrisanjem suve materije odvija se i proces oksidacije holesterola u proizvodima od mesa (Wang i dr.,1995; Alina i dr., 2011). Dakle, zbog postojanja dvostruke veze holesterol veoma lako podleže reakcijama oksidacije, što tokom procesa proizvodnje i skladištenja dovodi do smanjenja sadržaja ukupnog holesterola uz istovremeno povećanje produkata oksidativne razgradnje holesterola, kao što su 7-ketoholesterol, 25-hidroksiholesterol i dr. (Wang i dr.,1995; Hur i dr., 2007; Alina i dr., 2011). Kao posledica daljih oksidativnih promena, nakon 120 dana proizvodnje u neupakovanim kobasicama iz obe proizvodne sezone dolazi do značajnog smanjenja sadržaja holesterola. Nadalje, 210. dana proizvodnje razlike u sadržaju holesterola između neupakovanih i kobasica pakovanih u vakuumu bile su statistički značajne ($P < 0,05$). Naime, veće vrednosti sadržaja holesterola u kobasicama pakovanim u vakuumu ukazuju na značaj primene pakovanja u vakuumu u cilju usporavanja procesa oksidacije holesterola.

Osim pakovanja u vakuumu i pakovanje u modifikovanoj atmosferi tokom dužeg vremena skladištenja dovodi do smanjenja intenziteta oksidacije holesterola. Pakovanjem u vakuumu i modifikovanoj atmosferi (CO_2 ; N_2) se neutrališe prisustvo atmosferskog kiseonika iz proizvoda, čime se značajno usporava proces oksidacije lipida, a samim tim i oksidacija holesterola (Šakota, 2002; Robertson, 2006; Petrović, 2011a). Za razliku od upotrebe pakovanja u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, upotreba hitozanskih filmova nije dovela do značajnijih razlika u sadržaju holesterola u odnosu na neupakovane kobasice proizvedene u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni (tabela 5.A.9), odnosno upotreba hitozanskih filmova nije dovela do smanjenja oksidacije holesterola.

Sadržaj slobodnih masnih kiselina izražen preko vrednosti kiselinskog broja prikazan je u tabelama 5.B.1. i 5.B.2. Vrednosti kiselinskog broja bile su najmanje u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj proizvodnoj sezoni. Na hidrolizu masnih kiselina u fermentisanim kobasicama utiče i inicijalna vrednost pH. Naime, više vrednosti inicijalnog pH dovode i do manjih hidrolitičkih promena na lipidima u fermentisanim kobasicama (Summo i dr., 2006). Tako je u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj proizvodnoj sezoni sadržaj slobodnih masnih kiselina bio manji u odnosu na taj sadržaj u nadevu kobasica proizvedenih u prvoj i trećoj proizvodnoj sezoni što se može dovesti u vezu i sa nešto višim vrednostima pH u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj proizvodnoj sezoni (grafik 5.D.5).

Prema podacima iz literature, do većeg porasta sadržaja slobodnih masnih kiselina dolazi pod uticajem procesnih parametara kao što su temperatura i relativna vlažnost vazduha, a uzrokovanih delovanjem endogenih enzima i enzima mikroorganizama (Ganedemer, 2000; Gandamer i dr., 2002; Toldrá, 2002). Više temperature u kontrolisanim uslovima tokom procesa sušenja u prvoj sezoni uticale su da kobasice B3 i B4 grupe 30. dana proizvodnje imaju veći sadržaj slobodnih masnih kiselina u odnosu na kobasice proizvedene u domaćinstvu (A1, A2, B1 i B2). Međutim, kako je krajem zimskih meseci došlo do porasta ambijentalne temperature to je, verovatno uticalo na dalje povećanje vrednosti kiselinskog broja u kobasicama podvrgnutim nekontrolisanim uslovima proizvodnje u domaćinstvu. Navedene pojave uticale su da na kraju procesa sušenja vrednosti kiselinskog broja u kobasicama proizvedenim u domaćinstvu budu veće u odnosu na te vrednosti u kobasicama proizvedenim u kontrolisanim (industrijskim uslovima). Dakle, na sam proces lipolize osim temperature, i vreme trajanja procesa sušenja ima značajan uticaj. Iako su vrednosti kiselinskog broja u nadevu kobasica proizvedenih u drugoj sezoni bile manje u odnosu na te vrednosti u nadevu kobasica proizvedenih u prvoj i trećoj proizvodnoj sezoni, već 30. dana procesa sušenja, verovatno, pod uticajem prisutnih endogenih enzima i temperature procesa dolazi do porasta vrednosti kiselinskog broja (Gandemer, 2002; Soyer i dr., 2005), te na kraju procesa sušenja numeričke vrednosti kiselinskog broja nisu značajnije odstupale od tih vrednosti u kobasicama proizvedenim u prvoj proizvodnoj sezoni. U prvoj proizvodnoj sezoni utvrđene vrednosti kiselinskog broja u kobasicama izrađenim od toplog mesa (A1 i A2) na kraju procesa sušenja bile su statistički značajno ($P < 0,05$) veće u odnosu na te vrednosti u kobasicama izrađenim od ohlađenog mesa, podvrgnutim sušenju i zrenju u domaćinstvu (B1 i B2) kao i u industrijskim uslovima (B3 i B4) (tabela 5.B.1). Dobijene razlike verovatno su posledica uticaja viših temperatura na intenziviranje aktivnosti lipolitičkih enzima (Gandamer, 2002; Soyer i dr., 2005), koje su u fazi dimljenja registrovane u domaćinstvu A (Ikonić, 2013). Kobasice napunjene u prirodni omotač proizvedene u prvoj (A1, B1 i B3), kao i kobasica C1 grupe proizvedena u drugoj proizvodnoj sezoni imale su statistički značajno ($P < 0,05$) veće vrednosti sadržaja slobodnih masnih kiselina u odnosu na kobasice napunjene u kolagene omotače. Ova pojava, verovatno je posledica intenzivnijeg sušenja kobasica napunjenih u prirodne omotače (uži dijametar) u odnosu na kobasice napunjene u kolagene (veštačke omotače) šireg dijametra. Dakle u uslovima bržeg sušenja, izraženog preko sadržaja vlage (tabela 5.D.1) dolazi i do intenzivnijeg oslobađanja lanaca masnih kiselina iz tri-, di- i monoacilglicerola.

U odnosu na kobasicu C2 grupe izrađenu ručnim mešanjem nadeva (kolageni omotač), kobasica C3 grupe, izrađena mašinskim mešanjem (kolageni omotač), imala je statistički značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj slobodnih masnih kiselina, što je, verovatno, posledica bržeg sušenja kobasica te grupe na kraju procesa sušenja, izraženog preko sadržaja vlage u odnosu na kobasice C2 grupe (tabela 5.D.1). Kobasice D1 i D2 grupe, podvrgnute nižim temperaturama sušenja i zrenja (Ikonić, 2013), na kraju procesa sušenja imale su statistički značajno ($P < 0,05$) manje vrednosti kiselinskog broja u odnosu na kobasice proizvedene u uslovima viših temperatura sušenja i zrenja (E1 i E2). Dobijeni rezultati u skladu su sa literaturnim podacima (Gandamer i dr., 2002; Toldrá, 2002; Soyer i dr., 2005).

U nastavku treba analizirati da li je i dodata starter kultura u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni, uticala na intenzivirane procesa lipolize. Kako je prikazano u poglavlju Materijal i metode rada u nadev izrađen na tradicionalan način (D2 i E2) dodata je komercijalna starter kultura, radi korekcije procesa proteolize i lipolize (*Staphylococcus carnosus* 25%, *Staphylococcus xylosus* 25%, *Lactobacillus sakei* 25%, *Pediococcus pentosaceus* 25%). Takođe, poznato je da i prisutne autohtone stafilokoke, bakterije iz familije *Micrococcaceae*, pored izraženih proteolitičkih, poseduju i lipolitičku aktivnost (Johanson, 1996; Casaburi i dr., 2007). Međutim, u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni, stvaraju se nepovoljni uslovi za značajniji rast stafilokoka. Naime, pri nižim vrednostima pH dolazi do intenzivnijeg rasta laktobacila uz istovremeno smanjenje rasta koka. Analizom mikrobiološkog profila BMK nadeva kobasica izrađenih bez starter kulture (kobasice D1 i E1 grupe) utvrđeno je nešto manje od 50% koka i nešto više od 50% bacila, a u nadevu kobasica izrađenih sa dodatkom starter kulture (D2 i E2) oko 80% koka i oko 20% bacila (Fazni izveštaj, 2012). Nakon 2 dana proizvodnje koke su eliminisane iz nadeva kobasica D1 grupe u tradicionalnim uslovima proizvodnje, a iz kobasica sušenih u kontrolisanim uslovima proizvodnje E1 grupe do 9. dana. U kobasicama izrađenim sa starter kulturom sušenim u domaćinstvu (D2), nakon 2. dana proizvodnje udeo koka je porastao na 90%, a zatim je počeo da opada da bi 60. dana proizvodnje mikrobiološki profil BMK ove grupe činili samo bacili. U kobasicama E2 grupe izrađenim od istog nadeva, a sušenim u kontrolisanim uslovima koke su prisutne do 2. dana, a potom mikrobiološki profil čine samo bacili. Pored činjenice da su BMK bile dominantna mikroflora u sve 4 posmatrane grupe kobasica, u ovim razmatranjima ne treba zanemariti prisustvo većeg broja i autohtonih stafilokoka u kobasicama izrađenim sa i bez dodatnih starter kultura. Naime, inicijalni broj stafilokoka u kobasicama D2 i E2 grupe (5,81 log cfu/g) je ostao praktično nepromenjen do

30. dana proizvodnje u kobasicama D2 grupe, pa je zatim opao do 4 log cfu/g i na tom nivou ostao do kraja sušenja, dok je u kobasicama E2 grupe značajno opao već do 9. dana (Fazni izveštaj, 2012), verovatno usled intenzivnije akumulacije mlečne kiseline i bržeg pada vrednosti pH (grafik 5.D.5) (Toldrá, 2002; Casaburi i dr., 2007). Dakle, kobasice D2 grupe je karakterisalo prisustvo mlečno kiselih koka i većeg broja stafilokoka do 30. dana proizvodnje kada je u tim kobasicama dostignuta najniža vrednost pH (4,93). Nasuprot, kobasice E2 grupe, koje su dimljene i sušene u kontrolisanim uslovima po bržem modelu sušenja, na višoj temperaturi, već 9. dana proizvodnje imale su nisku vrednost pH (4,75). Već 6. dana proizvodnje u njima više nije bilo koka, a 9. dana proizvodnje broj stafilokoka je opao na minimalnu vrednost od 4,2 log cfu/g, da bi do kraja sušenja neznatno porastao i bio nešto viši nego u kobasicama D2 grupe. Dovodeći u vezu predočene rezultate o promeni mikrobiološkog profila BMK i broja stafilokoka tokom procesa sušenja izrađenih u trećoj sezoni, nameće se zaključak da su u kobasicama koje su sadržale veći broj mlečno kiselih koka i stafilokoka i procesi lipolize bili intenzivniji (D2 i E2 grupa).

Iz prethodnih razmatranja sledi da je u drugoj i delom u trećoj sezoni lipolitička aktivnost tokom perioda sušenja uzrokovana dejstvom endogenih lipaza, čija aktivnost je bila u zavisnosti od brzine pada i vrednosti pH, temperature i vremena trajanja procesa. Kao što je već predočeno u prvoj sezoni u tradicionalnim uslovima proizvodnje, pri relativno niskim temperaturama uz dugotrajan proces sušenja (90 dana) vrednost pH je sporo opadala (grafik 5.D.5) i minimalna vrednost od 5,14 dostignuta je 60. dana u kobasici A1 grupe, a u kobasicama B1 i B2 grupe 5,36 i 5,40, redom, takođe 60. dana sušenja. S obzirom da je aktivnost endogene lizozomske lipaze veća pri nižim vrednostima pH (<5,3), a da fosfolipaze i lizofosfolipaze maksimalnu aktivnost postižu pri vrednostima pH od 8-9 (Alasnier i Gandemer, 2000), a da je u kobasicama A1, A2, B1 i B2 grupe uočena relativno visoka lipoliza, tj. na kraju procesa sušenja registrovane su relativno visoke vrednosti kiselinskog broja (9, 50; 8,23; 8,11; 7, 10 mg KOH/g lipida, redom) (tabela 5.B.1.) lipolitička aktivnost bi se mogla pripisati delovanju mikrobioloških lipaza. Izučavajući mikrobiološki ekosistem i promene inicijalne mikroflore tokom proizvodnog ciklusa istih grupa kobasica izrađenih u prvoj sezoni (Janković, 2013) zaključila je da je slaba acidifikacija nadeva, tj. izostanak obimnije fermentacije u nadevu svih izrađenih grupa kobasica (A1, A2, B1, B2, B3, B4) pogodovala obimnijem rastu mikrokoka, a time i značajnijoj ulozi ove grupe bakterija u zrenju (proteolizi i lipolizi).

Vrednosti kiselinskog broja u kobasicama proizvedenim u tri proizvodne sezone tokom vremena skladištenja prikazane su u tabeli 5.B.2. U kobasicama proizvedenim u prvoj proizvodnoj sezoni (osim u kobasici B3 grupe 270. dana proizvodnje), zapaža se da je tokom vremena skladištenja sadržaj slobodnih masnih kiselina u neupakovanim kobasicama bio veći u odnosu na taj sadržaj u kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi. Dobijeni rezultati mogu se dovesti u korelaciju sa većim brojem bakterija iz familije *Micrococcaceae*, koje poseduju lipolitičku aktivnost (Johanson, 1996; Casaburi i dr., 2007), u neupakovanim kobasicama u odnosu na kobasice pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi tokom vremena skladištenja (Janković, 2013). Kako su vrednosti pH u kobasicama proizvedenim u prvoj proizvodnoj sezoni tokom celokupnog vremena skladištenja bile relativno visoke (5,36 do 6,12) (grafik 5.D.6; grafik 5.D.7; grafik 5.D.8), tj. došlo je i do manjeg nakupljanja mlečne kiseline, to je verovatno za posledicu imalo i sporije odumiranje mikrokoka (Toldrá, 2002; Vuković, 2012). Za razliku od kobasica proizvedenih u prvoj proizvodnoj sezoni, u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni već na početku skladištenja dolazi do većeg odumiranja mikrokoka (Fazni izveštaj, 2010; Fazni izveštaj, 2012), što je verovatno, posledica bržeg pada vrednosti pH tokom sušenja (Toldrá, 2002; Vuković, 2012; Casaburi i dr., 2007). Dakle, razlike u sadržaju slobodnih masnih kiselina između kobasica proizvedenih u drugoj i trećoj sezoni tokom vremena skladištenja u potpunosti su u funkciji aktivnosti endogenih enzima (Ganedemer, 2000; Toldrá, 2002; Soyer i dr., 2005), kao i oksidativnih promena na lipidima kojima su kobasice izložene tokom vremena skladištenja. Veće vrednosti kiselinskog broja u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj sezoni, pakovanim u vakuumu mogu se dovesti u vezu i sa većim vrednostima a_w u tim kobasicama. Naime, prema podacima iz literature, veće vrednosti a_w utiču i na intenzivnije dejstvo lipolitičkih enzima (Flores i dr., 1996; Hernandez i dr., 1998). Takođe, veće vrednosti kiselinskog broja u kobasicama pakovanim u vakuumu u odnosu na neupakovane kobasice (C1, C2, C3, D1, D2, E1), mogu se dovesti u vezu sa manjim oksidativnim promenama na slobodnim masnim kiselinama u tim kobasicama (Berger, 1990; Šojić i dr., 2013) (tabela 5.C.2). Sa druge strane, autori Johansson i dr., (1996), Leroy i dr. (2006) i Müller (2006), Vasilev i dr., (2010) ukazuju da način pakovanja nema značajnijeg uticaja na lipolitičke promene u fermentisanim kobasicama.

Promene sadržaja malondialdehida u kobasicama proizvedenim u sve tri proizvodne sezone tokom procesa sušenja i zrenja prikazane su u tabeli 5.C.1. Na osnovu dobijenih rezultata zapaža se da je sadržaj malondialdehida u prvoj proizvodnoj sezoni na kraju sušenja

u kobasici B2 grupe bio najmanji, a najveći u kobasicama A1 i A2 grupe. Naime, kobasice izrađene od toplog mesa (A1 i A2) imale su statistički značajno ($P < 0,05$) veće vrednosti sadržaja malondialdehida u odnosu na kobasice izrađene od ohlađenog mesa (B1, B2, B3, B4). Dakle, upotreba toplog mesa dovela je do intenziviranja oksidativnih promena na lipidama *Petrovačke kobasice* proizvedenoj u prvoj proizvodnoj sezoni. Navedene razlike mogu se dovesti u vezu sa višom inicijalnom temperaturom nadeva kobasica izrađenog od toplog mesa. Naime, sa porastom temperature dolazi i do intenzivnijih oksidativnih promena u fermentisanim kobasicama (Soyer i dr., 2005; Petrović i dr., 2012). Nasuprot podacima iz literature (Müller, 2006; Vasilev i dr., 2010), kobasice A1 i C1 grupe napunjene u prirodni omotač imale su statistički značajno manji sadržaj malondialdehida u odnosu na kobasice napunjene u kolageni omotač, šireg dijametra (A2, C2). Naime, navedeni autori utvrdili su da u kobasicama užeg dijametra dolazi do intenzivnijih oksidativnih promena. Međutim, u ovom ogledu su korišćeni prirodni i veštački-kolageni omotači, koji verovatno imaju različite barijerne osobine u odnosu na kiseonik, jednog od osnovnih promotora oksidativnih promena, koje u ovom slučaju ukazuju na prednosti upotrebe prirodnih omotača u izradi tradicionalnih fermentisanih kobasica. U drugoj proizvodnoj sezoni nadev za kobasice C1 i C2 grupe pripremljen je ručnim, a za kobasice C3 grupe mašinskim mešanjem. Kobasica čiji nadev je proizveden mašinskim mešanjem na kraju procesa sušenja imala je statistički značajno ($P < 0,05$) manji sadržaj malondialdehida u odnosu na kobasice izrađene ručnim mešanjem nadeva. Navedene razlike, verovatno su posledica manjeg prisustva kiseonika u nadevu, koji je pri specifičnoj tehnici ručnog mešanja unet u nadev, a i pri samom mešanju veća površina partikula nadeva je bila u kontaktu sa kiseonikom. Na kraju procesa sušenja, razlike u sadržaju malondialdehida između kobasica proizvedenih u trećoj proizvodnoj sezoni bile su statistički značajne ($P < 0,05$). Naime, najveći sadržaj malondialdehida u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni imala je kobasica E1 grupe, što je verovatno, posledica uticaja viših temperatura sušenja i zrenja u industrijskim uslovima (Morrissey i dr., 1998; Min i Ahn., 2005).

Sa druge strane, kako u kobasicama sušenim u domaćinstvu tako i kobasicama podvrgnutim industrijskim uslovima sušenja, dodata starter kultura uticala je na smanjenje intenziteta oksidativnih promena tokom procesa sušenja. Manji sadržaj malondialdehida u kobasicama izrađenim sa dodatom starter kulturom (D2 i E2), verovatno je posledica antioksidativnog dejstva dodatih mlečno kiselih koka i autohtonih stafilokoka (Leroy i dr., 2006; Vasilev i dr., 2010). Iako sušene na nešto višim temperatura, kobasice proizvedene u

trećoj proizvodnoj sezoni imale su statistički značajno manji ($P < 0,05$) sadržaj malondialdehida u odnosu na kobasice proizvedene u prvoj i drugoj proizvodnoj sezoni na kraju procesa sušenja. Takođe, treba objasniti da li su niže vrednosti sadržaja malondialdehida u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni posledica oksidacije lipida ili daljeg degradiranja sekundarnih produkata oksidacije. Pored temperature procesa i masnokiselinskog sastava na intenzitet oksidativnih promena u proizvodima od mesa značajan uticaj ima i sadržaj masti (Muguerza i dr., 2003; Soyer i dr., 2005) i NaCl (Min i Ahn, 2005; Carlsen i dr., 2005). U nadevu kobasica proizvedenih u trećoj proizvodnoj sezoni utvrđen je najmanji sadržaj ukupnih lipida (tabela 5.A.1), što se verovatno odrazilo i na manje oksidativne promene na lipida u tim kobasicama. Sa druge strane sadržaj NaCl u nadevu kobasica proizvedenih u sve tri proizvodne sezone kretao se u uskom intervalu od 1,71-1,82% (tabela 5.D.3). Utvrđeni sadržaj NaCl iznosio je manje od 2% i nije imao značajniji uticaj u inicijalnoj fazi na intenzitet oksidativnih promena u *Petrovačkoj kobasici* proizvedenoj u tri proizvodne sezone. Naime, prema podacima iz literature (Lee i dr., 1997; Rhee, 1999; Rhee, 2001), u proizvodima od mesa samo pri sadržaju NaCl od 2 do 3% dolazi do njegovog prooksidativnog dejstva. No, zbog procesa sušenja sadržaj NaCl je u svim izrađenim grupama kobasica bio veći od 2% već od 30. dana sušenja, da bi u kobasicama izrađenim u trećoj sezoni na kraju procesa sušenja (60. i 90. dan) bio značajno ($P < 0,05$) veći u odnosu na druge grupe kobasica i prelazio je vrednost od 3%, tj. na kraju procesa sušenja sadržaja NaCl se kretao od 3,29 (D1) do 3,48 (D2). Tako da bi i ovaj faktor mogao biti jedan od uzroka smanjenja oksidativnih promena u ovim kobasicama. Na kraju procesa sušenja sadržaj malondialdehida u kobasicama proizvedenim u tri proizvodne sezone kretao se u intervalu od 0,34 mg/kg (E2 grupa) do 1,25 mg/kg (C2 grupa). Dobijeni rezultati se veoma dobro slažu sa podacima iz literature (Ansorena i Astiasaran., 2004; Valencia i dr., 2006; Valencia i dr., 2007; Vasilev i dr., 2010; Vuković i dr., 2011).

Promene sadržaja malondialdehida u kobasicama proizvedenim u tri proizvodne sezone tokom vremena skladištenja prikazane su u tabeli 5.C.2. Već nakon 120 dana proizvodnje, odnosno 75, 60. i 30. dana skladištenja, u neupakovanim kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni podvrgnutim industrijskim uslovima sušenja i zrenja, utvrđene vrednosti malondialdehida, u poređenju sa rezultatima drugih autora (Ansorena i Astiasaran; 2004; Valencia i dr., 2007; Vasilev i dr., 2010) bile su visoke i iznosile su 3,19 mg/kg u kobasici E1 i 4,31 mg/kg u kobasici E2 grupe. Osim kobasice C3 grupe u svim ispitanim kobasicama pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi usporilo

je intenzitet oksidativnih promena već nakon 120 dana proizvodnje. Do sličnih zapažanja došli su i Ansorena i Astiasaran., (2004) i Valencia i dr. (2006).

Nadalje, ni nakon 210 dana procesa proizvodnje, odnosno 165, 150. i 120. dana skladištenja, u neupakovanim kobasicama proizvedenim u prvoj sezoni nije došlo do značajnijih promena vrednosti sadržaja malondialdehida. Dobijeni rezultati ukazuju na dobru oksidativnu stabilnost kobasica proizvedenih u prvoj sezoni. Za razliku od kobasica proizvedenih u prvoj sezoni, u neupakovanim kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj sezoni dolazi do statistički značajnog ($P < 0,05$) porasta sadržaja malondialdehida (osim kobasica C2 i E1 grupe) 210. dana proizvodnje u odnosu na 120. dan. Bolja oksidativna stabilnost u *Petrovačkoj kobasici* proizvedenoj u prvoj proizvodnoj sezoni u odnosu na kobasice proizvedene u druge dve proizvodne sezone može se dovesti u vezu i sa nižim vrednostima pH u kobasicama proizvedenim u drugoj, a posebno u trećoj proizvodnoj sezoni (grafik 5.D.6, grafik 5.D.7, grafik. 5.D.8). Naime, u uslovima visoke acidifikacije izazvane produkcijom mlečne kiseline i niskim vrednostima pH dolazi do intenzivnog razmnožavanja heterofermentativnih laktobacila, koji pokazuju prooksidativno dejstvo (Leroy i dr., 2006; Vasilev i dr., 2010). Tako, u uslovima niske vrednosti pH, u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj sezoni već na početku skladištenja dolazi do bržeg odumiranja autohtonih mikrokoka i potpune eliminacije mlečno kiselih koka (Završni izveštaj, 2011, Fazni izveštaj, 2012), bakterija koje poseduju izražen antioksidativni potencijal (Leroy i dr., 2006). Dakle, odumiranje mikrokoka i stvaranje povoljnih uslova za razmnožavanje laktobacila, verovatno je uz nešto više temperature tokom procesa sušenja i zrenja, uticalo i na intenziviranje oksidativnih promena u kobasicama proizvedenim u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni tokom vremena skladištenja.

Visoka vrednost sadržaja malondialdehida u neupakovanoj kobasici C3 grupe (5,10 mg/kg), kao i u svim kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni ukazuje na moguću pojavu užegnuća. Naime, prema podacima iz literature, za sveže meso i proizvode od mesa prag osetljivosti za detekciju užegnuća odgovara vrednostima malondialdehida od 0,5 -1 mg/kg (Kusmider i dr., 2002; Zanardi i dr., 2004; Mandić, 2007), dok je u fermentisanim kobasicama ta granica pomerena i do vrednosti od 2 mg/kg (Ansorena i Astiasaran., 2004; Salgado i dr., 2005; Valencia i dr., 2006). Sa druge strane, u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni pakovanim u vakuumu ove vrednosti su bile statistički značajno manje u odnosu na neupakovane kobasice i kretale su se u intervalu od 0,57 mg/kg (D2) do 1,19 mg/kg (E1).

Dobijeni rezultati u skladu su sa podacima iz literature (Ansorena i Astiasaran., 2004; Valencia i dr., 2006).

Ako se uporede vrednosti sadržaja malondialdehida u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni, zapaža se da su kobasice D1 i D2 grupe imale statistički značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj malondialdehida u odnosu na kobasice E1 i E2 grupe. Kako su u neupakovanim kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni utvrđene visoke vrednosti sadržaja malondialdehida 210. dana proizvodnje (tabela 5.C.2), lipolitičke i oksidativne promene u ovim kobasicama dalje nisu određivane. Sa druge strane, u kobasicama proizvedenim u prvoj i drugoj proizvodnoj sezoni ovi parametri ispitani su i 270. dana proizvodnje. U neupakovanim kobasicama iz obe proizvodne sezone, osim kobasica B1 i C2 grupe, dolazi do smanjenja sadržaja malondialdehida 270. dana proizvodnje. Smanjenje sadržaja malondialdehida tokom vremena skladištenja verovatno, posledica je interakcije malondialdehida sa razgradnim produktima nastalim u toku procesa zrenja, kao što su aminokiseline, peptidi i dr. (Janero, 1990; Ansorena i Astiasaran, 2004; Šojić i dr., 2013). Nakon 270 dana procesa proizvodnje pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi dovelo je do manjih oksidativnih promena na lipidima u odnosu na neupakovane kobasice.

Pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, kao i upotreba hitozanskih filmova u zaštiti kobasica C3 grupe, uticalo je da vrednosti sadržaja malondialdehida i nakon 270 dana proizvodnje budu manje od 1 mg/kg. Dobijeni rezultati ukazuju na dobru oksidativnu stabilnost u ovim kobasicama, uprkos dugom vremenu skladištenja (270. dan proizvodnje, odnosno 225, 210. i 180. dan skladištenja). Sadržaj malondialdehida u kobasici B2 grupe 270. dana proizvodnje kretao se u intervalu od 0,16 mg/kg u neupakovanoj i kobasici pakovanoj u vakuumu, do 0,20 mg/kg u kobasici pakovanoj u modifikovanoj atmosferi. Generalno, kobasica B2 grupe, proizvedena od ohlađenog mesa, napunjena u kolageni omotač i podvrgnuta sporijim uslovima sušenja i zrenja u domaćinstvu imala je najbolju oksidativnu stabilnost.

Pored sadržaja malondialdehida, oksidativne promene u *Petrovačkoj kobasici* proizvedenoj u drugoj i trećoj proizvodnoj sezoni praćene su i preko sadržaja zasićenih alifatičnih aldehida (tabele od 5.C.3 do 5.C.8). Propanal je bio najdominantniji aldehyd u sumi zasićenih alifatičnih aldehida u kobasicama proizvedenim u obe proizvodne sezone, kako tokom procesa sušenja, tako i tokom vremena skladištenja. Dobijeni rezultati u suprotnosti su sa brojnim podacima iz literature (Valencia i dr., 2006; Olivares i dr., 2009; Sun i dr., 2010),

ali se veoma dobro slažu sa rezultatima koje su u sličnim proizvodima od mesa utvrdili Josquin i dr., (2012). Visoke vrednosti propanala specifične su za *Petrovačku kobasicu* (Krkić i dr., 2013a; Šojić i dr., 2013) i posledica su verovatno većeg udela linolenske kiseline u sumi slobodnih masnih kiselina. Nadalje, razlike u sadržaju propanala, tipičnog razgradnog produkta oksidativne razgradnje linolenske kiseline (Augustin i dr., 2006; Ross i Smith, 2006) između kobasica proizvedenih u 2 proizvodne sezone bile su statistički značajne ($P < 0,05$). Naime, tokom celokupnog procesa proizvodnje kobasice proizvedene u trećoj sezoni imale su veći sadržaj propanala u odnosu na kobasice proizvedene u drugoj proizvodnoj sezoni. Ove razlike mogu se dovesti u vezu sa većim sadržajem linolenske kiseline u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni. Naime, u toku procesa sušenja sadržaj linolenske kiseline u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni se kretao u intervalu od 1,33-2,17% i bio je veći u odnosu na taj sadržaj u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni (0,94% do 1,05%) (tabela 5.A.3).

Takođe, i sadržaj pentanala i heksanala (tabela 5.C.4. i 5.C.5), razgradnih produkata oksidativne razgradnje linolne kiseline (Varlet i dr., 2007) je bio veći u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni. Vrednosti sadržaja heksanala u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni na kraju procesa sušenja kretale su se u intervalu od 0,05-0,13 $\mu\text{g/g}$ i bile su veoma slične sa rezultatima koje su u fermentisanim kobasicama utvrdili Misharina i dr., (2001), Ansorena i Astiasaran. (2004) i Valencia i dr. (2006). Istog dana procesa proizvodnje vrednosti sadržaja heksanala u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni kretale su se intervalu od 1,21-2,45 $\mu\text{g/g}$. Slične vrednosti Demeyer i dr. (2000) utvrdili su u fermentisanim kobasicama proizvedenim u oblasti Mediterana. Razlike u sadržaju heksanala, između kobasica proizvedenih u dve proizvodne sezone mogu se dovesti u vezu i sa razlikama u sadržaju linolne kiseline između tih kobasica. Naime, kobasice proizvedene u trećoj sezoni imale su i veći udeo linolne kiseline što je verovatno uticalo i na intenzivnije oksidativne promene na lipidima u tim kobasicama. Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 5.C.6. zapaža se da su se numeričke vrednosti sadržaja heptanala na kraju procesa sušenja veoma malo razlikovle između ispitanih grupa kobasica proizvedenih u obe proizvodne sezone. Naime, najmanja vrednost sadržaja heptanala utvrđena je u kobasici C1, a najveća u kobasici E1 grupe. Izuzev kobasice E2 grupe, sadržaj oktanala u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni je bio statistički značajno veći ($P < 0,05$) u odnosu na taj sadržaj u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni (tabela 5.C.7). Smanjenje sadržaja heptanala (C1, C2, C3 i D1) 120. dana proizvodnje, kao i oktanala već po

završetku procesa sušenja u kobasicama C1 i C2 grupe proizvedenih u drugoj, kao i u svim kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni, verovatno je posledica daljih oksidativnih promena na aldehidima (Andrés i dr., 2004; Krkić i dr., 2013b; Šojić i dr., 2013). Kao posledica većeg sadržaja polinezasićene linolne i linolenske kiseline, ali verovatno i pod uticajem viših temperatura tokom procesa sušenja i zrenja, sadržaj pojedinačnih aldehida, kao i njihova suma je bila veća u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni. Takođe u uslovima nižih vrednosti pH (D1, D2, E1 i E2 grupa), stvaraju se pogodni uslovi za intenzivniji rast laktobacila koji pokazuju prooksidativno dejstvo (Leroy i dr., 2006; Vasilev i dr., 2010), što je verovatno, dodatno utcalo na intenziviranje oksidativnih promena i nastanak aldehida u ovoj proizvodnoj sezoni. Ovim je delom dat odgovor i na pitanje šta je više uzrokovalo niže vrednosti sadržaja MDA u kobasicama D1, D2, E1 i E2 grupe u odnosu na kobasice proizvedene u drugoj proizvodnoj sezoni (C1, C2 i C3 grupa), posebno kada se ima u vidu da je proces lipolize na kraju sušenja bio intenzivniji u kobasicama proizvedenim u trećoj sezoni. Na kraju procesa sušenja, između kobasica proizvedenih u drugoj proizvodnoj sezoni nije bilo statistički značajnih ($P > 0,05$) razlika u sadržaju ispitanih aldehida. Međutim na kraju vremena skladištenja (270. dan) ove razlike bile su statistički značajne ($P < 0,05$). Naime, kobasica napunjena u prirodni omotač izrađena ručnim mešanjem nadeva imala je najmanji sadržaj ispitanih aldehida. S obzirom da je osim sadržaja malondialdehida i oktanela, sadržaj propanala, pentanala, heksanala i heptanala bio najmanji u kobasici C1 grupe, može se zaključiti da je intenzitet oksidativnih promena bio najmanji u kobasici izrađenoj ručnim mešanjem i napunjenoj u prirodni omotač. Pored vrednosti malondialdehida u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni, i dobijene vrednosti sadržaja zasićenih alifatičnih aldehida (osim oktanela) ukazuju da je kobasica D2 grupe, izrađena sa dodatkom starter kulture i podvrgnuta sušenju i zrenju u domaćinstvu na kraju procesa sušenja imala najbolju oksidativnu stabilnost.

U saglasnosti sa utvrđenim sadržajima malondialdehida (tabela 5.C.2) tokom vremena skladištenja (210. dan) sadržaj propanala, pentanala, heksanala, heptanala, kao i suma zasićenih alifatičnih aldehida bila je statistički značajno ($P < 0,05$) veća u neupakovanim kobasicama podvrgnutim sušenju i zrenju u domaćinstvu u odnosu na te vrednosti u kobasicama podvrgnutim industrijskim uslovima sušenja i zrenja (E1 i E2). Razlike u sadržaju zasićenih alifatičnih aldehida između kobasica proizvedenih u domaćinstvu i industrijskim uslovima mogu se posmatrati i iz drugog ugla. Nasuprot kobasicama proizvedenim u domaćinstvu, u kobasicama proizvedenim u industrijskim uslovima po

završetku procesa sušenja dolazi do smanjenja sadržaja malondialdehida kao i sadržaja propanala, heksanala i heptanala. Moguće je da je u toku vremena skladištenja u proizvodima od mesa pod uticajem viših temperatura procesa došlo do destrukcije nastalih aldehida i formiranja drugih razgradnih produkata koji u okviru rada na ovoj doktorskoj disertaciji nisu ispitani. Pored toga pod uticajem viših temperatura procesa sušenja smanjenje koncentracije nastalih aldehida može se dovesti u vezu i sa njihovim reakcijama sa razgradnim produktima proteolize (Andrés i dr., 2004; Qiu i dr., 2013). Na kraju vremena skladištenja (270. dan), pored sadržaja malondialdehida, u kobasicama proizvedenim u drugoj proizvodnoj sezoni vrednosti sadržaja propanala, pentanala, heksanala, kao i sume zasićenih aldehida bile su statistički značajno manje ($P < 0,05$) u kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi u odnosu na te sadržaje u neupakovanim kobasicama. Takođe, i u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni vrednosti sadržaja propanala, pentanala, heksanala, kao i sume zasićenih aldehida bile su statistički značajno ($P < 0,05$) manje u kobasciama pakovanim u vakuumu u odnosu na navedene parametre oksidacije u neupakovanim kobasicama.

Generalno, pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi dovodi do inhibiranja oksidativnih promena na lipidima *Petrovačke kobasice*. Dobijeni rezultati se veoma dobro slažu sa podacima iz literature (Ansorena i Astiasarán., 2004; Valencia i dr., 2006; Valencia i dr., 2007). Naime, uklanjanjem kiseonika iz proizvoda dolazi do inhibiranja oksidativnih promena na lipidima (Šakota, 2002; Robertson, 2006; Petrović, 2011b).

Primena hitozanskih filmova u kobasicama C3 i E1 grupe dovela je do statistički značajno ($P < 0,05$) manjih vrednosti sadržaja propanala, pentanala, i sume zasićenih aldehida u odnosu na te vrednosti u neupakovanim kobasicama tokom dužeg vremena skladištenja. U kobasicama E2 grupe nije došlo do inhibitornog delovanja hitozanskih filmova na oksidaciju lipida, s obzirom da osim utvđenih vrednosti malondialdehida, ni sadržaji propanala, pentanala, heptanala, oktanala kao i sume zasićenih aldehida nisu imali manje vrednosti u odnosu na ove parametre u neupakovanim kobasicama.

Senzorna ocena mirisa i ukusa u kobasicama proizvedenim u sve tri proizvodne sezone tokom procesa sušenja prikazana je na grafiku 5.D.9. Na osnovu dobijenih rezultata zapaža se da je osim u kobasicama A1 i E1 grupe, utvrđena prosečna senzorna ocena mirisa i ukusa u kobasicama proizvedenim u tri proizvodne sezone na kraju procesa sušenja bila veća od 4,00. U prvoj proizvodnoj sezoni najveće vrednosti senzorne ocene mirisa i ukusa utvđene su u

kobasicama B1 (4,95) i B2 grupe (4,95), proizvedenim od ohlađenog mesa i podvrgnutim dužim uslovima sušenja i zrenja u domaćinstvu (90 dana). Nadalje, ocene mirisa i ukusa utvrđenog senzornom analizom u tim kobasicama bile su statistički značajno veće ($P < 0,05$) u odnosu na te ocene kobasica proizvedenih od toplog mesa, podvrgnutih uslovima sušenja i zrenja u domaćinstvu (A1 i A2), kao i u odnosu na kobasice proizvedene od ohlađenog mesa, podvrgnutim industrijskim uslovima sušenja i zrenja (B3 i B4). Na kraju procesa sušenja, osim u kobasicama, A1 i A2 kao i u kobasicama B3 i B4 grupe, vrsta omotača (prirodni i veštački) nije imala značajniji uticaj na razlike u senzornoj oceni mirisa i ukusa između ispitanih grupa kobasica (B1 i B2; C1 i C2 grupe) proizvedenih u prvoj i drugoj proizvodnoj sezoni. Nadalje, ni način izrade nadeva (ručni i mašinski) nije uticao na razlike u senzornoj oceni mirisa i ukusa između kobasica proizvedenih u drugoj proizvodnoj sezoni (grafik 5.D.9). U trećoj proizvodnoj sezoni, u kobasici izrađenoj sa dodatkom starter kulture, podvrgnutoj nižim temperaturama sušenja i zrenja u domaćinstvu (D2) utvrđena je najveća senzorna ocena mirisa i ukusa (4,34) na kraju procesa sušenja (90. dan). Ako se uporede senzorna svojstva mirisa i ukusa u kobasicama proizvedenim u tri proizvodne sezone, zapaža se da su kobasice proizvedene u prvoj sezoni kako tokom procesa sušenja tako i tokom vremena skladištenja imale bolja senzorna svojstva u odnosu na kobasice proizvedene u druge dve proizvodne sezone.

Senzorna svojstva mirisa i ukusa u kobasicama proizvedenim u tri proizvodne sezone tokom vremena skladištenja prikazana su na graficima od 5.D.10. do 5.10.12. Na kraju vremena skladištenja (270. dan) najveća ocena mirisa i ukusa utvrđena je u kobasici B2 grupe pakovanoj u vakuumu (4,95). Istog dana proizvodnje u neupakovanoj, kao i u kobasici pakovanoj u modifikovanoj atmosferi B2 grupe utvrđene su visoke ocene senzornih svojstava mirisa i ukusa, 4,56 i 4,74, respektivno. Dobijeni rezultati mogu se dovesti u vezu i sa relativno malim sadržajem malondialdehida u tim kobasicama (0,16-0,20 mg/kg) (tabela 5.C.2). Sa druge strane, najniža senzorna ocena mirisa i ukusa utvrđena je u kobasici E2 grupe već 120. dana proizvodnje (1,00 mg/kg), što se može dovesti u vezu i sa visokim sadržajem malondialdehida u toj kobasici (4,31 mg/kg) (tabela 5.C.2). Tokom dužeg vremena skladištenja (210. i 270. dan proizvodnje) u kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi kao i u kobasicama zaštićenim hitozanskim filmovima (C3 i E2), utvrđene su više ocene mirisa i ukusa u odnosu na te ocene u neupakovanim kobasicama. Dobijeni rezultati mogu se dovesti u vezu sa manjim oksidativnim promenama u tim

kobasicama, izraženim preko sadržaja malondialdehida i sadržaja zasićenih alifatičnih aldehida (tabele od 5.C.2. do 5.C.8).

Generalno, ako se utvrđene ocene mirisa i ukusa i ukupnog senzornog kvaliteta u kobasicama proizvedenim u tri proizvodne sezone tokom vremena skladištenja dovedu u vezu sa vrednostima sadržaja malondialdehida, zapaža se da u svim kobasicama koje su senzorno ocenjene ocenom iznad 4,50 za ukupni kvalitet (Ikonić, 2013), koja ukazuje na veoma dobra senzorna svojstva, pa i mirisa i ukusa (Radovanović i Popov-Raljić, 2001), sadržaj malondialdehida je bio manji od 1,3 mg/kg. Do sličnih rezultata došli su i Ansorena i Astiasaran., (2004), Salgado i sar., (2005) i Valencia i sar., (2006) u proizvodima u tipu fermentisanih kobasica, te se ta vrednost može smatrati i graničnom vrednošću, odnosno promovisati u kvantitativni pokazatelj stepena oksidacije *Petrovačke kobasice*, koji bi trebalo da obezbedi optimalni senzorni kvalitet i u kontrolisanim uslovima proizvodnje.

Prethodna analiza je pokazala da su u prvoj sezoni kobasice izrađene od ohlađenog mesa (B2 grupa), po tradicionalnom postupku na kraju procesa sušenja (90. dan), zrenja (120. dan) i skladištenja (270. dan) imale vrhunski, odnosno optimalni kvalitet, tj. senzornu ocenu mirisa i ukusa. Ikonić (2013) je dokazao da je za postizanje optimalnog senzornog kvaliteta potrebno obezbediti i optimalni tok sušenja, odnosno da je potrebno obezbediti takve procesne parametre, koji promovišu sporo sušenje, naročito u početnoj fazi procesa. To znači da u fazi dimljenja, gubitak vlage treba da je na nivou od oko 15%, a da do 30. dana kobasice izgube još oko 10% svoje inicijalne mase, a do kraja sušenja ukupni gubitak mase treba da iznosi 35-40%. Istovremeno, ambijentalna temperatura tokom čitavog procesa mora biti niža od 10⁰C. Ova kinetika sušenja treba da obezbedi i veoma malu fermentaciju, odnosno mali pad vrednosti pH. Kobasice B2 grupe, proizvedene u prvoj proizvodnoj sezoni imale su neznatnu promenu vrednosti pH od 5,70 (nadev), a pH vrednost je do 60. dana opala na minimalnu vrednost od 5,4, a potom je počela da raste do 5,88 (270. dan, neupakovane kobasice). S obzirom da su do kraja skladištenja ove kobasice sačuvale optimalan senzorni kvalitet mirisa i ukusa, ovaj model promene vrednosti pH se može, takođe okarakterisati kao optimalan (Petrović i dr., 2011), te ga treba preneti u kontrolisane uslove proizvodnje *Petrovačke kobasice* radi postizanja vrhunskog kvaliteta.

Na kraju treba predočiti korelativnu vezu između pokazatelja lipolitičkih i oksidativnih promena i nastalog optimalnog senzornog kvaliteta kobasica B2 grupe, te utvrditi da li je i u kojoj meri taj model prenet u kontrolisane uslove proizvodnje, što je i bio cilj ovih izučavanja.

Kao što je u prethodnoj analizi zaključeno, u prvoj proizvodnoj sezoni, pa i B2 grupi kobasica, većim delom zbog niske acidifikacije ostvareni obim lipolize može se pripisati dejstvu lipolitičkih enzima autohtonih mikrokoka. Nadalje, zbog niskih temperatura, relativno visoke vrednosti pH i spore lipolize i oksidativni procesi su tekli sporo, odnosno nakupljanje sekundarnih produkata oksidacije, koji bi umanjili senzorni kvalitet, bilo je u granicama koje obezbeđuju vrhunski kvalitet kobasica izrađenih u tradicionalnim uslovima. Istovremeno u postavljenim modelima proizvodnje *Petrovačke kobasice* u kontrolisanim uslovima (B3, B4, C1, C2, C3, E1 i E2), zbog određenih odstupanja procesnih parametara od optimalnih, izmenjenog mikrobiološkog profila BMK i odstupanja aktivnosti autohtonih mikrokoka (stafilokoka) od optimalne i tok acidifikacije je bio izmenjen, te je dejstvo svih ovih faktora rezultiralo intenzivnijim lipolitičkim i oksidativnim promenama, pojavom i drugih tehnoloških grešaka (Tasić, 2012; Ikonić, 2013) i konačno slabijim senzornim kvalitetom, odnosno mirisom i ukusom u tim kobasicama. U trećoj proizvodnoj sezoni kobasice su pripremljene na tradicionalan način na kraju zimskog perioda, te je korišćena komercijalna starter kultura, radi korekcije pretpostavljene slabije aktivnosti autohtone mikroflore. Na osnovu prethodne analize može se zaključiti da je značajnije i duže prisustvo mlečno kiselih koka i autohtonih stafilokoka obezbedilo veću i raniju proteolizu u kobasicama D2 grupe (Ikonić, 2013), a i lipolizu, a zatim i manje izražene oksidativne promene (niska temperatura) i time dovelo do homogenizacije nadeva boljeg ukupnog senzornog kvaliteta u odnosu na kobasice D1 grupe. Istovremeno u kobasicama E2 grupe, zbog visoke temperature u fazi dimljenja i znatno bržeg sušenja (Ikonić, 2013) došlo je do nestanka mlečno kiselih koka, odnosno značajnog smanjenja broja stafilokoka, koje su se ipak u većem broju zadržale do kraja procesa sušenja u ovoj grupi kobasica u odnosu na kobasicu D2 grupe, što je uticalo na intenziviranje lipolize, a potom i oksidativnih promena i konačno, na značajno smanjenje senzornih svojstvima mirisa i ukusa.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata dobijenih ispitivanjem lipolitičkih i oksidativnih promena na lipidima u tradicionalnoj *Petrovačkoj kobasici* tokom standardizacije bezbednosti i kvaliteta i diskusije tih rezultata može se zaključiti:

- da se sadržaj ukupnih lipida u nadevu kobasica proizvedenih u prvoj proizvodnoj sezoni kretao u intervalu od 17,52% do 18,86%, u drugoj od 22,35% do 23,40%, a u trećoj od 13,71% do 13,98%, a da je po preporučenim kriterijumima DPP, za ostvarenje traženog kvaliteta *Petrovačke kobasice* u početnoj formulaciji nadeva sadržaj ukupnih lipida trebao biti $\leq 20\%$,
- da u uslovima viših temperatura sušenja i zrenja (kontrolisani uslovi) dolazi i do intenzivnijeg koncentrisanja sadržaja suve materije i povećanja sadržaja ukupnih lipida, u odnosu na sušenje i zrenje na nižim temperaturama (tradicionalni uslovi),
- da je na kraju procesa sušenja samo kobasica C3 grupe imala sadržaj ukupnih lipida veći od 35%, a što je postavljeno kao kriterijum kvaliteta, za tradicionalnu *Petrovačku kobasicu*,
- da su kobasice napunjene u prirodni omotač (A1, B1, B3) imale značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj ukupnih lipida u odnosu na kobasice napunjene u veštački omotač (A2, B2, B4), na kraju procesa sušenja,
- da u kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi dolazi do sporijeg povećanja sadržaja ukupnih lipida, tokom vremena skladištenja,
- da su kobasice proizvedene u trećoj proizvodnoj sezoni imale statistički značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj linolne i linolenske kiseline u odnosu na kobasice proizvedene u drugoj proizvodnoj sezoni, na kraju procesa sušenja,
- da način izrade nadeva (ručni i mašinski) i vrsta omotača (prirodni i veštački) nisu doveli do značajnih ($P > 0,05$) razlika u sumi zasićenih, nezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina, tokom procesa sušenja,
- da su na kraju procesa sušenja sume polinezasićenih masnih kiselina bile statistički značajno ($P < 0,05$) veće u kobasicama izrađenim sa dodatkom starter kulture (D2=20,12% i E2=19,24%), u odnosu na one izrađene bez dodatka starter kulture (D1=19,55% i E1=18,74%),
- da je 150, odnosno 120. dana skladištenja (210. dan proizvodnje) suma polinezasićenih masnih kiselina u kobasicama D1 i D2 grupe pakovanim u vakuumu,

kao i u kobasici E1 grupe zaštićenom hitozanom bila statistički značajno ($P < 0,05$) veća u odnosu na sadržaj polinezasićenih masnih kiselina u neupakovanim kobasicama,

- da je na kraju vremena skladištenja (270. dan proizvodnje) suma polinezasićenih masnih kiselina bila statistički značajno ($P < 0,05$) veća u kobasici C1 grupe pakovanoj u vakuumu (16,92%) u odnosu na taj sadržaj u neupakovanoj kobasici (16,30%),
- da je sadržaj holesterola bio najmanji u nadevu kobasica C1 i C2 grupe (47,45 mg/100g), a najveći u nadevu kobasice C3 grupe 49,98 mg/100g,
- da su kobasice proizvedene u trećoj proizvodnoj sezoni, (inicijalni sadržaj lipida u nadevu oko 14%) imale statistički značajno ($P < 0,05$) veći sadržaj holesterola u odnosu na kobasice proizvedene u drugoj proizvodnoj sezoni (inicijalni sadržaj lipida u nadevu oko 23%), na kraju procesa sušenja,
- da vrsta omotača i način mešanja, kao ni dodatak starter kulture nisu uticali na razlike u sadržaju ukupnog holesterola,
- da je sadržaj holesterola u kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi bio statistički značajno ($P < 0,05$) veći u odnosu na taj sadržaj u neupakovanim kobasicama, tokom dužeg vremena skladištenja (210, i 270. dan proizvodnje), verovatno zbog manjeg obima oksidacije,
- da je intenzitet lipolitičkih promena izražen preko vrednosti kiselinskog broja bio značajno ($P < 0,05$) manji u kobasicama izrađenim u tradicionalnim uslovima od ohlađenog mesa u odnosu na taj sadržaj u kobasicama izrađenim od toplog mesa,
- da je tokom procesa sušenja u kobasicama proizvedenim u prvoj i drugoj proizvodnoj sezoni intenzitet lipolitičkih promena bio značajno ($P < 0,05$) manji u kobasicama napunjenim u veštački omotač, u odnosu na te promene u kobasicama napunjenim u prirodni omotač,
- da u uslovima nižih temperatura sušenja i zrenja (tradicionalni uslovi) dolazi do manjih lipolitičkih promena,
- da je u kobasicama D2 i E2 grupe dodatak starter kulture doveo do značajnog ($P < 0,05$) intenziviranja lipolitičkih promena tokom procesa sušenja, u odnosu na kobasice izrađene bez dodatka starter kulture (D1 i E1 grupa),
- da su u uslovima bržeg pada vrednosti pH tokom procesa sušenja (60. dan $\text{pH} < 5,3$) (kobasice proizvedene u 2. i 3. sezoni) lipolitičke promene tokom skladištenja uglavnom u funkciji endogenih enzima,

- da su na kraju procesa sušenja kobasice izrađene na tradicionalan način od ohlađenog mesa (B1, B2, B3, B4) imale statistički značajno ($P < 0,05$) manji sadržaj malondialdehida u odnosu na kobasice izrađene od toplog mesa (A1 i A2),
- da je kobasica C3 grupe (mašinski mešan nadev) na kraju procesa sušenja imala značajno ($P < 0,05$) manji sadržaj malondialdehida u odnosu na kobasice izrađene ručnim mešanjem (C1 i C2),
- da je upotreba starter kulture u kobasicama D2 i E2 grupe na kraju procesa sušenja uticala na smanjenja sadržaja malondialdehida,
- da su tokom vremena skladištenja kobasice većine izrađenih grupa, pakovane u vakuumu i modifikovanoj atmosferi, imale manji sadržaj malondialdehida u odnosu na neupakovane kobasice,
- da je 270. dana proizvodnje sadržaj malondialdehida bio najmanji u kobasici izrađenoj od ohlađenog mesa u uslovima sporijeg sušenja i zrenja u domaćinstvu ($B2N=0,16$ mg/kg; $B2V=0,16$ mg/kg; $B2M=0,20$ mg/kg),
- da je u kobasicama proizvedenim u prvoj proizvodnoj sezoni u tradicionalnim uslovima (decembar-septembar) sporijeg sušenja i zrenja (prosečna temperatura oko 10°C), koje prati i sporiji pad vrednosti pH (60. dan $\text{pH} \geq 5,3$) došlo do manjih oksidativnih promena i da se to može smatrati optimalnim modelom promena na lipidima, koje treba ostvariti i u kontrolisanim uslovima proizvodnje, pri nešto bržem sušenju,
- da je sadržaj NaCl u nadevu kobasica proizvedenim u sve tri proizvodne sezone bio manji od 2% i da nije imao značajniji uticaj na inicijalnu oksidaciju lipida, ali da je tokom sušenja i skladištenja kobasica došlo do neujednačenog porasta sadržaja NaCl, što je verovatno dodatno uticalo na povećani obim oksidativnih promena na lipidima u nekim grupama kobasica,
- da je propanal bio najdominantniji aldehid u sumi zasićenih alifatičnih aldehida tokom celokupnog procesa proizvodnje *Petrovačke kobasice*,
- da su u kobasicama izrađenim u drugoj proizvodnoj sezoni utvrđene vrednosti sadržaja zasićenih alifatičnih aldehida (propanala, heksanala, sume zasićenih alifatičnih aldehida) bile statistički značajno ($P < 0,05$) manje u odnosu na te sadržaje u kobasici proizvedenoj u trećoj proizvodnoj sezoni,
- da na kraju procesa sušenja u kobasicama proizvedenim u drugoj sezoni vrsta omotača i način mešanja nisu uticali na razlike u sadržaju zasićenih alifatičnih aldehida,

- da je na kraju procesa sušenja u kobasicama proizvedenim u trećoj proizvodnoj sezoni, kobasica D2 grupe izrađena sa dodatkom starter kulture i podvrgnuta sušenju i zrenju u domaćinstvu, imala najmanji sadržaj zasićenih alifatičnih aldehida,
- da je nakon 210 dana proizvodnje sadržaj zasićenih alifatičnih aldehida bio najmanji u kobasici D2 grupe pakovanoj u vakuumu, u odnosu na sve ispitane grupe kobasica,
- da je tokom dužeg vremena skladištenja u kobasicama pakovanim u vakuumu i modifikovanoj atmosferi došlo do manjih oksidativnih promena na lipidima, praćenih promenom sadržaja zasićenih alifatičnih aldehida, u odnosu na neupakovane kobasice,
- da je na kraju vremena skladištenja (270. dan proizvodnje) sadržaj zasićenih alifatičnih aldehida bio najmanji u kobasici izrađenoj ručnim mešanjem i napunjenoj u prirodni omotač (C1),
- da je na kraju procesa sušenja u kobasicama B1 i B2 grupe utvrđena senzorna ocena mirisa i ukusa bila najveća (4,95),
- da su nakon 210 dana proizvodnje u kobasicama B1 i B2 grupe pakovanim u vakuumu senzorna svojstva mirisa i ukusa ocenjena maksimalnom ocenom (5,00),
- da pakovanje u vakuumu i modifikovanoj atmosferi dovodi do očuvanja senzornih svojstava mirisa i ukusa tokom dužeg vremena skladištenja,
- da su kobasice izrađene od ohlađenog mesa u uslovima sporijeg sušenja i zrenja u domaćinstvu (B1 i B2) imale dobra senzorna svojstva mirisa i ukusa (ocena > 4,50) i nakon 270 dana proizvodnje,
- da vrednost malondialdehida do 1,30 mg/kg ne dovodi do značajnijeg narušavanja senzornih svojstava mirisa i ukusa (ocena > 4,50), te da se ta vrednost može usvojiti kao kvantitativni pokazatelj prihvatljivog stepena oksidacije na lipidima u *Petrovačkoj kobasici* i u kontrolisanim uslovima proizvodnje,
- generalno, da je dodatak starter kulture pozitivno uticao na tok lipolize i na smanjenje oksidativnih promena na lipidima kobasica D2 grupe, izrađenih na tradicionalan način van proizvodne sezone, jer su kobasice te grupe i pored intenzivnijeg sušenja na višim temperaturama imale više od 90% ukupnog senzornog kvaliteta, odnosno senzorna ocena mirisa i ukusa je iznosila 4,34, što nije bio slučaj sa kobasicama D1 grupe izrađenim u istim ambijentalnim uslovima bez dodatka starter kulture, te da se mora nastaviti rad na profilisanju autohtone starter kulture, uz dalje modelovanje procesa sušenja radi standardizacije bezbednosti i kvaliteta *Petrovačke kobasice*.

8. LITERATURA

- Acworth, I.A. (2003). The handbook of redox biochemistry. ESA Inc., Chelmsford, USA.
- Acwort, I.N., MsCabe, D.R., Maher, T.J. (1997). In Oxidants and Free Radicals. Washington, USA.
- Addis, P.B. (1986). Occurrence of lipid oxidation products in foods. Food Chemical Toxicology, 24, 1021–1030.
- Aguirrezábal, M.M., Mateo, J., Domínguez, M.C., Zumalacaárregui, J.M. (2000). The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausages. Meat Science, 54, 77–81.
- Ahmad, N., Fazal, H., Abbasi, B.H., Farooq, S., Ali, M., Kan, M.A. (2012). Biological role of *Piper Nigrum* L. (Black papper): A review. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 1945–1953.
- Ahvenainen, R. (2003). Novel Food Packaging Techniques. VTT Biotechnology, Finland.
- Aidos, I., Lourenco, S., Van der Padt, A., Luten, J.B., Boom, R.M. (2002). Stability of crude herring oil produced from fresh byproducts: Influence of temperature during storage. Journal of Food Science, 67, 3314–3320.
- Alasnier, C., Gandemer, G. (2000). Activities of phospholipases A and lysophospholipases in glycolytic and oxidative skeletal muscles in the rabbit. Journal of the Science of Food and Agriculture, 80, 698–702.
- Alina, A.R., Shazamawati, Z.H., Nor'Atiqah, N. Thema Juhana, M.J., Juriani, J., Syamsul, K.M.W., Siti Mashitoh, A. (2011). Effect of storage on fatty acid methyl ester (FAME) and cholesterol oxidation products (COPs) in different type of sausages. World Applied Sciences Journal (Towards the Traceability of Halal and Thooyiban Application), 15, 45–50.
- Andrés, A., Cava, R., Ventanas, J., Muriel, E., Ruiz, J. (2004). Lipid oxidative changes throughout the ripening of dry-cured Iberian hams with different salt contents and processing conditions. Food Chemistry, 84, 375–381.

- Ansorena, D., Astiasarán, I. (2004). Effect of storage and packaging on fatty acid composition and oxidation in dry fermented sausages made with added olive oil and antioxidants. *Meat Science*, 67, 237–244.
- Augustin, M.A., Sanguansri, L., Bode, O. (2006). Maillard reaction products as encapsulants for fish oil powders. *Journal of Food Science*, 71, 25–32.
- Babić, Lj., Borota, R., Dujmović, F., Đerić, M., Kulauyov, M., Lučić, A., Sedlak, V., Stošić, Z. (2002). Priručnik praktičnih i seminarskih vežbi iz patološke fiziologije. VII prerađeno i dopunjeno izdanje, Medicinski fakultet, Novi Sad.
- Baggio, S.R., Bragagnolo, N. (2006). Cholesterol oxide, cholesterol, total lipid and fatty acid contents in processed meat products during storage. *Food Science and Technology*, 39, 513–520.
- Baraniak, B., Szymanowska, U. (2006). Lipoxygenase in food of plant origin. *Food Technology Quality*, 2, 29–45.
- Barbut, S. (2007). *Texture u: Handbook of fermented meat and poultry* (Toldrá, F., Hui, Y.H., Astiasarán, I., Nip, W.K., Sebranek, J.G., Silveira, E.T.F., Stahnke L.H., Talon R., ur.). Blackwell Publishing, Ames, Iowa, USA.
- Barriere, C., Leroy-Setrin, S., Talon, R. (2001). Characterization of catalase and superoxide dismutase in *Staphylococcus carnosus* 833 strain. *Journal of Applied Microbiology*, 91, 514–519.
- Barriere, C., Bruckner, R., Centeno, D., Talon, R. (2002). Characterisation of the kat A gene encoding a catalase and evidence for at least a second catalase activity in *Staphylococcus xylosum*, bacteria used in food fermentation. *FEMS Microbiology Letters*, 216, 277–283.
- Bastić, LJ. (1986). Sastav i termičko ponašanje intramuskularnih lipida *M. Semimembranosus* svinja. Doktorska disertacija, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd.
- Bem, Z., Adamić, J. (1991). Mikrobiologija mesa i proizvoda od mesa, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Berger, R.G., Macku, C., German, J.B., Shibamoto, T. (1990). Isolation and identification of dry salami volatiles. *Journal of Food Sciences*, 55, 1239–1242.
- Bockisch, M. (1998). *Fats and Oils Handbook*. AOCS press, Champaign, Illinois, USA.

- Borović, B., Vesković, S., Velebit, B., Baltić, T., Spirić, D. (2009). Dominant microflora isolated from traditionally fermented "Sremska sausage". *Meat Technology*, 50, 227–231.
- Botstoglou, N.A., Fletouris, D.J., Papageorgiou, G.E., Vassilopoulos, V.N., Mantis, A.J., Trakatellis, A.G. (1994). Rapid, sensitive, and specific thiobarbituric acid method for measur lipid peroxidation in animal tissue, food, and feedstuff samples. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 42, 1931–1937.
- Bozkurt, H., Erkmen, O. (2002). Effects of starter cultures and additives on the quality of Turkish style sausage (sucuk). *Meat Science*, 61, 149–156.
- Bozkurt, H., Erkmen, O. (2007). Effects of some commercial additives on the quality of sucuk (Turkish dry-fermented sausage). *Food Chemistry*, 101, 1465–1473.
- Bruna, J.M., Hierro, E.M., de la Hoz, L., Mottram, D.S., Fernández, M., Juan Ordóñez, J.A. (2001). The contribution of *Penicillium aurantiogriseum* to the volatile composition and sensory quality of dry fermented sausages. *Meat Science*, 59, 97–107.
- Buscailhon, S., Gandemer, G., Monin, G. (1994). Time-related changes in intramuscular lipids of French Dry cured ham. *Meat Science*, 37, 245–255.
- Campos, S.D., Alves, R., Mendes, E., Costa, A., Casal, S., Beatriz, M., Oliveira, M. (2013). Nutritional value and influence of the thermal processing on a traditional Portuguese fermented sausage (*alheira*). *Meat Science*, 93, 914–918.
- Čanadanović-Brunet, J.M. (1997). Kiseonikovi slobodni radikali prirodnih i model sistema. Doktorska disertacija, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Carlsen, C.U., Møller, J.K.S., Skibsted, L.H. (2005). Heme-iron in lipid oxidation. *Coordination Chemistry Review*, 249, 485–498.
- Carlson, P. (1993). Biokemija. Školska knjiga, Zagreb.
- Cava, R., Ruiz, J., Ventanas, J., Antequera, T. (1999). Oxidative and lipolytic changes during ripening of Iberian hams as affected byfeeding regime: extensive feeding and alpha-tocopheryl acetate supplementation. *Meat Science*, 52, 165–172.
- 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 and Technology*, 10, 119–128.
- Choe E., Min, D.B. (2006). Mechanisms and factors for edible oil oxidation. comprehensive review, *Food Science Food Safety*, 5, 169–186.

- Cilla, I., Martínez, L., Beltrán, J.M., Roncalés, P. (2006). Dry-cured ham quality and acceptability as affected by the preservation system used for retail sale. *Meat Science*, 73, 581–589.
- Conte, A., Marino, R., Della Malva, A., Sevi, A., Del Nobile, M.A. (2012). Influence of different casings on salami produced with meat from buffalo and podolian cattle. *Journal of Food Quality*, 35, 127–136.
- Coutron-Gambotti, C., Gandemer, G. (1999). Lipolysis and oxidation in subcutaneous adipose tissue during dry-cured ham processing. *Food Chemistry*, 64, 95–101.
- Danilović, B. (2012). Promena populacije bakterija mlečne kiseline u toku zrenja *Petrovačke kobasice (Petrovska klobása)*. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet u Leskovcu, Univerzitet u Nišu.
- Danilović, B., Joković, N., Petrović, Lj., Veljović, K., Tolinački, M. Savić, D. (2011). The characterisation of lactic acid bacteria during the fermentation of an artisan Serbian sausage (*Petrovska Klobása*). *Meat Science*, 88, 668–674.
- Davenel, A., Riaublanc, A., Marchal, P., Gandemer, G. (1999). Quality of pig adipose tissue: Relationship between solid fat content and lipid composition. *Meat Science*, 51, 73–79.
- De Man, J. (1999). *Principles of Food Chemistry* (.treće izdanje), Springer Sciences, Business Media Inc., New York, USA.
- De Smet, S., Raes, K., Demeyer, D. (2004). Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: A review. *Animal Research*, 53, 81–98.
- Demeyer, D. (2004). *Meat Fermentation: Principles and Applications u: Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology* (Hui, H., Meunier-Goddik, L., Hansen, A., Josephsen, J., Nip, W.-K., Stanfield, P., Toldrá F., ur.), New York.
- Demeyer, D., Hoozee, J., Mesdom, H. (1974). Specificity of lipolysis during dry sausage ripening. *Journal of Food Science*, 39, 293–296.
- 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., Lorentsen, K., Venema, K., Sunesen, L., Stahnke, L., DeVuyst, L., Talon, R., Chizzolini, R., Eorola, S. (2000). Control of bioflavour and safety in fermented sausages: First results of a European project. *Food Research International*, 33, 171–180.

- Department of Health (1994). Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on Health and Social Subjects, HMSO, London.
- 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.
- Dimić, E. (2005). Hladno ceđena ulja. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Dupuy, H.P., Bailey, M.E., St. Angelo, A.J., Vercellotti, J.R., Legendre, M.G. (1987). Instrumental analysis of volatiles related to warmed-over flavor of cooked meats u; Flavor Quality of Fresh Meats: Warmed over Flavor (St. Angelo, AJ, Bailey, M.E., ur.). Orlando, USA.
- Đurović, R. (2011). Mikroekstrakcija u čvrstoj fazi (SPME) u određivanju ostataka pesticida u zemljištu. *Pesticides and Phytomedicine*, 26, 177–184.
- Đurović, R., Milinović, J., Marković, M., Marković, D. (2007). Mikroekstrakcija u čvrstoj fazi - uzorkovanje iz gasovite faze u određivanju ostataka pesticida, 1 - optimizacija uslova ekstrakcije. *Pesticidi i fitomedicina*, 22, 65–70.
- Enser, M., Richardson, R.I., Wood, J.D., Gill, B.P., Sheard, P.R. (2000). Feeding linseed to increase the n-3 PUFA of pork: fatty acid composition of muscle, adipose tissue, liver and sausages. *Meat Science*, 55, 201–212.
- Erkkilä, A., de Mello, V.D., Risérus, U., Laaksonen, D.E. (2008). Dietary fatty acids and cardiovascular disease: an epidemiological approach. *Progress in Lipid Research*, 47, 172–87.
- Fahy, E. (2005). A comprehensive classification system for lipids. *Journal of Lipid Research*, 46, 839–861.
- Fazni izveštaj za drugu godinu na Projektu: Razvoj tehnologije sušenja i fermentacije *Petrovačke kobasice* (*Petrovská klobása* – oznaka geografskog porekla) u kontrolisanim uslovima (TR 20037) (2010). Rukovodilac projekta: prof. dr Ljiljana Petrović.
- Fazni izveštaj za prvu godinu na Projektu: Razvoj tradicionalnih tehnologija proizvodnje fermentisanih suvih kobasica sa oznakom geografskog porekla u cilju dobijanja bezbednih proizvoda standardnog kvaliteta (TR 31032) (2012). Rukovodilac projekta: prof. dr Ljiljana Petrović.

- Fellenberg, M.A., Speisky, H. (2006). Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. *World Poultry Science Journal*, 62, 53–70.
- Fernández, M., Ordóñez, J.A., Bruna, J.M., Herranz, B., de la Hoz, L. (2000). Accelerated ripening of dry fermented sausage. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 201–209.
- Fernández–Fernández, E., Romero–Rodríguez, M.A., Vázquez–Oderiz, M.L. (2001). Physicochemical and sensory properties of Galician Chorizo sausage preserved by refrigeration, freezing, oil immersion or vacuum packing. *Meat Science*, 55, 94–104.
- Ferreira, V., Barbosa, J., Vendeiro, S., Mota, A., Silva, F., Monteiro, M.J., Hogg, T., Gibbs, P., Teixeira, P. (2006). Chemical and microbiological characterization of *alheira*: A typical Portuguese fermented sausage with particular reference to factors relating to food safety. *Meat Science*, 73, 570–575.
- Flores, M., Toldrá, F. (2011). Microbial enzymatic activities for improved fermented Meats. *Trends in Food Sciences and Technology*, 22 (2–3), 81–90.
- Flores, M., Alasnier, C., Aristoy, M. C., Navarro, J. L., Gandemer, G., Toldra, F. (1996). Activity of aminopeptidase and lipolytic enzymes in five skeletal muscles with various oxidative patterns. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70, 127–130.
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G.H.S. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biology and Chemistry*, 226, 497–509.
- Frankel, E.N. (2005). *Lipid Oxidation* (drugo izdanje), The Oily Press, Bridgwater, England.
- Freeman, B.A., White, C.R., Gutierrez, H., Paler-Martinez, A., Tarpey, M.M., Rubbo, H. (1995). Oxygen radical-nitric oxide reactions in vascular diseases. *Advances in Pharmacology*, 34, 45–69.
- Gandemer, G. (1999). Lipids and meat quality: lipolysis, oxidation, maillard reaction and flavour. *Sciences des Aliments*, 19, 439–458.
- Gandemer, G. (2002). Lipids in muscles and adipose tissues, changes during processing and sensory properties of meat products. *Meat Science*, 62, 309–321.
- Gandemer, G., Viau, M., Navarro, J. L., Sabio, E., Monin, G. (2000). Lipides et Qualité des Jambons Secs Méditerranéens u CIHEAM Tradition and Innovation in Mediterranean Pig Production, Sargosa.

- García-Esteban, M., Ansorena, D., Astiasarán, I. (2004). Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for longperiod storage of dry-cured ham: Effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Science*, 67, 57–63.
- García-Iñiguez de Ciriano, M., García-Herreros, C., Larequi, E., Valencia, I., Ansorena, D., Astiasarán, I. (2009). Use of natural antioxidants from lyophilized water extracts of *Borago officinalis* in dry fermented sausages enriched in ω -3 PUFA. *Meat Science*, 83, 271–277.
- Girard, J. P., Bout, J., Salort, D. (1988). Lipides et qualités des tissus adipeux et musculaires de porc. Facteurs de variations. *Lére Partie: Lipides et qualités des tissus adipeux. Journées Rech. Porcine en France*, 20, 272–278.
- Girotti, A.W. (1998). Lipid hydroperoxide generation, turnover, and effector action in biological systems. *Journal of Lipid Research*, 39, 1529–1542.
- Givens, D.I., Kliem, K.E., Gibbs, R.A. (2006). The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. *Meat Science*, 74, 209–218.
- Grebens, F. (2004). Genetic Control of Intramuscular Fat Accretion u: Muscle Development of Livestock Animals: Physiology, Genetics and Meat Quality (te Pas, M.F.W., Everts, M.E., Haagsman, H.P., ur.). CABI Publishing, CAB International, Wallingford, UK, str. 343–361.
- Gubić, J. (2010). Analiza više faktora kvaliteta safalade proizvođača prisutnih na novosadskom tržištu. Specijalistički rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Gunstone, F.D., Harwood, J.L., Dijkstra, A.J. (2007). *The Lipid Handbook*, Taylor and Francis group, treće izdanje.
- Halliwell, B., Chirico, S. (1993). Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 57, 715–724.
- Halliwell, B., Whiteman, M. (2004). Measuring reactive species and oxidative damage *in vivo* and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? *British Journal of Pharmacology*, 142, 231–255.
- Hansen, E., Juncher, D., Henckel, P., Karlsson, A., Bertelsen, G., Skibsted, L.H. (2004). Oxidative stability of chilled pork chops following long term freeze storage. *Meat Science*, 68, 185–191.
- Hernandez, P., Navarro, J.L., Toldra, F. (1998). Lipid composition and lipolytic enzyme activities in porcine skeletal muscles with different oxidative pattern. *Meat Science*, 49, 1–10.

- Herrera, B., Alvarez, A.M., Sanchez, A. (2001). Reactive oxygen species (ROS) mediate the mitochondrial-dependent apoptosis induced hepatocytes. *FASEB Journal*, 15, 741–751.
- Hierro, E., de la Hoz, L., Ordóñez, J. (1997). Contribution of microbial and meat endogenous enzymes to the lipolysis of dry fermented sausages. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 45, 2989–2995.
- Higgs, J. (2002). The Nutritional Quality of Meat. In: *Meat Processing – Improving Quality*. Edited by J. Kerry, J. Kerry, D. Ledward, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England, str. 64–92.
- Honikel, K.O. (1999). Biohemijske i fizičko-hemijske karakteristike kvaliteta mesa. *Tehnologija mesa*, 40, 105–123.
- http://ec.europa.eu/agriculture/quality/schemes/index_en.htm (10. 09. 2013.)
- <http://lipidlibrary.aocs.org/Lipids/cholest/index.htm> (10.09.2013.)
- [http://www.bionet-skola.com/w/Ćelijska membrana](http://www.bionet-skola.com/w/Ćelijska_membrana)(10.09.2013.)
- <http://www.cyberlipid.org/>(10.09.2013.)
- <http://www.tehnologijahrane.com/tehnologijamesa/meso-kao-sirovina-u-proizvodnji-kobasica> (10.09.2013.)
- Hu, J. (2001). *Oxidative Stress and Aging*. Free Radical and Radiation Biology Program, The University of Iowa.
- Huie, R.E., Neta, P. (1999). *Reactive Oxygen Species in Biological Systems* (Gilbert, D.L., Colton, C.A. ur.), Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
- Hur, S.J., Park, G.B., Joo, G.T. (2007). Formation of cholesterol oxidation products (Cops) in animal products. *Food Control*, 18, 939–947.
- Ikonić, P. (2013). Razvoj procesa sušenja i zrenja tradicionalne fermentisane kobasice (Petrovská klobása) u kontrolisanim uslovima. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Ikonić, P., Petrović, Lj., Tasić, T., Džinić, N., Jokanović, M., Tomović, V. (2010). Physicochemical, biochemical and sensory properties for the characterization of *Petrovská klobása* (traditional fermented sausage). *Acta Periodica Technologica*, 41, 19–31.
- Ikonić, P., Tasić, T., Petrović, Lj., Škaljac, S., Jokanović, M., Mandić, A., Ikonić, B. (2013). Proteolysis and biogenic amines formation during the ripening of Petrovská

- klobása, traditional dry-fermented sausage from Northern Serbia. *Food Control*, 30, 69–75.
- Indyk, H.E. (1990). Simultaneous liquid chromatographic determination of cholesterol, photosterols and tocopherols in foods. *Analyst*, 115, 1525–1530.
 - Janero, D.R. (1990). Malonaldehyde and thiobarbituric acid reactivity as diagnostics indices of lipid peroxidation and peroxidative tissue injury. *Free Radicals and Biological Medicine*, 9, 515–540.
 - Jašić, M., Begić, L. (2008). *Biohemija hrane I*. Printcom Tuzla, Tuzla.
 - Jin, G., Zhang, J., Yu, X., Lei, Y., Wang, J. (2011). Crude lipoxygenase from pig muscle: Partial characterization and interactions of temperature, NaCl and pH on its activity. *Meat Science*, 87, 257–263.
 - Jin, G., He, L., Zhang, J., Yu, X., Wang, J., Huang, F. (2012). Effects of temperature and NaCl percentage on lipid oxidation in pork muscle and exploration of the controlling method using response surface methodology (RSM). *Food Chemistry*, 131, 817–825.
 - Johanson, G., Molly, K. Green, I. Demeyer, D. (1996). Lipolysis and Proteolysis in Meat Fermentation, European AIR Project, Optimisation of Endogenous and Bacterial Metabolism for the Improvement of Safety and Quality of fermented Meat products. Proceedings of a Workshop at the 42nd International Congress of Meat Science and Technology, Lillehammer, September 1, str. 6–17.
 - Josquin, N., Linssen, J., Houben, J. (2012). Quality characteristics of Dutch-style fermented sausages manufactured with partial replacement of pork back-fat with pure, pre-emulsified or encapsulated fish oil. *Meat Science*, 90, 81–86.
 - Karolyi, D. (2007). Polinezasićene masne kiseline u prehrani i zdravlju ljudi. *Meso*, 3, 151–158.
 - Karolyi, D., Čurić, T. (2012). Total fatty acids Composition of raw and ripe Slavonian Kulen in relation to raw material used. 20th Int. Symp. “Animal Science Days”, Kranjska gora, Slovenia, Sept. 19th–21st.
 - Karre, L., Lopez, K., Kelly, J.K., Getty, K.J.K. (2013). Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Science*, 94, 220–227.
 - Kerry, J. P., O’Grady, M.N., Hogan. S.A. (2006). Past, current and potential utilization of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science*, 74, 113–130.

- Kouba, M., Mourot, J. (2011). A review of nutritional effects on fat composition of animal products with special emphasis on n-3 polyunsaturated fatty acids. *Biochimie*, 93, 13–17.
- Kouba, M., Enser, M., Whittington, F.M., Nute, G.R., Wood, J.D. (2003). Effect of a high linolenic acid diet on lipogenic enzyme activities, fatty acid composition and meat quality in the growing pig. *Journal of Animal Science*, 81, 1967–1979.
- Kravić, S. (2010). Određivanje trans masnih kiselina u prehrambenim proizvodima primenom kapilarne gasne hromatografije-masene spektrometrije. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Krkić, N., Šojić, B., Lazić, V., Petrović, Lj., Mandić, A., Sedej, I., Tomović, M. (2013a). Lipid oxidative changes in chitosan-oregano coated traditional dry fermented sausage Petrovská klobása. *Meat Science*, 93, 767–770.
- Krkić, N., Šojić, B., Lazić, V., Petrović, Lj., Mandić, A., Sedej, I., Tomović, M., Džinić, N. (2013b). Effect of chitosan-caraway coating on lipid oxidation of traditional dry fermented sausage. *Food Control*, 32, 719–723.
- Kusmider, E.A., Sebranek, J.G., Lonergan, S.M., Honeymanhttp, M.S. (2002). Effects of carbon monoxide packaging on color and lipid stability of irradiated ground beef. *Journal of Food Science*, 67, 3463–3468.
- Lazić, V., Novaković, D. (2010). Ambalaža i životna sredina. Monografija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Lazić, V., Curaković M., Gvozdrenović, J., Petrović, Lj., Đorđević, P. (2002). Karakteristike poliamidnih omotača. *Tehnologija mesa*, 43, 69–73.
- Lebert, I., Leroy, S., Giammarinaro, P., Lebert, A., Chacornac, J.P., Bover-Cid, S., Vidal-Carou, M.C., Talon, R., (2007). Diversity of microorganisms in the environment and dry fermented sausages of small traditional French processing units. *Meat Science*, 76, 112–122.
- Lee, K.T. (2010). Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Science*, 86, 138–150.
- Lee, S.K., Mei, L., Decker, E.A. (1996). Lipid peroxidation in cooked turkey as affected by added antioxidant enzymes. *Journal of Food Science*, 61, 726–728.
- Lee, S.K., Mei, L., Decker, E.A. (1997). Influence of sodium chloride on antioxidant enzyme activity and lipid peroxidation in frozen ground pork. *Meat Science*, 46, 349–355.

- Leistner, L. (1986). Allgemeines über Rohschinken. *Fleischwirtsch*, 66, 349–355.
- Leroy, F., Verluyten, J., De Vuyst, L. (2006). Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106, 270–285.
- Lücke, F. (1998). *Fermented sausages u: Microbiology of Fermented Foods*, drugo izdanje (Wood, B.J.B., ur). Blackie Academic and Professional, London, England.
- Mandić, A. (2007). Antioksidativna svojstva ekstrakata semena sorti belog grožđa. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Mandić, A., Sedej, I., Sakač, M., Mišan, A. (2012). Static headspace gas chromatographic method for aldehydes determination in crackers. *Food Analytical Methods*, 6, 61–68.
- Martinović, Vesković-Moračanin, S. (2006). Primena starter kultura u industriji mesa. *Tehnologija mesa*, 47, 226–230.
- Miller, R.K. (2002). *Factors Affecting the Quality of Raw Meat u: Meat Processing – Improving Quality* (Kerry, J., Kerry, J., Ledward, D., ur.), Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.
- Min, B., Ahn, U. (2005). Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products - A review. *Food Science and Biotechnology*, 14, 152–163.
- Misharina, T.A., Andreenkov, V.A., Vashchuk, E.A. (2001). Changes in the composition of volatile compounds during aging of dry-cured sausages. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 37, 413–418.
- Molly, K., Demeyer, D., Johansson, G., Raemaekers, M., Ghistelinck, M., Geenen, I. (1997). The importance of meat enzymes in ripening and flavour generation in dry fermented sausages. First results of a European project. *Food Chemistry*, 59, 539–545.
- Morrissey, P.A., Sheehy, P.J.A., Galvin, K., Kerry, J.P., Buckley, D.J. (1998). Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*, 49, 73–86.
- Motilva, M.J., Toldra, F., Nadal, M.I., Flores, J. (1994). Prefreezing hams affect lipolysis during dry-curing. *Journal of Food Science*, 59, 303–305.
- 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.

- 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, 1361–1367.
- Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Astiasarán, I. (2004). New formulations for healthier dry fermented sausages: a review. *Trends in Food Sciences and Technology*, 15, 452–457.
- Müller, W.D. (2006). Funktionelle fleischerzeugnisse – Roh-Würste. *Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach*, 45, 173, 185–191.
- Nam, K.C., Du, M., Jo, C., Ahn, D.U. (2001). Cholesterol Oxidation Products in Irradiated Rawmeat with Different Packaging and Storage Time. Department of Animal Science, Iowa State University, Ames, IA 50011–3150, USA.
- Nguyen, L.Q., Nuijens, M.C., Evert, H., Salden, N. Beynen, A.C. (2003). Mathematical relationships between the intake of n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids and their contents in adipose tissue of growing pigs. *Meat Science*, 65, 399–406.
- O’Keeffe, M., St-Onge, M.P. (2013). Saturated fat and cardiovascular disease: A review of current evidence. *Current Cardiovascular Risk Reports*, 7, 154–162.
- Olivares, A., Navarro, J., Flores, M. (2009). Establishment of the contribution of volatile compounds to the aroma of fermented sausages at different stages of processing and storage. *Food Control*, 115, 1464–1472.
- Orczewska-Dudek, S., Bederska-Łojewska, D., Pieszka, M., Pietras, M.P. (2012). Cholesterol and lipid peroxides in animal products and health implications : A review. *Annals of Animal Science*, 12, 25–52.
- Oštrić-Matijašević, B., Turkulov, J. (1980). Tehnologija ulja i masti, I deo, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Paniangvait, P., King, A.J., Jones, A.D., German, B.G. (1995). Cholesterol Oxides in Foods of Animal Origin. *Journal of Food Science*, 60, 1159–1174.
- Papastergiadis, A., Mubiru, E., Van Langenhove, H., de Meulenaer, B. (2012). Malondialdehyde measurement in oxidized foods: Evaluation of the spectrophotometric thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) test in various foods. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 60, 9589–9594.
- Park, P., Je, J., Kim, S. (2004). Free radical scavenging activities of differently deacetylated chitosans using an ESR spectrometer. *Carbohydrate Polymers*, 55, 17–22.

- Pearson, A.M., Gray, J.L., Wolzak, A.M., Horenstein, N.A. (1983). Safety implications of oxidized lipids in muscle foods. *Food Technology*, 37, 121–129.
- Petrović, Lj., Tasić, T. (2012). Organska i tradicionalna proizvodnja i prerada mesa u; Organska prerada (Carić, M., Barović, J., ur.). Novi Sad, Srbija.
- Petrović, Lj., Džinić, N., Tomović, V., Ikonić, P., Tasić, T. (2007). Tehnološki Elaborat o načinu proizvodnje i specifičnim karakteristikama proizvoda *Petrovska klobása (Petrovačka kobasica)*. Rešenje o registraciji oznake geografskog porekla *Petrovska klobása (Petrovačka kobasica)* kao IMENA POREKLA za suvomesnati proizvod-fermentisanu kobasicu, broj: 9652/06 Г-03/06, 21. 05. 2007. godine, Republika Srbija, Zavod za intelektualnu svojinu.
- Petrović, Lj., Ivanović, S., Šojić, B., Mandić, A., Tasić, T., Džinić, N., Tomović, V. (2010a). Uticaj vremena skladištenja na tok lipidne oksidacije u smrznutom svinjskom mesu, *Tehnologija mesa*, 1, 18–26.
- Petrović, M., Radović, Č., Parunović, N., Mijatović, M., Radojković, D., Stanišić, N. (2010b). Kulen od mesa svinja rase mangulica i moravka. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 26, 81–94.
- Petrović, Lj., Džinić, N., Ikonić, P., Tasić, T., Tomović, V. (2011a). Quality and safety standardization of traditional fermented sausages. *Tehnologija mesa*, 2, 234–244.
- Petrović, Lj., Džinić, N., Tomović, V., Lazić, V., Jokanović, M., Tasić, T., Ikonić, P., Šojić, B., Savatić, S., Krkić, N. (2011b). Nova tehnologija pakovanja *Petrovačke kobasice*, Tehničko rešenje.
- Petrović, Lj., Šojić, B., Tasić, T., Džinić, N., Škaljac, S., Jokanović, M., Ikonić, P. (2012). The effect of packaging method on lipid oxidation of traditional dry fermented sausage (*PETROVSKÁ KLOBÁSA*). 58 ICoMST, International Congress of Meat Science and Technology – “The Healthy World of Meat”, 12-17. August, Montreal, Canada, OxidationP-92.
- Piironen, V., Toivo, J., Lampi, A.M. (2002). New data for cholesterol contents in meat, fish, milk, eggs and their products consumed in Finland. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 705–713.
- Piletić, M.V., Milić, B.LJ., Đilas, M.S. (1993). Organska hemija II deo, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Puolanne, E., Halonen, M. (2010). Theoretical aspects of water-holding in meat. *Meat Science*, 86, 151–165.

- Qiu, C., Zhao, M., Sun, W., Zhou, F., Cui, C. (2013). Changes in lipid composition, fatty acid profile and lipid oxidative stability during Cantonese sausage processing. *Meat Science*, 93, 525–532.
- Radovanović, R., Popov-Raljić, J. (2001). *Senzorna analiza prehrambenih proizvoda*. Poljoprivredni fakultet, Beograd, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- 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, 199–221.
- Rašeta, M., Vesković-Moračanin, S., Borović, B., Karan, D., Vranić, D., Trbović, D., Lilić, S. (2010). Microclimate conditions during ripening of traditionally produced fermented sausages. *Meat Technology*, 51, 45–51.
- Rede, R., Petrović, Lj. (1997). *Tehnologija mesa i nauka o mesu*, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Resurreccion, A.V.A. (2003). Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science*, 66, 11–20.
- Rhee, K.S. (1999). *Storage Stability of Meat Products as Affected by Organic Acid and Inorganic A and Functional Ingredients u: Quality Attributes of Muscle Foods* (Xiong, Y.L., Ho, C., Shahidi, F. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, NY, USA, str. 95–113.
- Rhee, K.S., Ziprin, Y.A. (2001). Pro-oxidant effects of NaCl in microbial-growth-controlled and uncontrolled beef and chicken. *Meat Science*, 57, 105–112.
- Riaublanc, A., Gandemer, G., Gambotti, C., Davenel, A., Monin, G. (1999). La détermination de la composition en triglycérides du tissu adipeux: un outil possible pour l'identification des jambons secs de haut de gamme. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 31, 301–307.
- Riley, P.A., Enser, M., Nute, G.R., Wood, J.D. (2000). Effects of dietary linseed on nutritional value and other quality aspects of pig muscle and adipose tissue. *Journal of Animal Science*, 71, 483–500.
- Robertson, G. (2006). *Food Packaging: Principles and Practice*. CRC Press Taylor and Francise, New Zealand.
- Roseiro, L.C., Gomes, A., Gonçalves, H., Sol, M., Cercas, R., Santos, C. (2010). Effect of processing on proteolysis and biogenic amines formation in a Portuguese

- traditional dry-fermented ripened sausage “Chouriço Grosso de Estremoz e Borba PGI”. *Meat Science*, 84, 172–179.
- Ross, C.F., Smith, D.M. (2006). Use of volatiles as indicators of lipid oxidation in muscle foods. *Comprehensive Review Food Science Food Safety*, 5, 18–25.
 - Rubio, B., Martínez, B., González-Fernández, C., García-Cachán, D., Rovira, J., Jaime, I. (2006). Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef “Cecina de león”: Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality. *Meat Science*, 74, 710–717.
 - Rubio, B., Martínez, B., González-Fernández, C., García-Cachán, D., Rovira, J., Jaime, I. (2007). Effect of modified atmosphere packaging on the microbiological and sensory quality on a dry cured beef product: “Cecina de león”. *Meat Science*, 75, 515–522.
 - Rubio, B., Martínez, B., García-Cachán, M., Rovira, J., Jaime, I. (2008). Effect of the packaging method and the storage time on lipidoxidation and colour stability on dry-fermented sausage salchichón manufactured with raw material with a high level of mono and polyunsaturated fatty acids. *Meat Science*, 80, 1182–1187.
 - Ruiz, J., Cava, R., Antequera, T., Martín, L., Ventanas, J., Lopez-Bote, C. (1998). Prediction of the feeding background of Iberian pigs using the fatty acid profile of subcutaneous, muscle and hepatic fat. *Meat Science*, 49, 155–163.
 - Šakota, T., Lazić, V., Gvozdrenović, J. (2002). Uticaj karakteristika ambalažnih materijala na održivost viršli. *Tehnologija mesa*, 43, 47–51.
 - Salgado, A., García Fontán, M.C., 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.
 - Savić, Z., Savić, I. (2004). *Sausage Casings*. Victus, Vienna.
 - Simopoulous, A.P. (2002). Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 11, 163–173.
 - Siripatrawan, U., Harte, B.R. (2010). Physical properties and antioxidant activity of an active film from chitosan incorporated with green tea extract. *Food Hydrocolloids*, 24, 770–775.
 - Siripatrawan, U., Noipha, S. (2012). Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. *Food Hydrocolloids*, 27, 102–108.

- Skandamis, P.N., Nychas, G.J.E. (2002). Preservation of fresh meat with active and modified atmosphere packaging conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 79, 35–45.
- Sl. glasnik SCG, br 5/2004. Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine.
- Sl. glasnik RS, br. 18/2010. Zakon o oznakama geografskog porekla.
- Sl. Glasnik RS, br. 31/2012. Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa.
- Sl. glasnik RS, br. 92/2012. Pravilnik o obliku i sadržini oznake geografskog porekla, kao i o načinu kontrole označavanja poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda sa oznakama geografskog porekla.
- Šojić, B., Petrović, Lj., Mandić, A., Sedej, I., Džinić, N., Tomović, V., Jakanović, M., Tasić, T., Škaljac, S., Ikonić, P. (2013). Lipid oxidative changes in traditional dry fermented sausage *Petrovska klobasa* during storage. *Chemical Industry*, u štampi (DOI: 10.2298/HEMIND130118024S).
- Söllner, K., Schieberle, P. (2009). Decoding the key aroma compounds of a Hungarian-type salami by molecular sensory science approaches. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 57, 4319–4327.
- Sørheim, O., Westad, F., Larsen, H., Alvseike, O. (2009). Colour of ground beef as influenced by raw materials, addition of sodium chloride and low oxygen packaging. *Meat Science*, 81, 467–473.
- Soyer, A., Ertas, A., Üzümcüoğlu, U. (2005). Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (sucuks). *Meat Science*, 69, 135–141.
- SRPS ISO 1443 (1992). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja ukupne masti.
- SRPS ISO 1442 (1998). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja vlage.
- SRPS ISO 1841-1 (1999). Meso i proizvodi od mesa. Određivanje sadržaja hlorida.
- SRPS ISO 660 (2000). Masti i ulja životinjskog i biljnog porekla - Određivanje kiselog broja i kiselosti.
- SRPS ISO 2917 (2004). Meso i proizvodi od mesa. Merenje pH.
- Stajić, S., Živković, D., Perunović, M., Šobajić, S., Vranić, D. (2011). Cholesterol content and atherogenicity of fermented sausages made of pork meat from various breeds. *Procedia Food Science*, 1, 568–575.

- StatSoft, Inc., (2008). STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. Available at : <http://www.Statsoft.com/>.
- Štefan, L., Tepšić, T., Zavidic, T., Urukalo, M., Tota, D., Domitrović, R. (2007). Lipidna peroksidacija - uzroci i posljedice: Pregledni rad. *Medicina*, 43, 84–93.
- Stender, S., Dyerberg, J. (2003). The influence of trans fatty acids on health. Fourth edition, Danish Nutrition Council.
- Stevanović, J., Borozan, S., Jović, S., Ignjatović, I. (2011). Fiziologija slobodnih radikala: Pregledni rad. *Veterinarski glasnik*, 65, 95–107.
- Stojčeva- Radovanović, B. (1997). Organska hemija- mehanizmi organskih reakcija. Izdavačka jedinica Univerziteta u Nišu, Niš.
- Stojimenović, J.P. (1997). Sinteza antioksidanata i uticaj na aktivnost slobodnih radikala prirodnih i model sistema. Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Summo, C., Caponio, F., Pasqualone, A. (2006). Effect of vacuum-packaging on the quality level of ripened sausages. *Meat Science*, 74, 249–254.
- Sun, W., Zhao, Q., Zhao, H., Zhao, M., Yang, B. (2010). Volatile compounds of Cantonese sausage released at different stages of processing and storage. *Food Chemistry*, 121, 319–325.
- Talon R., Leroy-Sétrin S., Fadda S. (2004). Dry Fermented sausages u: *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology* (prvo izdanje), (Hui, H., Meunier-Goddik, L., Hansen, A.S., Josephsen, J., Nip, W.-K., Stanfield, P.S., Toldrá, F., ur.) New York: Marcel Dekker Inc., str. 397-416.
- Talon, R., Lebert, I., Lebert, A., Leroy, S., Garriga, M., Aymerich, T., Drosinos, E.H., Zanardi, E., Ianieri, A., Fraqueza, M.J., Patarata, L., Laukova, A. (2007). Traditional dry fermented sausages produced in small-scale processing units in Mediterranean countries and Slovakia. 1: Microbial ecosystems of processing environments. *Meat Science*, 77, 570–579.
- Tasić, T. (2012). Formiranje biogenih amina u tradicionalnoj fermentisanoj kobasici (*Petrovska klobasa*) tokom standardizacije bezbednosti i kvaliteta. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Tasić, T., Ikonić, P., Mandić, A., Jakanović, M., Tomović, V., Savatić, S., Petrović, Lj. (2012). Biogenic amines content in traditional dry fermented sausage *Petrovska klobasa* as possible indicator of good manufacturing practice. *Food Control*, 23, 107–112.

- Teye, G.A. (2009). Effects of age/weight and castration on fatty acids composition in pork fat and the qualities of pork and pork fat in meishan x large white pigs. *African Journal of Food Agriculture Nutritional and Development*, 9, 1697–1711.
- Teye, G.A., Sheard, P.R., Whittington, F.M., Nute, G.R., Stewart, A., Wood, J.D. (2006). Influence of dietary oils and protein level on pork quality. 1. Effects on muscle fatty acid composition, carcass, meat and eating quality. *Meat Science*, 73, 157–165.
- Thomas, M.J. (1995). The role of free radicals and antioxidants. How do we know that they are working? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35, 21–39.
- Toldrá, F. (1998). Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry cured meat products. *Meat Science*, 49, 101–110.
- Toldrá, F. (2002). *Dry-cured meat products*: Trumbull, Connecticut: Food and Nutrition press, Inc.
- Toldrá, F., Flores, M. (1998). The role of muscle proteases and lipases in flavor development during the processing of dry-cured ham. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38, 331–352.
- Toldrá, F., Reig, M. (2006). *Biochemistry of Raw Meat and Poultry*. In: *Food Biochemistry and Food Processing*, edited by Y.H. Hui, W.K. Nip, M.L. Nollet, G. Paliyath, B.K. Simpson. Ames, Iowa: Blackwell Publishing, str. 293–314.
- Toldrá, F., Sanz, Y., Flores, M. (2001). *Meat Fermentation Technology u: Meat Science and Applications* (Y.H. Hui, W.K. Nip, R.W. Rogers, O.A. Young, ur.). New York: Marcel Dekker, Inc., str. 537–561.
- Tomović, M. (2012). *Hlađenje svinjskog mesa*. Zadužbina Andrejević i Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Tsigarida, E., Nychas, G.J.E. (2001). Ecophysiological attributes of *Lactobacillus* sp. and *Pseudomonas* sp. on sterile beef fillets in relation to storage temperature and film permeability. *Journal of Applied Microbiology*, 90, 696–705.
- Tsigarida, E., Skandamis P.N., Nychas, G.J.E. (2000). Behaviour of *Listeria monocytogenes* and autochthonous flora on meat stored under aerobic, vacuum and modified atmosphere packaging conditions with or without the presence of oregano essential oil at 5 °C. *Journal of Applied Microbiology*, 89, 901–909.
- Tumbas, V. (2005). *Antioksidativna aktivnost ekstrakata biljaka iz familije Lamiaceae*. Magistarski rad, Tehnološki fakultet, Novi Sad.

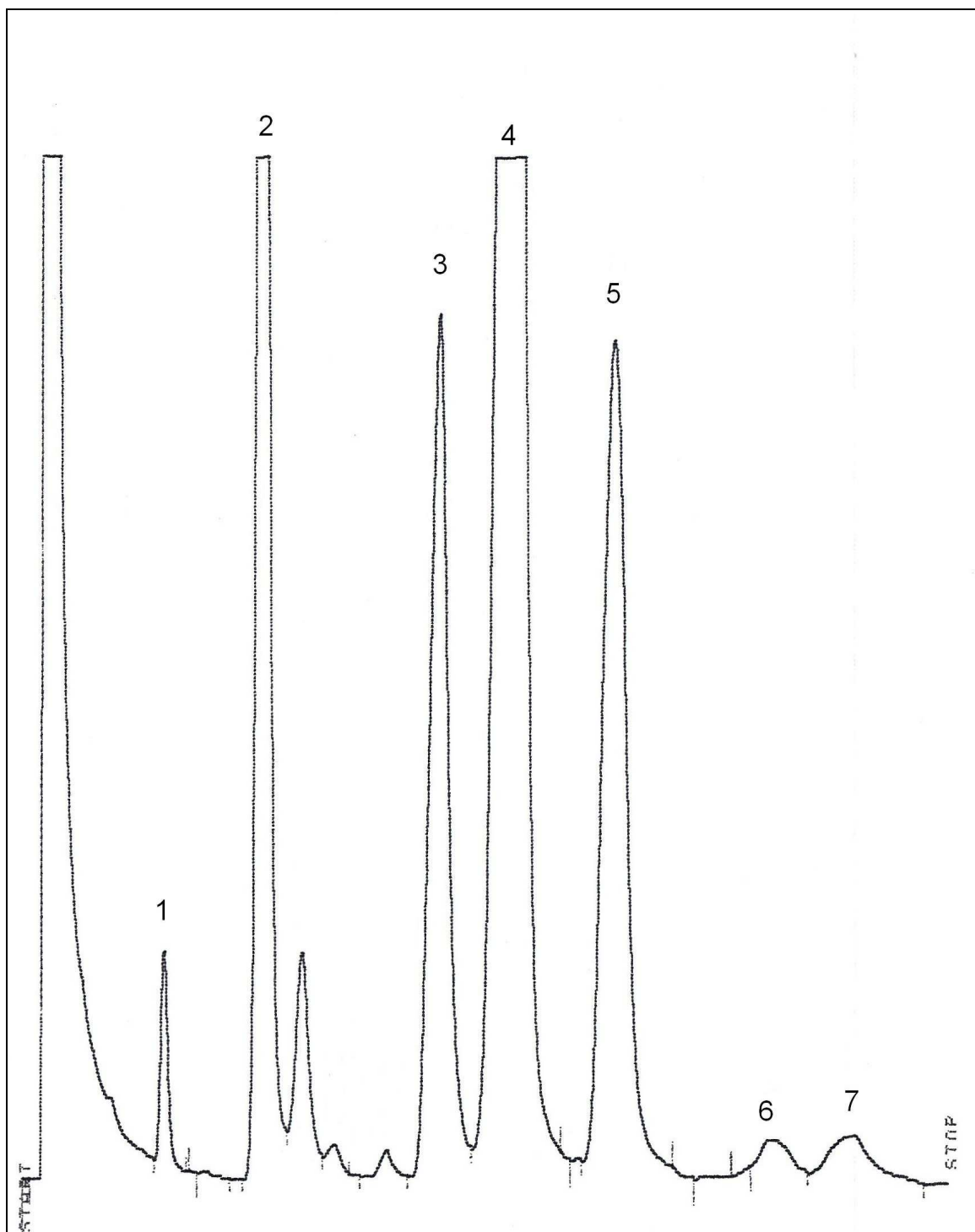
- Tumbas, V. (2010). Antiradikalska i antiproliferativna aktivnost ekstrakata odabranih biljaka iz porodice *Rosaceae* i *Ericaceae*. Doktorska disertacija, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- Valencia, I., Ansorena, D., Astiasarán, I. (2006). Stability of linseed and antioxidants containing dry fermented sausages: A study of the lipid fraction during different storage conditions. *Meat Science*, 73, 269–277.
- Valencia, I., Ansorena, D., Astiasarán, I. (2007). Development of dry fermented sausages rich in docosahexaenoic acid with oil from the microalgae *Schizochytrium* sp.: Influence on nutritional properties, sensorial quality and oxidation stability. *Food Chemistry*, 104, 1087–1096.
- Varlet, V., Prost, C., Serot, T. (2007). Volatile aldehydes in smoked fish: Analysis methods, occurrence and mechanism of formation. *Food Chemistry*, 105, 1536–1556.
- Vasilev, D. (2010). Ispitivanje čimilaca od značaja za bezbednost i kvalitet fermentisanih kobasica proizvedenih kao funkcionalna hrana. Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
- Vasilev, D., Vuković, I., Saičić, S., Vasiljević, N., Milanović-Stevanović, M., Tubić, M. (2010). Sastav i važnije promene masti funkcionalnih fermentisanih kobasica. *Tehnologija mesa*, 51, 27–35.
- Verbeke, W., Van Oeckel, M. J., Warants, N., Viaene, J., Bocqué, Ch. V. (1999). Consumer perception, facts and possibilities to improve acceptability of health and sensory characteristics of pork. *Meat Science*, 53, 77–99.
- Vesković-Moračanin, S., Obradović, D. (2009). The microbiological ecosystem of traditional fermented sausages in Serbia-possibility to create our own starter cultures. *Tehnologija mesa*, 50, 60–67.
- Visessanguan, W., Benjakul, S., Riebroy, S., Mongkol Yarchai, N., Tapingkae, W. (2006). Changes in lipid composition and fatty acid profile of Nham, a Thai fermented pork sausage, during fermentation. *Food Chemistry*, 94, 580–588.
- Vuković I. (2012). Osnove tehnologije mesa. Treće izmenjeno i dopunjeno izdanje, Veterinarska komora Srbije, Beograd.
- Vuković, I., Saičić, S., Vasilev, D. (2011). Prilog poznavanju važnijih parametara kvaliteta (domaćeg) kulena. *Tehnologija mesa*, 52, 134–140.
- Waite, M. (1987). The phospholipases. *Handbook of Lipid Research* 5, Plenum Press, New York.

- Wang, F.S. (2000). Effects of three preservative agents on the shelf life of vacuum packaged Chinese-style sausages stored at 20 °C. *Meat Science*, 56, 67–71.
- Wang, F.S., Jiang, Y.N., Lin, C.W. (1995). Lipid and cholesterol oxidation in Chinese-style sausage using vacuum and modified atmosphere packaging. *Meat Science*, 40, 93–101.
- Webb, E.C., O'Neill, H.A. (2008). The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*, 80, 28–36.
- Wenjiao, F., Yongkui, Z., Yunchuan, C., Junxiu, S., Yuwen, Y. (2013). TBARS predictive models of pork sausages stored at different temperatures. *Meat Science*, u štampi ([DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.06.025](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.025)).
- WHO/FAO (2003). Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva, World Health Organization.
- Wójciak, K.M., Dolatowski, Z.J. (2012). Oxidative stability of fermented meat products. *Acta scientiarum polonorum, Technologia Alimentaria*, 11, 99–109.
- Wood, J.D., Nute, G.R., Richardson, R.I., Whittington, F.M., Southwood, O., Plastow, G., Mansbridge, da Costa, N., Chang, K.C. (2004). Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. *Meat Science*, 67, 651–667.
- Wood, J.D., Enser, M., Fischer, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I., Whittington, F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343–358.
- Yanishlieva-Maslarova, N.V. (2001). Inhibiting oxidation u: Antioxidants in Food Practical Applications (Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M., ur.), Woodhead Publishing Ltd, Cambridge, str. 22-70.
- Zanardi, E., Novelli, E., Ghiretti, G.P., Dorigoni, V., Chizzolini, R. (1999). Colour stability and vitamin E content of fresh and processed pork. *Meat Science*, 67, 163–171.
- 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.
- Zanardi, E., Ghidini, S., Battaglia, A., Chizzolini, R. (2004). Lipolysis and lipid oxidation in fermented sausages depending on different processing conditions and different antioxidants. *Meat Science*, 66, 415–423.
- Završni izveštaj o realizaciji projekta: Razvoj tehnologije sušenja i fermentacije *Petrovačke kobasice (Petrovská klobása – oznaka geografskog porekla)* u

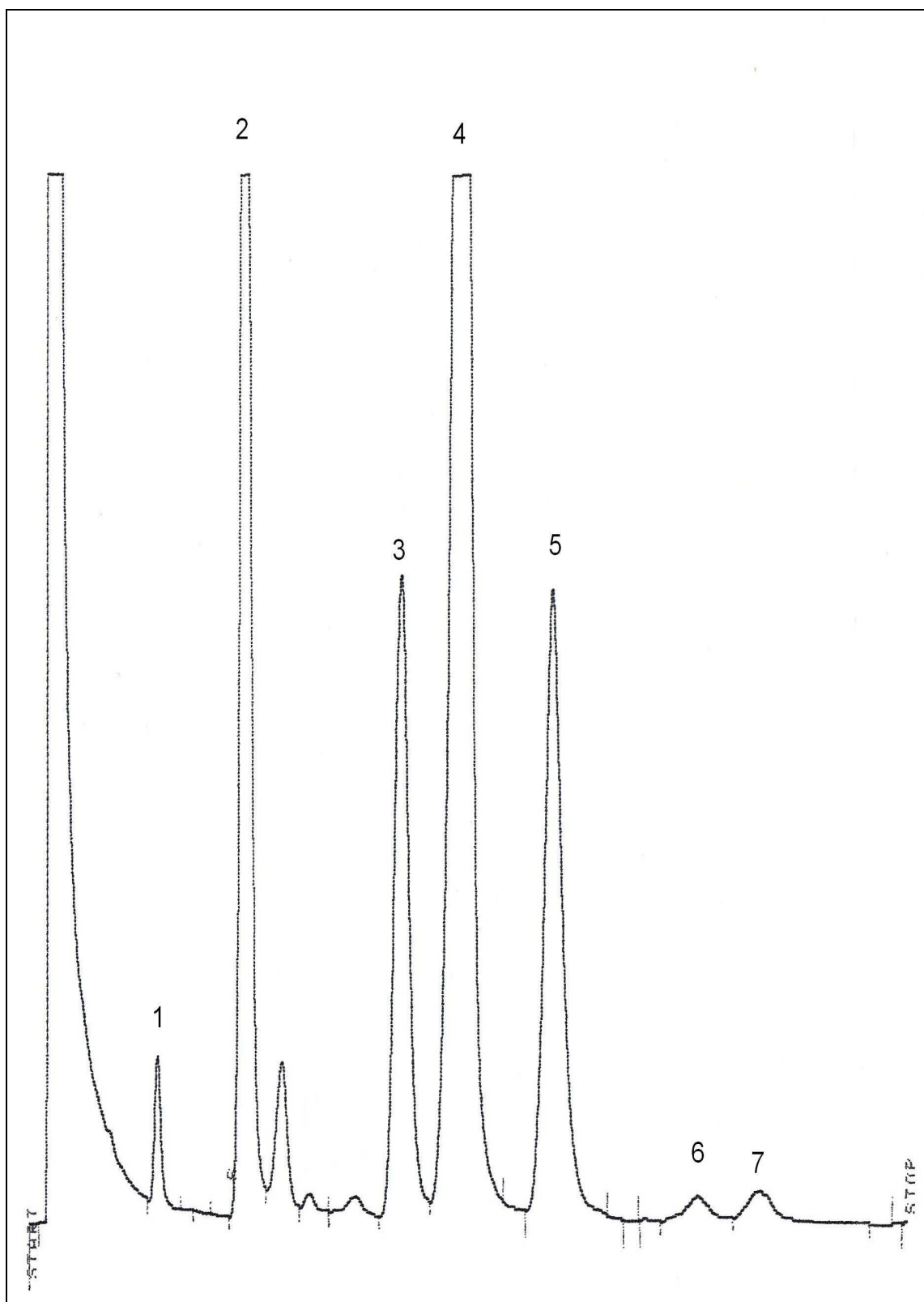
kontrolisanim uslovima (TR 20037) (2011). Rukovodilac projekta: prof. dr Ljiljana Petrović.

- Zhao, G., Etherton, T.D., Martin, K.R., West, S.G., Gilles, P.J., Kris-Etherton, P.M. (2004). Dietary alpha-linolenic acid reduce inflammatory and lipid cardiovascular risk factor sinhye cholesterolemic man and women. *Journal of Nutrition*, 137, 2991–2997.
- Zhao, L., Jin, Y., Ma, C., Song, H., Li, H., Wang, Z., Xiao, S. (2011). Physico-chemical characteristics and free fatty acid composition of dry fermented mutton sausages as affected by the use of various combinations of starter cultures and spices. *Meat Science*, 88, 761–766.
- Živković, D., Tomović, V., Perunović, M., Stajić, S., Stanišić, N., Bogićević, N. (2011). Senzorna prihvatljivost sremske kobasice izrađene od mesa svinja različite starosti. *Tehnologija mesa*, 52, 252–261.

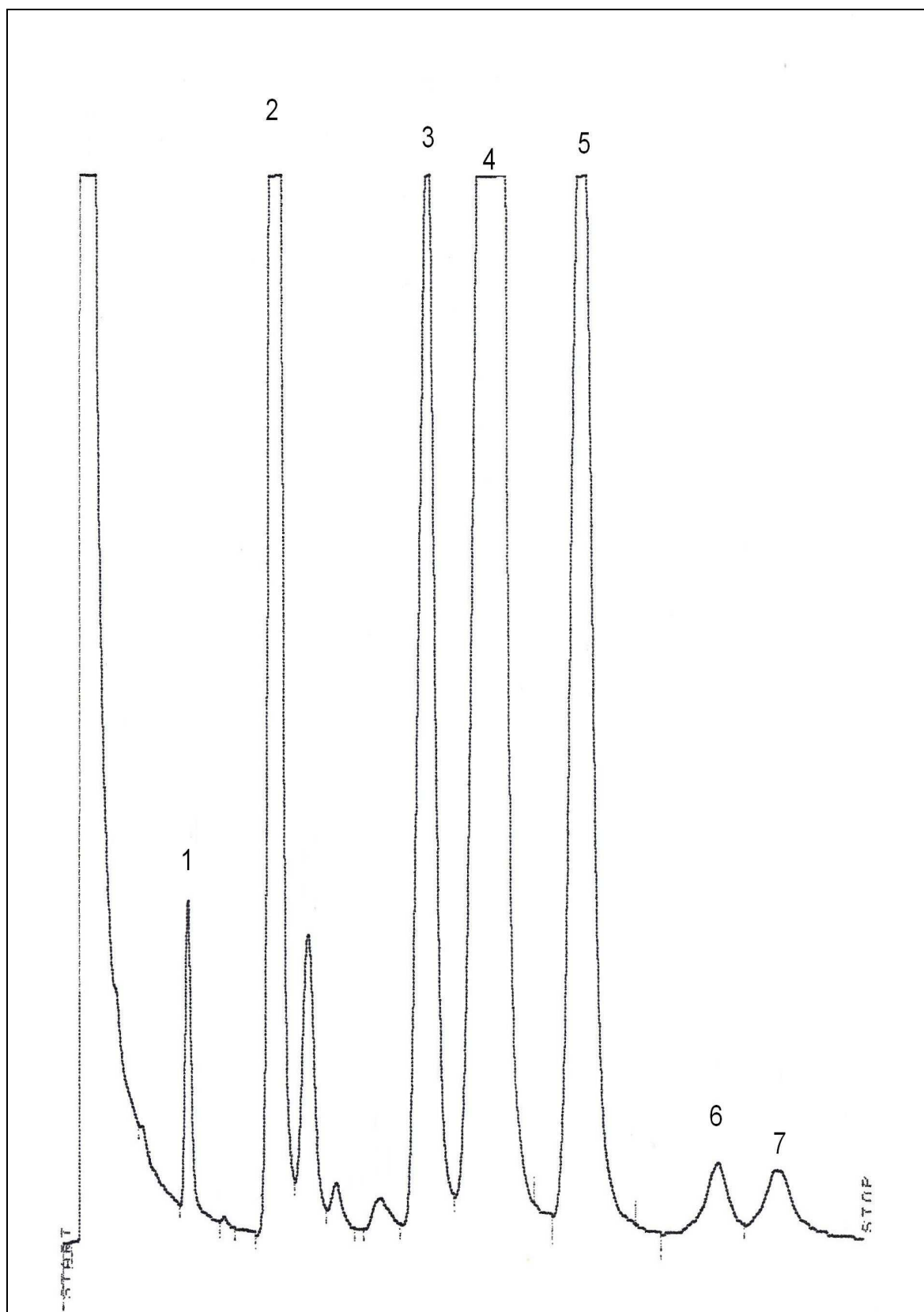
PRILOG 1



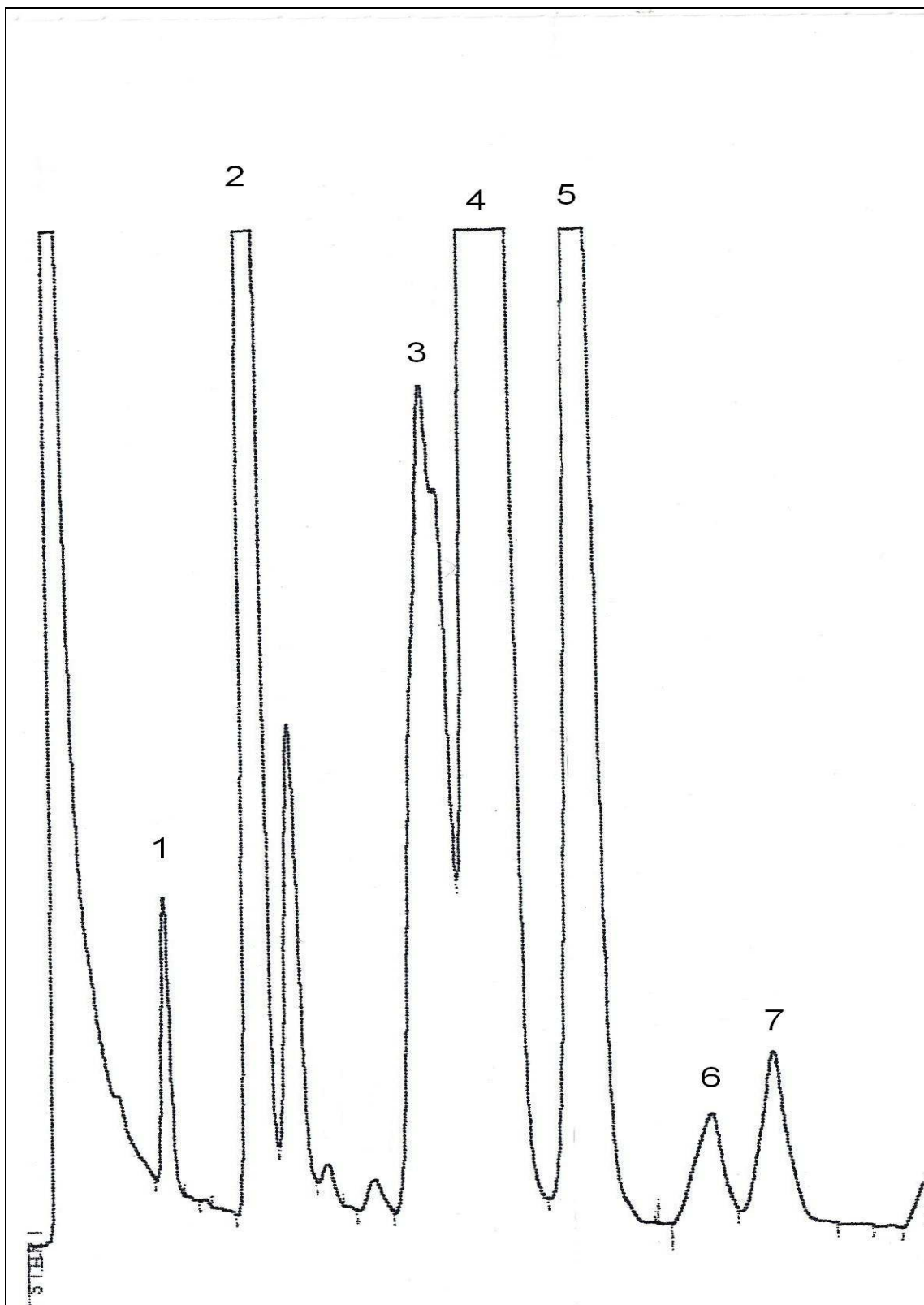
Slika 1. Hromatogram masnih kiselina kobasice C1 grupe na kraju procesa sušenja (1- C14:0; 2- C16:0; 3- C18:0; 4- C18:1; 5- C18:2; 6- C18:3; 7-C20:1)



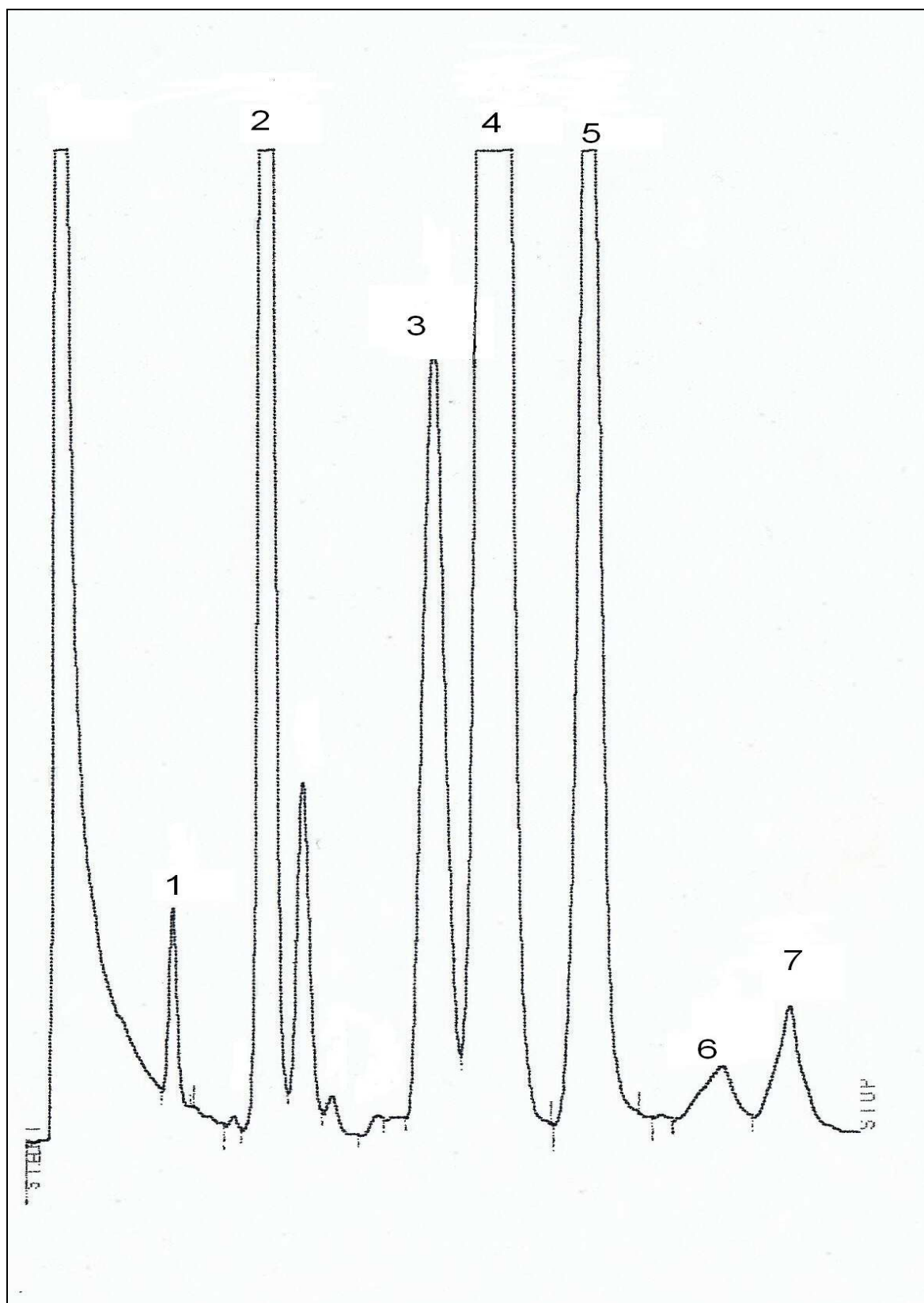
Slika 2. Hromatogram masnih kiselina kobasice C2 grupe na kraju procesa sušenja (1- C14:0; 2- C16:0; 3- C18:0; 4- C18:1; 5- C18:2; 6- C18:3; 7- C20:1)



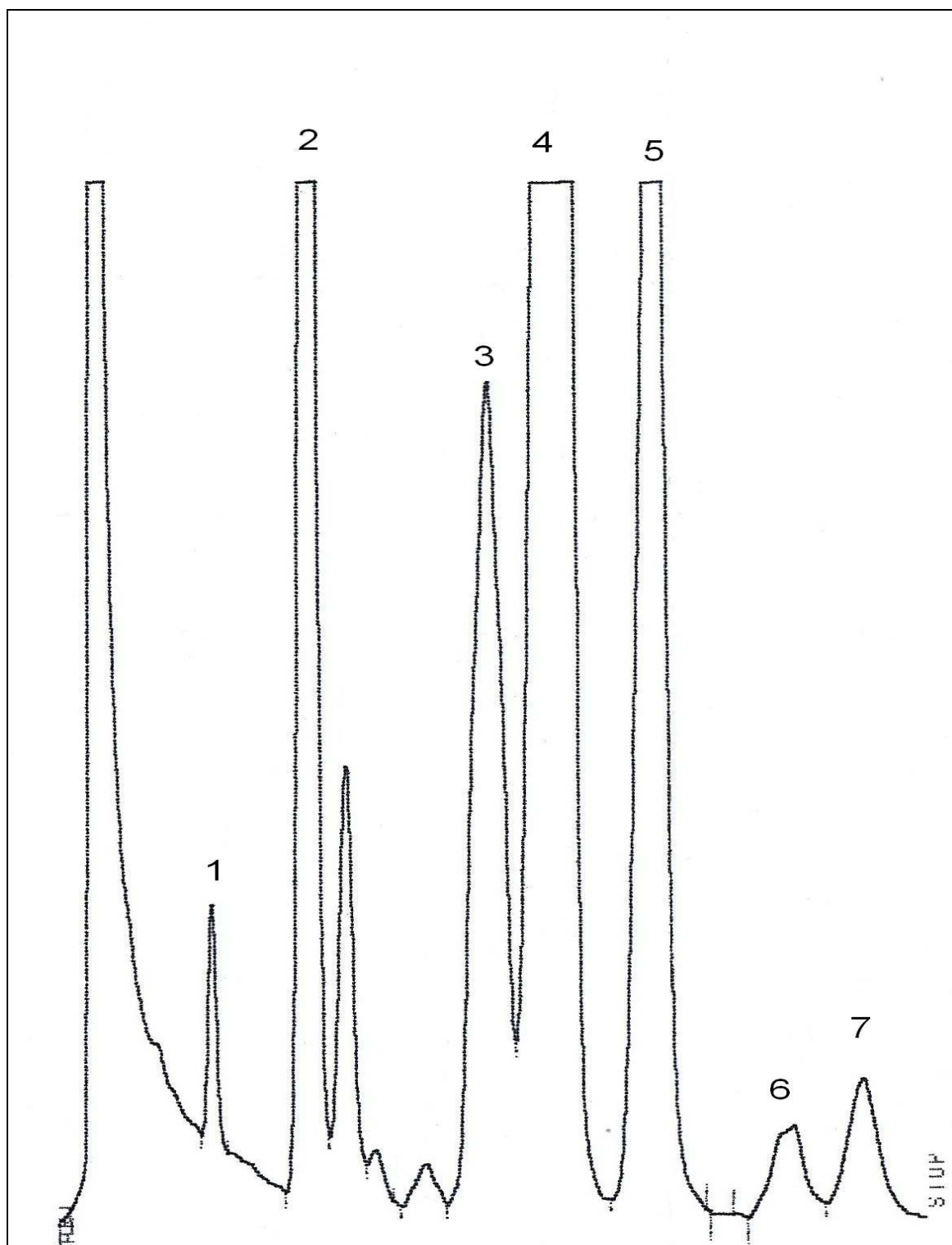
Slika 3. Hromatogram masnih kiselina kobasice C3 grupe na kraju procesa sušenja (1- C14:0; 2- C16:0; 3- C18:0; 4- C18:1; 5- C18:2; 6- C18:3; 7-C20:1)



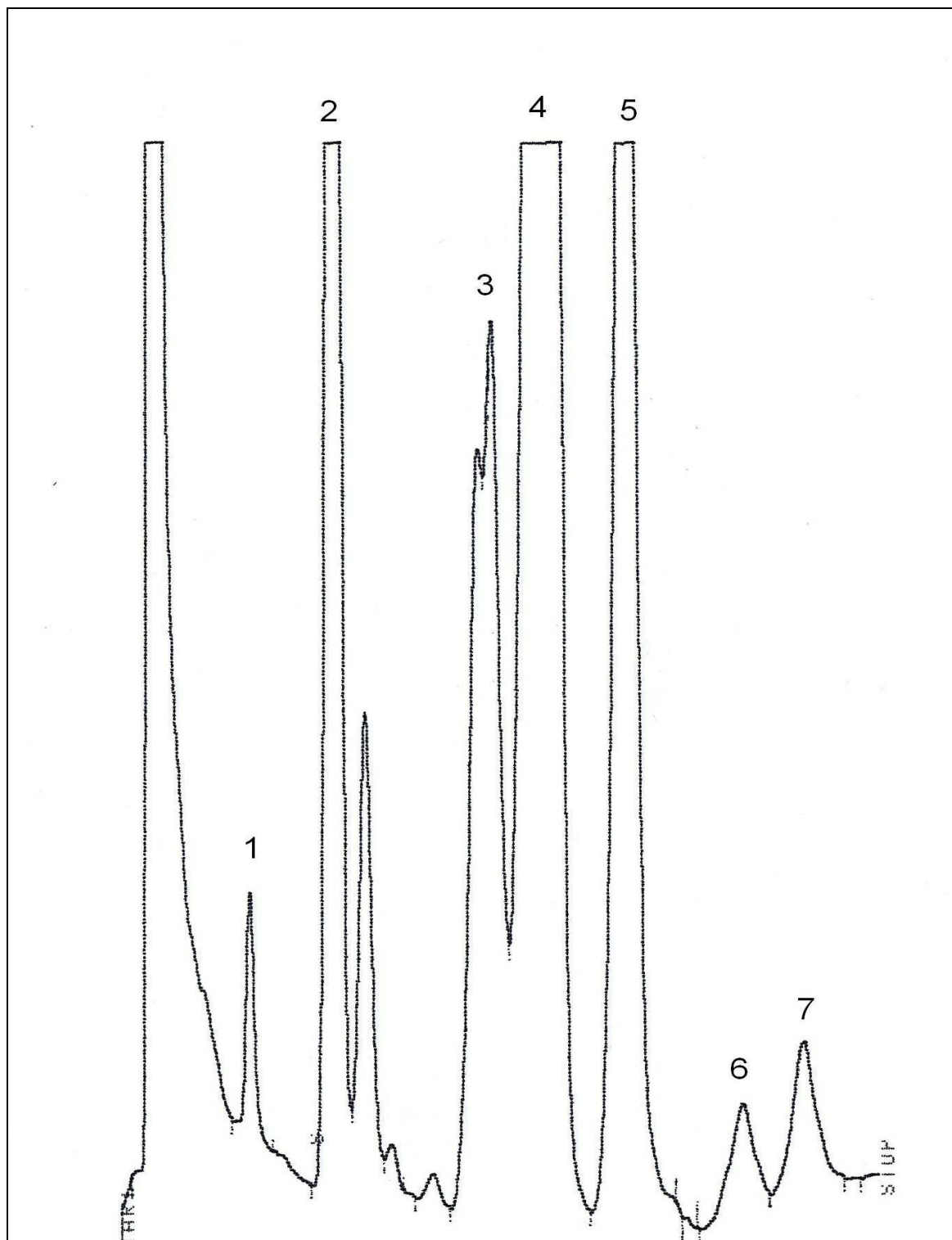
Slika 4. Hromatogram masnih kiselina kobasice D1 grupe na kraju procesa sušenja (1- C14:0; 2- C16:0; 3- C18:0; 4- C18:1; 5- C18:2; 6- C18:3; 7-C20:1)



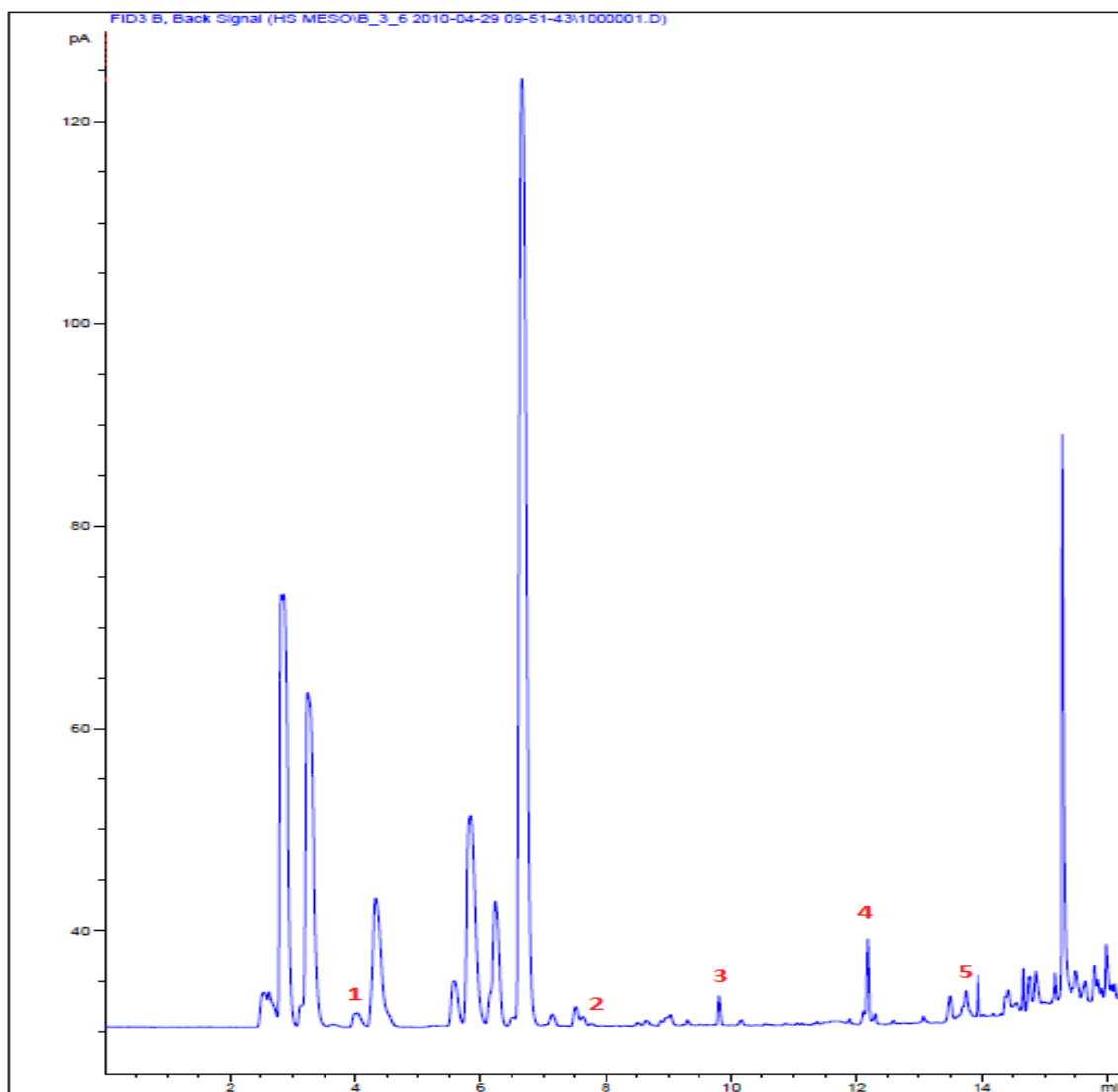
Slika 5. Hromatogram masnih kiselina kobasice D2 grupe na kraju procesa sušenja (1- C14:0; 2- C16:0; 3- C18:0; 4- C18:1; 5- C18:2; 6- C18:3; 7-C20:1)



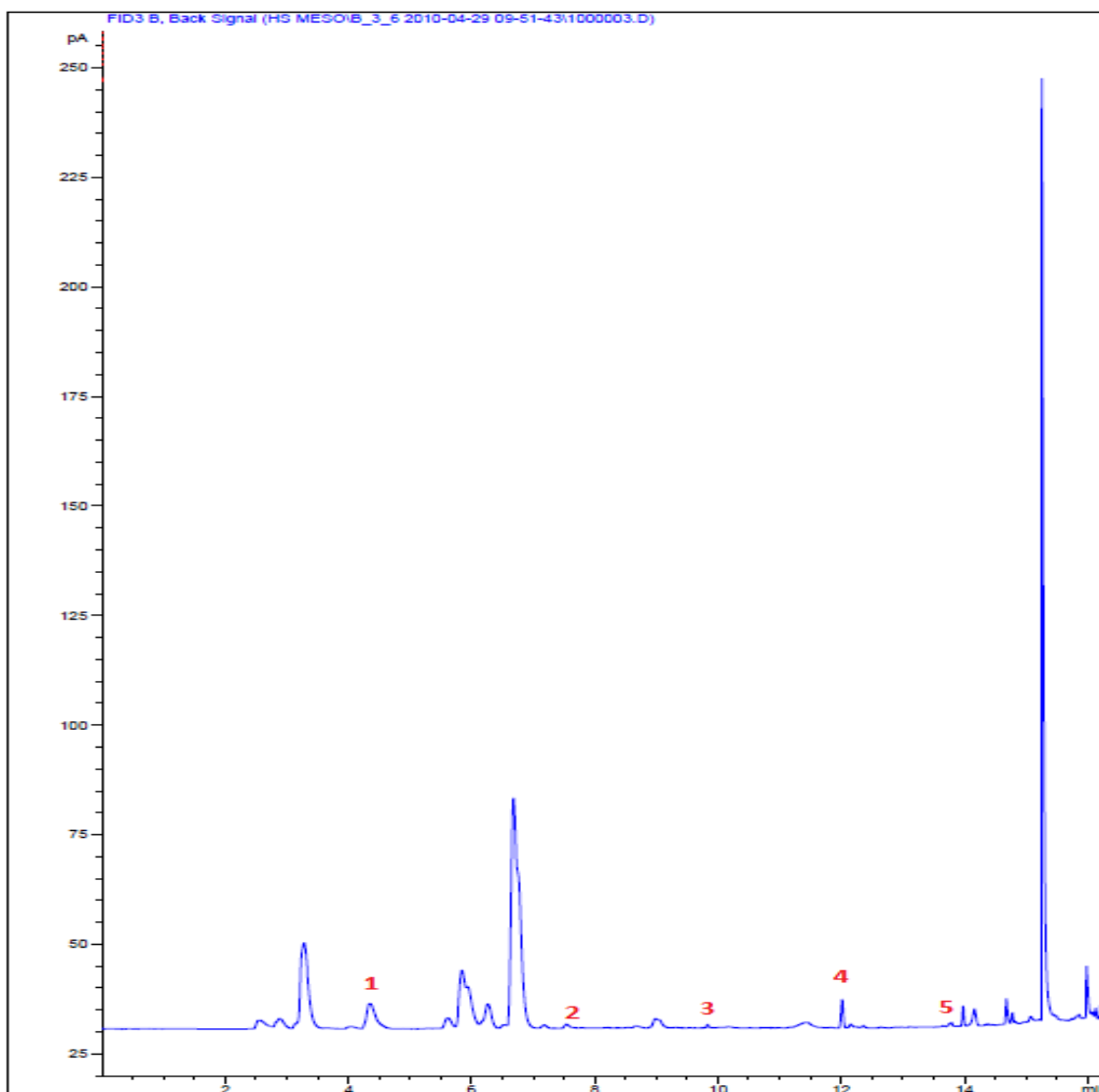
Slika 6. Hromatogram masnih kiselina kobasice E1 grupe na kraju procesa sušenja (1- C14:0; 2- C16:0; 3- C18:0; 4- C18:1; 5- C18:2; 6- C18:3; 7-C20:1)



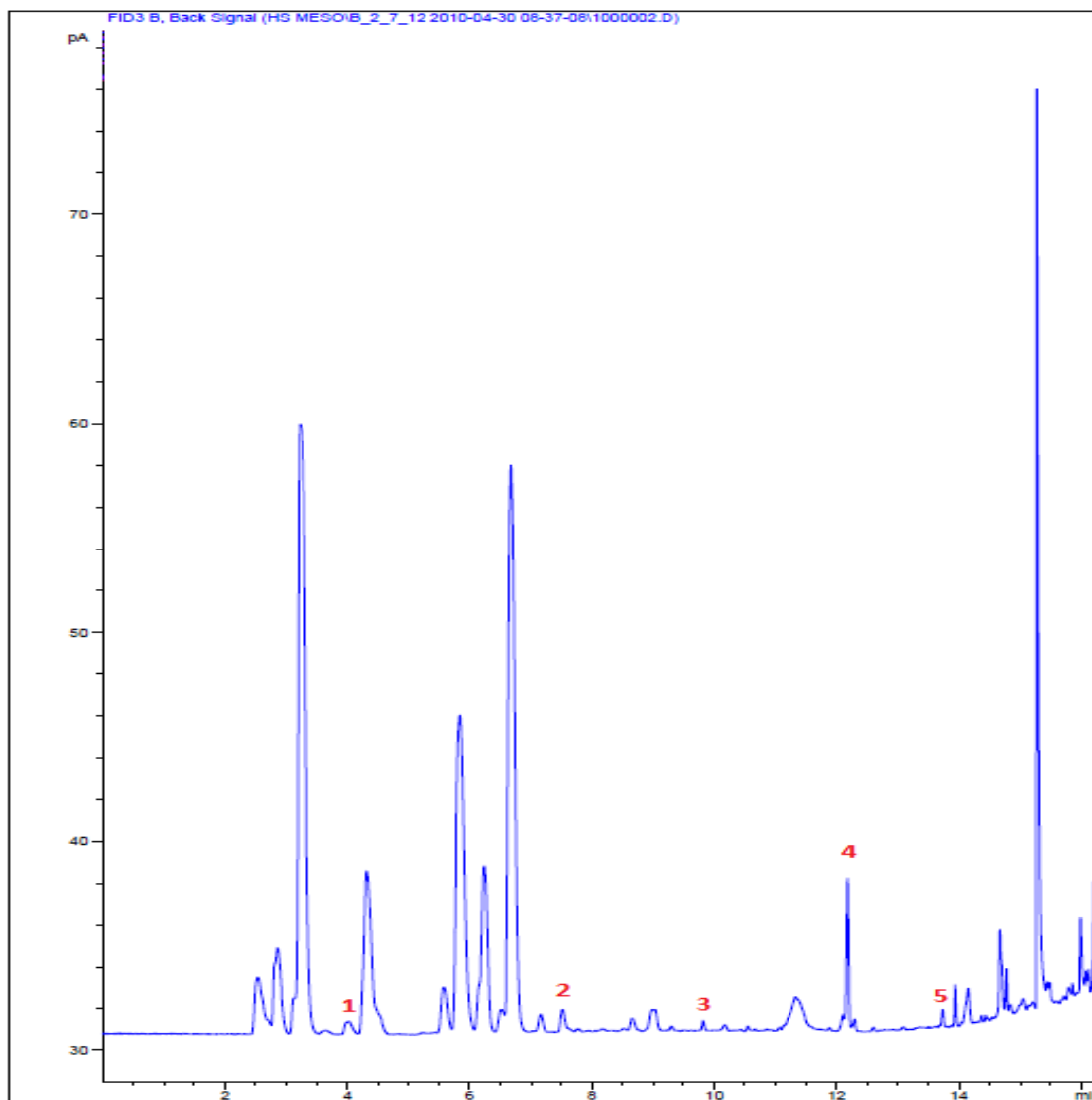
Slika 7. Hromatogram masnih kiselina kobasice E2 grupe na kraju procesa sušenja (1- C14:0; 2- C16:0; 3- C18:0; 4- C18:1; 5- C18:2; 6- C18:3; 7- C20:1)



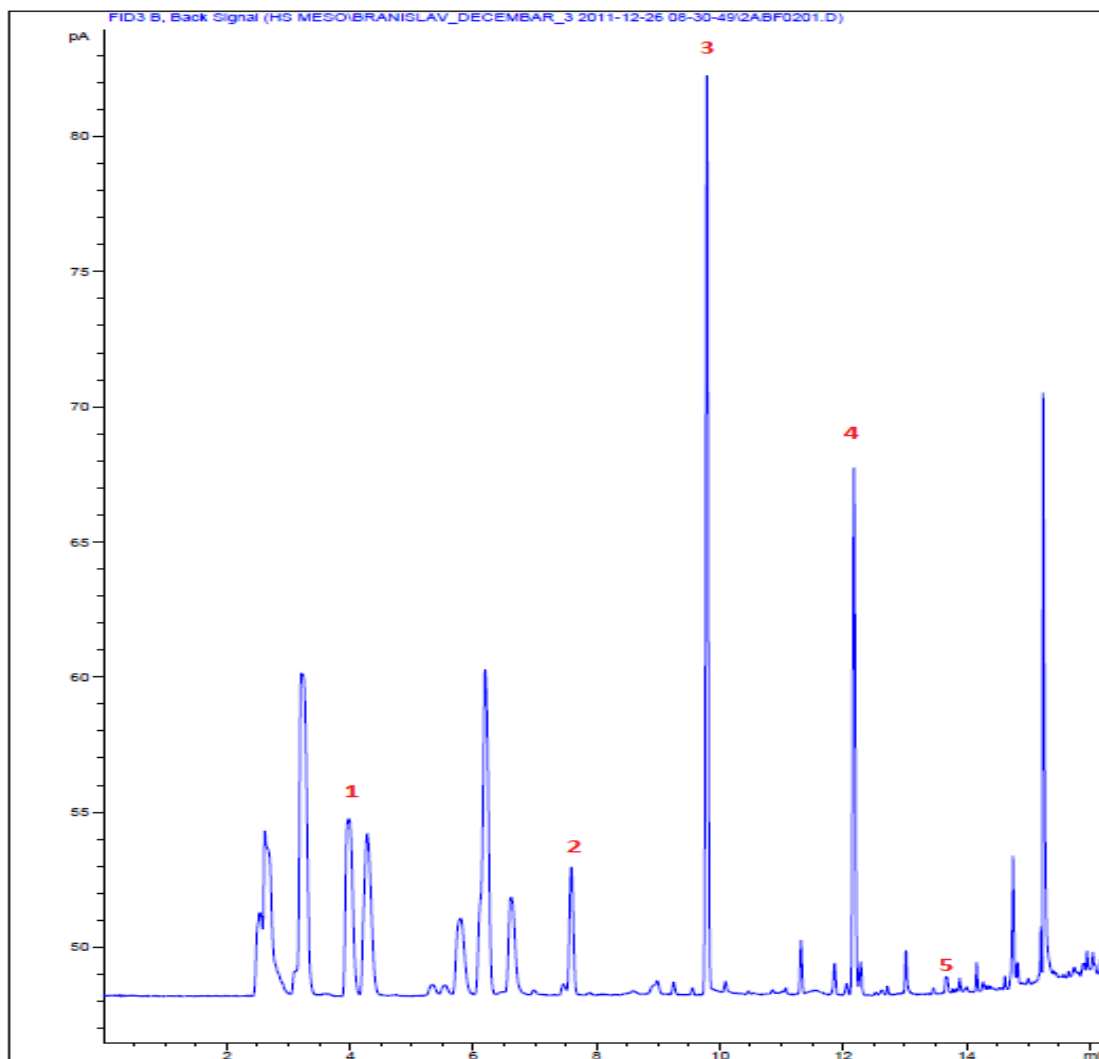
Slika 5.8. Hromatogram zasićenih alifatičnih aldehida kobasice C1 grupe na kraju procesa sušenja (1-propanal; 2-pentanal; 3-heksanal; 4-heptanal; 5-oktanal)



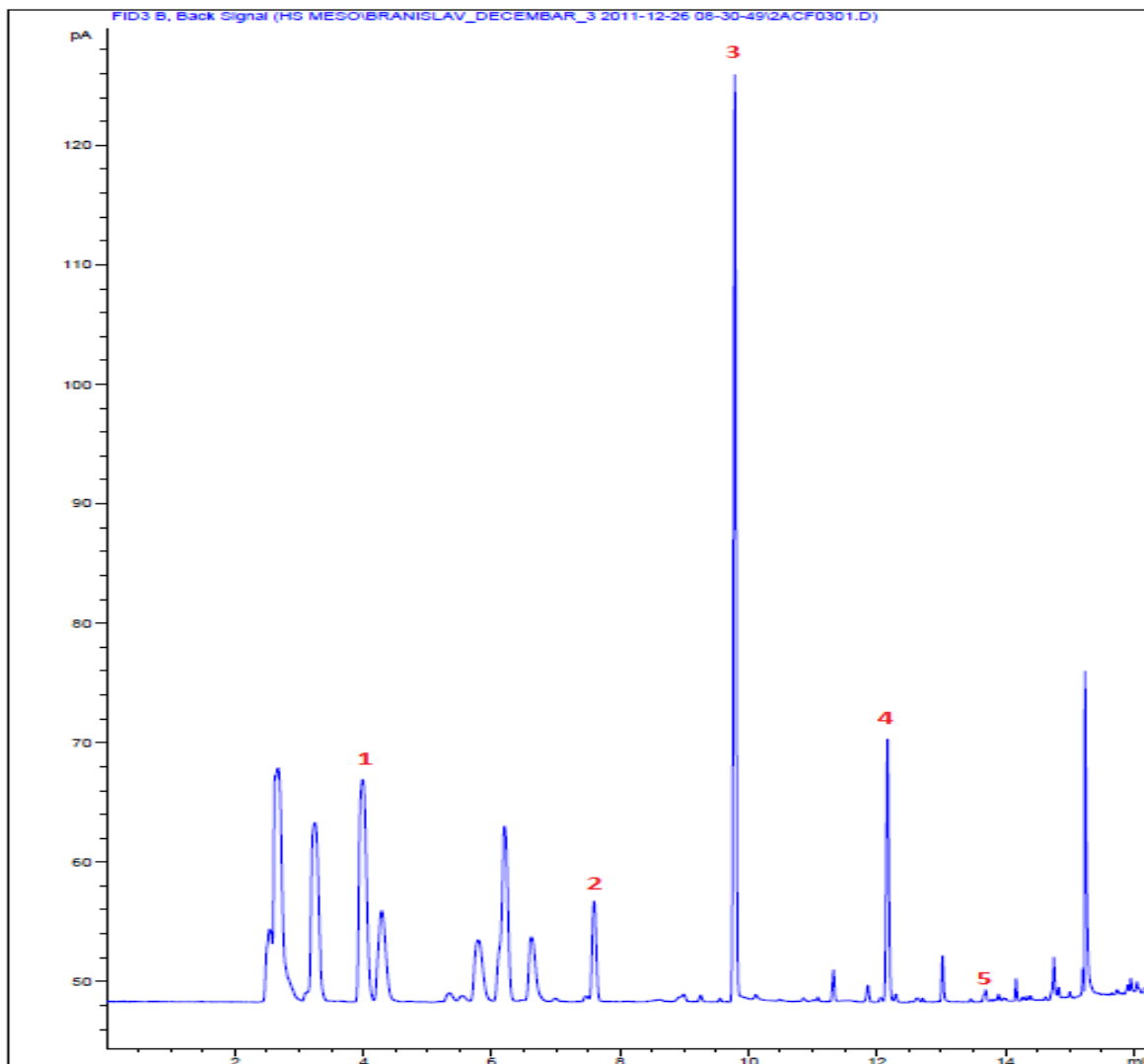
Slika 5.9. Hromatogram zasićenih alifatičnih aldehida kobasice C2 grupe na kraju procesa sušenja (1-propanal; 2-pentanal; 3-heksanal; 4-heptanal; 5-oktanal)



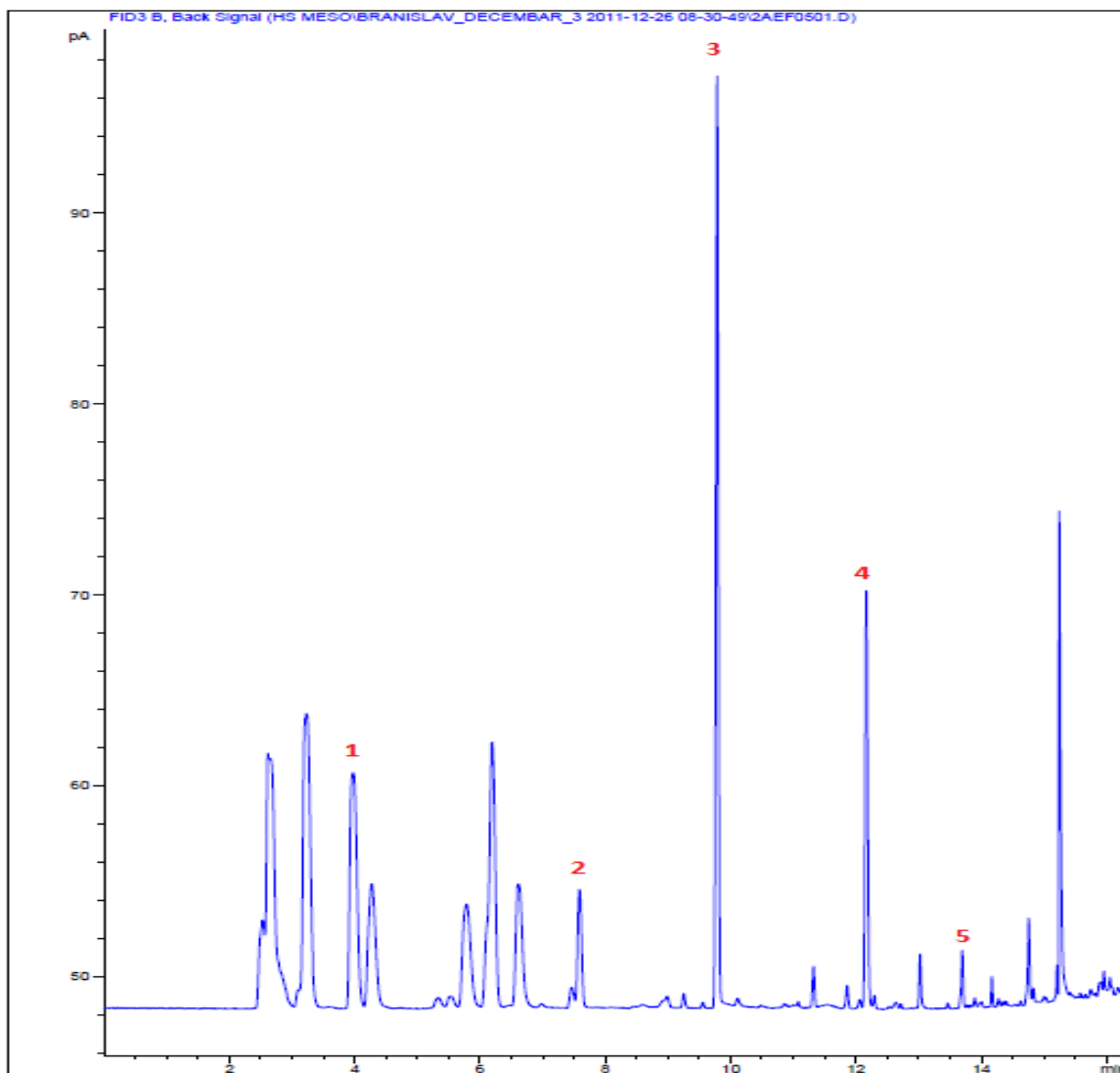
Slika 5.10. Hromatogram zasićenih alifatičnih aldehida kobasice C3 grupe na kraju procesa sušenja (1-propanal; 2-pentanal; 3-heksanal; 4-heptanal; 5-oktanal)



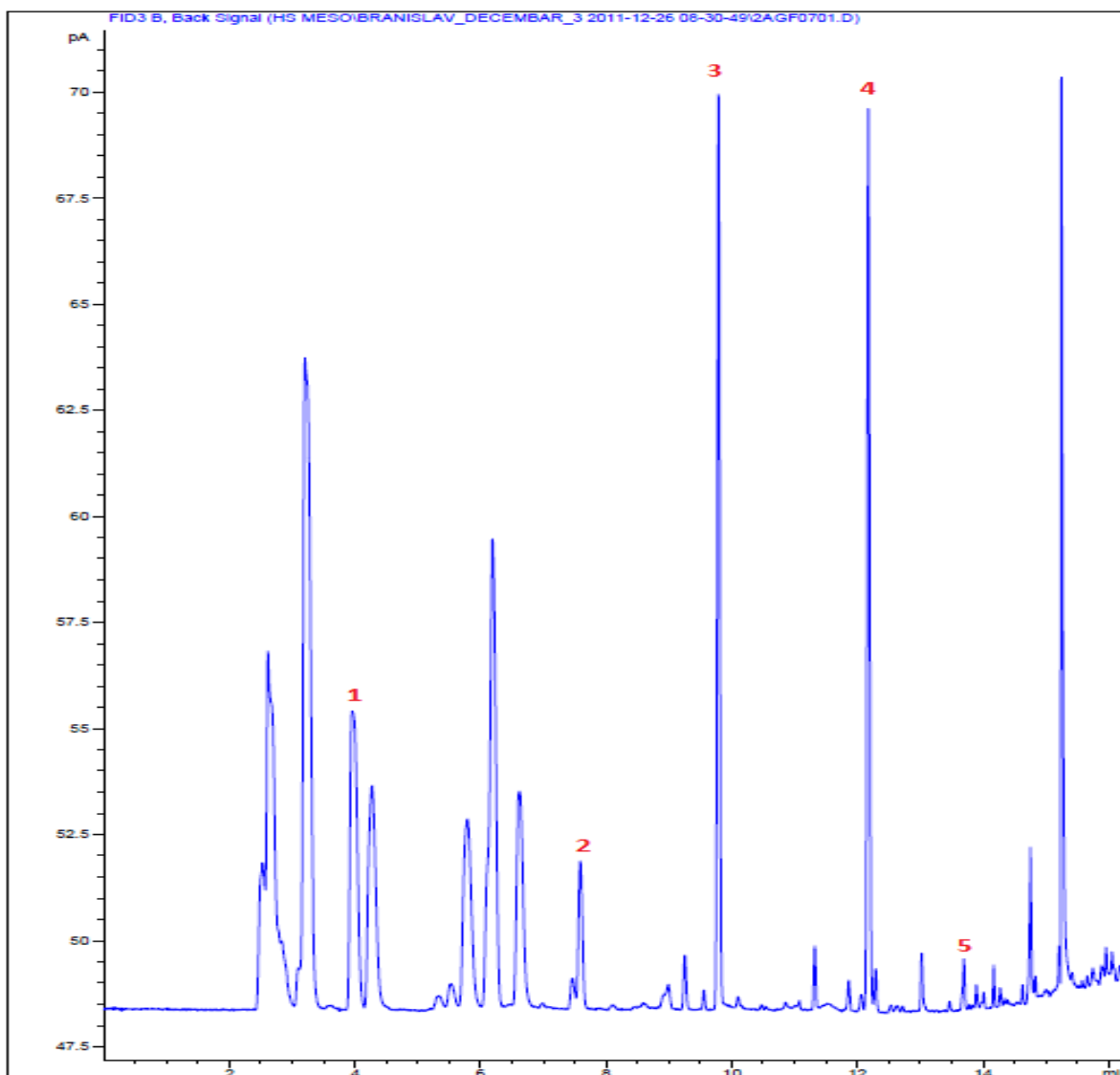
Slika 5.11. Hromatogram zasićenih alifatičnih aldehida kobasice D1 grupe na kraju procesa sušenja (1-propanal; 2-pentanal; 3-heksanal; 4-heptanal; 5-oktanal)



Slika 5.12. Hromatogram zasićenih alifatičnih aldehida kobasice D2 grupe na kraju procesa sušenja (1-propanal; 2-pentanal; 3-heksanal; 4-heptanal; 5-oktanal)



Slika 5.13. Hromatogram zasićenih alifatičnih aldehida kobasice E1 grupe na kraju procesa sušenja (1-propanal; 2-pentanal; 3-heksanal; 4-heptanal; 5-oktanal)



Slika 5.14. Hromatogram zasićenih alifatičnih aldehida kobasice E2 grupe na kraju procesa sušenja (1-propanal; 2-pentanal; 3-heksanal; 4-heptanal; 5-oktanal)

PRILOG 2

Tabela 1. Prosečne vrednosti pH u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom vremena skladištenja*

Grupa	Vreme (dan)											
	120				210				270			
	N	V	M	H	N	V	M	H	N	V	M	H
A1	5,36 ^{ef}	5,61 ^b	5,48 ^e	-	5,45 ^e	5,45 ^{cd}	5,49 ^c	-	5,48 ^f	5,55 ^c	5,60 ^b	-
	±0,06	±0,05	±0,09	-	±0,03	±0,17	±0,01	-	±0,02	±0,05	±0,01	-
A2	5,52 ^d	5,50 ^c	5,42 ^e	-	5,66 ^c	5,49 ^c	5,48 ^c	-	5,78 ^c	5,56 ^c	5,59 ^b	-
	±0,03	±0,02	±0,01	-	±0,01	±0,01	±0,01	-	±0,02	±0,01	±0,02	-
B1	5,75 ^a	5,74 ^a	5,72 ^a	-	5,99 ^a	5,70 ^a	5,56 ^{bc}	-	5,96 ^{ab}	5,72 ^a	5,65 ^{ab}	-
	±0,04	±0,02	±0,01	-	±0,04	±0,03	±0,10	-	±0,09	±0,07	±0,10	-
B2	5,61 ^b	5,60 ^b	5,67 ^b	-	5,79 ^b	5,77 ^a	5,64 ^{ab}	-	5,88 ^b	5,74 ^a	5,66 ^{ab}	-
	±0,02	±0,06	±0,02	-	±0,09	±0,10	±0,11	-	±0,02	±0,01	±0,07	-
B3	5,58 ^c	5,64 ^b	5,63 ^c	-	5,80 ^b	5,59 ^b	5,71 ^a	-	6,12 ^a	5,65 ^{ab}	5,76 ^a	-
	±0,04	±0,10	±0,02	-	±0,02	±0,07	±0,12	-	±0,04	±0,05	±0,10	-
B4	5,62 ^b	5,49 ^c	5,55 ^d	-	5,81 ^b	5,53 ^b	5,60 ^{ab}	-	5,93 ^b	5,62 ^b	5,66 ^{ab}	-
	±0,03	±0,06	±0,05	-	±0,03	±0,04	±0,06	-	±0,04	±0,03	±0,09	-
C1	5,39 ^e	5,31 ^e	5,29 ^f	-	5,56 ^d	5,20 ^d	5,24 ^d	-	5,68 ^d	5,27 ^e	5,41 ^c	-
	±0,04	±0,09	±0,03	-	±0,01	±0,04	±0,02	-	±0,06	±0,04	±0,10	-
C2	5,33 ^f	5,26 ^f	5,21 ^g	-	5,43 ^e	5,22 ^d	5,17 ^e	-	5,54 ^e	5,27 ^e	5,25 ^d	-
	±0,03	±0,02	±0,01	-	±0,03	±0,03	±0,02	-	±0,02	±0,02	±0,04	-
C3	5,33 ^f	5,38 ^d	5,31 ^f	5,53 ^a	5,52 ^d	5,23 ^d	5,27 ^d	5,47 ^a	5,61 ^d	5,42 ^d	5,42 ^c	5,73
	±0,05	±0,05	±0,04	±0,01	±0,02	±0,02	±0,03	±0,03	±0,04	±0,03	±0,03	±0,04
D1	5,22 ^g	5,14 ^g	-	-	5,39 ^f	5,05 ^e	-	-	-	-	-	-
	±0,06	±0,02	-	-	±0,02	±0,04	-	-	-	-	-	-
D2	5,10 ^h	5,02 ^h	-	-	5,29 ^g	4,96 ^f	-	-	-	-	-	-
	±0,03	±0,01	-	-	±0,02	±0,02	-	-	-	-	-	-
E1	5,10 ^h	4,98 ⁱ	-	5,12 ^b	5,39 ^f	5,03 ^e	-	5,36 ^b	-	-	-	-
	±0,07	±0,01	-	±0,02	±0,01	±0,03	-	±0,01	-	-	-	-
E2	5,06 ^h	4,90 ^j	-	5,06 ^c	5,29 ^g	4,91 ^g	-	5,28 ^c	-	-	-	-
	±0,02	±0,03	-	±0,04	±0,03	±0,01	-	±0,01	-	-	-	-

^{a-j} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210. i 270. dan od proizvodnje, a nakon 45. 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Tabela 2. Prosečne vrednosti a_w u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom vremena skladištenja*

Grupa	Vreme (dan)											
	120				210				270			
	N	V	M	H	N	V	M	H	N	V	M	H
A1	0,87 ^b ±0,00	0,89 ^{ab} ±0,01	0,89 ^b ±0,00	-	0,85 ^a ±0,00	0,88 ^{bc} ±0,01	0,87 ^d ±0,00	-	0,82 ^a ±0,00	0,88 ^a ±0,00	0,85 ^e ±0,00	-
A2	0,86 ^{cd} ±0,00	0,89 ^{ab} ±0,00	0,89 ^b ±0,00	-	0,82 ^d ±0,02	0,86 ^{de} ±0,01	0,87 ^{de} ±0,01	-	0,74 ^e ±0,01	0,86 ^c ±0,01	0,85 ^e ±0,00	-
B1	0,85 ^d ±0,00	0,88 ^{bc} ±0,01	0,89 ^{bc} ±0,01	-	0,82 ^d ±0,00	0,84 ^f ±0,01	0,86 ^{ef} ±0,01	-	0,72 ^f ±0,02	0,84 ^{de} ±0,00	0,85 ^e ±0,00	-
B2	0,85 ^d ±0,01	0,88 ^{bc} ±0,01	0,88 ^{cd} ±0,00	-	0,84 ^b ±0,00	0,87 ^{cd} ±0,01	0,86 ^{ef} ±0,01	-	0,74 ^e ±0,00	0,87 ^b ±0,00	0,86 ^{de} ±0,01	-
B3	0,82 ^{ef} ±0,01	0,88 ^{bc} ±0,01	0,91 ^a ±0,01	-	0,81 ^{de} ±0,00	0,84 ^f ±0,01	0,89 ^{bc} ±0,01	-	0,67 ^g ±0,00	0,83 ^e ±0,01	0,87 ^{cd} ±0,00	-
B4	0,82 ^{ef} ±0,01	0,90 ^a ±0,01	0,89 ^b ±0,01	-	0,83 ^c ±0,00	0,88 ^{bc} ±0,01	0,85 ^f ±0,00	-	0,78 ^b ±0,01	0,88 ^a ±0,00	0,88 ^b ±0,00	-
C1	0,88 ^a ±0,00	0,87 ^c ±0,01	0,86 ^e ±0,00	-	0,80 ^e ±0,01	0,87 ^{cd} ±0,00	0,85 ^f ±0,00	-	0,75 ^{de} ±0,01	0,87 ^{bc} ±0,01	0,87 ^{cd} ±0,00	-
C2	0,86 ^{bcd} ±0,01	0,89 ^{ab} ±0,01	0,90 ^{ab} ±0,00	-	0,80 ^e ±0,00	0,91 ^a ±0,00	0,90 ^a ±0,00	-	0,76 ^{cd} ±0,00	0,87 ^b ±0,00	0,89 ^a ±0,01	-
C3	0,82 ^{ef} ±0,01	0,87 ^c ±0,01	0,87 ^{de} ±0,01	0,88 ^a ±0,00	0,78 ^f ±0,00	0,88 ^b ±0,00	0,88 ^{cd} ±0,00	0,78 ^a ±0,00	0,75 ^{de} ±0,01	0,87 ^b ±0,00	0,87 ^{cd} ±0,00	0,75 ±0,00
D1	0,81 ^f ±0,00	0,87 ^c ±0,00	-	-	0,72 ^g ±0,01	0,86 ^{de} ±0,01	-	-	-	-	-	-
D2	0,82 ^{ef} ±0,01	0,88 ^{bc} ±0,01	-	-	0,72 ^g ±0,01	0,85 ^{ef} ±0,01	-	-	-	-	-	-
E1	0,78 ^g ±0,01	0,88 ^{bc} ±0,00	-	0,79 ^b ±0,00	0,71 ^{gh} ±0,01	0,87 ^{cd} ±0,02	-	0,72 ^b ±0,01	-	-	-	-
E2	0,78 ^g ±0,00	0,88 ^{bc} ±0,00	-	0,79 ^b ±0,00	0,70 ^h ±0,01	0,87 ^c ±0,01	-	0,72 ^b ±0,01	-	-	-	-

^{a-h} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće ($P < 0,05$); *120, 210. i 270. dan od proizvodnje, a nakon 45. 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).

Tabela 3. Prosečne vrednosti senzorne ocene mirisa i ukusa u 13 izrađenih grupa *Petrovčke kobasice* tokom procesa sušenja

Grupa	Vreme (dan)			
	30	45	60	90
A1	3,33 ±0,26	-	4,00 ±0,01	4,34 ^{cd} ±0,13
A2	2,75 ±0,27	-	3,89 ±0,12	4,10 ^f ±0,15
B1	3,50 ±0,16	-	4,71 ±0,09	4,95 ^a ±0,08
B2	3,92 ±0,13	-	4,78 ±0,03	4,95 ^a ±0,08
B3	3,74 ±0,04	4,48 ^c ±0,10	-	-
B4	3,89 ±0,12	4,65 ^b ±0,12	-	-
C1	-	-	4,19 ^{def} ±0,08	-
C2	-	-	4,27 ^{de} ±0,15	-
C3	-	-	4,13 ^{ef} ±0,10	-
D1	3,70 ±0,06	-	4,32 ±0,06	4,23 ^{def} ±0,07
D2	3,90 ±0,11	-	4,35 ±0,10	4,34 ^{cd} ±0,20
E1	3,92 ±0,04	-	3,72 ^g ±0,11	-
E2	3,52 ±0,04	-	4,16 ^{ef} ±0,17	-

^{a-g}- Vrednosti senzorne ocene mirisa i ukusa označene različitim malim slovima su statistički značajno različite ($P < 0,05$) između izrađenih grupa kobasica na kraju procesa sušenja (45, 60. i 90. dana); U tabeli je sivom bojom posebno označen kraj perioda sušenja za svaku izrađenu grupu kobasica.

Tabela 4. Prosečne vrednosti senzorne ocene mirisa i ukusa u 13 izrađenih grupa *Petrovačke kobasice* tokom vremena skladištenja*

Grupa	Vreme (dan)											
	120				210				270			
	N	V	M	H	N	V	M	H	N	V	M	H
A1	4,14 ^{c,DE}	4,00 ^{de,D}	3,92 ^{d,E}	-	4,54 ^{c,C}	4,73 ^{b,B}	4,97 ^{a,A}	-	3,11 ^{d,F}	3,48 ^{d,F}	3,23 ^{c,F}	-
	±0,10	±0,00	±0,07	-	±0,12	±0,15	±0,08	-	±0,16	±0,28	±0,11	-
A2	3,98 ^{c,D}	4,06 ^{de,CD}	4,25 ^{c,C}	-	4,72 ^{b,A}	4,55 ^{bc,B}	4,53 ^{c,B}	-	2,54 ^{e,E}	4,13 ^{c,C}	4,20 ^{b,C}	-
	±0,11	±0,15	±0,09	-	±0,06	±0,05	±0,08	-	±0,29	±0,14	±0,27	-
B1	4,82 ^{a,B}	4,96 ^{a,A}	4,84 ^{a,B}	-	4,87 ^{a,AB}	5,00 ^{a,A}	4,83 ^{b,B}	-	4,72 ^{a,C}	4,93 ^{a,A}	4,78 ^{a,B}	-
	±0,04	±0,05	±0,09	-	±0,05	±0,00	±0,05	-	±0,09	±0,08	±0,04	-
B2	4,93 ^{a,A}	4,93 ^{a,A}	4,98 ^{a,A}	-	4,73 ^{b,C}	5,00 ^{a,A}	4,90 ^{b,A}	-	4,56 ^{b,D}	4,95 ^{a,A}	4,74 ^{a,BC}	-
	±0,10	±0,10	±0,05	-	±0,08	±0,01	±0,01	-	±0,07	±0,05	±0,13	-
B3	4,20 ^{e,B}	4,62 ^{ab,A}	4,84 ^{a,A}	-	3,36 ^{d,C}	4,62 ^{b,A}	4,84 ^{b,A}	-	4,00 ^{e,B}	4,73 ^{b,A}	4,68 ^{a,A}	-
	±0,12	±0,18	±0,09	-	±0,00	±0,18	±0,09	-	±0,02	±0,08	±0,06	-
B4	4,18 ^{c,B}	4,09 ^{d,B}	4,43 ^{bc,A}	-	3,45 ^{de,C}	4,09 ^{d,B}	4,43 ^{c,A}	-	3,25 ^{d,C}	3,90 ^{c,BC}	4,10 ^{b,B}	-
	±0,17	±0,12	±0,18	-	±0,15	±0,12	±0,18	-	±0,01	±0,09	±0,13	-
C1	4,41 ^{b,A}	4,52 ^{bc,A}	4,44 ^{bc,A}	-	3,07 ^{e,B}	4,29 ^{c,A}	3,41 ^{d,B}	-	1,94 ^{fg,C}	3,48 ^{d,B}	3,11 ^{c,B}	-
	±0,15	±0,12	±0,10	-	±0,13	±0,17	±0,24	-	±0,18	±0,12	±0,56	-
C2	4,00 ^{c,B}	4,45 ^{bc,A}	4,20 ^{c,AB}	-	2,19 ^{f,D}	4,31 ^{c,AB}	3,24 ^{e,C}	-	2,04 ^{f,D}	3,58 ^{d,C}	2,50 ^{d,D}	-
	±0,16	±0,23	±0,16	-	±0,18	±0,19	±0,31	-	±0,32	±0,14	±0,01	-
C3	4,55 ^{b,A}	4,60 ^{b,A}	4,25 ^{c,B}	4,00 ^{a,BC}	3,01 ^{e,E}	3,52 ^{e,D}	3,46 ^{e,D}	3,90 ^{a,C}	1,56 ^{g,G}	3,44 ^{d,D}	3,20 ^{g,DE}	2,50 ^F
	±0,13	±0,08	±0,21	±0,01	±0,47	±0,24	±0,11	±0,14	±0,19	±0,09	±0,14	±0,38
D1	4,23 ^{c,A}	4,30 ^{cd,A}	-	-	2,93 ^{e,B}	3,55 ^{e,B}	-	-	-	-	-	-
	±0,14	±0,21	-	-	±0,56	±0,25	-	-	-	-	-	-
D2	4,16 ^{c,A}	4,28 ^{cd,A}	-	-	3,03 ^{e,B}	3,49 ^{e,B}	-	-	-	-	-	-
	±0,17	±0,06	-	-	±0,51	±0,38	-	-	-	-	-	-
E1	3,78 ^{d,A}	3,96 ^{de,A}	-	3,88 ^{a,A}	2,45 ^{ef,C}	3,09 ^{e,B}	-	1,50 ^{b,D}	-	-	-	-
	±0,18	±0,11	-	±0,21	±0,31	±0,24	-	±0,65	-	-	-	-
E2	1,00 ^{e,D}	3,84 ^{e,A}	-	3,64 ^{a,A}	1,00 ^{g,D}	2,91 ^{e,B}	-	1,89 ^{b,C}	-	-	-	-
	±0,00	±0,21	-	±0,43	±0,0	±0,40	-	±0,44	-	-	-	-

^{a-g} - vrednosti u istoj koloni se statistički značajno razlikuju sa 95% verovatnoće (P<0,05); ^{A-G} - vrednosti u istom redu se razlikuju sa 95% verovatnoće (P<0,05); *120, 210, i 270. dan od proizvodnje, a nakon 45. 60. i 90. dana sušenja; N, V, M, H – kobasice koje su nakon završetka perioda sušenja skladištene neupakovane (N), upakovane u vakuumu (V), u modifikovanoj atmosferi (M) i zaštićene hitozanskim filmom (H).