

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET VETERINARSKE MEDICINE
Katedra za ishranu i botaniku

Branko R.Milanković

Doktor veterinarske medicine

**Uticaj različitih izvora masti u obroku na
proizvodne rezultate i masnokiselinski sastav
mesa brojlera**

Doktorska disertacija

Beograd, 2021.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE
Department of Nutrition and Botany

Branko R.Milanković

Doctor of veterinary medicine

**Effects of different sources of fat in the diet
on production results and fatty acid
composition of broiler meat**

PhD Theses

Belgrade, 2021.

MENTOR:

Dr Radmila Marković, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine

Katedra za ishranu i botaniku

ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Dragan Šefer, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine

Katedra za ishranu i botaniku

Dr Stamen Radulović, docent,

Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine

Katedra za ishranu i botaniku

Dr Jelena Janjić, viši naučni saradnik

Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine

Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla

Dr Vesna Đorđević, naučni savetnik

Institut za higijenu i tehnologiju mesa

Beograd

Datum odbrane doktorske disertacije

.....

Zahvalnica

Znam, svestan sam činjenice da ne mogu da pomenem ovde sve one koji su mi na bilo koji način pomogli u izradi doktorske disertacije. Duga bi to bila lista. Izvinjavam se njima i zato ih prvo i pominjem. Hvala vam.

Zahvaljujem se mojoj mentorki prof.dr Radmili Marković što se prihvatila obaveze, da rukovodi izradom ove doktorske disertacije. Bila mi je čast da imam za mentora nekog ko ima toliko znanja i iskustva, vere i samopouzdanja, volje i upornosti, takta i razumevanja u radu sa kandidatom. Sve to me je obavezalo, hrabrilo i pomoglo da korak po korak dođem do planiranog i željenog cilja. Malo je reći hvala vam poštovana profesorka.

Prof.dr Draganu Šeferu se zahvaljujem na pomoći oko izbora teme, organizovanja ogleda, večitom optimizmu i u svim prilikama, pa i u onim koje su za mene bile naizgled teško rešive.

Dragocene savete, objašnjenja i tumačenja vezana za uslove gajenja brojlera dobio sam od doc.dr Stamena Radulovića na čemu sam mu neizmerno zahvalan.

Zahvaljujem se dr Jeleni Janjić, višem naučnom saradniku, na pomoći oko tumačenja rezultata ispitivanja prametara kvaliteta mesa bez kojih ova doktorska disertacija ne bi bila to što jeste.

Direktorki Instituta za higijenu i tehnologiju mesa, naučnom savetniku dr Vesni Đorđević se zahvaljujem na profesionalnosti, stalnoj brizi i podršci u radu. Njena pomoć meni je nemerljiva. Ne može to u slovo i reč da stane.

Iza izrade ove doktorske disertacije stoje i učesnici podprojekta u okviru projekta TR 31034 kojim rukovodi prof.dr Milan Ž.Baltić. pomoć učesnika na ovom podprojektu bila je nesebična, dragocena, uvek pravovremena. Zato hvala višim naučnim saradnicima dr Kseniji Nešić, dr Mariji Dokmanović (Starčević), dr Nataši Glamočliji, dr Jeleni Ivanović (Ćirić), naučnim saradnicima dr Dragoljubu Jovanoviću i dr Milici Todorović (Laudanović).

Zahvalnost dugujem i kolektivu moje bivše firme d.o.o. Nutrivet, kao i kolegama iz firme Biochem, a posebno kolegi Danku Vujoševiću za nesebičnu podršku. Moje shvatanje problematike ishrane farmskih životinja ne bi bilo potpuno bez njegovih praktičnih saveta.

Zahvaljujem se i kolektivu Katedre za ishranu i botaniku i Katedre za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla Fakulteta veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu na izuzetno kolegijalnoj saradnji.

Zahvaljujem se i mojoj porodici, majci Dari, ocu Radivoju i bratu Darku bez kojih sve ovo ne bi imalo smisla!

Za kraj, posebnu zahvalnost dugujem svojoj suprizi Gabrijeli bez čije podrške sve ovo ne bi bilo moguće. Njoj i posvećujem ovo delo.

UTICAJ RAZLIČITIH IZVORA MASTI U OBROKU NA PROIZVODNE REZULTATE I MASNOKISELINSKI SASTAV MESA BROJLERA

Rezime

Dodavanje masti u krmne smeše povećava energetska vrednost hrane, apsorpciju liposolubilnih vitamina, smanjuje rastur hrane, pojačava palatabilnost hrane, usporava pasažu hrane kroz digestivni trakt životinja i na taj način poboljšava apsorpciju hranljivih materija i iskorištavanje metaboličke energije hrane. Masnokiselinski sastav masti hrane brojlera ima direktan uticaj na masnokiselinski sastav masnih rezervi kod brojlera. Osnovni cilj istraživanja u okviru ove doktorske disertacije bio je da se ispita uticaj različitih izvora masti u hrani brojlera na proizvodne rezultate, zdravstveni status, masnokiselinski sastav mesa brojlera i kvalitet i prinos mesa brojlera.

Za ogled je korišćeno 240 brojlera Cobb 500 provenijencije oba pola, koji su podeljeni u 4 eksperimentalne grupe. Brojleri sve četiri eksperimentalne grupe (K, O-I, O-II i O-III) dobijali su hranu standardnog sirovinskog i hemijskog sastava za datu provenijenciju (potpuna smeša za tov piladi I od 1. do 10. dana; potpuna smeša za tov piladi II od 11. do 21. dana i potpuna smeša za tov piladi III od 22. do 42. dana). Laneno ulje i svinjska mast dodavani su u hranu za ishranu oglednih grupa u različitim količinama. U hranu ogledne grupe O-I potpune smeše za tov piladi I dodato je 1 % svinjske masti, u potpunoj smeši za tov piladi II 2,5 %, a u potpunu smešu za tov piladi III 5 %. U hranu ogledne grupe O-II potpune smeše za tov piladi I dodato je 1 % lanenog ulja, u potpunu smešu za tov piladi II 2,5 %, a u potpunu smešu za tov piladi III 5 %. U hranu ogledne grupe O-III potpune smeše za tov piladi I dodato je 0,5 % svinjske masti i 0,5 % lanenog ulja, u potpunu smešu za tov piladi II 1,25 % svinjske masti i 1,25 % lanenog ulja i u potpunu smešu za tov piladi III 2,5 % svinjske masti i 2,5 % lanenog ulja.

Na kraju svake faze tova, životinje su merene, merena je potrošnja hrane i određivana konverzija hrane i prirast. Na polovini ogleda kao i na kraju ogleda uzeti su uzorci krvi iz krilne vene, po 7 uzoraka po grupi i poslani na analizu biohemijskih parametara u krvi (holesterol i trigliceridi). Tokom trajanja ogleda praćeno je zdravstveno stanje životinja. Na kraju ogleda trupovi rasečeni na glave delove: grudi, batak sa karabatakom, krila, vrat i leđa. Delovi trupa su nakon toga izvagani. Iz svake eksperimentalne grupe uzeto je po 6 bataka sa karabatakom za hemijske i senzorne analize. U toku klanja uzeti su i uzorci krvi za analizu biohemijskih parametara (holesterol i trigliceridi). Uzorci mesa su čuvani na temperaturi – 20 °C u trajanju od 6 meseci, a analize za određivanje TBK-broja rađene su nultog dana, kao i nakon 3 i 6 meseci skladištenja.

Statistički značajno veća ($p < 0,05$) telesna masa i prirast na kraju ogleda zabeležene su kod O-II ogledne grupe brojlera, dok je konverzija bila značajno bolja ($p < 0,05$) u O-I i O-II oglednim grupama. U mesu istih grupa brojlera prosečan sadržaj proteina, odnosno vode bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$). Prosečan sadržaj masti u mesu grudi brojlera bio je veći ($p < 0,05$) u kontrolnoj grupi i O-III oglednoj grupi brojlera. Prosečan sadržaj SFA i MUFA u mesu bataka sa karabatom brojlera O-I ogledne grupe bio je veći ($p < 0,05$), a sadržaj PUFA manji ($p < 0,05$) u odnosu na sadržaj ovih kiselina u mesu bataka sa karabatom ostalih ispitivanih grupa. Najpovoljniji n-6/n-3 odnos ($p < 0,05$) imali su brojleri O-II i O-III oglednih grupa. Senzorna ocena ukupne prihvatljivosti mesa grudi kontrolne grupe brojlera bila je veća ($p < 0,05$) u odnosu na senzornu ocenu oglednih grupa brojlera. Senzorna ocena ukupne prihvatljivosti mesa bataka sa karabatom O-II ogledne grupe brojlera bila je manja ($p < 0,05$) od senzorne ocene prihvatljivosti kontrolne grupe i O-III ogledne grupe brojlera. Niže vrednosti ($p < 0,05$) aterogenog indeksa (AI) u mesu bataka sa karabatom utvrđene su kod kontrolne i O-II ogledne grupe. Trombogeni indeks (TI) je bio manji ($p < 0,05$) u mesu O-II grupe brojlera u odnosu na vrednosti TI u mesu bataka sa karabatom ostalih eksperimentalnih grupa. Vrednosti hipo/hiperholesterolemičnog indeksa (h/H) mesa bataka sa karabatom kontrolne grupe i O-II ogledne grupe bile su veće ($p < 0,05$) u odnosu na iste vrednosti ostale dve grupe brojlera. Prosečan sadržaj MDA nultog dana ispitivanja u mesu bataka sa karabatom kontrolne grupe bio je veći ($p < 0,05$) u odnosu na prosečne sadržaje MDA oglednih grupa brojlera. U mesu bataka sa karabatom kontrolne grupe i O-II grupe brojlera prosečan sadržaj MDA bio je veći ($p < 0,05$) nakon tri meseca skladištenja. Nakon šest meseci skladištenja prosečan sadržaj MDA u mesu bataka sa karabatom O-I ogledne grupe bio je manji ($p < 0,05$) u odnosu na ostale ispitivane grupe. Prosečan sadržaj holesterola u krvi kontrolne i O-I ogledne grupe bio je veći ($p < 0,05$) u odnosu na ostale dve ogledne grupe. Na kraju ogleda prosečan sadržaj triglicerida u krvi brojlera O-I ogledne grupe bio je manji ($p < 0,05$) u odnosu na prosečan sadržaj triglicerida ostalih ispitivanih grupa brojlera.

Ključne reči: brojleri, ishrana, masne kiseline, kvalitet mesa

Naučna oblast: Veterinarska medicina

Uža naučna oblast: Ishrana i botanika

UDK broj: 914.95

EFFECTS OF DIFFERENT SOURCES OF FAT IN THE DIET ON PRODUCTION RESULTS AND FATTY ACID COMPOSITION OF BROILER MEAT

Summary

Adding fat to feed increases the energy value of food, absorption of liposoluble vitamins, reduces food breakdown, increases food palatability, slows down the passage of food through the digestive tract of animals and thus improves the absorption of nutrients and utilization of food metabolic energy. The fatty acid composition of broiler feed fat has a direct effect on the fatty acid composition of broiler fat reserves. The main goal of the research within this doctoral dissertation was to examine the influence of different fat sources in broiler food on production results, health status, fatty acid composition of broiler meat and quality and yield of broiler meat.

For this experiment 240 broilers of Cobb 500 provenance of both sexes were divided into 4 experimental groups. Broilers of all four experimental groups (K, OI, O-II and O-III) received food of standard raw material and chemical composition for a given provenance (complete mixture for fattening chickens I from 1 to 10 days; complete mixture for fattening chickens II from 11 to 21 days and complete mixture for fattening chickens III from 22 to 42 days). Flaxseed oil and lard were added to the diet food of the experimental groups in different amounts. 1% of lard was added to the food of the experimental group O-I of the complete mixture for fattening chicken I, 2.5% in the complete mixture for fattening chicken II, and 5% to the complete mixture for fattening chicken III. 1% of flaxseed oil was added to the food of the experimental group O-II of the complete mixture for fattening of chickens I, 2.5% to the complete mixture for fattening of chickens II, and 5% to the complete mixture for fattening of chickens III. 0.5% of lard and 0.5% of linseed oil were added to the food of experimental group O-III of the complete mixture for fattening of chicken I, 1.25% of lard and 1.25% of flaxseed oil were added to the complete mixture for fattening of chicken II and finally to complete mixture for fattening chicken III 2.5% lard and 2.5% linseed oil.

At the end of each phase of fattening, the weights of the animals were measured, food consumption was measured and food conversion and growth were determined. At half of the experiment, as well as at the end of the experiment, blood samples were taken from the wing vein, 7 samples per group and sent for analysis of biochemical parameters in the blood (cholesterol and triglycerides). The health condition of the animals was monitored during the experiment. At the end of the examination, the carcasses were cut into main parts: chest, drumstick, wings, neck and back. Parts of the hull were then weighed. From each experimental group, 6 drumsticks were taken for chemical and sensory analyzes. During slaughter, blood samples were taken for analysis of biochemical parameters (cholesterol and triglycerides). Meat samples were stored at a temperature of - 20 ° C for 6 months,

and analyzes to determine the TBK number were performed on day zero, as well as after 3 and 6 months of storage.

Statistically significantly higher ($p < 0.05$) body weight and gain at the end of trial were recorded in the O-II experimental group of broilers, while the conversion was significantly better ($p < 0.05$) in the O-I and O-II experimental groups. In the meat of the same groups of broilers, the average protein and water content was significantly higher ($p < 0.05$). The average fat content in broiler breast meat was higher ($p < 0.05$) in the control group and O-III experimental group of broilers. The average content of SFA and MUFA in the meat of drumsticks of broilers of the O-I experimental group was higher ($p < 0.05$), and the content of PUFA was lower ($p < 0.05$) in relation to the content of these acids in the meat of drumsticks of other examined groups. Broilers O-II and O-III of the experimental groups had the most favorable n-6 / n-3 ratio ($p < 0.05$). The sensory evaluation of the total breast meat acceptability of the broiler control group was higher ($p < 0.05$) compared to the sensory evaluation of the experimental broiler groups. The sensory evaluation of the total acceptability of drumsticks of the O-II broiler experimental group was lower ($p < 0.05$) than the sensory evaluation of the acceptability of the control group and the O-III experimental group of broilers. Lower values ($p < 0.05$) of atherogenic index (AI) in the meat of drumsticks were found in the control and O-II experimental groups. The thrombogenic index (TI) was lower ($p < 0.05$) in the meat of the O-II group of broilers compared to the values of TI in the meat of drumsticks of other experimental groups. The values of hypo / hypercholesterolemic index (h / H) of drumsticks of the control group and O-II experimental group were higher ($p < 0.05$) compared to the same values of the other two groups of broilers. The average content of MDA on the zero day of testing in the meat of drumsticks of the control group was higher ($p < 0.05$) in relation to the average contents of MDA of experimental groups of broilers. In the meat of drumsticks of the control group and O-II group of broilers, the average MDA content was higher ($p < 0.05$) after three months of storage. After six months of storage, the average content of MDA in the meat of drumsticks O-I of the experimental group was lower ($p < 0.05$) compared to the other examined groups. The average blood cholesterol content of the control and O-I experimental groups was higher ($p < 0.05$) compared to the other two experimental groups. At the end of the experiment, the average triglyceride content in the blood of broilers of the O-I experimental group was lower ($p < 0.05$) compared to the average triglyceride content of other tested groups of broilers.

Key words: broilers, diet, fatty acids, meat quality

Scientific field: Veterinary Medicine

Field of academic expertise: Nutrition and Botany

UDC number: 914.95

Sadržaj:

1. Uvod	1
2. Pregled literature	3
2.1. Proizvodnja živinskog mesa u svetu i kod nas	3
2.1.1. Proizvodnja živinskog mesa u svetu	3
2.1.2. Trend u proizvodnji živinskog mesa	5
2.1.3. Izazovi u razvoju živinarske proizvodnje	6
2.1.4. Zdravlje ljudi i ishrana namirnicama životinjskog porekla	7
2.1.5. Proizvodnja živinskog mesa u Srbiji	8
2.2. Značaj živinskog mesa u ishrani ljudi	10
2.2.1. Proteini živinskog mesa	12
2.2.2. Masti i ugljenihidrati živinskog mesa	12
2.2.3. Vitamini i mineralne materije živinskog mesa	13
2.2.4. Značaj mesa brojlera za zdravlje ljudi	14
2.3. Funkcionalna hrana	15
2.3.1. Meso kao funkcionalna hrana	16
2.4. Ishrana brojlera	18
2.4.1. Hraniva koja predstavljaju izvor energije	20
2.4.1.1. Ječam	21
2.4.1.2. Kukuruz	21
2.4.1.3. Pšenica	21
2.4.1.4. Ostala žita	22
2.4.2. Izvor proteina u smešama za tov brojlera	23
2.4.2.1. Sporedni proizvodi industrije ulja - pogače i sače	23
2.4.2.2. Sintetičke aminokiseline	25
2.4.3. Lipidi u ishrani brojlera	25
2.4.3.1. Varenje, apsorpcija i distribucija lipida kod brojlera	26
2.4.3.2. Sinergizam pri absorpciji zasićenih i nezasićenih masnih kiselina	27
2.4.3.3. Masti životinjskog porekla	29
2.4.3.4. Biljna ulja	30
2.5. Lipidi	32
2.5.1. Klasifikacija lipida	32
2.5.2. Masti i ulja	33
2.5.2.1. Građa masti i ulja	33
2.5.2.2. Triacilgliceroli	34
2.5.3. Masne kiseline	35
2.5.4. Zasićene masne kiseline	36
2.5.5. Nezasićene masne kiseline	37
2.5.6. Esencijalne masne kiseline	40
2.5.7. Masnokiselinski sastav masti i ulja	45
2.5.8. Omega-3 nezasićene masne kiseline u ishrani živine i ljudi	47
3. Cilj i zadaci ispitivanja	53
4. Materijal i metode	54
4.1. Etičko odobrenje	54
4.2. Materijal	54
4.3. Metode istraživanja	57
4.3.1. Hemijske analize hrane	57
4.3.2. Proizvodni rezultati	59
4.3.2.1. Određivanje mesnatosti	59
4.3.3. Određivanje hemijskog sastava mesa brojlera	59
4.3.4. Određivanje pH vrednosti i temperature mesa	60
4.3.5. Određivanje sastava masnih kiselina u hrani i mesu brojlera	60
4.3.6. Određivanje lipidnih indeksa (aterogeni (AI), trombogeni (TI) i hipo/hiperholesterolemični (h/H)	61
4.3.7. Metode određivanja malondialdehida (MDA)	61
4.3.8. Određivanje biohemijskih parametara krvi	61
4.3.9. Senzorna analiza	62

4.3.10. Izračunavanje ekonomičnosti proizvodnje	62
4.3.11. Statistička obrada podataka	62
5. Rezultati ispitivanja	64
5.1. Hemijski i masnokiselinski sastav hrane, ukupan sadržaj n-6 i n-3 masnih kiselina kao i njihov odnos u hrani	64
5.1.1. Hemijski sastav potpunih smeša za ishranu brojlera	64
5.1.2. Masnokiselinski sastav hrane za brojlere	66
5.2. Proizvodni rezultati (telesna masa, prirast, konzumacija i konverzija)	74
5.2.1. Mase brojlera u toku tova	74
5.2.2. Prirast brojlera u toku tova	74
5.2.3. Konzumacija i konverzija tokom tova	74
5.3. Parametri prinosa mesa	76
5.3.2. Mase i udeo pojedinih delova trupova brojlera	76
5.4. pH vrednost i temperature mesa grudi 45 minuta i 24 časa posle klanja životinja	78
5.5. Hemijski sastav mesa (belo meso i bataka sa karabatakom)	79
5.6. Masnokiselinski sastav mesa (sadržaj n-6, n-3 masnih kiselina i njihov odnos)	80
5.7. Senzorne osobine mesa	85
5.8. Lipidni indeksi (LI)	86
5.9. Sadržaj MDA (malondialdehida) u mesu bataka sa karabatakom	87
5.10. Biohemijski parametri u krvi	88
5.11. Ekonomičnost proizvodnje	89
6. Diskusija	90
6.1. Hemijski i masnokiselinski sastav hrane	91
6.1.1. Hemijski sastav potpunih smeša za ishranu brojlera	93
6.1.2. Masnokiselinski sastav hrane za brojlere	96
6.2. Proizvodni rezultati brojlera u tovu	100
6.3. Parametri prinosa mesa	103
6.4. pH vrednost i temperature mesa grudi 30 minuta i 24 časa posle klanja životinja	104
6.5. Hemijski sastav mesa	107
6.6. Masnokiselinski sastav mesa	108
6.7. Senzorne osobine mesa	111
6.8. Lipidni indeksi (LI)	112
6.9. Sadržaj MDA (malondialdehida) u mesu bataka sa karabatakom	114
6.10. Biohemijski parametri u krvi	117
6.11. Ekonomičnost proizvodnje	119
7. Zaključci	121
8. Spisak literature	123
9. Prilog	136

1. UVOD

U moderno vreme potrošači su sve više svesni uticaja ishrane na njihovo zdravlje. Posebno u podnevljima gde su učestale pojave gojaznosti, kardiovaskularnih obolenja, kancera i drugih poremećaja vezanih za ishranu. U poseldnjih par decenija došlo se do saznanja da je, u predelima gde je ishrana bogata n-3 masnim kiselinama, pojava kardiovaskularnih obolenja znatno slabija, pa čak i u predelima gde je ishrana bogata mastima, kao na primer kod Eskima. Sa druge strane kontinentalni predeli gde se u ishrani nalazi jako malo ribe i ostalih namirnica bogatih n-3 masnim kiselinama, pojava kardiovaskularnih obolenja je znatno učestalija. Utvrđeno je da je za zdravlje kardiovaskularnog sistema najvažnije da se kroz ishranu unosi kontrolisana količina zasićenih masnih kiselina, kao i nezasićene masne kiseline u odgovarajućem odnosu n-6 masnih kiselina prema n-3 masnim kiselinama. Pomenuti omjer je u predjelima sa tipično zapadnjačkim načinom prehrane 25:1, dok je omjer 10:1 i niži poželjan, a 1:1 idealan. Omega – 3 masne kiseline imaju pozitivan uticaj ne samo na zdravlje kardiovaskularnog sistema, nego i na normalan razvoj nervnog sistema kod dece, nivo triglicerida u krvi, krvni pritisak, zgrušavanje krvi, trombozu i imunitet. Pozitivno delovanje n-3 masnih kiselina primećuje se već nakon unosa 0,5 g dnevno.

Esencijalne masne kiseline u ishrani ljudi su n-3 i n-6 polinezasićene masne kiseline (PNMK), a najvažnija među njima su α -linolna kiselina (C18:3; n-3) i linoleinska kiselina (C18:2; n-6). Dugolančane PNMK-e, kao što su eikopentazoična kiselina (EPA; 20C:5; n-3) i dokozaheksanoična kiselina (DHA; 22C; n-3) se u manjoj meri mogu sintetisati endogeno iz α -linolne kiseline (C18:3; n-3).

Riba sadrži visoke koncentracije polinezasićenih masnih kiselina, kao i nizak odnos n-6/n-3 masnih kiselina, što ju čini bitnim elementom zdrave ishrane. Međutim, u nekim predelima njena konzumacija je smanjena zbog dostupnosti, cene, kao i zbog navika potrošača. Iz tog razloga došlo se na ideju o razvoju namirnice animalnog porekla sa pozitivnim omjerom n-6/n-3 masnih kiselina i to u namirnici na koju su potrošači navikli. Brojlersko pile je za sada idealan model, zbog lake, brze i jeftine proizvodnje, kao i zbog apsolutne rasprostranjenosti brojlerskog tova u celom svetu, mada se određeni ogledi sa sličnim ciljem već vrše i na tovnim svinjama i muznim kravama. U smeše za tov monogastričnih životinja dodaju se ulja sa visokim sadržajem n-3 masnih kiselina, kako bi se dobila hrana sa visokim sadržajem n-3 masnih kiselina. Pomenuta ulja obično u smešama menjaju masti životinjskog porekla i sojino ulje. Ulja koja se najčešće koriste su laneno, palmino i kanola ulje. Međutim, u procesu dobijanja takve funkcionalne namirnice dolazi do više različitih izazova. Jedan od najvećih je taj što je meso bogato nezasićenim masnim kiselinama podložno oksidaciji, što može znatno smanjiti mogućnost skladištenja i transporta ovakve namirnice. Iz tog razloga u

poslednje vreme se u smeše za tov pored n-3 masnih kiselina dodaju razni antioksidansi, koji takođe mogu da izazovu povoljne efekte u organizmu čoveka. Sledeći veliki izazov je senzorna ocena ovako dobijene namirnice kao i njena opšta prihvatljivost, jer povećan sadržaj nezasićenih masnih kiselina u nekoj namirnici može dovesti do pojave uljanog ukusa i ribljeg mirisa. Iz tih razloga potreban je široki pristup ovoj temi, kao i veliki broj ogleda kako bi se došlo do proizvoda sa odgovarajućim sadržajem n-3 masnih kiselina, a da pri tom miris, ukus i koliko je moguće cena osnovne namirnice ne budu mnogo izmenjeni. Na kraju, trebalo bi se doći do saznanja koje ulje, u kojoj koncentraciji i u kom periodu tova je potrebno dodati u tovnu smešu, kako bi se došlo do funkcionalne namirnice zadovoljavajuće održivosti, mirisa, ukusa i cene.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Proizvodnja živinskog mesa u svetu i kod nas

Na svetu je 2018. godine postojalo više od 25 milijarde jedinki živine što je gotovo šest puta više nego 1961. godine od kada se ovi podaci prate (FAOSTAT, 2020a). Proizvodnja živinskog mesa u svetu 2019. godine iznosila je 130 miliona tona i zabeležila je rast od 3,7% u odnosu na 2018. godinu (Berkhout, 2020), a predviđa se da će u 2020. godini porasti na 137 miliona tona (FAO, 2020a). Živinsko meso i konzumna jaja se od svih namirnica animalnog porekla na svetu najviše koriste. Njihova proizvodnja i konzum nisu ograničeni kulturnim ili verskim razlikama, pa se tradicionalno koriste u svim područjima sveta, u svim kuhinjama. U svetu postoji sve veća potražnja za lako svarljivim proteinima, a živinska proizvodnja predstavlja najefikasniju proizvodnju u smislu konverzije biomase u proteine životinjskog porekla. Živinska proizvodnja predstavlja jednu od najbrže rastućih grana poljoprivredne proizvodnje u svetu (Mottet i sar., 2018). Predvidivi i dobri proizvodni rezultati, kao i brz obrt predstavljaju glavni razlog ulaganja u ovu granu poljoprivredne proizvodnje, koja se jednako brzo razvija, kako u naprednim i razvijenim zemljama, tako i u zemljama u razvoju. U zemljama u razvoju živinarska proizvodnja predstavlja jednu od vodećih grana poljoprivredne proizvodnje, kao i faktor stabilnosti industrije uopšte. Živinarska proizvodnja u ovim zemljama predstavlja faktor koji bi mogao da ublaži lošu ekonomsku situaciju i predstavlja najvažniji katalizator ekonomskog i poljoprivrednog napretka ovih zemalja. Razlog tome mogu biti apsolutno unapređena genetika, kako teških tako i lakih linija, kao i apsolutno progresivna tehnika proizvodnje i sve veći napredak u ishrani živine. Danas je u ishrani živine moguće predvideti ne samo koliko će energije osloboditi enzim dodat kao aditiv gotovoj krmnoj smeši, nego i koliko će energije domaćinu doneti i probiotska kultura. Takođe, danas se u ishrani živine ne misli samo o zdravlju digestivnog trakta i njegovoj mikroflori, nego se misli i o zdravlju crevnog zida, funkcionalnog dela digestivnog sistema. Ishranom se može održati onkotski pritisak u enterocitima i na taj način prevenirati bilo koja vrsta stresa, a posebno toplotna. Iz tih razloga povrat investicije, kao i profit, veoma su predvidivi u ovoj grani poljoprivredne delatnosti.

2.1.1. Proizvodnja živinskog mesa u svetu

U svetu se danas proizvede 137 miliona tona živinskog mesa godišnje (FAO, 2020a). Od te količine 92% živinskog mesa se proizvede u tehnološki usavršenim i specijalizovanim objektima za brojlerski tov, 6% čine koke isključene iz proizvodnje, dok samo 2% otpada na proizvodnju živinskog mesa na seoskim domaćinstvima (Mottet i Tempio, 2018; GLEAM 2, 2016). Ovi podaci nam govore

da je proizvodnja brojlerskog pileta u svetu generalno veoma organizovana, ali ipak, oni u isto vreme mogu i da zavaraju, jer su razlike među kontinentima i regionima u ovom pogledu značajne. Naime, u Istočnoj Evropi i pojedinim delovima Azije, kao i u regionu Subsahare proizvodnja živinskog mesa u domaćinstvima predstavlja 8-10% od ukupne proizvodnje, a proizvodnja konzumnih jaja u domaćinstvima prelazi čak 30% u ovim regionima (Mottet i Tempio, 2018). Ovo predstavlja veliki problem u kontroli kvaliteta hrane animalnog porekla, kao i u kontroli širenja zaraznih bolesti. Jako je teško kontrolisati vakcinaciju jata koja se uzgajaju u domaćinstvima, te takva gazdinstva predstavljaju rezervoar zaraznih bolesti živine.

Proces globalizacije i urbanizacije dovešće do toga da će do 2050-te godine 70% ljudi živeti u gradovima (Statista Research Department, 2019) te da će sve manje ljudi hteti da radi u ruralnim područjima, dok će populacija na našoj planeti porasti do 9,9 milijardi stanovnika (UN, 2019). Sve ovo dovešće do povećane potražnje za namirnicama životinjskog porekla proizvedenim u organizovanim specijalizovanim postrojenjima za hiperprodukciju tovnih jedinki. Navedena predviđanja dodatno favorizuju dalji razvoj živinarske proizvodnje i čine je jednom od najbrže rastućih grana poljoprivredne proizvodnje. Proizvodnja živinskog mesa u poslednjih 50 godina, beleži u proseku 5% godišnji rast, dok proizvodnje drugih izvora životinjskih proteina beleže dosta manji porast, od 1,5% za goveđe do 3,1% za svinjsko meso (Mottet i Tempio, 2018; Alexandratos i Bruinsma, 2012). Interesantan je podatak da je konzumacija jaja po glavi stanovnika 1961. godine bila za 50% veća od konzumacije pilećeg mesa, a danas je situacija potpuno obrnuta, gde je konzumacija jaja 8,92 kg po glavi stanovnika, a konzumacija pilećeg mesa 14,13 kg (Mottet i Tempio, 2018; FAO-STAT, 2016). Uz već pomenut rast broja stanovnika, lako je predvideti da nas očekuje veliki porast potražnje za pilećim mesom do 2050. godine. Najveći rast u poslednjih deset godina među zemljama sa najvećom proizvodnjom beleži Rusija, koja je četvrti najveći proizvođač pilećeg mesa u svetu. Najveću apsolutnu proizvodnju postižu SAD sa 23 miliona tona mesa godišnje, a slede Kina i Brazil sa 20 i 16 miliona tona (Berkhout, 2020). U SAD-u, tačnije u saveznoj državi Džordžija, se nalazi i područje sa najvećim brojem brojlera po kilometru kvadratnom na svetu. SAD sa svojih 350 miliona stanovnika ima proizvodnju od gotovo 66 kg po glavi stanovnika, što predstavlja četiri puta više od prosečne potrošnje živinskog mesa u svetu. U Americi je, doduše, potrošnja živinskog mesa na visokom nivou i iznosi 58 kg po glavi stanovnika (Berkhout, 2020), ali svakako višak ovog mesa se izvozi, što na kraju omogućuje značajnu zaradu ekonomiji SAD-a. Takođe, Kina predstavlja trenutno najbrže rastuću ekonomiju na svetu, ekonomiju koja trenutno beleži najveći izvoz, a već je pomenuto da je Kina drugi najveći proizvođač živinskog mesa. Brzi obrti, ubrzani razvoj i predvidivi rezultati u ovoj proizvodnji trebaju biti preporuka svim svetskim ekonomijama, a posebno zemljama u razvoju.

Brazil je svoju proizvodnju povećao masovnim prelaskom sa ekstenzivne na intenzivnu proizvodnju živinskog mesa, kao i usavršavanjem proizvodnje. Naime, u periodu od 1985-1996. godine Brazil je udeo farmera sa preko 10.000 grla povećao sa 42% na 78%, u regiji centralnog zapada Brazila (Mottet i Tempio, 2018; Narrod i sar., 2012). Uopšte, trend u svetu živinarske proizvodnje je ukрупnjavanje proizvodnih pogona, jer je ta proizvodnja daleko ekonomski isplativija, a ide i u korak sa trendom svetske migracije stanovništva sa sela u gradove.

2.1.2. Trend u proizvodnji živinskog mesa

Proizvodnja živinskog mesa u svetu 2005. godine bila je 83,2 miliona tona, a predviđa se da bi do kraja 2020. godine trebalo da se proizvede 137 miliona tona, što predstavlja rast od gotovo 65% za veoma kratak period (poultrytrends.com, 2020; FAO, 2020a). Do 2050. godine predviđa se da će potražnja za živinskim mesom porasti za 121%, dok će za isti period potražnja za goveđim mesom porasti za 66%, a za svinjskim mesom 43% (Mottet i Tempio, 2018; Alexandratos i Bruinsma, 2012). Što se tiče proizvodnje, ona će i dalje rasti kao i pre, samo smanjenim intenzitetom i narušenom dinamikom, zbog aktuelne pandemije COVID-19. Tako se za period 2020. godine predviđa da će jedino proizvodnja živinskog mesa ostvariti rast od 2,4%, dok bi proizvodnja goveđeg i svinjskog mesa trebale ostvariti pad od 0,8 i 8,0% (poultrytrends.com, 2020; FAO, 2020b). Procenjuje se da će godišnji porast proizvodnje u godinama koje dolaze biti 1,8% na svetskom nivou, dok će u zemljama u razvoju dosegnuti 2,4%. Najveći rast proizvodnje se očekuje u Aziji, gde je konzumacija živinskog mesa po glavi stanovnika i dalje niska, samo 10 kg, dok je u Evropi duplo veća, a u Severnoj Americi gotovo šest puta (Mottet i Tempio, 2018; Berkhout, 2020).

Najveći porast konzumacije mesa brojlera beleži se u Mianmaru, dok je trenutno najveća apsolutna konzumacija brojlerskog mesa u Maleziji sa 63 kilograma po stanovniku. Na drugom mestu nalazi se SAD sa 58 kilograma, a Brazil je na trećem sa 57 kilograma po stanovniku (Berkhout, 2020). Za Maleziju se predviđa porast konzumacije za dodatnih 4,5 kilograma po stanovniku do 2029. godine, dok se najveći porast konzumacije za pomenuti period predviđa zemljama Južne Amerike Peruu i Čileu od 9 i 6,5 kilograma po stanovniku (poultrytrends.com, 2020; FAO, 2020b). Potrošnje živinskog mesa u svetu će porasti za 10% u narednoj deceniji (Shahbandeh, 2020).

Cena mesa će u narednih 10 godina ostati nominalno visoka, dok će stvarna cena padati, zbog aktuelnog usporavanja proizvodnje i relativno malog porasta cene hraniva. Uzimajući u obzir sve navedeno, kao i predviđenu povećanu potražnju za živinskim mesom, cena živinskog mesa će, ipak, doživeti blagi rast (poultrytrends.com, 2020; FAO, 2020c). Prema navodima Berkhout (2020)

prosečna izvozna cena živinskog mesa u 2019. godini bila je 1644 dolara po toni. Najveći izvoznik brojlerskog mesa u svetu je Brazil sa izvezenih 4 miliona tona u 2019. godini, što predstavlja gotovo četvrtinu od ukupnog izvoza živinskog mesa u svetu. Na drugom mestu nalaze se SAD sa 3,6 miliona tona, a slede Holandija i Poljska sa po 1,5 miliona tona živinskog mesa. Najveći prihode od izvoza ostvario je Brazil sa 6,5 milijardi dolara, gotovo duplo više od SAD (3,7 milijardi dolara), dok je Poljska ostvarila prihod od 2,9 milijardi, što ukupno predstavlja 48% prihoda od izvoza brojlerskog mesa u svetu (Berkhout, 2020).

2.1.3. Izazovi u razvoju živinarske proizvodnje

U toku svog razvoja živinarska proizvodnja suočila se sa mnogim izazovima kako bi postala najintenzivnija i najprofitabilnija grana stočarske proizvodnje. Samo neki od tih izazova bili su: kako obezbediti najbolje uslove mikroklimata brojlerskom piletu u objektu kako bi ostvarilo najbolje proizvodne rezultate, koja su to najbolja hraniva za brojlerski tov, koje su najbolje smeše za ostvarenje najboljih rezultata, kako povećati iskoristivost hranljivih materija i energije iz gotove krmne smeše, kako povećati biosigurnost proizvodnje, kako unaprediti preventivne mere, razvoj efikasnih vakcina i genetike brojlera. Neki od tih izazova ostaju i danas, ali se uvek javljaju novi. Neki od najvažnijih izazova danas su: sigurnost hrane, smanjenje siromaštva, zdravlje životinja i ljudi, korišćenje nacionalnih resursa, klimatske promene (Mottet i Tempio, 2018; Gerber i sar., 2015) i prevazilaženje krize prouzrokovane pandemijom COVID-19. Kao i do sada, odgovori na ove izazove biće multidisciplinarne prirode. Potrebna je saradnja više naučnih disciplina kako bi se došlo do najboljih rešenja koja će doneti nešto novo živinarskoj proizvodnji, ali ona ne smeju ugroziti njenu produktivnost i efikasnost.

Jedan od veliki izazova u budućnosti mogao bi biti izmena hraniva koji se koriste u živinarskoj proizvodnji. Iako se u živinarstvu već koriste neki sporedni proizvodi industrije alkohola, veliki procenat (64%) hraniva koji se u svetu koristi za potpune krmne smeše može se direktno koristiti u ishrani ljudi. U potpune krmne smeše u živinarstvu uđe 348 miliona tona žita godišnje, a to predstavlja 14% od ukupne proizvodnje u svetu i 58% suve materije (SM) globalne potpune krmne smeše (Mottet i sar., 2018; Gerber i sar., 2015; GLEAM 2, 2016).

Konverzija hrane jedan je od najvažnijih faktora svake proizvodnje i predstavlja količinu hrane koju životinja pojede izraženu u kilogramima da bi povećala telesnu masu za 1 kg. U živinarskoj proizvodnji ove vrednosti su najmanje. Za proizvodnju 1 kg proteina u intenzivnom uzgoju živine potrebno je 18,5 do 28 kg suve materije (SM), dok je ta vrednost kod preživara znatno

veća (134,8 kg SM). Međutim, kada se uzmu u obzir hraniva koja ne mogu jesti ljudi, preživarima je u proseku potrebno samo 2,6 kg SM hraniva koje konzumiraju i ljudi kako bi proizveli 1 kg proteina. Za brojlerski tov količine suve materije su znatno veće, između 25,5 i 26,2 kilograma koje mogu jesti i ljudi (Mottet i sar., 2018; GLEAM 2, 2016). Kako se sve više povećava broj ljudi na Zemlji, povećavaće se i potreba za hranivima koje mogu jesti ljudi, što će dovesti do nove potrebe za širenjem obradivih površina na Zemlji, što će nesumnjivo dodatno ugroziti već poljuljanu klimu i, uopšte, ekosistem na Zemlji. Moguće je da će sledeći trend u brojlerskom tovu biti razvoj novog koncepta ishrane brojlera, po kome bi se omogućilo korišćenje u većem procentu hraniva, kojima se ne mogu hraniti ljudi, u gotovim smešama za brojlerski tov. To sve moglo bi dovesti do promene crevne mikroflore brojlera, što bi uzrokovalo razvoj novog panela probiotskih kultura i enzima, kao potpore varenju tih novih hraniva.

Ipak, trenutno najveći izazov u živinarskoj proizvodnji predstavljaju pandemija virusa COVID-19 i epidemija ptičijeg gripa u pojedinim delovima sveta. Prevazilaženje tog izazova otežavaju podjednako ograničenja transporta i dolazeća ekonomska kriza. Međutim, postoje i države koje će profitirati od trenutne situacije, kao što su UAE, koji su zbog ograničenja u transportu bili prinuđeni da pojačaju sopstevnu proizvodnju. Za 2021. godinu najavljena su velika ulaganja države u živinarsku proizvodnju i povećanje proizvodnje od čak 12% u odnosu na proizvodnju u 2020. godini (Tarraf, 2020). Brazil, Južnoafrička Republika i Meksiko, takođe, bi trebale povećati svoju živinarsku proizvodnju. Brazil u najvećem delu zbog izvoza, pre svega u Kinu, a Južnoafrička Republika zbog povećane potražnje svojih potrošača. Očekuje se da će Indija i Tajland smanjiti svoju živinarsku proizvodnju, dok su u SAD otkazana ulaganja u proširenje proizvodnje. U Indiji je došlo do smanjene potražnje zbog sve većeg iseljavanja stanovništva iz gradova u ruralne predele, a na Tajlandu zbog kolapsa turističke sezone i smanjene potražnje živinskog mesa u marketima i u restoranima brze hrane (Berkhout, 2020).

2.1.4. Zdravlje ljudi i ishrana namirnicama životinjskog porekla

Ishrana namirnicama životinjskog porekla je veoma važna u nutritivnom smislu za razvoj celokupnog organizma ljudi, kao i za njegovo funkcionisanje. Glavni razlog tome je nutritivna vrednost hraniva životinjskog porekla. Oni su dobar izvor lako svarljivih proteina i mikronutrijenata, a u pojedinim slučajevima, i dobar izvor vitamina. Iz tog razloga posebno bitnu ulogu hraniva životinjskog porekla zauzimaju u ishrani dece, trudnica i starih lica. Prema mnogim autorima hrana životinjskog porekla predstavlja dobar izvor mikronutrijenata, vitamina B12, riboflavina, kalcijuma, gvožđa i cinka. Sve su to mikronutrijenti koji imaju jako važne uloge u organizmu, a nutritivne

potrebe za njima je jako teško zadovoljiti ishranom hranivima biljnog porekla (Mottet i Tempio, 2018; Murphy i Allen, 2003; Kralik i sar., 2017; Marangoni i sar., 2015).

S druge strane namirnice životinjskog porekla mogu biti izvor zaraze i širenja antimikrobne rezistencije. U SAD godišnje 48 miliona ljudi se razboli zbog trovanja hranom (eng. *foodborne disease*), dok se 128 hiljada hospitalizuje, a tri hiljade umre. Najčešći uzročnici su *Norovirus*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter* i *Staphylococcus aureus* (cdc.gov, 2020), s tim da su kod trovanja mesom piladi najčešći uzročnici *Campylobacter*, *Salmonella* i *Clostridium perfringens* (cdc.gov, 2020b). Upotreba antibiotika, iako zabranjena u preventivne svrhe, povećana je u prvoj deceniji ovog veka za 40% (SZO, 2019), a predviđa se da će se do 2030. godine povećati za još 70% (Mottet i Tempio, 2018). Na godišnjem nivou 700 hiljada ljudi umre od posledica infekcija rezistentnim bakterijama, a predviđa se da bi taj broj trebao biti 10 miliona na godišnjem nivou do 2050. godine, ako se nastavi trend broja infekcija zabeležen u predhodnoj deceniji (SZO, 2019; O'Neill, 2014). Sa povećanjem prometa hraniva životinjskog porekla povećaće se opasnost širenja zaraza putem hrane. Iz tih razloga uvodi se sve više regulativa, što predstavlja veliki izazov za male proizvođače, a samim tim favorizuje velike korporacije. Sve ovo predstavlja velike izazove žvinarske proizvodnje, koji će njenim povećanjem u predstojećim decenijama, samo postati još veći i složeniji (Mottet i Tempio, 2018; Narrod i sar., 2012).

Kako bi namirnice životinjskog porekla što više doprinele opštem blagostanju ljudi i njihovom zdravlju, potrebno je da se promeni svest ljudi o zdravlju uopšte. Najbolje bi bilo da se ovom problemu pristupi po principu "Jednog Zdravlja" (eng. *One Health*), zdravlju celokupnog živog sveta na planeti, gde bi se najviše pažnje pridalo zdravlju životinja, na šta bi se, naravno, nadovezalo zdravlje ljudi, a u osnovi svega ležalo bi zdravlje biljaka i poljoprivredne proizvodnje, to jest zdravlje celokupnog prirodnog staništa, jer sve u prirodi je povezano (SZO, 2019; Mottet i Tempio, 2018; FAO-AGAL, 2016).

2.1.5. Proizvodnja žvinskog mesa u Srbiji

Broj živine u Srbiji se nije značajnije menjao u poslednje tri godine, ali se menjao njen teritorijalni raspored. Naime, na kraju 2016. godine u Srbiji je bilo 16.242.000 grla živine, dok je na kraju 2018. taj broj iznosio 16.232.000. Najveći pad po broju grla živine zabeležio je region Istočne i Južne Srbije, gde se 2016. godine nalazilo 3.515.000 grla živine, a krajem 2018. godine 2.486.000 grla živine, što je pad od preko 29%. Za isti period broj živine u beogradskom regionu pao je sa 1.401.000 na samo 822.000 grla živine, što je pad od 41% za veoma kratak period. Najveći rast u

broju živine za ovaj period zabeležio je region Šumadije i Zapadne Srbije, i to sa 5.850.000 na 7.222.000 jedinki, što predstavlja rast od 23,5% (Godišnjak, 2019).

Što se tiče proizvodnje, ona u Srbiji polako raste. U poslednje tri godine porasla je za 19% i trenutno iznosi 65,48 miliona jedinki godišnje (Godišnjak, 2019). Ono što je najvažnije je da uvoz živine u Srbiju polako opada, a da izvoz ubrzano raste. Uvoz je u protekle tri godine opao za 7%, dok je izvoz porastao za gotovo 35%. Iako ovi podaci deluju ohrabrujuće, treba napomenuti da Srbija i dalje uvozi više nego što izvozi. U 2018. godini Srbija je uvezla nešto više od 8 miliona grla živine, dok je izvezla nešto više od 3 miliona. Pozitivan trend u porastu izvoza, kao i izuzetan potencijal u prirodnim resursima Vojvodine mogu biti veliki zamajac u povećanju, najpre same proizvodnje u živinarstvu, a zatim i izvoza, kako bi se smanjio negativan bilans u trgovini živinskim mesom (Godišnjak, 2019).

Po potrošnji živinskog mesa, a i po potrošnji mesa uopšte, Srbija zaostaje za zapadnim svetom. Naime, u Srbiji se godišnje konzumira 41,0 kg mesa po stanovniku, dok u zemljama Evropske Unije 67,1 kg. U SAD-u godišnje se pojede 58 kg samo pilećeg mesa po stanovnika, dok kod nas ta količina iznosi 16,9 kg, a u Evropskoj Uniji 24,2 kg po stanovniku. Navedeni podaci jasno ukazuju na stepen siromaštva u našoj zemlji i biće potrebno mnogo godina i truda, kako u živinarskoj proizvodnji tako i u ostalim poljoprivrednim granama, kako bi se potrošnja mesa u Srbiji vratila na nivo osamdesetih, kad je ona iznosila 60-65 kg po glavi stanovnika (Gulan, 2020).

Ono što je jako pozitivno u poslednje dve godine u živinarskoj proizvodnji u Srbiji je da se povećao ukupan broj klanja za 11%, kao i da se povećao udeo zaklanih grla u klanicama u odnosu na ukupan broj zaklanih grla za celu godinu. Taj udeo je veći za 12,2 %. Naime u 2016. godini zaklano je 41,5 miliona brojlera u klanicama od ukupno 61,4 miliona klanja, što predstavlja 67,59%. U 2018. godini broj zaklanih brojlera u klanicama iznosio je 54,85 miliona od ukupno 68,69 miliona zaklanih brojlera, odnosno 79,85% klanja (Godišnjak, 2019). Ovi podaci mogli bi ukazivati na povećanje potrošnje živinskog mesa u našoj zemlji, ali sigurno pokazuju povećanje kontrole kvaliteta namirnica životinjskog porekla.

Živinarska proizvodnja trenutno predstavlja najrazvijeniju granu stočarske proizvodnje u Srbiji. Većina najsavremenijih metoda i saznanja u ovoj proizvodnji u svetu danas se primenjuju i u našoj domaćoj proizvodnji. Uz ozbiljan rad naših stručnjaka u ovoj oblasti, kao i uz mudro i plansko ulaganje u ovu proizvodnju, moglo bi doći do još većeg napretka u ovoj oblasti poljoprivredne proizvodnje.

2.2. Značaj živinskog mesa u ishrani ljudi

Meso je od davnina bilo jedna od osnovnih namirnica ljudi, prvenstveno zbog njegove visoke energetske vrednosti, kao i sadržaja lako svarljivih proteina. U poslednjih par decenija raspravljalo se dosta o njegovom lošem uticaju na zdravlje ljudi, prvenstveno na kardiovaskularni sistem zbog njegovog povećanog sadržaja holesterola. Međutim, nemaju sve vrste mesa isti hemijski sastav, sadržaj holesterola, a samim tim ni uticaj na kardiovaskularni sistem. Postoji jako mali broj radova, koji se bavio ovim problemom (Marangoni i sar., 2015).

Krto meso bez masnog tkiva, u suštini, ima sličan sastav kod svih životinjskih vrsta, ali razlika je vidljiva u prisustvu masnog tkiva kod različitih vrsta životinja, kao i u kvalitetu masnih kiselina koje izgrađuju dato masno tkivo. Kod nekih životinja, kao na primer kod brojlera, masno tkivo je jasno odvojeno od mišićnog tkiva, samim tim i lako odvojivo pri obradi i pripremi mesa. Tako na primer, ako bi odvojili kožu od grudi brojlera, dobili bi pileći file, koji predstavlja izuzetno proteinsko hranivo sa niskim sadržajem masti (tabela 2.1.).

Tabela 2.1. *Nutritivni sastav piletine i ćuretine, celog trupa i njegovih osnovnih delova* (Missmer i sar., 2005)

	E (kcal*)	Prot. (g/100g)	Masti (g/100g)				
			Uk.	ZM	MNM	PNM	Hls.(mg/100g)
Celo pile sa kožom, sirovo	171	19,0	10,6	3,27	4,12	2,29	93
Celo pile sa kožom, pečeno ^a	200	27,1	10,2	3,04	2,91	2,66	119
Celo pile sa kožom, pečeno na ražnju	246	28,3	14,7	4,38	4,19	3,83	119
Celo pile bez kože, sirovo	110	19,4	3,6	1,23	1,08	0,81	75
Celo pile bez kože, pečeno ^a	160	27,9	5,4	1,72	1,38	1,51	109
Celo pile bez kože, pečeno na ražnju	206	28,9	10,0	3,19	2,56	3,80	109
Pileća krilca bez kože, sirova	193	20,3	12,4	4,24	3,72	2,79	89
Pileća krilca sa kožom, sirova	196	16,7	14,3	4,41	5,56	3,09	82
Pileća krilca sa kožom, pečena ^a	283	31,7	17,4	5,46	6,45	3,84	91
Pileći batak sa kožom, sirov	125	18,4	5,7	1,61	1,61	1,58	94
Pileći batak sa kožom, pečen ^a	201	31,2	8,5	2,53	2,43	2,22	91

Pileći batak bez kože, sirov	107	18,5	3,7	1,08	1,06	0,98	88
Pileći batak bez kože, pečen ^a	175	29,9	6,2	1,98	1,58	1,73	109
Pileće grudi, sirove	100	23,3	0,8	0,25	0,19	0,23	60
Pileće grudi, pečene ^b	129	30,2	0,9	0,29	0,23	0,25	75
Cela ćurka sa kožom, sveža	135	18,2	6,9	2,22	1,66	2,96	195
Cela ćurka bez kože, sveža	109	21,9	2,4	0,90	0,62	0,60	63
Ćureća prsa, sirova	107	24,0	1,2	0,38	0,31	0,34	50
ćureća prsa, pečena ^b	131	29,6	1,4	0,43	0,37	0,38	62
Ćureći batak sa kožom, sirov	126	17,9	6,0	1,91	1,81	1,70	73
Ćureći batak sa kožom, pečen ^a	191	26,7	9,3	2,80	2,67	2,71	110
Ćureći batak bez kože, sirov	113	18,0	4,6	1,72	1,18	1,15	67
Ćureći batak bez kože, pečen ^a	190	28,0	8,7	2,84	2,41	2,48	107

^a pečeno u rerni, bez masti, ^b pečeno bez začina; * - kcal/100g; Uk. – ukupno; ZM-zasićene masti; MNM-mononezasićene masti, PNM-polinezasićene masti, Hls-holesterol

Krto meso bez masnog tkiva, u suštini, ima sličan sastav kod svih životinjskih vrsta, ali razlika je vidljiva u prisustvu masnog tkiva kod različitih vrsta životinja, kao i u kvalitetu masnih kiselina koje izgrađuju dato masno tkivo. Kod nekih životinja, kao na primer kod brojlera, masno tkivo je jasno odvojeno od mišićnog tkiva, samim tim i lako odvojivo pri obradi i pripremi mesa. U literaturi koja se bavi ishranom ističu se mnogi pozitivni efekti živinskog mesa kod ljudi koji redovno u svojoj ishrani koriste ovo meso (WHO Europe, 2003; Bernstein i sar., 2010; Millen i sar., 2014; Marangoni i sar., 2015). Prednost ishrane živinskim mesom je ta što se veći deo energije dobija iz proteina, a ne iz masti i ugljenih hidrata, kao kod ishrane nekim drugim vrstama mesa. Živinsko meso je bogato lako svarljivim proteinima, esencijalnim masnim kiselinama, vitaminima (B kompleks), kao i nekim važnim mineralima (cink, gvožđe). Iz tih razloga se kuvana piletina sa povrćem uvek preporučuje kod raznih oboljenja, a posebno kod oboljenja digestivnog trakta. Ishrana bogata živinskim mesom i povrćem povezuje se i sa smanjenjem rizika od raznih oboljenja povezanih sa modernom ishranom (gojaznost, dijabetes i bolesti srca) (Marangoni i sar., 2015). Uz sve to prednost živinskog mesa je i niska cena koštanja, što ga i čini jednom od najpoželjnijih namirnica današnjice.

2.2.1. Proteini živinskog mesa

Proteini mesa živine se, kao i ostali proteini životinjskog porekla, označavaju se kao kvalitetni proteini. To znači da je njihova svarljivost jako visoka, te da je sadržaj njihovih aminokiselina približan sadržaju referentnog proteina za ishranu ljudi. Indeks svarljivosti (PDCAAS - *Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score*) proteina životinjskog porekla je približan vrednosti 1, dok se ta vrednost za proteine biljnog porekla kreće između 0,5 za proteine pšenice i 0,75 za proteine pasulja (Marangoni i sar., 2015).

Proteini su jedina makrokomponenta hrane za koju postoje tačne preporuke dnevnog unosa (Marangoni i sar., 2015). Osnovne potrebe čoveka na dnevnom nivou za proteinima se kreću od 0,66 g/kg telesne mase (TM) za odraslog čoveka, pa do 1,12 g/kg TM za decu (EFSA, 2012). Opšte je poznato da se potrebe za proteinima povećavaju kod mladih ljudi u razvoju, kod fizičkih radnika, sportista ili trudnica, ali tek nedavno je jedna studija pokazala da velike potrebe za proteinima imaju i stara lica, kako bi se sprečila pojava sarkopenije (progresivni gubitak mišićne mase i snage kod starijih osoba). Naime, u studiji u kojoj je učestvovalo 6300 lica starijih od 65 godine, utvrđeno je da su njihove potrebe za proteinima 1,2-1,3 g/kg na dnevnom nivou (Levine i sar., 2014).

Procenat proteina u živinskom mesu varira i zavisi od toga da li je meso sveže ili pečeno, koji deo trupa je u pitanju, te da li je meso sa kožom ili bez nje (tabela 2.1). Taj procenat može iznositi i do 31%, a najviše proteina će imati komadi mesa bez kože, koji su „dobro“ kuvani ili pečeni (Kralik i sar., 2017; Missmer i sar., 2005).

2.2.2. Masti i ugljenihidrati živinskog mesa

Masti mesa predstavljaju makronutrijent po kome se meso različitih vrsta životinja najviše razlikuju. Meso se u tom smislu može razlikovati po sadržaju masti, odnosno njenom procentu u određenom komadu mesa, kao i po kvalitetu masnih kiselina. Živinsko meso se može po oba ova kriterijuma izdvojiti od ostalih vrsta mesa. Živinsko meso u zavisnosti od dela trupa i prisustva kože, može sadržati najviše 17% masti. Sa druge strane moguće je da sadrži i ispod 1% masti, kao kod ćurećeg bataka bez kože ili pilećih grudi bez kože (Marangoni i sar., 2015).

Po kriterijumu kvaliteta masnih kiselina, živinsko meso se izdava za visokim sadržajem mononezasićenih masnih kiselina. Samo jedna trećina masnih kiselina pripada grupi zasićenih masnih kiselina (tabela 2.1.) (Marangoni i sar., 2015; Missmer i sar., 2005). Takođe, živinsko meso u odnosu na druge vrste mesa sadrži i povećanu koncentraciju omega-3 masnih kiselina, što je uslovljeno

ishranom bogatom α -linoleinskom kiselinom, koja je poznata kao prekursor svih viših omega-3 masnih kiselina. Dokazano je da se na koncentraciju ovih masnih kiselina u živinskom mesu može uticati upotrebom različitih izvora α -linoleinske kiseline u gotovim krmnim smešama. Ova osobina živinskog mesa se u zemljama zapadnog sveta, gde se jede jako malo ribe, pokušava iskoristiti kako bi se dobila supstituciona namirnica bogata omega-3 masnim kiselinama.

Sadržaj ugljenih hidrata u mesu bilo koje vrste je zanemarljiv. U mesu se nalazi samo glikogen od ugljenih hidrata, ali i on se gubi nakon klanja u procesu zrenja mesa.

2.2.3. Vitamini i mineralne materije živinskog mesa

Iako se to ne ističe često, meso ustvari predstavlja dobar izvor vitamina i mineralnih materija, posebno vitamina rastvorljivih u vodi. Postoje izražene razlike u prisustvu vitamina u mesu različitih vrsta životinja, kao i u različitim delovima trupa. U nutritivnom smislu meso predstavlja idealan izvor vitamina B12. Posebno ga mnogo ima u crvenom mesu, dok pileće meso sadrži najviše niacina. Ostali vitamini B grupe se nalaze podjednako u svim vrstama mesa i ne gube se u značajnoj meri u toku kuvanja. Liposolubilni vitamini se, ipak, nalaze u manjoj količini u mesu nego u voću i povrću (Marangoni i sar., 2015; Mottet i Tempio, 2018; Murphy i Allen, 2003).

Meso predstavlja, takođe, i dobar izvor gvožđa, cinka, selena i bakra. U zavisnosti od područja u kome su tovljene životinje, kao i od načina ishrane, meso može sadržati različite količine pomenutih mineralnih materija. Gvožđa ima u svim vrstama mesa, ali treba napomenuti da ga najmanje ima u zečetine i svinjetini, a najviše u govedini. Pileći batak sadrži 1,4 mg/100g gvožđa, dok goveđi odrezak "rump steak" sadrži 1,3 mg (Marangoni i sar., 2015). U zavisnosti od vrste hraniva kojima se hrane, od vrste aditiva koji se dodaju u krmne smeše, kao i od kvaliteta zemljišta na kome se uzgajaju, brojleri mogu biti utovljeni tako da njihovo meso bude bogato i selenom.

Ovde treba istaći i jednu veoma bitnu osobinu mesa, koju ono ostvaruje u funkciji ishrane. Meso povećava biološku raspoloživost mnogih drugih nutrijenata iz ostalih hraniva, kada se nađe u obroku neke jedinke. Takođe, meso povećava i apsorpciju neorganskog gvožđa iz drugih hraniva, kada se ona nađu u obroku zajedno sa mesom (Marangoni i sar., 2015).

2.2.4. Značaj mesa brojlera za zdravlje ljudi

Značaj mesa brojlera za zdravlje ljudi krije se u njegovom makronutritivnom i mikronutritivnom sastavu, kao i u odnosu metaboličke energije i proteina. Zbog toga ishrana pilećim mesom nam može pomoći u prevenciji mnogih modernih bolesti povezanih sa pogrešnom ishranom. Veliki broj progresivnih studija širom sveta potvrdile su postojanje korelacije između ishrane pilećim mesom i prevencije, pre svega, gojaznosti i šećerne bolesti, a zatim i kardiovaskularnih bolesti i tumora (Marangoni i sar., 2015).

Dokazano je da kod ishrane bogate proteinima, a siromašne u energiji dolazi do redukovanja telesne mase, te da je ono čak i veće nego kod hipoenergetske i hipoproteinske ishrane (Paoli, 2014). To se verovatno dešava zbog toga što proteini pojačavaju osećaj sitosti, pa ljudi nakon obroka bogatog proteinima manje jedu.

Jedna studija u SAD-u pokazala je da se kod žena koje u ishrani koriste piletinu i ribu može smanjiti učestalost pojave kardiovaskularnih oboljenja (Hu, 1999). U istoj studiji nije dokazano povećavanje rizika od oboljevanja pomenutim bolestima kod ishrane crvenim mesom, ali je jedna druga studija pokazala da se taj rizik smanjuje za 19%, ako se jedan obrok dnevno crvenog mesa zameni sa jednim obrokom piletine. Razlog za to je vrlo verovatno zbog smanjenja natrijuma i organskog gvožđa u ishrani, kao i povećan unos nezasićenih masnih kiselina (Hu, 2005).

Još uvek nije objavljen ni jedan rad koji govori kako pileće meso direktno sprečava nastanak dijabetesa tipa 2, ali svakako da postoje preporuke da se piletina uključi u dijetu koje bi trebale da spreče nastanak dijabetesa tipa 2 (Esposito i sar., 2014). Sa druge strane, postoje ogledi koji potvrđuju da smanjenje konzumacije crvenog mesa, skroba, lako svarljivih ugljenih hidrata i prerađene hrane dovodi do smanjenja rizika od dijabetesa tipa 2 (Esposito, 2010). Organsko gvožđe, kog ima u velikim količinama u crvenom mesu, izaziva oksidativni stres u organizmu i povećava rizik od insulinske rezistencije (Ley i sar., 2014; Kim i sar., 2015).

Mnoge studije pokazuju da se konzumacijom crvenog mesa povećava rizik od nastanka raznih kancerogenih oboljenja. Živinsko meso smanjuje taj rizik, jer sadrži manje zasićenih masti, a mnogo više nezasićenih masnih kiselina nego crveno meso (Gnagnarella i sar., 2008; Genkinger i sar., 2006). Svetska zdravstvena organizacija preporučuje da se, kad god je to moguće, favorizuje živinsko i riblje meso, u odnosu na crveno meso. Preporuka konzumacije crvenog mesa je 300 g nedeljno u proseku za celo stanovništvo, dok pojedinac ne bi trebalo da pojede više od 500 g mesa, tj. 750 g sirovog mesa. Konzumacija prerađevina od mesa trebalo bi da se svede na minimum (AICR, 2007).

2.3. Funkcionalna hrana

Funkcionalna hrana je hrana koja u ljudskom organizmu ostvaruje bolji efekat od obične hrane. Taj efekat funkcionalna hrana može ostvariti preko nekog posebnog nutrijenta, kojeg inače ne sadrži obična hrana, ili preko smanjenog sadržaja ili potpunog nedostatka nutrijenta koji je „loš“ po zdravlje našeg organizma.

Poseban nutrijent, koji čini određenu namirnicu funkcionalnom hranom, može biti namenski dodan u namirnicu, a može predstavljati i normalan sastojak određene namirnice (npr. nezasićene masne kiseline u bakalaru i plavoj ribi dubokih mora, pektin u kestenu). Možda najbolji primer smanjenja sadržaja lošeg nutrijenta u nekoj namirnici je forsiranje genetike mesnatih rasa svinja, čime su se dobile rase sa manjim prisustvom masnog tkiva, samim tim i zasićenih masnih kiselina, a sve zbog lošeg efekta zasićenih masnih kiselina na kardiovaskularni sistem i sve veće zabrinutosti potrošača.

Efekti koje želimo da postignemo funkcionalnom hranom su najčešće povezani sa najvećim zdravstvenim problemima današnjice koji se mogu dovesti u vezu sa lošom ishranom. Ti efekti su sprečavanje kardiovaskularnih oboljenja, povećavanje antioksidativnog kapaciteta organizma, prevencija dijabetesa, gojaznosti i kancera (Alim-Un-Nisa i sar., 2017). Stara kineska poslovice kaže da svako oboljenje ima različitog oca, ali u isto vreme istu majku – lošu ishranu. Željene efekte možemo postići odgovarajućim nutrijentima, čija koncentracija u hrani mora biti na određenom nivou kako bi izazvala željeni efekat (Marković i Baltić, 2018). Najčešći dodati nutrijenti u funkcionalnoj hrani su nezasićene masne kiseline, karnozin, CLA (konjugovana linolna kiselina), probiotici, selen i vitamin E (Alim-Un-Nisa i sar., 2017; Marković i Baltić, 2018). Sve više ogleda u svetu se sprovodi kako bi se došlo do novih korisnih nutrijenata, koji bi mogli ući u formulu neke nove funkcionalne namirnice. Funkcionalna namirnica može da ostvari svoje dejstvo lokalno, u crevima ili se nutrijent najpre resorbuje u crevima i onda krvotokom dolazi do organa u kome će ostvariti svoje dejstvo (Marković i Baltić, 2018).

Postoje mnoge definicije funkcionalne hrane, ali možda je najrelevantnija ona koju su formulisali Evropska Unija i *International Life Science Institute Europe* (ILSI Europe): „namirnica se može smatrati funkcionalnom ukoliko je na zadovoljavajući način pokazano da povoljno utiče na jednu ili više funkcija organizma, van okvira uobičajenih nutritivnih efekata i na način koji je značajan za opšte zdravstveno stanje ili za smanjenje rizika od bolesti“ (Marković i Baltić, 2018).

2.3.1. Meso kao funkcionalna hrana

Kao što je već rečeno meso predstavlja jedan od najboljih izvora proteina u ljudskoj ishrani, kao i nekih vitamina i mineralnih materija. Međutim, meso u isto vreme najčešće sadrži i povećanu koncentraciju masti i zasićenih masnih kiselina, što može da izazove već pomenuta hronična oboljenja. Zbog smanjenog sadržaja masti u svom sastavu pileće meso već u samom startu može predstavljati neki vid funkcionalne hrane. To bi morao da bude jedan od vodećih razloga zašto je pileće meso najčešći model u ogledima koji bi trebali da dovedu do formulacije neke nove funkcionalne namirnice. Trenutno najaktuelniji nutrijenti u tim ogledima su CLA, nezasićene masne kiseline (NMK), L-karnitin, karnozin i anserin (Alim-Un-Nisa i sar., 2017).

CLA ostvaruje veoma pozitivne efekte na ljudski organizam. Dokazan je njen antikancerogeni efekat, najviše potvrđen u vezi sa smanjenja rizika od pojave raka debelog creva (Alim-Un-Nisa i sar., 2017; Larsson, 2005). CLA takođe deluje i antioksidativno, imunomodulatorno, smanjuje rizik od gojaznosti i dijabetesa (Azain, 2003). CLA se najviše nalazi u mleku krava i masnom tkivu goveda, dok kuvanje i probiotske kulture mogu povećati njenu koncentraciju (Alim-Un-Nisa i sar., 2017).

L-karnitin vrši neke veoma važne funkcije u organizmu čoveka. Uključen je u metabolizam masti tako što transportuje masne kiseline dugog lanca u mitohondrije, snižava koncentraciju holesterola u krvi, omogućava proizvodnju energije kod intenzivnih treninga i sprečava miopatiju skeletnih mišića kod zastoja srca, a najviše ga ima u goveđem mesu (Alim-Un-Nisa i sar., 2017). U komercijalnoj prodaji postoje već mnogobrojni napitci sa L-karnitinom namenjeni prvenstveno sportistima, dok u Japanu postoji i napitak napravljen od sporednih proizvoda usoljene govedine, koji u svom sastavu kombinuje L-karnitin i karnozin (Alim-Un-Nisa i sar., 2017; Vescovo i sar., 2002).

Karnozin i anserin su dva nutrijenta iz grupe histidil dipeptida, koji se nalaze u mesu i, takođe, imaju antioksidativnu ulogu, te sprečavaju razna oboljenja povezana sa oksidativnim stresom. U pilećem mesu karnozin se nalazi u koncentraciji od 500 mg/kg, dok se anserin nalazi u još većoj koncentraciji.

Treba spomenuti da postoje razne tehnike kojima se od mesa može doći do zdravije funkcionalne namirnice. U te tehnike spadaju procesi u toku uzgoja životinja, procesi u toku prerade sirovog mesa i procesi u toku formulacije gotovih proizvoda.

Osnovni način povećanja željenog nutrijenta u funkcionalnoj namirnici od mesa je promena u ishrani uzgajanih životinja. Pokazano je da se na ovaj način može veoma efikasno povećati prisustvo nezasićenih masnih kiselina, vitamina i mineralnih materija u mesu (Alim-Un-Nisa i sar., 2017).

Selekcijom mesnatih jedinki došlo se do rasa koje imaju niži sadržaj masti u trupovima (Goutefongea i Dumont, 1990), što je na našem terenu posebno primetno kod mesnatih rasa svinja.

Takođe, moguće je izmeniti prisustvo određenih nutrijenata u trupovima pomoću izmene ekspresije gena. Na taj način moguće je manipulirati procentom masti, kao i koncentracijom određenih masnih kiselina u trupu. Najpre se preko genetičkih markera locira lokus zadužen za količinu sintetisane masne kiseline i kasnije se njegovom stimulacijom dolazi do željenog rezultata (Goutefongea i Dumont, 1990).

Transgenim tehnikama moguće je u genom životinje ugraditi gen za sintezu enzima n-3 desaturaze, koji će kasnije sintetisati visoke koncentracije polinezasićenih masnih kiselina i samim tim dovesti do stvaranja veoma kvalitetne funkcionalne namirnice (Saeki, 2004; Lai, 2006).

Izmene sadržaja proizvoda od mesa u procesu obrade mogu značajno unaprediti nutritivni potencijal funkcionalne namirnice. U procesu obrade mogu se dodavati kvalitetne polinezasićene masne kiseline u formi ulja, inkapsuliranih masti ili masti u formi emulzija, kako bi se popravio masno kiselinski profil namirnice. CLA se ugrađuje u proizvode od mesa. Takođe, dodaju se u proizvode od mesa i koncentрати biljnih proteina, koji popravljaju odnos lizina i arginina u funkcionalnoj namirnici. Prave se i razne fermentisane kobasice pomoću probiotskih kultura bakterija mlečne kiseline, koje kasnije ostvaruju svoju funkciju u digestivnom traktu potrošača. U funkcionalne proizvode od mesa se, takođe u procesu proizvodnje, dodaju i prebiotici i biljna vlakna, te se na taj način dobija jedna jako kvalitetna funkcionalna namirnica, sa više korisnih nutrijenata i efekata na ljudski organizam. Takođe, dodaju se i razni minerali i vitamini, a pre svega selen i vitamin E, koji povoljno deluju i na namirnicu povećavajući njen antioksidativni kapacitet, i na ljudski organizam kojeg štite od stanja povezanih sa oksidativnim stresom (Alim-Un-Nisa i sar., 2017; Glišić,).

Sve tehnike i metode dobijanja funkcionalnih namirnica od mesa su na neki način opravdane i dobre, ali vrlo je verovatno da će kod potrošača osnovna metoda, preko izmene u ishrani uzgajanih životinja, biti uvek najprihvatljivija. Posebno negativan utisak kod potrošača mogu izazvati transgene tehnike dobijanja funkcionalne hrane, zbog ranijih loših iskustava sa GMO proizvodima u Evropi. U literaturi se mogu naći mnogobrojni radovi, koji za cilj svog istraživanja imaju određivanje najbolje moguće metode tova, kako bi se odredilo kad, u kojoj dozi i koliko pre klanja bi trebalo dodavati suplemente u potpunu krmnu smešu, kako bi se dobila funkcionalna namirnica prihvatljive cene koštanja sa neophodnom koncentracijom željenog nutrijenta (Saeki, 2004; Lai, 2006; Marković i Baltić, 2018).

2.4. Ishrana brojlera

Genetičkom selekcijom došlo se do provenijencija brojlera koje veoma brzo napreduju i postižu velike težine sa veoma niskim konverzijama. Na samom početku 21. veka postignut je najveći napredak. U proseku za 30 do 50 g godišnje povećavala se telesna masa brojlera 42-og do 49-og dana tova (McDonald, 2010). Na nekim našim farmama proizvođači to koriste kako bi već 35-og dana sa masama od 2,2 – 2,6 kg isključivali brojlere iz tova i na taj način dodatno ubrzali obrt sredstava i povećali profit. Intenzivan napredak u ishrani brojlera poslednjih decenija doveo je do neverovatnog napretka u konverziji hrane i u sprečavanju pojave metaboličkih poremećaja. Ustanovljeno je da danas brojlersko pile može da napreduje pri ishrani hranom različitog kvaliteta i nutritivne gustine, međutim proizvođači su vođeni ekonomskom isplativošću proizvodnje, a ne prirastima i konverzijama, tako da se razvoj u ishrani brojlera ne očekuje u smeru smanjenja konverzija, nego u smeru povećanja efikasnosti i isplativosti proizvodnje (Tallentire i sar., 2016).

Nutritivno, najvažnija stvar kod formiranja receptura za brojlere je odnos proteina i energije, odnosno preciznije odnos pojedinih amino-kiselina i energije. Naime, brojleri imaju specifičan apetit. Kod njih se osećaj sitosti javlja kada unesu količinu hrane koja će im obezbediti neophodnu količinu energije. Ono što se može dogoditi je da brojleri hranom unesu dovoljno energije, ali da zbog prisustva niske koncentracije proteina ili njihovog lošeg kvaliteta, unesu nedovoljnu količinu za brojlere neophodnih aminokiselina. To može dovesti do promene kompozicije trupova, kao i do metaboličkih bolesti. Za svaku monogastričnu životinju postoji oko 10 aminokiselina neophodnih za njihov normalan razvoj i dobre proizvodne rezultate. Pošto bi bilo jako teško i komplikovano proračunavati i zadovoljiti potrebe za sve esencijalne aminokiseline, u praksi se uvek odaberu 2-3 najvažnije aminokiseline za datu vrstu farmskih životinja koje u ishrani nazivamo limitirajuće aminokiseline. Koncentracija limitirajućih aminokiselina i njihov odnos prema metaboličkoj energiji se precizno prati. Za brojlere limitirajuće amino kiseline su metionin, lizin i arginin. S tim da se potrebe cisteina i metionina često navode zajedno, jer se cistein može sintetisati iz metionina. Ovde uvek moramo imati na umu da je količina metionina obavezna (Tallentire i sar., 2016; McDonlad, 2010).

Tabela 2.2. Najvažniji nutrijenti pri formulisanju smeša za brojleru (McDonlad, 2010)

	Starter	Grover	Finišer
Metabolička energija (MJ/kg)	12,7	13,2	13,4
Sirovi proteini (g/kg)	220-250	210-230	190-230
Svarljive aminokiseline			
Arginin (g/kg)	13,1	11,4	10,2
Lizin (g/kg)	12,7	11,0	9,7
Metionin (g/kg)	4,7	4,2	3,8
Metionin + cistein (g/kg)	9,4	8,4	7,6

U praksi, najvažnije je da smeša brojlerskom piletu može obezbediti dovoljno energije, proteina i najvažnijih aminokiselina. Zbog specifičnog apetita brojlera i njihovog *ad libitum* hranjenja, a ne obročnog, kao kod drugih farmskih životinja, potrebe za ovim esencijalnim kiselinama se najpreciznije izražavaju u g/MJ ME (metaboličke energije). U tabeli 2.2. prikazane su potrebe metionina, arginina i lizina u g/kg smeše, za sve tri tove smeše.

Ovde takođe treba imati u vidu i da se organizam brojlera ne razvija ravnomerno u toku tova. U početku potrebna im je hrana manje energije sa povećanim procentom proteina i vlakana, kako bi se pravilno razvio skelet i zapremina želudca, a kasnije se koriste recepture sa povećanom energijom. Taj kasniji period tova se naziva “kompenzatorni rast” i tada su konverzije najniže. Iz tih razloga tova se obično obavlja upotrebom tri različite recepture: starter, grover i finišer (Tabela 2.2.). Starter, grover i finišer mogu biti sastavljeni na različite načine, a sve u zavisnosti od uslova držanja životinja i od želje proizvođača kakve rezultate tova želi postići.

U svaku recepturu u živinarstvu dodaju se dve osnovne vrste hraniva: hraniva koja predstavljaju izvor proteina i hraniva koja predstavljaju izvor energije. Nakon toga dodaje se mineralno vitaminski dodatak, a ponekad, kada to specifične potrebe zadate farmske životinje zahtevaju, dodaje se i neki izvor vlakana. U živinarstvu je to primer kod početnih smeša u odgoju koka nosilja. To bi bila osnova svake recepture u živinarskoj proizvodnji. Međutim, sve složenije recepture u sebi sadrže brojne aditive, koji imaju funkciju povećanja efikasnosti proizvodnje, nekad poboljšavanjem zdravstvenog statusa brojlera, a nekad povećavanjem iskoristivosti hraniva u smeši. Najčešći aditivi u živinarskoj proizvodnji su: adsorbensi mikotoksina, mikroelementi, prebiotici, probiotici, esencijalna ulja i enzimi (feedstrategy.com, 2020; McDonald, 2020).

Posebnu vrstu aditiva predstavljaju aditivi novijeg datuma, koji se u smeše dodaju sa ciljem dobijanja funkcionalne hrane za ljude. Najzastupljeniji aditivi ove grupe su: nezasićene masne kiseline, karnozin, selen, itd (Alim-Un-Nisa i sar., 2017; Marković i Baltić, 2018).

2.4.1. Hraniva koja predstavljaju izvor energije

Glavni izvor energije u smešama za tov brojlera su žita. Žita pripadaju porodici *Gramineae*-a i uzgajaju se zbog zrna, koje se koristi kako u ljudskoj, tako i u životinjskog ishrani. Zrno se sastoji iz tri anatomski dela: endosperm, klica i omotač zrna. U endospermu se nalazi škrob, koji predstavlja najvažniji izvor energije u živinarskoj proizvodnji. Sadržaj suve materije u zrnu žita zavisi od vrste žita i od uslova skladištenja i iznosi između 80-90 % SM (McDonald, 2010).

Proteini se u najvećoj meri nalaze u klici i omotaču zrna. Njihova koncentracija se najčešće kreće između 80 i 120 g/kg SM, a nekad doseže i do 220 g/kg SM. Žita generalno predstavljaju slab izvor neophodnih "limitirajućih" aminokiselina u brojlerskom tovu, metionina i lizina (McDonald, 2010).

Zrno žita sadrži manje količine masti, koje su uglavnom skoncentrisane u klici. Nešto lipida se nalaze u endospermu. Pšenica, ječam, raž i pirinač sadrže 10-30 g/kg SM, dok kukuruz i ovas 40-60 g/kg SM. Masno kiselinski sastav žita predstavljaju pretežno nezasićene masne kiseline, a najzastupljenija je linolna kiselina.

Ugljeni hidrati su u zrnu žita prisutni u obliku vlakana i u obliku skroba. Vlakna su najprisutnija u omotaču zrna i najviše ih ima u sirovom pirinču i ovasu, a najmanje u pšenici i kukuruzu. Zato kukuruz i poseduje najveću metaboličku energiju od 16 MJ/kg SM, dok najmanju ima ovas od 12 MJ/kg SM. Najveći deo metaboličke energije žita obezbeđuje škrob, koji se u endospermu nalazi u formi granula. U proseku 75% skroba čini amilopektin, a 25% amiloza (McDonald, 2010).

Sva žita su siromašna u kalcijumu i sadrže ga ispod 1g/kg SM, a takođe sadrže i jako malo vitamina D i provitamina A. Jedino žuti kukuruz sadrži dovoljne količine provitamina A. Sadržaj fosfora je znatno veći, ali se on u većem delu nalazi zarobljen u fitinskoj kiselini, što ga čini nedostupnim za metabolizam brojlera. Iz tog razloga se u gotovo svaku smešu za tov brojlera dodaje enzim fitaza, koji za cilj ima razlaganje fitinske kiseline i oslobađanje fosfora, kao i sprečavanje antinutritivnog efekta fitinske kiseline. Naime, fitinska kiselina već u želucu za sebe veže kalcijum i čini ga nedostupnim za metabolizam domaćina. Ipak, žita generalno predstavljaju dobar izvor vitamina E i tiamina.

2.4.1.1. Ječam

Ječam (*Hordeum sativum*) je žito koje najveći značaj ima u tovu svinja, a znatno manji u tovu brojlera. Međutim, ako bi se koristio u tovu brojlera, jako je važno da se najpre ukloni ljuska, koja može da izazove probleme kod brojlera. Ljuska predstavlja 10-14% mase celog zrna ječma. Metabolička energija ječma za brojlere isnosi 13,2 MJ/kg SM, a prosečna koncentracija sirovih proteina je 115 g/kg SM (McDonald, 2010). Kao i kod svih žita, to su proteini slabe biološke vrednosti sa slabim prisustvom lizina, limitirajuće aminokiselina za tov brojlera.

Ječam svoju najširu upotrebu nalazi u industriji piva, a jedan sporedni proizvod te industrije poseduje dosta povoljnih karakteristika za tov brojlera. Sušeni pivski kvasac sadrži 420 g/kg SM sirovih proteina visokog kvaliteta, kao i velike količine vitamina B kompleksa. Od minerala najznačajniji je fosfor, ali zato kalcijuma ima u neznatnoj količini (McDonald, 2010).

2.4.1.2. Kukuruz

Kukuruz (*Zea mays*) je žito koje ima najširu upotrebu od svih hraniva kao izvor energije u tovu brojlera. U svetu se uzgajaju različite vrste kukuruza, različitih boja. Postoje žuti, beli i crveni kukuruz. Žuti kukuruz u sebi sadrži pigment kriptoksantin, tj. prekursor vitamina E. Kriptoksantin kod životinja tovljenih žutim kukuruzom boji potkožno masno tkivo žutom bojom. Zanimljivo je da se to smatra nepoželjnim kod potrošača u Velikoj Britaniji, te se tamo iz tog razloga za tov uvek koriste bele sorte kukuruza, dok se žute sorte koriste samo za ishranu koka nosilja (McDonald, 2010).

Kao i sva žita, tako i kukuruz predstavlja odličan izvor energije, ali slab izvor proteina slabog kvaliteta. Kukuruz sadrži 730 g/kg SM skroba, dok je sadržaj vlakana nizak. Sadržaj lipida je sličan kao i kod ostalih žita i iznosi se između 40 i 60 g/kg SM, a linolna kiselina je najzastupljenija od masnih kiselina. U zrnu kukuruza proteini su prisutni u koncentraciji 90-140 g/kg SM. U svetu postoje pokušaji stvaranja hibrida kukuruza sa povećanim sadržajem esencijalnih aminokiselina. Jedan takav hibrid je *Floury-2*, koji u sebi sadrži povećane količine metionina i lizina u odnosu na obične sorte kukuruza (McDonald, 2010).

2.4.1.3. Pšenica

Pšenica (*Triticum* spp.) se u mnogim zemljama koristi kao glavni izvor energije u tovu brojlera. U smešama za tov brojlera ona doprinosi sa 3150 kcal/kg. Sadržaj suve materije je 87%, a sirovih proteina 12-15%. Masti su prisutne u koncentraciji od 1,5%, a najzastupljenija masna kiselina je linolna (0,5% SM). Pšenica sadrži neznatno više fosfora i kalcijuma od kukuruza, ali znatno manje

dostupnog biotina, što može prouzrokovati probleme na kraju druge nedelje tova (Leeson i Summers, 2005).

Postoje različite podele zrna pšenice, ali u nutritivnom smislu najvažnija podela je na tvrdu i meku pšenicu. Tvrda pšenica sadrži više proteina, koji gradi jake veze sa skrobom, što zrnu ove pšenice daje prepoznatljivu tvrdoću. Ova osobina pšenice se koristi kod peletiranja. Naime, što više tvrde pšenice uključimo u smešu, pelet će se bolje vezati, a kod smeša koje sadrže više od 25% pšenice nije potrebno dodavati sredstva za vezivanje peleta. Međutim, kod smeša u kojima je inkluzija pšenice veća od 30% može doći do problema, posebno kod mladih brojlera. Pšenica sadrži 5-8% pentosana, čija je glavna komponenta arabinoksilan, koji gradi veze sa gradivnim jedinicama ćelije i može za sebe da veže 10 puta veću količinu vode od svoje mase. Ovo izaziva povećanje viskoznosti sadržaja u crevima, 10-15% smanjenje iskoristivosti metaboličke energije smeše i mogući razvoj nekrotičnog enteritisa (Leeson i Summers, 2005). Rešenje ovog problema je izbegavanje upotrebe većih inkluzija pšenice u smešama ili upotreba sintetičkog enzima ksilanaze.

Pšenica, takođe, sadrži i inhibitor α -amilaze, koji se lako inhibira na povišenoj temperaturi prilikom peletiranja hrane.

2.4.1.4. *Ostala žita*

Ovas (*Avena sativa*) ima manji značaj u tovu brojlera prvenstveno zbog jake ljuske, na koju u zavisnosti od uslova uzgajanja i sezone otpada 23-37 % mase celog zrna, što značajno umanjuje metaboličku energiju. Sadržaj i kvalitet proteina slični su kao i kod ostalih žitarica. Sadržaj proteina iznosi između 70 g/kg SM i 150 g/kg SM, sa niskim sadržajem metionina i nešto višim lizina. Sadržaj lipida je u proseku 52 g/kg SM, a najprisutnije masne kiseline su linolna i oleinska.

Druga negativna karakteristika ovasa je prisustvo 3-7 % β -glukana, što značajno povećava viskoznost sadržaja u crevima i posledične probleme u digestivnom sistemu. Iz tog razloga uvek je neophodna upotreba matrice egzogenog enzima β -glukanaze.

„Goli ovas“ je hibrid ovasa sa povišenim sadržajem proteina 170 g/kg SM, lizina 6,8 g/kg SM i metionina sa cistinom 10 g/kg SM. Metabolička energija ovog hibrida je čak i veća od pšenice 3200 kcal/kg. Postignuti su dobri rezultati tova sa inkluzijom od 40 % ovog hibrida uz neophodnu matricu egzogene β -glukanaze (Leeson i Summers, 2005).

Raž (*Secale cereale*) se retko koristi kao hranivo u tovu brojlera, iako ima sadržaj proteina sličan kao pšenica sa većim prisustvom lizina. Raž se smatra najmanje palatabilnim žitom i poseduje bar dva antinutritivna faktora (Leeson i Summers, 2005). Jedan je depresor apetita, koji se nalazi u

omotaču zrna, a drugi se nalazi u svim delovima zrna. Arabinoksilan izaziva povećanje viskoznosti crevnog sadržaja, posledično slabu apsorpciju i povećanu vlažnost prostirke. Dodavanjem egzogenog enzima u smešu, ovi efekti se smanjuju.

Tritikale (*Triticum secale*) je hibridna sorta žita, dobijena ukrštanjem pšenice i raži. Rezultat tog ukrštanja je žito sa povećanim sadržajem proteina (110 – 185 g/kg SM) boljeg kvaliteta. Naime, zrno tritikala sadrži više limitirajućih aminokiselina za brojlerski tov nego zrno pšenice. Kao i pšenica, ono sadrži dosta fitaze, te je takođe neophodno dodavanje matrice enzima fitaze, kako bi se iskoristila sva energija prisutna u zrnu. Maksimalna preporučena inkluzija u smešu za tovne životinje je 50% (Leeson i Summers, 2005). Najviše se upotrebljava u zemljama gde nije moguć uspešan uzgoj kukuruza.

2.4.2. Izvor proteina u smešama za tov brojlera

2.4.2.1. Sporedni proizvodi industrije ulja - pogače i sačme

U sporedne proizvode industrije ulja spadaju pogače i sačme. To su hraniva sa visokom sadržajem proteina (200 – 500 g/kg SM) visoke svarljivosti (75-90 %). Aminokiselinski sastav ovih hraniva karakteriše nedovoljan sadržaj lizina, metionina i cistina, pa se u svim ozbiljnim proizvodnjama nakon kombinovanja žita i sporednih proizvoda industrije ulja moraju dodavati limitirajuće aminokiseline (McDonald, 2010).

U zavisnosti od procesa koji se koristi za ekstrakciju ulja, u pogačama i sačmama ostaje različita količina lipida. Njihova koncentracija se najčešće kreće između 25 g/kg i 40 g/kg SM, a ponekad doseže i do 66 g/kg SM. U nekim slučajevima, kod upotrebe sačmi sa povećanim sadržajem lipida, može doći do poremećaja u varenju životinja. Sačme i pogače predstavljaju dobar izvor fosfora, ali su generalno slab izvor vitamina E (McDonald, 2010).

2.4.2.1.1. Sojina sačma

Sojina sačma predstavlja najbolji biljni izvor proteina za tov brojlera. Smeši, koja je bazirana na kukuruzu i soji, potrebno je samo dodati određenu količinu metionina. U zavisnosti od kvaliteta uzgoja soje i procesa ekstrakcije ulja, postoje sačme različitog kvaliteta. U praksi se najčešće spominju dve kategorije soje, jedna sa 44% proteina i druga sa 48% proteina, zadovoljavajućeg aminokiselinskog sastava.

Zrno soje sadrži 160 g/kg SM do 210 g/kg SM lipida, dok nakon ekstrakcije sojina sačma sadrži obično do 10 g/kg SM lipida. I prisustvo masti zavisi od vrste i kvaliteta ekstrakcije. Metabolička energija sojine sačme iznosi 2550 kcal/kg. Kao i svi sporedni proizvodi industrije ulja i sojina sačma je slab izvor vitamina B kompleksa (McDonald, 2010).

Sojina sačma se u procesu proizvodnje i pripreme za upotrebu u smešama za tov životinja mora zagrejati do temperature od 70 °C, kako bi se inaktivisali razni antinutritivni faktori. U literaturi se spominju mnogi, a za brojlerski tov najvažniji su: tripsin-inhibitor, himotripsin-inhibitor, lektin i α -galaktozidi. Tripsin-inhibitor i himotripsin-inhibitor sprečavaju normalno varenje i apsorpciju hranljivih materija u digestivnom traktu brojlera, te posledično slabe proizvodne rezultate. Uspešnost inaktivacije ovih antinutritivenata može se proveriti ureaza testom i postmortem merenjem veličine pankreasa brojlera. Povećanje veličine pankreasa za 50 – 100% je jasna indikacija da u toku obrade nije postignuta dovoljno visoka temperatura i da inhibitori tripsina i himotripsina nisu adekvatno inaktivisani. Kontrolu inaktivacije lektina moguće je uraditi samo pomoću ureaza testa. Lektin ima sposobnost vezivanja za receptore tankog creva i na taj način sprečavanja normalne apsorpcije hrane i rada “*brush*” mehanizma u crevima, što posledično izaziva bujanja oportunističkih bakterija i probijanja crevne barijere. Oligosaharidi α -galaktozidi izazivaju slabije poremećaje u tovu, a njihova koncentracija se može smanjiti samo upotrebom alkohola kao rastvarača u procesu ekstrakcije ulja iz sojinog zrna. Izazivaju ubranu pasažu crevnog sadržaja, posledično prolive, vlažnu podlogu i oštećenja na nogama brojlera (Leeson i Summers, 2005).

2.4.2.1.2. *Suncokretova sačma*

Suncokretova sačma sadrži veliku koncentraciju vlakana (do 420 g/kg SM), jer se često ne odvaja omotač iz sačme nakon ekstrakcije ulja. Suncokretova sačma iz koje se izdvoji omotač naziva se *oplemenjena* suncokretova sačma i predstavlja odličan izvor proteina (McDonald, 2010).

Sačma ekstrakovana pomoću rastvarača sadrži 220 g/kg SM vlakana, 430 g/kg SM proteina dobrog aminokiselinskog sastava. Sadrži dva puta više metionina od sojine sačme, a jedini nedostatak je niži sadržaj lizina. Metabolička energija suncokretove sačme za brojlere je 8,1 MJ/kg SM. Masnokiselinski sastav čine u najvećoj meri polinezasićene masne kiseline. Ranija preporučena inkluzija je bila 100 kg po toni gotove hrane kod starijih jedinki, ali danas je omogućena i veća inkluzija uz obaveznu upotrebu egzogenih enzima.

2.4.2.2. Sintetičke aminokiseline

Glavni izvor proteina u današnjim smešama za tov brojlera je sojina sačma, ali zbog njenog neizbalansiranog aminokiselinskog sastava neophodno ga je pomoću drugih hraniva i dodataka izbalansirati. U savremenom tovu brojlera u tu svrhu najčešće se upotrebljavaju sintetičke aminokiseline. Deficit u lizinu i metioninu sojine sačme, određuje koje sintetičke aminokiseline je potrebno dodavati u smeše za tov brojlera.

Sintetičke aminokiseline danas se mogu industrijski proizvoditi hemijskim ili mikrobiološkim procesima (McDonald, 2010). Zadatak svakog nutricioniste u praksi je da, najpre, zadovolji potrebe brojlera u energiji, zatim u sirovim proteinima i nakon toga da obezbedi neophodne koncentracije limitirajućih aminokiselina.

Lizin se najčešće na tržištu nalazi u formi soli hlorovodonične kiseline, koja ima relativnu aktivnost od 79%. U praksi se koriste povećane inkluzije lizina kada dolazi do rasta cene sojine sačme ili smanjenja cene kukuruza, kako bi se došlo do jeftinije potpune krmne smeše. Metionin se na tržištu nalazi u četiri forme, a u suštini u dve osnovne. DL-metionin je forma klasične aminokiseline, sa prisutnom jednom amino grupom i jednom karboksilnom grupom u svojoj strukturi, dok je MHA (metionin hidoksi analog) forma u stvari analogna α -keto kiselina sa keto grupom. Kasnije u raznim tkivima u organizmu brojlera, kao i u crevima pod dejstvom bakterija, iz MHA transaminacijom nastaje aminokiselina metionin. Relativna aktivnost ovakvog metionina nije lako predvidiva i kreće se između 60 i 100% (Leeson i Summers, 2005).

Kako svest o zaštiti životne sredine bude postajala jača i kako proizvodnja sintetičkih aminokiselina bude postajala efikasnija i jeftinija, tako će se i procenat sirovih proteina u smeši smanjivati, a inkluzija sintetičkih aminokiselina povećavati. Međutim, time dolazi do većeg broja aminokiselina koje se određuju kao limitirajuće za tov brojlera, kao što je triptofan (Leeson i Summers, 2005).

2.4.3. Lipidi u ishrani brojlera

Lipidi predstavljaju nutrijente koji imaju najveću kalorijsku vrednost. Dodavanjem lipida u krmne smeše pospešuje se apsorpcija liposolubilnih vitamina, smanjuje se rastur hrane, pojačava palatabilnost hrane, usporava pasaža hrane kroz digestivni trakt životinja i na taj način poboljšava se apsorpcija hranljivih materija i iskorištavanje metaboličke energije hrane. Metabolička energija masnih kiselina zavisi od dužine lanca masne kiseline, prisustva dvostrukih veza, rasporeda zasićenih

i nezasićenih masnih kiselina vezanih za glicerinski lanac, od sastava same smeše, od količine i tipa triglicerida prisutnih u smeši, crevne mikroflore, starosti i pola životinje (Baiao i Lara, 2005).

Masnokiselinski sastav masnih rezervi kod brojlera je sličan masnokiselinskom sastavu smeše. Ovu činjenicu bi trebalo iskoristiti kako bi stvorili funkcionalnu namirnicu povoljnog masnokiselinskog sastava. Kod ogleđa sa smešama istih nutritivnih karakteristika, trupovi brojlera hranjenih smešama koje su sadržale masti i ulja bili su boljeg kvaliteta. Takođe, ti brojleri su brže napredovali i imali su bolje proizvodne rezultate (Baiao i Lara, 2005).

Lipidi kod svih životinja, pa tako i kod brojlera, predstavljaju glavne energetske rezerve u organizmu. Priroda je to tako osmislila, jer je atom ugljenika u lancu masne kiseline više redukovan nego u lancu nekog ugljenog hidrata. Iz tog razloga može se više energije skladištiti po jednom atomu ugljenika. Sa druge strane, proteini i ugljeni hidrati su mahom polarna jedinjenja koja za sebe vežu vodu i samim tim povećavaju bi se volumen eventualnog energetskog skladišta (Baiao i Lara, 2005; Lehninger i sar., 2000).

Brojleri kao i ostale životinje ne mogu da sintetišu sve masne kiseline. Esencijalne masne kiseline za njih su linolna (18:2, n-6) i linoleinska (18:3, n-3) kiselina.

2.4.3.1. Varenje, apsorpcija i distribucija lipida kod brojlera

Varenje lipida kod brojlera počinje u duodenumu. Dolazak hrane u duodenum izaziva lučenje holecistokina, koji zatim stimuliše lučenje pankresnih sokova, kao i žučnih kiselina, te dolazi do formiranja emulzije. Zatim pankreasna lipaza hidrolizuje trigliceride i dolazi do formiranja micela sa monogliceridima, digliceridima i slobodnim masnim kiselinama. Pod dejstvom žučnih soli monogliceridi i masne kiseline formiraju micide. Najveći afinitet za formiranje micela imaju monogliceridi i nezasićene masne kiseline (NZMK) dugog lanca. Micide prenose monogliceride, digliceride i slobodne masne kiseline u enterocite, gde dolazi do reesterifikacije i vezivanja za slobodni ili esterifikovani holesterol, lipoproteine ili fosfolipide. Na taj način nastaju hilomikroni, koji u najvećoj meri preko portalnog sistema prenose trigliceridi u jetru, pošto limfni sistem kod brojlera nije dovoljno razvijen. Trigliceridi koji se ne iskoriste u jetri prenose se dalje pomoću lipoproteina u periferna tkiva: srce, mišići ili depoe masti. Kod koka nosilja najpre u jajnike, gde se koriste za formiranje žumaceta.

U toku celog procesa varenja, apsorpcije i distribucije triglicerida, ne dolazi do promena na masnim kiselinama. Stoga je masnokiselinski sastav hrane brojlera uvek veoma sličan masnokiselinskom sastavu mesa brojlera, kod brojlera postoji takođe i endogena sinteza triglicerida iz glukoze. Masnokiselinski sastav ovako sintetisanih triglicerida u najvećoj meri čine palmitinska,

stearinska i oleinska kiselina. Bitno je napomenuti da se kod ishrane bogate mastima inhibiše endogena sinteza triglicerida (Baiao i Lara, 2005). To predstavlja još jedan razlog zašto bi brojlersko pile moglo predstavljati savršen model za formiranje funkcionalne namirnice povoljnog masnokiselinskog sastava.

Svarljivost lipida kod brojlera dugo je bila tema o kojoj su naučnici raspravljali. U jednom ogledu 1972. godine dokazano je da se mogućnost apsorpcije lipida kod ptica sa vremenom značajno poboljšava (Carew i sar., 1972). Jedna grupa brojlera je hranjena sa kukuruznim uljem, dok je druga grupa hranjena sa hranom koja je sadržila svinjsku mast. Prve nedelje prva grupa je postigla apsorpciju od 84%, dok je druga apsorbovala samo 40 % triglicerida. U drugoj nedelji apsorpcije su povećane na 95% i 79%. Ovim ogledom je pokazano da brojleri u prvoj nedelji nemaju potpuno razvijenu moć apsorpcije masti, ali da se ona razvija već u drugoj nedelji. Takođe je dokazano i da brojleri bolje apsorbuju nezasićene masne kiseline u prvoj nedelji (čak 84%) (Carew i sar., 1972; Baiao i Lara, 2005).

2.4.3.2. Sinergizam pri apsorpciji zasićenih i nezasićenih masnih kiselina

Goveđi loj se u nekim dijelovima sveta najčešće dodavao u potpune krmne smeše kao izvor energije. Kasnijom upotrebom drugih masti i ulja u krmnim smešama dolazilo se do boljih proizvodnih rezultata, što je i dokazano u jednom ogledu 2002. godine. U ogledu su korištene inkluzije od 8% suncokretovog ulja, ribljeg ulja i goveđeg loja, gde je grupa sa goveđim lojem kao dodatnim izvorom energije imala najlošiju konverziju (Newman i sar., 2002). Naime, da bi se absorbovale masne kiseline, one prvo moraju da se konjuguju sa žučnim solima i formiraju micide. Dugolančane polinezasićene masne kiseline i monogliceridi poseduju visoku sposobnost konjugovanja sa solima žučne kese, odatle i bolji rezultati tova grupa u čijim smešama su se nalazila ulja sa velikim udelom polinezasićenih masnih kiselina dugog lanca. Na sreću, već formirane micide imaju sposobnost rastvaranja nepolarnih zasićenih masnih kiselina i tako poboljšavaju njihovu apsorpciju (McDonald, 2010). Kao potvrdu ove teze možemo navesti dva ogleđa. Prvi ogled je rađen na kokama nosiljama, a merena je metabolička energija smeše i njena promena u zavisnosti od masnih kiselina koje su dodavane u smešu. Formirane su tri grupe. Jedna grupa koka jela je hranu u koju je dodata samo oleinska kiselina kao dodatni izvor energije, dok je druga grupa jela hranu u koju je dodata samo palmitinska kiselina. Treća ogledna grupa koka je jela hranu u koju je dodata mešavina pomenutih kiselina u odnosu 50 : 50. U tabeli 2.3. se vidi da bi očekivana metabolička energija treće smeše trebala da bude aritmetička sredina predhodne dve smeše (2710 kcal/kg), ali je ustvari bila za 5 % viša (2850 kcal/kg), zahvaljujući boljoj apsorpciji palmitinske kiseline.

Tabela 2.3. *Metabolička energija smeša za koke nosilje sa dodatkom različitih MK (McDonald, 2010).*

	Određeno	Očekivano
<i>ME (kcal/kg)</i>		
Oleinska kiselina	2920	
Palmitinska kiselina	2500	
50 : 50 mešavina	2850 (+ 5%)	2710

Sličan ogled urađen je dodavanjem kukuruznog ulja u smeše koje su bile različitog masnokiselinskog sastava. Jedna grupa je sadržala pretežno polinezasićene masne kiseline, dok je druga grupa sadržala pretežno zasićene masne kiseline. Cilj ogleda je bio da se utvrdi metabolička energija dobijena iz kukuruznog ulja nakon dodavanja u smeše različitog masnokiselinskog sastava. Očekivano, kukuruzno ulje je dalo više metaboličke energije nakon dodavanja u smešu sa zasićenim masnokiselinskim sastavom za gotovo 1000 kcal/kg (McDonald, 2010).

Tabela 2.4. *Varijacije u vrednosti ME kukuruznog ulja u zavisnosti od masnokiselinskog sastava osnovne smeše (McDonald, 2010).*

Osnovna smeša	Kukuruzno ulje ME (kcal/kg)
Predominantno nezasićenog MK sastava	8390
Predominantno zasićenog MK sastava	9380
Kukuruz – soja smeša	8510

Metabolička energija će uvek zavisiti, pored veličine inkluzije masti, i od masnokiselinskog sastava date masti. Naučnici pretpostavljaju da bi najpovoljniji odnos nezasićenih masnih kiselina prema zasićenim u gotovoj smeši bio 3:1, kako bi se dobila maksimalna količina metaboličke energije (McDonald, 2010).

2.4.3.3. Masti životinjskog porekla

Masti životinjskog porekla karakteriše uglavnom zasićeni masnokiselinski sastav, pa je iz tog razloga preporuka da se tek od druge nedelje uključuju u smeše za tov brojlera. Za tov najvažnije masti su: svinjska mast, goveđi loj, mast piladi i razne vrste ribljih ulja.

2.4.3.3.1. Svinjska mast

U sastav svinjske masti ulaze pretežno zasićene masne kiseline i mononezasićene, a najzastupljenije su palmitinska (32%) i oleinska (48%). Zbog niskog sadržaja dugolančanih PNZMK ne bi bilo poželjno da se dodaje u smeše za mlade brojlere, nego tek od druge nedelje. U prilog tome govori i ogleđ u kome su postignuti slični proizvodni rezultati kod brojlera hranjenih od 21-og do 49-og dana tova sa hranom u koju su dodate različite masti i ulja: pileća mast, svinjska mast, sojino ulje, kanola ulje, suncokretovo i kukuruzno ulje (McDonald, 2011; Andreotti i sar., 2001).

Utvrđeno je i da svinjska mast ima pozitivan uticaj na organoleptička svojstva mesa brojlera. U ogleđu u kome su brojleri hranjeni hranom sa dodatkom sojinog, suncokretovog i ulja uljane repice, utvrđeno je da meso brojlera iz ogleđne grupe koja je hranjena hranom u koju je dodata svinjska mast imalo najintenzivniju crvenu boju (Souza i sar., 2001). Meso brojlera hranjenih hranom sa dodatkom pileće masti pokazalo je sličan intenzitet boje u pomenutom ogleđu.

2.4.3.3.2. Goveđi loj

Goveđi loj čine pretežno zasićene masne kiseline (48%) i mononezasićene masne kiseline (46%), pa iz tog razloga se ni on ne bi trebao nalaziti u tovnim smešama tokom prve nedelje. Od svih masti i ulja koji se najčešće koriste kao izvor dodatne energije u smešama, goveđi loj pokazuje najlošije tovnne rezultate, pa se u poslednje vreme sve više koriste biljna ulja ili se loj koristi u kombinaciji sa biljnim uljima kako bi se poboljšalo formiranje micela i apsorbcija. Ovde treba napomenuti još jednu lošu stranu tova sa hranom kojoj je dodat goveđi loj, a to je da se značajno povećavaju visceralni depoi masti (McDonald, 2010).

2.4.3.3.3. Pileća mast

Kao što je već napomenuto masnokiselinski sastav pileće masti zavisi od masnokiselinskog sastava tovnne smeše. Prema tome, pileća mast dobijena tovom sa smešom nezasićenog masnokiselinskog sastava, mogla bi se koristiti kao i svinjska mast ili goveđi loj, tek od druge nedelje i najbolje uz dodatak nekog biljnog ulja. Ali ako bi masnokiselinski sastav bio pretežno nezasićen, onda bi se pileća mast mogla dodati u smešu od početka tova. Najveći problem kod dodavanja pileće masti u smeše predstavljala bi koncentracija liposolubilnih nepoželjnih materija u pilećoj masti, koja

bi se iz ciklusa u ciklus sve više povećavala. Iz tog razloga, preporuka je da se svaki drugi ili bar svaki treći ciklus u smešu doda neki drugi izvor dodatne energije (Leeson i Summers, 2005).

2.4.3.3.4. *Riblje ulje*

Masnokiselinski sastav ribljeg ulja zavisi mnogo od sirovine koja je korištena za njegovu proizvodnju, kao i od načina skladištenja. Zbog visokog sadržaja polinezasićenih MK, riblje ulje lako užegne, ali sa druge strane zbog obično visokog sadržaja n-3 masnih kiselina, deluje kao idealno hranivo za dobijanje brojlerskog mesa sa povoljnim odnosom n-6 : n-3 MK, kao buduće funkcionalne namirnice.

Međutim, u oglecima sa 1,5% do 2,5% inkluzije ribljeg ulja, zapaženo je da meso tih brojlera dobija miris i ukus ribe (Baiao, Lara, 2005; Hardin i sar., 1964; Miller i Robisch, 1969). Kasnije je utvrđeno da se upotrebom lanenog ulja može takođe doći do povišene koncentracije n-3 MK u batak brojlarskog pileta, pa se došlo na ideju da bi se sličan efekat mogao postići kombinacijom ribljeg ulja i nekog drugog izvora linoleinske kiseline bez promene organoleptičkih svojstava mesa (Chanmugam i sar., 1992).

2.4.3.4. *Biljna ulja*

Biljna ulja u proseku donose 8700 kcal ME/kg. Najzastupljenije nezasićene masne kiseline u biljnim uljima su linolna (C18:2cis (n-6)) i oleinska kiselina (C18:1cis (n-9)). One čine između 70 i 90% gotovo svih ulja biljnog porekla. To jasno odvaja biljna ulja od masti životinjskog porekla. Zbog visokog sadržaja dugolančanih NZMK, biljna ulja se mogu koristiti od samog početka tova, a od četvrtog dana u punoj količini.

Kod ishrane brojlera mastima animalnog porekla povećava se depo masti u trupu brojlera, ali upotrebom biljnih ulja to se izbegava, čak se povećava i sadržaj proteina u trupu (Sanz i sar., 2000; Leeson i Summers, 2005). Naučnici pretpostvaljaju da se energija dobijena iz NZMK koristi za više procesa u organizmu, a ne samo za skladištenje energije u depoe masti (Leeson i Summers, 2005).

Postoji mnogo biljnih ulja povoljnog masnokiselinskog sastava, ali su samo neka dostupna u ishrani životinja, zbog velike potrošnje u humanoj ishrani.

2.4.3.4.1. *Laneno ulje*

Laneno ulje predstavlja jedan od najboljih izvora n-3 masnih kiselina. Neke sorte lana daju ulje koje u sebi sadrži čak 58,3 % α -linoleinske kiseline (18C:3cis (n-3), koja je glavni prekursor viših n-3 masnih kiselina (Lewinska, 2015). U batak i visceralnom masnom tkivu brojlera povećava se

sadržaj n-3 masnih kiselina bez promene u organoleptičkim svojstvima nakon toga sa hranom koja je sadržala laneno ulje, ali se takođe povećava i koncentracija malondialdehida, nakon skladištenja u trajanju od 12 meseci (Lopez-Ferrer i sar., 1999; Leeson i Summers, 2005).

Kao i ulja drugih biljaka i ulje lana se, zbog sadržaja NZMK dugog lanca, može u toj uključiti od samog početka toga. Pokazano je da se dobijaju trupovi sa manje visceralnih depoa masti, meso sa većim sadržajem proteina, povoljnog odnosa n6 : n3 masnih kiselina, što laneno ulje preporučuje kao idealno hranivo u pokušaju dobijanja funkcionalne namirnice sa visokim sadržajem n3 masnih kiselina. Dodavanjem lanenog ulja u predominantno zasićene smeše ili zajedno u kombinaciji sa nekom zasićenom masti, postigla bi se bolja apsorpcija masnih kiselina, što bi moglo dovesti do boljih rezultata toga i lakše ekonomske opravdanosti proizvodnje n3-pileta kao nove funkcionalne namirnice.

Tabela 2.5. Masnokiselinski sastav dva komercijalna lanena ulja sa tržišta EU (Lewinska i sar., 2015).

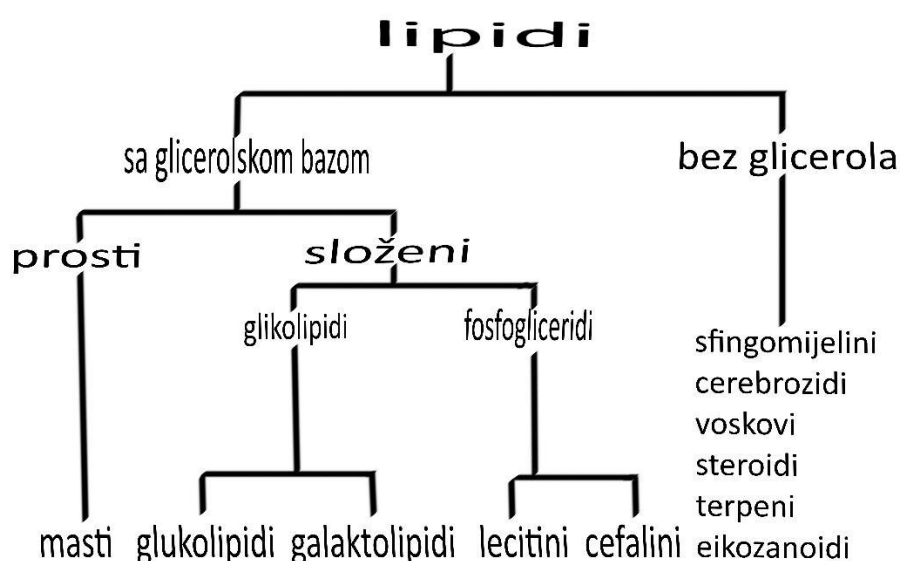
Naziv masne kiseline	Formula	Laneno ulje A	Laneno ulje B
Miristinska kiselina	14:0	<0,1	0,1
Palmitinska kiselina	16:0	5,1	5,3
Stearinska kiselina	18:0	4,3	5,1
Arahidonska kiselina	20:0	<0,1	0,3
Behenska kiselina	22:0	NR	0,2
Oleinska kiselina	18:1cis (n-9)	15,8	20,0
Linolna kiselina	18:2cis (n-6)	16,5	17,8
α-linoleinska kiselina	18:3cis (n-3)	58,3	50,7
Eruka kiselina	22:1cis (n-9)	NR	0,3

Legenda: laneno ulje A - Vis natura®, laneno ulje B - Dary natury®; NR – nije registrovano.

2.5. Lipidi

2.5.1. Klasifikacija lipida

Lipidi su grupa jedinjenja koja ima veoma bitnu gradivnu i energetska funkciju u biljnim i životinjskim tkivima. Ne rastvaraju se u vodi, ali se rastvaraju u organskim rastvaračima kao što su benzen, etar i hloroform. U biološkim sistemima oni imaju veoma bitne uloge. Lipidi vrše funkciju nosioca elektrona, liganta u toku enzimskih reakcija, gradivne jedinice bioloških membrana, kao i izvor i skladište energije. Mogu se klasifikovati na više načina i podeliti na više grupa, a jedna od najprihvaćenijih podela je prikazana slikom 2.1.



Slika 2.1. Podela lipida (McDonald i sar., 2010)

Što se tiče lipida prisutnih u tkivima biljaka, mogu se podeliti na lipide koji vrše gradivnu i na lipide koji vrše energetska funkciju. Lipidi koji vrše gradivnu funkciju su lipidi koji ulaze u građu raznih membrana i lipidi koji vrše zaštitnu funkciju. Lipidi koji vrše zaštitnu funkciju čine 7% od ukupne mase lista viših biljaka. Od lipida koji ulaze u građu membrana mitohondrija, endoplazmatskog retikuluma i ćelijske membrane najzastupljeniji su glikolipidi (40-50%) i fosfogliceridi. Što se tiče površinskih lipida, koji vrše zaštitnu funkciju, to su uglavnom voskovi, kao i u manjoj meri hidrokarboni dugog lanca, slobodne masne kiseline i kutin. Lipidi koji vrše energetska funkciju su uglavnom triacilgliceroli. Iz tkiva biljaka je izolovano oko 300 različitih masnih kiselina. U najvećoj meri je prisutna α -linoleinska kiselina. Od zasićenih masnih kiselina najzastupljenija je palmitinska, a mononezasićenih oleinska kiselina (McDonald, 2010).

Kod životinja, lipidi takođe imaju dve funkcije, skladištenje energije i izgradnja ćelijskih membrana u raznim tkivima. Što se tiče skladištenja energije, lipidi predstavljaju najvažniji oblik konzerviranja energije, uglavnom u obliku masti. Oni čine 97% masnog tkiva životinja. Energija koja se dobije oksidacijom jednog kilograma masti (39 MJ/kg DM) je više nego duplo veća od energije koja se dobije oksidacijom jednog kilograma glikogena (17 MJ/kg DM) (McDonald, 2010). Sa druge strane, lipidi koji ulaze u sastav ćelijskih membrana, predstavljaju 0,5-1 % mišićnog i masnog tkiva, a 2-3% tkiva jetre. Najzastupljeniji lipidi u ovim membranama su fosfogliceridi. Od bezglicerolskih lipida najzastupljeniji je holesterol, koji zajedno sa svojim estrima predstavlja 0,06-0,09% mišićnog i masnog tkiva (McDonald, 2010).

2.5.2. Masti i ulja

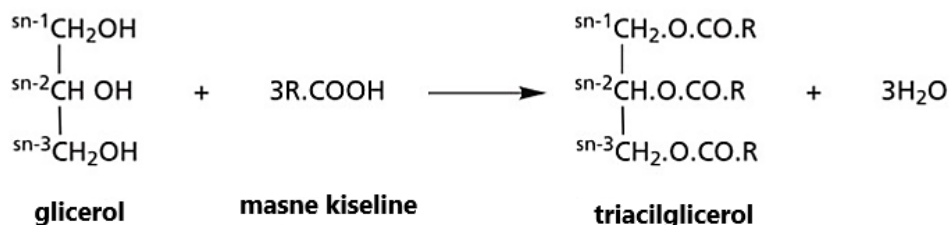
Masti i ulja ulaze u sastav biljnih i životinjskih tkiva, dele istu strukturu i sličan sastav, ali imaju različite fizičke i hemijske osobine. Temperature topljenja ih razdvajaju na masti i ulja. Masti se na sobnoj temperaturi nalaze u čvrstom stanju, a ulja u tečnom. Masti su generalno hemijski slabije reaktivne od ulja. Depoi masti u masnim tkivima pored funkcije rezervoara energije, imaju i funkciju toplotnog izolatora kod životinja koje su bez dlake ili koje žive u hladnim predelima, kao i funkciju izvora toplotne energije kod toplokrvnih životinja. Ova funkcija masti je posebno bitna kod životinja koje u toku godine hiberniraju, kao i kod životinja koje žive u hladnim predelima. Takve životinje su razvile poseban tip masnog tkiva, tj. "mrko masno tkivo", kod koga oksidacija masti nije kuplovana sa dobijanjem ATP-a, već se samo proizvodi toplotna energija. Pa tako, na primer, kod normalne oksidacije palmitinske kiseline dolazi do oslobađanja 13 MJ/kg, dok u mrkom masnom tkivu dolazi do oslobađanja 39 MJ/kg toplotne energije. Kako bi postigle ovakvu proizvodnju energije mitohondrije moraju biti bogate citohromom, odakle i potiče mrka boja ovog masnog tkiva (McDonald, 2010).

2.5.2.1. Građa masti i ulja

Masti su estri tri hidroksilnog alkohola glicerola i masnih kiselina, pa se zato nazivaju i gliceridi ili acilgliceroli (McDonald, 2010). Kada su sve tri hidroksilne grupe esterifikovane pomoću masnih kiselina nastaju triacilgliceroli ili trigliceridi. Sastav masti i ulja u najvećem procentu predstavljaju trigliceridi, dok manji procenat njihovog sastava pripada mono- i diacilglicerolima, slobodnim masnim kiselinama, fosfatidima, sterolima, masnim alkoholima, vitaminima rastvorljivim u mastima i drugim supstancama u tragovima (Cvrk, 2010).

2.5.2.2. Triacilgliceroli

Triacilgliceroli predstavljaju najvažniju gradivnu jedinicu masti i ulja. Njih čine jedan molekul trihidroksilnog alkohola glicerola i tri molekula masnih kiselina.



Slika 2.2. Reakcija sinteze triglicerida (McDonald, 2010).

Fizičke osobine triacilglicerola zavise od sastava masnih kiselina. Osobine triacilglicerola određuje priroda i pozicija pojedinih masnih kiselina na C atomima glicerola. Triacilgliceroli koji su izgrađeni od jedne iste masne kiseline, vezane za sva tri C-atoma glicerolskog lanca, nazivaju se prosti trigliceridi, a oni koji su građeni od više različitih masnih kiselina nazivaju se složeni trigliceridi. Većina ulja i masti u prirodi predstavljaju mešavinu prostih i složenih triglicerida (Cvrk, 2010; Sadadinović, 2008).

U stereohemijskom smislu nije svejedno na kom se C atomu u glicerolskom lancu nalazi koja masna kiselina. Iz tih razloga pozicije C atoma u glicerolskom lancu su obeležene sa sn-1, sn-2 i sn-3, kako je prikazano na slici 2.2. Različiti enzimi imaju različite afinitete za pojedine pozicije C atoma, pa tako fosforilaza ima veći afinitet za sn-3 poziciju nego za sn-1 poziciju (McDonald, 2010), dok lipaza ima najveći afinitet za masne kiseline na poziciji sn-1 i sn-3 (Stojić i sar., 2004). Kod mešovutih triacilglicerola postoji više izomernih oblika u zavisnosti od toga koja je masna kiselina vezana za koji C atom glicerola (sn-1, sn-2 ili sn-3) (ISEO, 2006; Cvrk, 2010).

Kao što je već napomenuto, masti i ulja su mešavine različitih triacilglicerola, prostih i mešovutih, ali ipak može se naći određen obrazac pojavljivanja triacilglicerola u biljnim uljima i životinjskim mastima. Naime, naučnici su primetili da se u biljnim uljima najčešće nalaze triacilgliceroli tipa SUS i SUU (S-engl. *Saturated* – zasićena masna kiselina i U-engl. *Unsaturated* – nezasićena masna kiselina). To su triacilgliceroli u kojima je distribucija masnih kiselina na C atomima glicerola takva da se nezasićena masna kiselina uvek nalazi u sredini, tj. na sn-2 položaju.

Isto tako, naučnici su primetili da se u životinjskim mastima nalaze uglavnom triacilgliceroli tipa USU i USS, tj. triacilgliceroli kod kojih je na drugom C atomu glicerola (sn-2 položaj) uvek vezana zasićena masna kiselina (Cvrk, 2010). U kravljjoj mlečnoj masti masne kiseline kratkog lanca su uvek vezane za sn-3, dok se u humanoj mlečnoj masti na poziciji sn-1 nalaze nezasićene masne kiseline, a na poziciji sn-2 zasićene. Generalno, polinezasićene masne kiseline se u mastima životinjskog porekla nalaze na poziciji sn-3 (McDonald, 2010).

2.5.3. Masne kiseline

Masne kiseline su glavni gradivni elementi triglicerida. Svaka masna kiselina ima zasebna karakteristična svojstva (Cvrk, 2010; Čorbo, 2008). Zavisno od masnih kiselina koje ulaze u sastav jednog molekula triglicerida, ukupna molekularna masa tih masnih kiselina može iznositi između 650 i 970 g/mol, dok molekularna masa glicerinskog dela molekula iznosi 41 g/mol, što je 15-25 puta manje od molekularne mase masnih kiselina datog molekula triglicerida. Ako se na ovaj podatak doda i da reaktivni deo molekula triglicerida, takođe, potiče od masnih kiselina, jasno je da će prirodu, fizičke i hemijske osobine jednog molekula triglicerida u najvećoj meri odrediti masnokiselinski sastav datog triglicerida (Sadadinović, 2008). Većina masnih kiselina koje se nalaze u prirodi imaju paran broj C atoma, jer se u toku reakcije elongacije uvek dodaju po dva C atoma na postojeći lanac. Masne kiseline se obično sastoje od jednog alifatičnog lanca C atoma, na čijem kraju dolazi jedna karboksilna grupa. Ta karboksilna grupa je njihova funkcionalna grupa i ona im omogućava formiranje estara sa hidroksilnim grupama glicerola, dok struktura alifatičnog lanca definiše mnoge fizičke i hemijske osobine masnih kiselina. Struktura alifatičnog lanca omogućava, takođe, i podelu masnih kiselina. Masne kiseline možemo podeliti po dužini alifatičnog lanca i po zasićenosti veza između C atoma.

Po dužini alifatičnog lanca masne kiseline se dele na masne kiseline kratkog (do 6 C atoma), srednjeg (od 6 do 10 C atoma) i dugog lanca (12 i više C atoma) (Cvrk, 2010). Što je duži lanac, viša je tačka topljenja.

Na osnovu veza između C atoma, masne kiseline možemo podeliti na zasićene i nezasićene. Kod zasićenih masnih kiselina C atomi su uvek vezani jednostrukom vezom, dok kod nezasićenih postoji bar jedna dvostruka veza između C atoma. Zasićene masne kiseline dugog lanca se obično nalaze u mastima životinjskog porekla, dok se nezasićene masne kiseline nalaze u biljnim uljima. Nezasićene masne kiseline se dalje dele na mononezasićene (MNZMK ili eng. *Monounsaturated fatty acids* – MUFA) i polinezasićene masne kiseline (PNZMK ili eng. *Polyunsaturated fatty acids* – PUFA).

Mononezasićene masne kiseline su one kiseline kod kojih postoji samo jedna dvostruka veza u alifatičnom lancu C atoma, dok kod polinezasićenih postoji veći broj dvostrukih veza. Najčešća mononezasićena masna kiselina u prirodi je oleinska kiselina, koja je glavna masna kiselina maslinovog ulja, dok je najrasprostranjenija polinezasićena masna kiselina linolna kiselina, koja ulazi u sastav suncokretovog, kukuruznog i sezamovog ulja (Cvrk, 2010). Fizičke i hemijske osobine su veoma različite kod zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. Ipak, najuočljivije razlike su niža tačka topljenja i veća reaktivnost kod nezasićenih masnih kiselina.

Masne kiseline se u prirodi uglavnom nalaze vezane za glicerinski prsten u sastavu triglicerida, ali neke mogu ući i u sastav fosfolipida, glikolipida i voskova (Cvrk, 2010; Čorbo, 2008). Takođe, neke masne kiseline se mogu u prirodi naći i van ovih jedinjenja. Takve masne kiseline nazivamo slobodne masne kiseline. U većem broju se nalaze u nekim nerafinisanim uljima. Procesom rafinisanja one se uklanjaju, pa ih tako u uljima za upotrebu u ishrani ima manje od 0,1% (Cvrk, 2010; ISEO, 2006). Rafinisanjem se dobija veća održivost i bolji ukus konzumnih ulja.

2.5.4. Zasićene masne kiseline

Zasićene masne kiseline su masne kiseline izgrađene od alifatičnog lanca C atoma povezanih isključivo jednostrukim vezama, sa karboksilnom grupom na kraju tog lanca. Opšta formula im je $\text{CH}_3 - (\text{CH}_2)_n - \text{COOH}$. U prirodi se najčešće nalaze u mastima životinjskog porekla, koje su na sobnoj temperaturi u čvrstom agregatnom stanju. Najrasprostranjenije su zasićene masne kiseline od C_4 do C_{22} (broj u subskriptu označava broj C atoma u određenoj masnoj kiselini). Pregled najrasprostranjenijih zasićenih masnih kiselina dat je u tabeli 2.6. Prikazani su sistematska i trivijalna imena sa skraćenim oznakama, formulama, tačkom topljenja i glavnim izvorima (Cvrk, 2010).

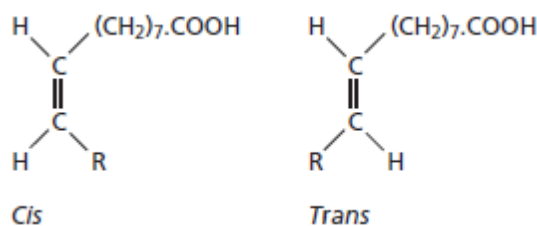
Tabela 2.6. Pregled nekih zasićenih masnih kiselina (Cvrk, 2010; Čorba, 2008; Martinčić, 2002 i Nawar, 1996)

Sistematsko ime	Trivijalno ime	Skraćena oznaka	Formula	Tačka topljenja, °C	Glavni izvor
Buterna	Maslačna	C4:0	CH ₃ -(CH ₂) ₂ -COOH	-7,9	Maslac
Heksanska	Kaprnska	C6:0	CH ₃ -(CH ₂) ₄ -COOH	-3,4	Maslac
Oktanska	Kaprilna	C8:0	CH ₃ -(CH ₂) ₆ -COOH	16,7	Kokosovo i palmino ulje
Dekanska	Kaprinska	C10:0	CH ₃ -(CH ₂) ₈ -COOH	31,6	Kokosovo i palmino ulje
Dodekanska	Laurinska	C12:0	CH ₃ -(CH ₂) ₁₀ -COOH	44,2	Kokosovo i palmino ulje
Tetradekanska	Miristinska	C14:0	CH ₃ -(CH ₂) ₁₂ -COOH	54,4	Maslac, kokosovo i palmino ulje
Heksadekanska	Palmitinska	C16:0	CH ₃ -(CH ₂) ₁₄ -COOH	62,9	Većina masti i ulja
Oktadekanska	Stearinska	C18:0	CH ₃ -(CH ₂) ₁₆ -COOH	69,6	Većina masti i ulja
Eikosanska	Arahinska	C20:0	CH ₃ -(CH ₂) ₁₈ -COOH	75,4	Ulje iz kikirikija
Dokosanska	Behenska	C22:0	CH ₃ -(CH ₂) ₂₀ -COOH	80,0	Ulje iz kikirikija
Tetrakosanska	Lignocerinska	C24:0	CH ₃ -(CH ₂) ₂₂ -COOH	84,2	Ulje sjemenki (mahunarki)
Heksakosanska	Cerotinska	C26:0	CH ₃ -(CH ₂) ₂₄ -COOH	87,7	Pčeliji i dr. voskovi

2.5.5. Nezasićene masne kiseline

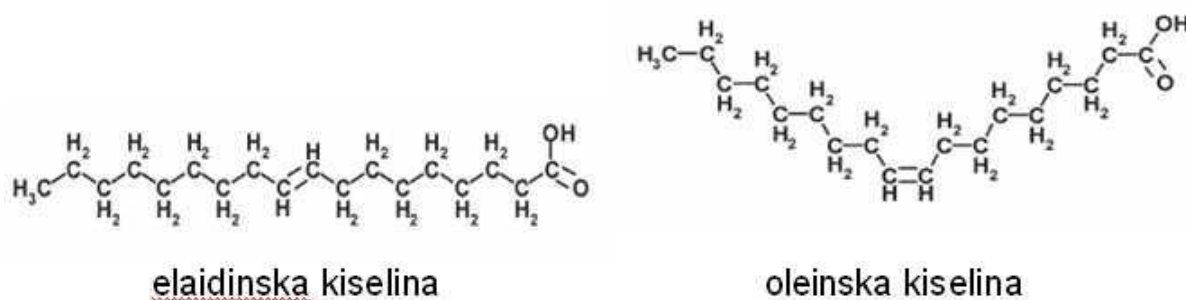
Nezasićene masne kiseline su kiseline koje imaju bar jednu dvostruku vezu u alifatičnom lancu. Kako je već navedeno, dele se na mononezasićene i polinezasićene masne kiseline, a u prirodi se najčešće nalaze u biljnim uljima, kao i u ribi. Za ljude su esencijalne n-3 i n-6 polinezasićene masne kiseline, zbog nedostatka enzima koji bi ih mogli sintetisati. Nezasićene masne kiseline (NMK ili eng. *Unsaturated fatty acids* – UFA) se jako razlikuju od zasićenih masnih kiselina (ZMK ili eng. *Saturated fatty acids* – SFA). One imaju nižu tačku topljenja i hemijski su reaktivnije.

Kako u alifatičnom lancu nezasićenih masnih kiselina postoji dvostruka veza, tako se one mogu naći u dve različite konfiguracije *cis* i *trans*.



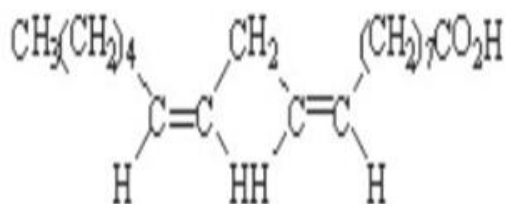
Slika 2.3. Dve različite konfiguracije nezasićenih masnih kiselina (McDonald, 2010).

U *cis* konfiguraciji atomi vodonika se nalaze sa iste strane dvostruke veze, dok se u *trans* konfiguraciji nalaze sa suprotnih strana dvostruke veze. U prirodi nezasićene masne kiseline se najčešće nalaze u *cis* konfiguraciji, dok se *trans* konfiguracija nalazi najčešće u rafinisanim uljima, gde nastaju procesom hidrogenizacije. To je proces kojim se atomi vodonika dodaju jestivim biljnim uljima kako bi se povećala njihova održivost.



Slika 2.4. Geometrijska izomerija: *trans* konfiguracija – elaidinska kiselina i *cis* konfiguracija – oleinska kiselina (Cvrk, 2010; ISEO, 2006)

Na slici se jasno uočavaju razlike između *cis* konfiguracije (na slici oleinska kiselina) i *trans* konfiguracije (na slici elaidinska kiselina). Razlike između ove dve nezasićene masne kiseline je vidljiva i u njihovim osobinama. Tačka topljenja elaidinske kiseline je 46,5°C, dok je tačka topljenja oleinske kiseline znatno niža 13,5°C. Po konfiguraciji i tački topljenja može se lako zaključiti da su *trans* masne kiseline sličnije zasićenim masnim kiselinama nego nezasićenim. Na osnovu konfiguracije, može se zaključiti da su nezasićene masne kiseline u *cis* konfiguraciji reaktivnije zato što je njihova dvostruka veza pristupačnija enzimima. Nezasićene masne kiseline će biti reaktivnije i imati nižu tačku topljenja kada imaju veći broj dvostrukih veza koje se nalaze u *cis* konfiguraciji.



Slika 2.5. Konfiguracija linolne kiseline

U prirodi se u mastima i uljima najčešće nalaze masne kiseline sa parnim brojem C atoma. Jedino se u mlečnoj masti može naći masna kiselina sa neparnim brojem C atoma. Najrasprostranjenije nezasićene masne kiseline su one sa 18 C atoma i sa jednom, dve ili tri dvostruke veze. U zavisnosti od broja dvostrukih veza i položaja tih veza u lancu, nezasićene masne kiseline će biti više ili manje reaktivne (Cvrk, 2010; Martinčić, 2002; Baiao i Lara, 2005). Ove informacije o broju i položaju dvostrukih veza unutar alifatičnog lanca, kao i prve impresije o prirodi pojedine nezasićene masne kiseline, možemo dobiti iz samog naziva određene NMK. Za obeležavanje NMK se koristi više načina, ali iz svih varijanti naziva određene NMK mogu se dobiti pomenute informacije. Najprihvatljiviji način obeležavanja NMK je obeležavanje po IUPAC-u (*International Pure and Applied Chemistry*), gde se položaj dvostruke veze određuje u odnosu na C1 atom ugljenika, tj. u odnosu na karboksilnu grupu (-COOH). C atom karboksilne grupe se označava kao C1, odakle brojimo C atome niz alifatični lanac, pa se tako linolna kiselina po IUPAC-u označava kao *cis-9,12-oktadekadien kiselina* ili *C_{18:2 cis-9,12}*, gde broj 18 predstavlja broj C atoma u molekulu linolne kiseline, a broj 2 broj dvostrukih veza, nakon drugog broja sledi oznaka *cis* ili *trans*, koja označava u kojoj se konformaciji nalaze dvostruke veze u alifatičnom lancu. Brojevi 9 i 12 označavaju pozicije dvostrukih veza u lancu, koje se u ovom slučaju nalaze između 9-tog i 10-tog C atoma, te 12-tog i 13-tog C atoma u alifatičnom lancu linolne kiseline. Neke od najvažnijih NMK date su u tabeli 2.7.

Tabela 2.7. Najvažnije NMK: njihovi nazivi, formule, tačke topljenja i izvori (Cvrk, 2010).

Sistemsko ime kiseline	Trivijalno ime	Skraćena oznaka	Tt ^a , °C	Glavni izvori
Mononezasićene masne kiseline				
Cis-9-decenska kiselina	Kaproleinska	10:1 Ω - 1 c	-	Mast mljeka
Cis-9-dodecenska kiselina	Lauroleinska	12:1 Ω - 3 c	-	Mast mljeka
9-tetra-decenska kiselina	Miristoleinska	14:1 Ω - 5 c	18,5	Mast mljeka
9-heksadecenska kiselina	Palmitoleinska	16:1 Ω - 7 c	- 0,5	Neka riblja ulja, goveđi loj
9-oktadecenska kiselina	Oleinska	18:1 Ω - 9 c	16,3	Većina masti I ulja
9-oktadecenska kiselina	Elaidinska	18:1 Ω - 9 t	43,7	Delimično hidrogenizovana ulja
11-oktadecenska kiselina	Vakcenska	18:1 Ω - 7 t	44,0	Maslac, loj
9-eikozenska kiselina	Gadoleinska	20:1 Ω - 11c	23,5	Neka riblja ulja
13-dokozenaska kiselina	Eruka	22:1 Ω - 9 c	33,5	Repičino ulje
Polinezasićene masne kiseline				
9,12-oktadekadienska kiselina	Linolna	18:2 Ω - 6 c	-6,5	Većina biljnih ulja
9,12,15-oktadekatrienska kiselina	Linoleinska	18:3 Ω - 3 c	-12,8	Sojino ulje, kanola ulje
5,8,11,14-eikozatetraenska kiselina	Arahidonska	20:4 Ω - 6 c	-49,5	Životinjska mast
5,8,11,14,17-eikozapentaenska kiselina	Timnodonska	20:5 Ω - 3 c	-54,0	Riblje ulje, morske alge
4,7,10,13,16,19-dokozapentaenska kiselina	Klupandonska	22:5 Ω - 3 c	-78,0	Neka od ribljih ulja
4,7,10,13,16,19-dokozaheksaenska kiselina	Cervonska	22:6 Ω - 3 c	-44,0	Riblje ulje

^atačka topljenja

Drugi način obeležavanja NMK je u današnje vreme popularniji, a i za nauku o ishrani, kao i za njihovu funkciju u organizmu, pogodniji i naziva se biohemijsko obeležavanje ECC (*End of Carbon Chain*) (Cvrk, 2010). Kod ovog načina obeležavanja položaj dvostruke veze se računa od poslednjeg C atoma u alifatičnom lancu, tj. od C atoma metilne grupe (-CH₃). Prema ECC obeležavanju linolna kiselina bi bila C_{18:2} Ω-6 ili C_{18:2} n-6, gdje se sa „Ω“ ili „n“ obeležava C-atom na kome se nalazi prva dvostruka veza, brojajući C atome od metilne grupe ka karboksilnoj grupi (Cvrk, 2010; Čorbo, 2008; Nawar, 1996).

2.5.6. Esencijalne masne kiseline

Dvadesetih godina prošlog veka naučnici na Berkliju u Kaliforniji su pokušali da izazovu sterilitet usled avitaminoze vitamina E tako što su pacovima davali hranu bez masti. Međutim, životinje su nakon tri meseca ispoljile sindrom deficitarne ishrane. U tabeli 2.8. prikazane su sve

promene koje su se javljale kod ovih životinja. Prvo su se pojavljivali problemi sa kožom, koja je postajala suva i seboreična, nakon toga su se pojavljivali izraženi problemi u rastu, reprodukciji i laktaciji, da bi na kraju životinje umirale. George i Mildred Burr su 1929. godine dokazali da se bolest izazvana deficitom masti u ishrani pacova može prevenirati dodavanjem linolne kiseline (McDonald, 2010). Oni su primetili da dodavanje samo tri kapi svinjske masti može prevenirati pojavu ove bolesti. Takođe su primetili da simptomi mnogo brže nestaju kada se u ishranu pacova dodaju kukuruzno ili ulje od bakalara. Nakon ovoga bilo je jasno da su otkrili masnu kiselinu koja je jako bitna za funkciju u organizmu, te su ju nazvali esencijalna masna kiselina (Spector i Kim, 2015). Kasnije su otkrili da i druge masne kiseline imaju osobine esencijalne masne kiseline. Arahidonska kiselina se pokazala kao kiselina koja ima jaču aktivnost od linolne kiseline, a linoleinska kiselina je imala 1,5 puta jači efekat od linolne kiseline (McDonald, 2010).

Tabela 2.8. *Simptomi deficita esencijalnih MK (McDonald, 2010)*

Simptomi deficita esencijalnih MK
Retardacije u rastu
Polidipsija
Povećana prijemčivost bakterijskim infekcijama
Sterilitet
Smanjena stabilnost membrana
Pucanje kapilara
Oštećenje bubrega, hematurija i hipertenzija
Smanjena oštrina vida
Smanjena kontraktilnost miokarda
Smanjena sinteza ATP-a u jetru i srcu
Smanjeno zadržavanje azota

Pacovi u ovom ogledu imali su iste ili slične simptome kao i ljudi koji su uzimali hranu sa sličnim deficitima, jer se u to vreme verovalo da masti u ishrani predstavljaju samo izvor energije, te da se mogu u potpunosti zameniti ugljenim hidratima (McDonald, 2010).

Sisari ne mogu sintetisati masne kiseline sa dvostrukom vezom bližom poslednjem C atomu od C9 atoma u alifatičnom lancu masne kiseline, što znači da sisari nikako ne mogu sintetisati n-3 i n-6 masne kiseline, ali zato pomoću svojih enzima elongaze i desaturaze mogu da sintetišu više n-3 i

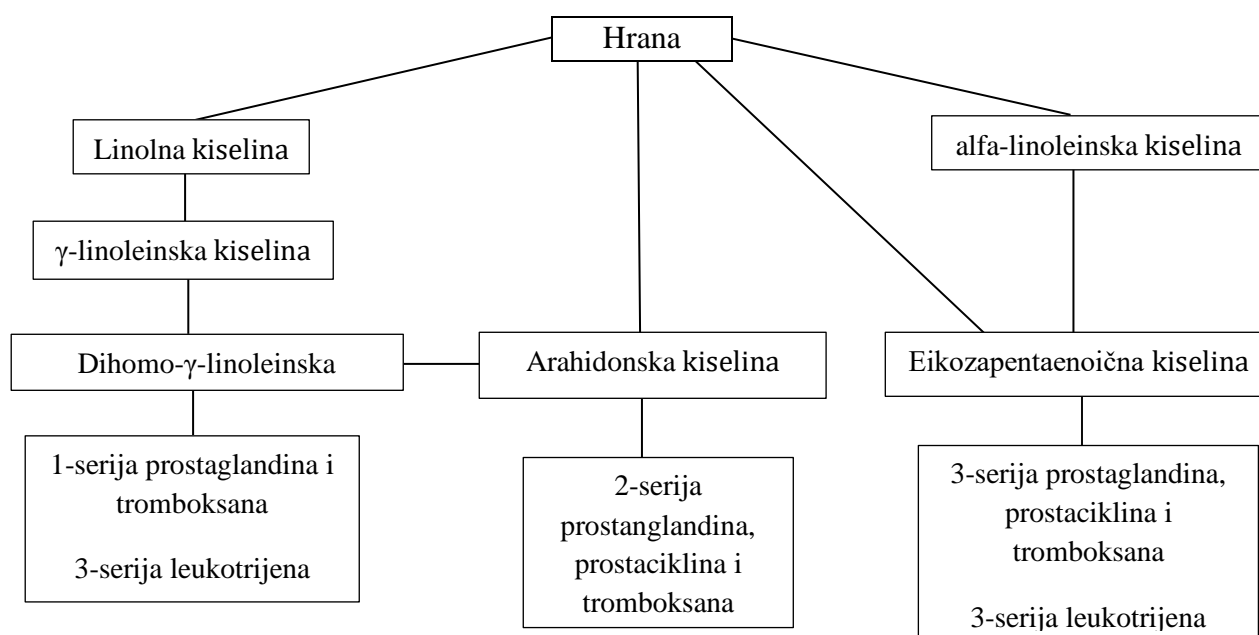
n-6 masne kiseline iz linolne i α -linoleinske kiseline. Te više masne kiseline su arahidonska kiselina, eikozapentaenoična kiselina (EPA) i dezoksiheksaenoična kiselina (DHA).

Najosetljivija životinjska vrsta na deficit esencijalnih masnih kiselina su mačke. Za razliku od drugih sisara, mačke imaju limitiranu aktivnost enzima $\Delta 6$ desaturaze, koji vrši početnu reakciju konverzije linolne kiseline i α -linoleinske kiseline u arahidonsku, EPA i DHA. Iz tih razloga neophodno je u mačiju hranu uvek dodati masne kiseline dugačkog lanca n-3 i n-6 (arahidonska, EPA i DHA), kako ne bi došlo do pojave simptoma deficitarne ishrane: suva dlaka, promene u agregaciji trombocita i uvećana i masna jetra. Kapacitet konverzije linolne i α -linoleinske kiseline u n-3 i n-6 masne kiseline dugog lanca pomoću $\Delta 6$ desaturaze je najčešće dovoljan da zadovolji potrebe održavanja života i koncepcije, ali za gestaciju, laktaciju i rast neophodna je suplementacija navedenim masnim kiselinama dugog lanca. Kod ove suplementacije posebno je važna arahidonska kiselina (McDonald, 2010).

Osnovne funkcije esencijalnih masnih kiselina su, kao i kod svih drugih polinezasićenih masnih kiselina, izgradnja različitih membrana, određenih lipoproteinskih enzima, kao i transport lipida (McDonald, 2010). Takođe, α -linoleinska kiselina predstavlja supstrat iz koga se sintetisu EPA, DHA i hidroksi-eikozatrienoična kiselina (*HETrR*), koje kasnije učestvuju u povećanju fluidnosti ćelijskih membrana sisara (McDonald, 2010). U isto vreme linolna kiselina predstavlja supstrat za sintezu arahidonske kiseline. Iz svih ovih viših masnih kiselina sa 20 i više C atoma, koje su se sintetisale iz linolne i α -linoleinske kiseline, kasnije nastaju eikozanoidi. Eikozanoidi su grupa jedinjenja koja nastaje od masnih kiselina ćelijskih membrana pod dejstvom enzima lipooksigenaze i ciklooksigenaze, u toku zapaljenja. Pod dejstvom lipooksigenaze dolazi do stvaranja leukotrijena, a pod dejstvom ciklooksigenaze (*COX-2*) dolazi do stvaranja prostaglandina, tromboksana, te prostaciklina. Sve ove grupe jedinjenja vrše neke veoma važne medijatorske uloge u organizmu. Između ostalog, učestvuju u zgrušavanju krvi, održavanju krvnog pritiska, kontrakciji glatkih mišića i mnogim fazama zapaljenja i imunog odgovora. Odnos između esencijalnih masnih kiselina i eikozanoida je bliže prikazan na slici 2.6. Prostaglandini prve i treće serije deluju antiinflamatorno i inhibiraju agregaciju trombocita, dok prostaglandini druge serije deluju proinflamatorno i pojačavaju agregaciju trombocita. Prva i treća serija tromboksana blago stimuliše agregaciju trombocita i kontrakciju glatkih mišića u respiratornom i digestivnom traktu, kao i u endotelu krvnih sudova, dok tromboksani druge serije imaju mnogo jače dejstvo na ove procese (McDonald, 2010).

Zbog veoma različitih efekata na važne procese u organizmu, a u nekim slučajevima i potpuno suprotnih efekata, neki naučnici eikozanoide nastale od DHA nazivaju dokozenoidi (McNamara, 2009). Dokozenoidi djeluju antiinflamatorno, dok eikozanoidi djeluju proinflamatorno. Eikozanoidi

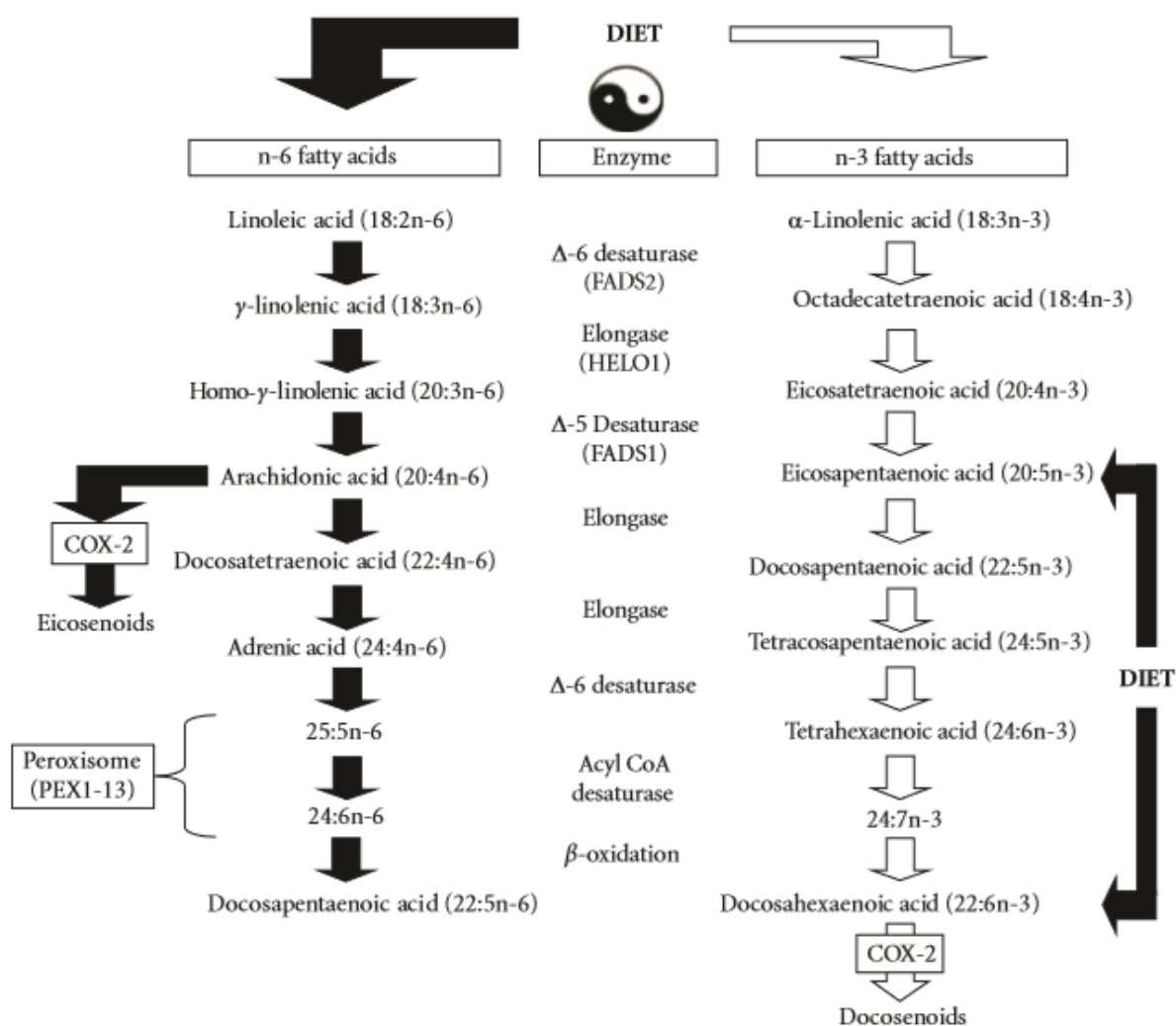
nastaju od arahidonske kiseline, dok dokozenoidi nastaju od DHA. Zbog kompeticije n-3 i n-6 masnih kiselina za aktivna mesta na enzimima $\Delta 5$ - i $\Delta 6$ -desaturaze veoma je važno da odnos ove dve grupe masnih kiselina u ishrani bude u ravnoteži, jer ukoliko odnos n-6/n-3 bude povišen, više n-6 masnih kiselina će zauzimati pomenute enzime, te će u sastav ćelijskih membrana u povećanom procentu ulaziti arahidonska kiselina. Samim tim, kod zapaljenja, ona će zauzimati aktivna mesta na ciklooksigenazi, te će proinflamatorni medijatori preovladati u toku svakog sledećeg zapaljenja. S tim u vezi, dokazano je da je kod osoba sa povećanom koncentracijom n-6 masnih kiselina u ćelijskoj membrani eritrocita, u krvnoj plazmi bila prisutna povećana koncentracija CRP-a i IL-6, za koji se pouzdano zna da izaziva pojavu arteroskleroze kod hroničnih zapaljenja (McNamara, 2009). Na slici 2.6. prikazan je odnos linolne kiseline, α -linoleinske, DHA, arahidonske i eikozanoida. Važno je napomenuti još jednom da DHA ima veoma važnu ulogu u povećavanju fluidnosti ćelijske membrane, te da utiče na razvoj i funkciju mozga i retine (McDonald, 2010).



Slika 2.6. Odnos esencijalnih MK, arahidonske kiseline i eikozanoida (McDonald, 2010).

Tri procenta od ukupne metaboličke energije, kod sisara, otpada na energiju dobijenu od linolne kiseline, mada se te preporuke kod različitih izvora kreću u razmaku od 1% do 15%, a u skladu sa procentom linolne kiseline dodaje se i α -linolenska kiselina u potpunu krmnu smešu (McDonald, 2010). Potrebe za esencijalnim masnim kiselinama se razlikuju od vrste do vrste, kao i od jedinke do jedinke, iz razloga što nije kod svake jedinke ista aktivnost gena koji kodira enzime koji učestvuju u metabolizmu n-6 i n-3 masnih kiselina. Npr. kod svinja prasad do 30 kilograma telesne mase bi trebali da dobiju 3% od ukupne metaboličke energije iz linolne kiseline, a 2% od arahidonske kiseline. Za svinje od 30 do 90 kilograma vrednosti su 1,5% iz linolne kiseline i 1% iz arahidonske kiseline. Kod

preživara potrebe su veoma teško predvidive, jer oni većim delom esencijalne masne kiseline dobijaju iz zelenih masa. Takođe, veliki problem predstavlja i hidrogenizacija nezasićenih masnih kiselina u buragu, koja koncentraciju nezasićenih masnih kiselina koje stignu do tankih creva smanjuje za 85 do 95%. Dakle do tankih creva stigne samo od 5 do 15% od ukupne količine konzumiranih esencijalnih masnih kiselina. Preživari imaju veoma efikasan sistem iskorištavanja i konzerviranja esencijalnih masnih kiselina, tako da su ove količine najčešće dovoljne da zadovolje njihove potrebe. Kod ljudi, simptomi deficita esencijalnih masnih kiselina su veoma retki, ali mogu se javiti kod jako mladih i starih osoba, kao i kod osoba koje koriste lekove koji sprečavaju apsorpciju masti (McDonald, 2010).



Slika 2.7. Prikaz metabolizma n-6, n-3 masnih kiselina, eikozanoida i dokozenoida (McNamara, 2009).

Prirodni izvori esencijalnih masnih kiselina su mnogobrojni. Za smanjenje odnosa n-6/n-3 masnih kiselina u ishrani ljudi, posebno je važno da se zna koji su to najveći izvori α -linoleinske kiseline. Za proizvodnju funkcionalne hrane za ljude, potrebno je tove životinje hraniti biljkama i

uljima koje u najvećoj meri sadrže ovu esencijalnu masnu kiselinu. Ova esencijalna masna kiselina nalazi se u zelenim biljkama, jer se α -linoleinska kiselina nalazi najviše u hloroplastu. Sledeći najbogatiji izvor ove esencijalne masne kiseline su biljna ulja, kao što su repino, laneno i ulje uljane repice. α -linoleinsku kiselinu možemo takođe naći i u ribljim uljima, a posebno riba dubokih hladnih mora: haringa, tuna i bakalar. S druge strane, treba napomenuti da će životinje, koje se tove tradicionalnim krmnim smešama baziranim na kukuruzu i soji, uneti veoma velike količine n-6 masnih kiselina, te će se u njihovim ćelijskim membranama naći mnogo arahidonske kiseline. Tako će i ljudi koji konzumiraju jaja i meso dobijeno na farmama sa ovakvom ishranom, u svom organizmu imati poremećen odnos n-6/n-3 masnih kiselina, te mnogo više proinflammatoryh medijatora nego antiinflammatoryh, kod pojave zapaljenja.

Stoga, ako želimo da ishranom povećamo udeo omega-3 masnih kiselina u masnokiselinskom sastavu živinskog mesa, te životinje će morati ili da se hrane zelenom masom ili da u svojoj ishrani koriste neka od ulja koja su bogata α -linolenskom kiselinom.

2.5.7. Masnokiselinski sastav masti i ulja

Ranije je već pomenuto kako su masti i ulja mešavine triacilglicerola, te kako masnokiselinski sastav tih triacilglicerola utiče na osobine samih masti i ulja. Iz tih razloga kompozicija ili masnokiselinski sastav masti i ulja predstavlja najvažniji podatak kod ispitivanja kvaliteta masti i ulja. Ako znamo da će masnokiselinski sastav hrane uticati na masnokiselinski sastav trupa i masnog tkiva tovine životinje jasno je zašto je za tehnologiju mesa i mesnih prerađevina bitan masnokiselinski sastav potpune krmne smeše. Kod nekih proizvoda mesne industrije jako je bitno da masno tkivo ima određenu čvrstinu na sobnoj temperaturi, kao i određenu tačku topljenja. Čvrstina masnog tkiva je jasan efekat kvaliteta potpune krmne smeše, u smislu prisustva nezasićenih, zasićenih ili masnih kiselina kratkog lanca, ali ako bi želeli da proizvedemo kvalitetnu funkcionalnu namirnicu, animalnog porekla, morali bi znati tačan masnokiselinski sastav date krmne smeše. Ranije je prikazano da je taj masnokiselinski sastav u direktnoj korelaciji sa masnokiselinskim sastavom dobijenog mesa, te bi iz tog razloga bilo dobro znati koja je kompozicija masti ili ulja koje dodajemo u potpunu krmnu smešu. Danas je to moguće uraditi metodom gasne hromatografije. Kompozicija ili masnokiselinski sastav važnijih masti i ulja je prikazan u tabeli 2.9.

Ako analiziramo tabelu 2.9. videćemo da se ulja obično sastoje iz nezasićenih masnih kiselina, pogotovo riblja ulja, dok se masti poreklom od sisara obično sastoje od zasićenih masnih kiselina. Različite koncentracije linolne i linoleinske kiseline u pojedinim mastima i uljima, prave

najmarkantniju razliku među uljima i mastima. Naime, u biljnim uljima najzastupljenije su ove dve nezasićene masne kiseline, dok ih u uljima morskih riba gotovo uopšte nema. U ribljim uljima se nalazi velika koncentracija visoko nezasićenih C20 i C22 kiselina. U masnim depoima sisara prisustvo nezasićenih masnih kiselina je niže, dok se kod njih u visokoj koncentraciji nalaze zasićene masne kiseline velike molekularne mase kao što su palmitinska i stearinska kiselina, a u manjoj koncentraciji su prisutni laurinska i miristinska kiselina. Iz tog razloga masni depoi sisara kao što su svinjsko salo, goveđi i ovčiji loj su čvrste konzistencije, dok su riblja i biljna ulja mekša i najčešće predstavljaju ulja u pravom smislu te reči.

Masna tkiva i masni depoi se, čak, razlikuju po svom sastavu i kvalitetu u okviru jednog organizma sisara, pa tako potkožno masno tkivo obično sadrži više nezasićenih masnih kiselina nego visceralno masno tkivo. Takođe, masna tkiva i masni depoi se razlikuju i od uslova u kojima žive pojedine životinje. Morske životinje imaju mekša masna tkiva dok životinje koje žive na kopnu imaju tvrđa masna tkiva. Razlog tome je što masno tkivo mora zadržati svoju elastičnost na temperaturama određenih tkiva, što je kod morskih životinja uslovljeno temperaturom na kojoj žive. Iz istog razloga masti na nogama i ušima čoveka koji se nalaze na nižim temperaturama nego naši visceralni organi, sastavljene su od nezasićenih masnih kiselina (McDonald, 2010).

Tabela 2.9. Masnokiselinski sastav (g/100g) važnijih masti i ulja (McDonald, 2010)

	Repino ulje	Sojino ulje	Laneno ulje	Maslac	Salo	Goveđi loj	Haringino ulje	Ulje bakalara
4:0	-	-	-	3	-	-	-	-
6:0	-	-	-	2	-	-	-	-
8:0	-	-	-	1	-	-	-	-
10:0	-	-	-	3	-	-	-	-
12:0	-	-	-	4	-	-	-	-
14:0	Tragovi	Tragovi	Tragovi	12	Tragovi	3	8	1
16:0	4	10	6	31	32	26	22	19
18:0	1	4	3	10	8	19	3	5
20:0	1	Tragovi	-	-	-	-	-	-
22:0	Tragovi	Tragovi	-	-	-	-	-	4
16:1	2	Tragovi	-	2	-	6	11	4
18:1n-9	54	25	17	23	48	40	21	15
20:1n-9	-	-	-	-	-	-	2	10
22:1n-9	-	-	-	-	-	-	2	2
18:2n-6	23	52	13	2	11	5	2	2
18:3n-3	10	7	55	Tragovi	Tragovi	-	-	-
20:4n-6	-	-	-	-	-	-	2	1
20:5n-3	-	-	-	-	-	-	14	6
22:6n-3	-	-	-	-	-	-	10	27
Druge	5	2	6	1	1	4	1	2

Zanimljivo je, takođe, primetiti da mlečna mast preživara sadrži u visokom procentu masne kiseline srednjeg i kratkog lanca, pa kao rezultat toga mlečna mast ovih životinja je mekša nego mast koja se nalazi u masnim depovima tih životinja. Kod drugih životinja mlečna mast ima slične fizičke karakteristike kao i masti iz masnih depoa tih životinja, što znači da su sličnog hemijskog sastava u smislu distribucije nezasićenih i zasićenih masnih kiselina. Za kraj dobro je pomenuti da se u većini jestivih biljnih ulja u najvećem procentu nalaze oleinska, linoleinska i linolna kiselina, dok se u kokosovom ulju nalazi u najvećoj koncentraciji laurinska kiselina. Laurinska kiselina je masna kiselina srednjeg lanca, koja ima pozitivne efekte na floru u crevnom traktu farmskih životinja, pa se koristi u ishrani ovih životinja kao zamena za antibiotike, odnosno kao stimulator rasta (Baltić, 2019). Zbog prijatnog mirisa masnih kiselina srednjeg lanca, ovi aditivi se nazivaju aromabiotici.

2.5.8. Omega-3 nezasićene masne kiseline u ishrani živine i ljudi

Najnoviji prikaz lipidnog dvosloja ćelijske membrane dobijen savremenim lipidomičnim analizama prikazuje dinamičnu prirodu organizacije membrane, koja se stalno menja i prilagođava svoj lipidni sastav funkcijama koje obavlja, kao i uslovima u kojima se određena ćelija nalazi (Agmon i Stockwell, 2017). Te analize su promenile svest o membrani kao fluidnom mozaiku fosfolipidnog dvosloja, manje-više konstantnog sastava (Singer i Nicolson, 1972) u mnogo složeniji prikaz prema kome se ćelijska membrana predstavlja kao deo ćelije koji se konstantno menja i koji se sastoji iz mnogih permanentnih i promenljivih mikrodomena (Simons i Gerl, 2010; Simons i Ikonen, 1997; Lingwood i Simons, 2010). U suštini, biološke membrane se danas smatraju važnim delom složenih mehanizama koji regulišu rast, razvoj, kao i samu homeostazu ćelije. Dubljim razumevanjem organizacije i dinamike lipida u ćeliji stiče se bolji uvid u ulogu lipida u biologiji ćelije, kao i u razvoju bolesti. Na osnovu ovih saznanja naučnici su došli do novih metoda u lečenju poremećaja ćelijske funkcije, baziranih na lipidima. Kod ove terapije, direktno se cilja organela, a sastav leka određuje lipidom organele sa poremećenim funkcijama. Lipidom ćelije predstavlja kompletan sastav i dinamika lipida jedne ćelije (Agmon i Stockwell, 2017). Danas je moguće predvideti ponašanje kombinacije različitih lipida unutar jedne ćelije pomoću modernih softverskih rešenja, kao što je molekularna dinamika (Ingolfsson i sar., 2014; Wassenaar i sar., 2015).

Menjanjem lipida u ishrani može se promeniti ponašanje svih organela u ćeliji, jer svaka organela ima zasebnu membranu, u čiju izgradnju ulaze lipidi, odnosno masne kiseline (MK) iz ishrane. Menjanjem ovih MK-a menja se i priroda membrane, pa i njena efikasnost i sama funkcija. Povećavanjem koncentracije nezasićenih masnih kiselina (NMK) i MK kratkog lanca u lipidima membrane povećava se i sama fluidnost membrane. Upravo iz tog razloga membranu

endoplazmatskog retikuluma, kao metabolički najaktivnije organele, najvećim delom čine NMK i MK kratkog lanca (Holthuis i Menon, 2014). Ako bi u izgradnju ćelijske membrane u većoj meri učestvovala više n-3 masne kiseline, a u manjoj arahidonska kiselina, pri zapaljenskoj reakciji nastajalo bi manje medijatora zapaljenja i njihovih neželjenih efekata, a u krvnoj plazmi bi bilo manje holesterola i triglicerida (McDonald, 2010). Sve ovo nam ukazuje da bi se kod ljudi ishranom bogatom NMK-ama, a posebno n-3 masnim kiselinama, mogla prevenirati pojava tumora i kardiovaskularnih oboljenja, što je u mnogim ogledima i dokazano (Keys i sar., 1967; de Lorgeril i sar., 1998).

Naučnici su još 70-tih godina dvadesetog veka primetili da Eskimi ne obolevaju od srčanih oboljenja iako im je ishrana bogata mastima. Nakon dublje analize njihove ishrane, saznalo se da je ona, za razliku od zapadnjačke ishrane, bogata n-3 masnim kiselinama (Cvrk, 2010; Givens, 2009; Grashorn, 2007; Karolyi, 2007). U stvari, najveća razlika u pomenutim ishranama bila je u odnosu n-6/n-3 MK. Kasnije su utvrđene slične pojave kod naroda sa sličnom ishranom, kao na primer primorska naselja Japana (Cvrk, 2010; Simopoulos, 2000).

Zbog slabe pristupačnosti ribe većini potrošača, kao i zbog samih prehrambenih navika potrošača, naučnici su pokušali formulisati funkcionalnu namirnicu blisku potrošačima sa masnokiselinskim sastavom kao kod ribe. Pošto je u svetu došlo do ogromnog napretka u proizvodnji živinskog mesa, kao i do njegove sve veće pristupačnosti i niže cene, došlo se na ideju da se živinsko meso iskoristi kao osnova za formiranje nove funkcionalne namirnice sa visokim sadržajem n-3 masnih kiselina. Urađen je veliki broj ogleda na brojlerima kako bi se dokazalo da se može proizvesti meso bogato n-3 masnim kiselinama (Zelenka i sar., 2008; Starčević i sar., 2014; Morales-Barrera i sar., 2013; Leke i sar., 2018; Nyquist i sar., 2013). Prvo je dokazano da postoji visok koeficijent korelacije između masnokiselinskog sastava hrane i živinskog mesa, zatim su rađeni uporedni ogledi sa mastima životinjskog porekla (svinjska mast, goveđi loj, ulje bakalara, riblje ulje, pileća mast, itd.) i biljnim uljima (palmino, laneno, suncokretovo, sojino, itd.). Nakon toga rađeni su razni ogledi kombinacija animalnih masti i biljnih ulja u istoj smeši, da bi se na kraju došlo do kombinacija masti i ulja sa antioksidansima, kako bi se sprečila oksidacija masti kod skladištenja i povećala održivosti mesa. Ekperimentisalo se, takođe, i sa koncentracijama, kao i sa vremenom uključivanja specijane ishrane, a sve kako bi se došlo do najisplativijeg modaliteta toga brojlera u svrhu proizvodnje funkcionalne hrane. Najnovija istraživanja sprovode se u pogledu smanjenja nivoa holesterola u krvi, kroz ishranu bogatu n-3 masnim kiselinama.

Preporučena dnevna doza n-3 masnih kiselina za ljude je 400-450 mg. Bilo bi poželjno da se formuliše funkcionalna namirnica u kojoj će biti dovoljno n-3 masnih kiselina koje bi zadovoljile

dnevne potrebe, ali da pri tom ne dođe do promene organoleptičkih svojstava date namirnice. Za pileće meso je utvrđeno da više koncentracije od 180 mg n-3 MK/100 g mesa prouzrokuju pojavu ribljeg mirisa (Zelenka i sar., 2008). U pilećim grudima se postizala pomenuta koncentracija tek sa 7% lanenog ulja (620 g/kg 18:3n-3) u smeši, dok se u batacima ta koncentracija dobijala sa već 3% lanenog ulja (620 g/kg 18:3n-3) u smeši (Zelenka i sar., 2008). Iz tog razloga inkluzija lanenog ulja u smeši ne bi trebala da prelazi 3%, kako bi se sprečila pojava neželjenih organoleptičkih svojstava, ali bitno je primetiti da bi sa 250 grama tog mesa uneli preporučenu dnevnu dozu n-3 masnih kiselina.

Zelenka i sar. (2008) su, takođe, odredili do koje mere povećanje inkluzije lanenog ulja u smeši prati recipročno povećanje koncentracije n-3 masnih kiselina u mesu brojlera. Za varijetet Atlanta lanenog ulja (620 g/kg 18:3n-3) ta inkluzija iznosila je 5,8-5,9% (Zelenka i sar., 2008b). Naime oni su do spomenute inkluzije došli statističkom obradom rezultata dobijenih sa inkluzijama lanenog ulja od 3, 5 i 7%. Pri inkluziji od 5,8-5,9% lanenog ulja dobila bi se smeša sa koncentracijom α -linoleinske kiseline (ALK) od 36-37 g/kg gotove smeše. Odnos n-6/n-3 iznosio bi 0,77:1 za grudi, a 0,93:1 za batak. Svako dalje povećanje doze lanenog ulja, a samim tim i ALK-e u gotovoj smeši prekoračilo bi enzimski kapacitet pileta (Zelenka i sar., 2008b).

Uvođenjem hrane sa dodatim lanenim uljem (5%) od 25-og dana tova, moguće je postići sličan odnos n-6/n-3 ($1,47 \pm 0,31$) u mesu bataka (Starčević i sar., 2014). U ovom ogledu brojleri su ostali u ogledu do 55. dana starosti, kada su žrtvovani, a kao izvor nezasićenih masnih kiselina u paralelnoj oglednoj grupi korišteno je suncokretovo ulje (5%). Nije primećen nikakav uticaj različitih izvora ulja na prirast i proizvodne rezultate, ali jeste na koncentraciju ukupnog holesterola u krvi, kao i n-3 masnih kiselina u masnom tkivu i batacima brojlera. Koncentracija ukupnog holesterola u krvi je bila značajno manja u grupi koja je jela hranu sa dodatim lanenim uljem ($2,36 \pm 0,21$) nego u grupi koja je jela hranu sa dodatim suncokretovim uljem ($2,72 \pm 0,45$). Značajna razlika primećena je i u koncentraciji α -linoleinske kiseline u masnom tkivu brojlera (grupa sa lanenim uljem – $12,80 \pm 0,75$; grupa sa suncokretovim uljem – $2,06 \pm 0,13$), kao i koncentracija linolne kiseline (laneno ulje – $1,86 \pm 0,06$; suncokretovo ulje – $16,98 \pm 0,84$) (Starčević i sar., 2014).

U ogedima sa ribljim uljima česti su rezultati sa velikim standardnim devijacijama, zbog toga što masnokiselinski sastav ribljih ulja nije standardizovan. Kao na primer u jednom ogledu gde su korištene različite inkluzije ulja tune (0,75%, 1,0%, 1,25%), prosečna koncentracija n-3 masnih kiselina u mesu bataka, za inkluziju od 1,25% ulja, je bila 115,8 mg/100g, sa standardnom devijacijom od čak 94,9 (Morales-Barrera i sar., 2013). Brojleri su bili u ogledu 49 dana, nakon čega je utvrđen masnokiselinski sastav grudi i bataka. U mesu grudi i bataka zabeleženo je značajno povećana koncentracija n-3 MK kod brojlera koji su hranjeni hranom sa inkluzijom ulja tune od 1,0%

i 1,25%. Koncentracija je bila 3-4 puta veća u mesu bataka nego u mesu grudi. U mesu bataka pomenuta koncentracija bila je $115,8 \pm 94,9$ mg/100g mesa za piliće hranjene hranom koja je sadržala 1,25% ulja tune, dok je za istu grupu pilića ta koncentracija u mesu grudi bila $36,34 \pm 6,9$ g/100g (Morales-Barrera i sar., 2013). Zbog visoke vrednost standardne devijacije za koncentraciju n-3 masnih kiselina u batak, bilo bi jako teško predvideti masnokiselinski sastav dobijene funkcionalne namirnice, kao i njena organoleptička svojstva.

Upotrebom ribljeg ulja u smeši moguće je smanjiti koncentraciju holesterola u krvi kod brojlera (Leke i sar., 2018). Leke i sar. (2018) su u svoje eksperimentalne smeše dodavali riblje ulje dobijeno kao sporedni proizvod u proizvodnji ribljih konzervi.

Zanimljivo je da su u predhodnom ogledu najveće mase grudi i bataka zabeležene kod grupa koje su hranjene sa većim inkluzijama ribljeg ulja, odnosno većim sadržajem n-3 masnih kiselina. Ranije je pomenuto da se depo visceralne masti smanjuje ishranom nezasićenim masnim kiselinama iz ulja (McDonald, 2010), ali ne dovodi svaki izvor nezasićenih masnih kiselina do veće mase grudi i bataka. U ogledu u kome je poređen uticaj svinjske masti na građu trupa sa uticajem kombinacije ulja uljane repice i suncokretovog ulja, nije primećen uticaj na masu bataka, a grudi su bile najveće kod kombinacije masti i ulja (svinjska mast 2,5%, ulje uljane repice 1,25% i suncokretovo ulje 1,25%) (Mohammed i Horniakova, 2012). U ogledu u kome su direktno upoređivani uticaji svinjske masti (prva grupa - svinjska mast 7,5%) i ulje uljane repice (druga grupa – 6,2% ulje uljane repice), dobijeni su vrlo nekonzistentni rezultati. Statistički značajno veće mase su dobijene u prvoj grupi, dok je randman, takođe, bio veći u prvoj grupi, ali bez statistički značajne razlike. U drugoj grupi je procentualno veći deo trupa otpao na batak i grudi, takođe bez statistički značajne razlike (Kralik i sar., 2003). Pretpostavka je da bi proizvodni rezultati bili znatno bolji kada bi se svinjska mast, kao dominantan izvor zasićenih MK-a, kombinovala sa nekim dominantnim izvorom polinezasićenih MK-a. Tada bi došlo do bolje resorpcije zasićenih masnih kiselina, zbog ranije opisanog sinergizma pri absorpciji zasićenih i nezasićenih masnih kiselina.

Važnost kombinovanja različitih izvora masti i ulja sa izvorima polinezasićenih MK-a dokazana je i u ogledu u kome su u oglednim grupama kombinovani suncokretovo, riblje i laneno ulje. U tom ogledu najveći randman klanja, kao i ideo grudi i bataka u trupu imale su grupe u kojima je suncokretovo ulje kombinovano sa ribljim i lanenim uljem (Ibrahim i sar., 2017). Kod brojlera iz grupa kojima su u hranu dodavana ova ulja registrovan je i pojačan imuni odgovor. n-3 MK-e povećavaju ekspresiju gena za sintezu IL- 2, IL-6, interferona gama (IFN- γ) i IL-1 β (Ibrahim i sar., 2017; Sadeghi i sar., 2014). Brojleri iz ovih grupa su ređe odlazili do hranilice u toku dana, što bi

moglo biti zbog pojačane iskoristivosti energije iz dodatog izvora MK-a ili zbog toga što n-3 masne kiseline pojačavaju lučenje leptina (Sabour i sar., 2015; Gray i sar., 2013).

Veliki problem kod povećavanja koncentracije polinezasićenih masnih kiselina u mesu predstavlja povećana osetljivost takvog mesa na oksidacione procese, što se u poslednjih 10 godina pokušava prevenirati dodavanjem antioksidanasa u smeše, a sve u cilju povećanja održivosti funkcionalne hrane. Oksidansi koji se najčešće koriste u te svrhe su vitamin E i selen. Selen u koncentraciji od 0,1 mg/kg hrane može da spreči oksidaciju u mesu dobijenom u tovu sa inkluzijom različitih ulja od čak 8% (Nyquist i sar., 2013). Ovo je pokazano u ogledu u koji je ušlo 12 oglednih grupa, koje su hranjene hranom sa različitim kombinacijama ulja i masti: industrijska mast, sojino ulje, rafinisano palmينو ulje, crveno palmينو ulje, repicino ulje i laneno ulje. U ogledu su korištene dve različite inkluzije selena (6 grupa-0,1 mg/kg i 6 grupa-1,0 mg/kg). Meso je bilo zamrznuto šest meseci na -20°C i nakon odmrzavanja nije pokazalo nikakve promene u mirisu i ukusu. Takođe, antioksidaciona aktivnost je bila ravnomerna u svih 12 oglednih grupa. Bilo bi zanimljivo videti kakvi bi rezultati kontrole antioksidacione aktivnosti, mirisa i ukusa bili kod mesa kontrolne grupe, koja u ovom ogledu nije postojala, a u čiju bi smešu bila dodata ulja bez selena. Kombinacija crvenog palminog ulja i lanenog ulja je dovela do značajnog snižavanja koncentracije ukupnog holesterola u plazmi oglednih brojlera. Verovatno zbog visokog sadržaja tokotrienola u crvenom palminom ulju, koji vrši supresiju jednog enzima u sinteze endogenog holesterola u jetri. Smeše svih oglednih grupa su dovele do suženja odnosa n-6/n-3, osim kombinacije industrijska mast + sojino ulje.

Hrana, koja je bila dostupna čoveku, u vremenu pre razvoja poljoprivrede, formirala je nutritivne potrebe današnjeg čoveka (Simopoulos, 1999). Na osnovu arheoloških nalazišta i modernih studija poznato je da se čovek u tom dobu hranio uglavnom mesom sa niskim sadržajem masti (divljač), ribom, zelenim povrćem, voćem, koštunjavim voćem, bobičastim voćem i medom. Danas tu ishranu nazivamo paleolitska ishrana (eng. paleo diet). Pre svega ta ishrana je sadržala mnogo više n-3 MK-a, tiamina, riboflavina, folata, karotena, vitamina C i E (Simopoulos, 1999). Odnos n-6/n-3 MK bio je 2,4, a danas je u proseku 12,0, dok u Americi dostiže i 25,0 (Cvrk, 2010). Sve ovo uz povećan unos zasićenih masnih kiselina, predstavlja najveće nutritivne nedostatke i greške današnje ishrane. Kada se ima u vidu sve veće zagađenje životne sredine, jasno je kakve posledice pomenuti nedostaci mogu imati na imunitet, reprodukciju i hormonalni status čoveka.

Danas je paleolitskoj ishrani, po svom makronutritivnom sastavu i po odnosu n-6/n-3 MK, najbližnja mediteranska ishrana. Jedan veliki ogled održan krajem 50-tih godina i tokom 60-tih godina prošlog veka, dokazao je da je mediteranska ishrana jedna od najzdravijih ishrana današnjice (Keys i sar., 1967). U ogledu je učestvovalo 12770 muškaraca iz Finske, SAD-a, Japana, Jugoslavije,

Grčke, Italije i Holandije starosti između 40 i 59 godina. Praćena je učestalost pojave srčanih bolesti u zavisnosti od fizičkih karakteristika populacije kao i njihovog životnog stila, sa posebnim osvrtom na konzumaciju masti i na koncentraciju holesterola u serumu. Nakon 5 godina urađeno je naknadno ispitivanje. Od 125 smrtnih slučajeva u SAD-u 62 su bila uzrokovana koronarnom bolesti srca. U Finskoj 38 od 111, dok je u Holandiji odnos bio 16 od 50. U svim ostalim zemljama na svakih osam smrtnih slučajeva dolazila je jedna smrt zbog koronarne bolesti. To znači da su zemlje sa mediteranskom ishranom (U Jugoslaviji su učesnici ogleđa u najvećem delu bili iz Dalmacije) imali najmanju incidencu smrtnih slučajeva uzrokovanih koronarnom bolešću. U ogleđu je takođe dokazana direktna korelacija ishrane bogate ZMK-ma sa povećanom koncentracijom holesterola u krvi i hipertenzijom. Zaključeno je da hipertenzija i povišen nivo holesterola u serumu povećavaju učestalost pojave smrtnih slučajeva prouzrokovanih koronarnom bolesti srca (Keys i sar., 1967). Činjenica da je dokazano da ishrana sa povećanim sadržajem ZMK u ishrani utiče na pojavu koronarne bolesti, nas dodatno obavezuje da u budućnosti poboljšamo način naše ishrane i njen masnokiselinski sastav.

Iako je pomenuti ogleđ dokazao da mediteranska ishrana i povećan unos n-3 MK imaju pozitivan uticaj na prevenciju koronarne bolesti, u svetu je i dalje važila preporuka Američke zdravstvene asocijacije za prevenciju koronarne bolesti (American Heart Association) da se jedino ishranom bogatom ugljenim hidratima i siromašnom u mastima može prevenirati koronarna bolest. Kasnije je u jednom ogleđu ta ishrana uzeta kao ishrana kontrolne grupe, a kao ishrana ogleđne grupe uzeta je mediteranska ishrana. U ogleđ je ušlo 605 ljudi sa dijagnostikovanom koronarnom bolešću. Pokazano je da mediteranska ishrana dovodi do povećanja koncentracije ω -3 MK-na, vitamina C i E u krvnoj plazmi ispitanika, kao i do smanjenja rizika od smrtnog ishoda izazvanog koronarnom bolešću za 56% i od pojave tumora za 61 % (Lorgeril i sar., 1998).

3. CILJ I ZADACI ISPITIVANJA

Cilj istraživanja u okviru ove doktorske disertacije odnosi se na ispitivanje uticaja različitih izvora masti (životinjska mast ili biljno ulje) na zdravlje, proizvodne rezultate i kvalitet mesa tovne piladi. Da bi se ostvario postavljeni cilj potrebno je analizirati masnokiselinski sastav obroka, a zatim i mesa brojlera, kako bi se ispitalo da li različitim izvorima masti u obroku i različitim masnokiselinskim sastavom hrane za životinje može da se utiče na zdravlje životinja, proizvodne rezultate i dobijanje povoljnijeg sastava i odnosa masnih kiselina u mesu brojlera, kao i na održivost mesa.

Tokom istraživanja praćeni su sledeći parametri:

- hemijski i masnokiselinski sastav hrane (sadržaj pojedinačnih masnih kiselina), ukupan sadržaj (zasićenih, mononezasićenih, polinezasićenih, n-6, n-3) masnih kiselina kao i njihov odnos u hrani,
- proizvodni rezultati (telesna masa, prirast, konzumacija i konverzija) po fazama kao i za ceo ogled,
- parametri prinosa mesa (mase i udeo grudi i bataka sa karabatakom, masa krila, vrata i leđa sa karlicom),
- pH vrednost nakon 45 minuta i 24 sata i temperature mesa 45 minuta posle klanja životinja,
- hemijski sastav mesa (belo meso i batak sa karabatakom),
- masnokiselinski sastav mesa bataka sa karabatakom (sadrža pojedinačnih, ukupnih masnih kiselina kao i njihov odnos),
- senzorne osobine mesa grudi i bataka sa karabatakom (prihvatljivost proizvoda Rang testom, deset osenjivača, dva ponavljanja),
- lipidni indeksi (LI) (aterogeni indeks -AI, trombogeni indeks -TI, kao i hipo/hiperholesterolemični -h/H) indeks,
- sadržaj MDA (malondialdehida) u mesu bataka sa karabatakom) nultog dana, nakon 3 i 6 meseci skladištenja,
- biohemijski parametri u krvi (20.i 42.dana ogleđa, holesterl i trigliceridi),
- ekonomičnost proizvodnje.

4. MATERIJAL I METODE

4.1.1. Etičko odobrenje

Sprovođenje oglada i sve procedure koje su izvedene odobrene su od strane Etičke komisije za zaštitu dobrobiti oglednih životinja Fakulteta veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, kao i od strane Ministarstva poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede – Uprava za veterinu (Rešenje br. 323-07-00364/2017/05/2, od 13.07.2017. godine u Beogradu).

4.2. Materijal

U ogled je ušlo 240 brojlera Cobb 500 provenijencije oba pola, uzetih od registrovanog uzgajivača, jednake genetike. Brojleri su podeljeni u 4 jednake eksperimentalne grupe, 6 replikacija (svaka replikacija po 10 piladi). Svaka eksperimentalna grupa hranjena je drugačijom smešom: kontrolna grupa (K) i tri ogledne (O-I, O-II i O-III). Pilad su bila smeštena u kontrolisanim uslovima sa prostirkom od piljevine debelom 5 cm. Temperatura na useljenju pa do 5. dana tova bila je 32°C, da bi se kasnije postepeno spuštala do 22°C 21. dana. Pomenuta temperatura je održavana u objektu do kraja tova. Voda i hrana bile su dostupne *ad libitum* tokom celog oglada.

Svaka eksperimentalna grupa brojlera je dobijala različitu ekperimentalnu smešu, koje su se međusobno razlikovale po inkluziji lanenog ulja i svinjske masti (tabela 4.1; tabela 4.2), s tim da u kontrolnu smešu nije dodata ni svinjska mast, ni laneno ulje. Osnovna receptura je formulisana tako da zadovoljava sve potrebe za datu provenijenciju za brojlere u tovu. Tov brojlera je podeljen u tri faze i svakoj od tih faza korištena je različita receptura, prilagođena datom uzrastu: starter (1-10 dana tova), grover (11-21 dana tova) i finišer (22-42 dana tova). Sa svakom fazom tova menjala se i inkluzija lanenog ulja (Granum®, Srbija) i svinjske masti u smeši (tabela 4.2). Sve recepture i njihov hemijski sastav prikazane su u tabeli 4.1. Sirovinski sastav smeša definisan je na Katedri za ishranu i botaniku FVM u Beogradu. Na početku svake faze tova uzeti su uzorci hrane za svaku eksperimentalnu grupu i poslani na hemijsku analizu. Na kraju svake faze tova, životinje su merene, merena je potrošnja hrane i određivana konverzija hrane i prirast. Na polovini oglada kao i na kraju oglada uzeti su uzorci krvi iz krilne vene, po 7 uzoraka po grupi i poslani na analizu biohemijskih parametara u krvi (holesterol i trigliceridi). Za sve vreme oglada praćeno je zdravstveno stanje životinja. Na kraju oglada brojleri su transportovani do klanice u standardizovanim kavezima prema Pravilniku o uslovima u pogledu prevoznih sredstava u kojima se prevoze životinje („Službeni glasnik RS“, br. 14/10), gde su pojedinačno izvagani. U klanici je zatim izvršeno klanje i obrada trupova po standardnim industrijskim tehnikama („Službeni glasnik RS“, br. 25/11), nakon čega su ponovo pojedinačno izvagani. Trupovi su zatim sledeća 24 časa bili u hladnoj komori na 2°C, nakon čega je odrađeno rasecanje na glavne delove trupa: grudi, batac sa karabatakom, krila, vrat i leđa. Svi osnovni

delovi trupa su nakon toga izvagani. Iz svake eksperimentalne grupe uzeto je po 6 bataka sa karabatakom, kojima je izmerena pH vrednost (TESTO 205, Nemačka). Pomenuti uzorci su zatim zapakovani i čuvani u polietilenskim kesama do hemijske i senzorne analize. U toku klanja uzeti su i uzorci krvi, (po 7 uzoraka krvi iz svake eksperimentalne grupe) i poslani na analizu biohemijskih parametara (holesterol i trigliceridi). Uzorci mesa su čuvani na temperaturi – 20 °C u trajanju od 6 meseci, a analize za određivanje TBK-broja rađene su nultog dana, kao i nakon 3 i 6 meseci skladištenja.

U prvoj fazi istraživanja urađena je analiza hemijskog i masnokiselinskog sastava hrane za životinje. Brojleri su podeljeni u 4 eksperimentalne grupe (K, O-I, O-II i O-III) i dobijali su hranu standardnog sirovinskog i hemijskog sastava za datu provenijenciju (potpuna smeša za tov piladi I od 1. do 10. dana; potpuna smeša za tov piladi II od 11. do 21. dana i potpuna smeša za tov piladi III od 22. do 42. dana). Laneno ulje (Granum®, Srbija) i svinjska mast dodavani su u hranu za ishranu oglednih grupa. U hranu ogledne grupe O 1 potpune smeše za tov piladi I dodato je 1 % svinjske masti, u potpunoj smeši za tov piladi II 2,5 %, a u potpunu smešu za tov piladi III 5 %. U hranu ogledne grupe O 2 potpune smeše za tov piladi I dodato je 1 % lanenog ulja, u potpunu smešu za tov piladi II 2,5 %, a u potpunu smešu za tov piladi III 5 %. U hranu ogledne grupe O 3 potpune smeše za tov piladi I dodato je 0,5 % svinjske masti i 0,5 % lanenog ulja, u potpunu smešu za tov piladi II 1,25 % svinjske masti i 1,25 % lanenog ulja i u potpunu smešu za tov piladi III 2,5 % svinjske masti i 2,5 % lanenog ulja. Sirovinski sastav smeša za tov piladi i kalkulatívne vrednosti metaboličke energije, te sadržaja lizina, metionina+cisteina i triptofana nalaze se u tabeli 4.1.

Tabela 4.1 Sirovinski sastav smeša za ishranu brojlera (%) i kalkulatívne vrednosti metaboličke energije kao i sadržaj lizina, metionina+cisteina i triptofana

Sastojci (%)	Starter		Grover		Finišer	
	K	O-I O-II O-III	K	O-I O-II O-III	K	O-I O-II O-III
Kukuruz	50,85	49,85	44,15	41,65	44,95	39,95
Pšenica	-	-	10,00	10,00	15,00	15,00
Sojin griz	15,00	15,00	17,00	17,00	20,00	20,00
Sojina sačma	12,40	12,40	1,00	1,00	1,00	1,00
Sojina pogača	17,00	17,00	23,30	23,30	14,70	14,70
Monokalcijum fosfat	1,20	1,20	1,00	1,00	0,90	0,90
Stočna kreda	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
So	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Premiks	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lizin	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10
Metionin	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Adsorbent	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Dodata mast*	-	1,00	-	2,50	-	5,00
Parametar	Kalkulatívna vrednost					
Metabolička energja MJ/kg	12,69	12,71	13,01	13,03	13,11	13,13
Lizin	1,50	1,49	1,42	1,42	1,17	1,17
Metionin+cistein	0,81	0,81	0,80	0,80	0,76	0,76
Triptofan	0,31	0,31	0,29	0,29	0,27	0,27

Izvor: Branković-Lazić Ivana, 2015; Prema standardnoj recepturi Katedre za ishranu i botaniku Fakulteta veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu.

Mineralno-vitaminski premiks dodat na kilogram smeše: Vitamin A 12 999 I.J., Vitamin D3 4 950 I.J., Vitamin E 75 mg, Vitamin K3 3 mg, Vitamin B1 3 mg, Vitamin B2 7,95 mg, Vitamin B6 4,05 mg, Vitamin B12 0,0195 mg, Vitamin C 19,95 mg, Biotin 0,15 mg, Niacin 60 mg, Kalcijum pantotenat 15 mg, Folna kiselina 1,95 mg, Jod 1,0005 mg, Selen 0,3 mg, Holin hlorid 399,9 mg, Gvožđe 39,99 mg, Bakar 15 mg, Mangan 99,9 mg, Cink 99,9 mg, Metionin 2100 mg, Lizin 1200 mg.

*Dodata mast - svinjska mast i laneno ulje dodati prema količinama iz tabele 4.2.

Tabela 4.2 Prikaz različitih sadržaja (%) svinjske masti i lanenog ulja dodatih u tri ogledne grupe

	Starter			Grover			Finišer		
	O-I	O-II	O-III	O-I	O-II	O-III	O-I	O-II	O-III
Sastojci (%)									
Svinjska mast	1,00	-	0,50	2,50	-	1,25	5,00	-	2,50
Laneno ulje	-	1,00	0,50	-	2,50	1,25	-	5,00	2,50
Ukupno	1,00	1,00	1,00	2,50	2,50	2,50	5,00	5,00	5,00

Legenda: K - kontrolna grupa – nije dodata ni svinjska mast ni laneno ulje; O-I - dodata svinjska mast; O-II – dodato laneno ulje; O-III – dodata svinjska mast i laneno ulje u odnosu 1:1

4.3. Metode istraživanja

Za istraživanje su korištene sledeće metode:

4.3.1. Hemijske analize hrane

Ispitivan je hemijski sastav hrane, koja je korišćena za ishranu brojlera. Za potrebe ispitivanja korišćene su sledeće metode:

-Određivanje sadržaja sirovih proteina (SRPS ISO 5983/2001).

Opis metode: Uzorak hrane se zagreva uz prisustvo koncentrovane sumporne kiseline što dovodi do oksidovanja organske materije do ugljovodonične kiseline. U procesu oksidacije oslobađa se azot u obliku amonijaka, koji sa sumpornom kiselinom gradi amonijum sulfat. Zatim se na amonijum sulfat deluje bazom, što dovodi do oslobađanja amonijaka, koji se titrira kiselinom poznate koncentracije. Utvrđena količina amonijaka se zatim koristi u preračunavanju količine azota u uzorku. U istraživanju je korišten digestor User Manuel™ Digestor, 1001 3846/Rev.4, Foss, Sweden, kao i Manuel book – Kjeltex Auto 1030 i Analyzer, Tecator, Sweden.

-Određivanje sadržaja vlage i drugih isparljivih materija (SRPS ISO 6496/2001).

Uzorak hrane se dehidrira na 103 ± 2 °C, pri čemu se merenjem gubitka mase uzorka dolazi do sadržaja vlage i drugih isparljivih materija.

-Određivanje sadržaja masti (SRPS ISO 6492/2001).

Uzorak hrane se zagreva u prisustvu hlorovodonične kiseline, pri čemu dolazi do hidrolize masti. Nakon toga dobijeni rastvor se hladi, filtrira, ispira i suši. Iz dobijenog ostatka mast se ekstrahuje upotrebom petroletra. Nakon toga rastvarač se odstranjuje pomoću destilacije i sušenja, a dobijeni ostatak se meri. Korištena aparatura pri ovom postupku je aparatura po Soxhlet-u.

-Određivanje sadržaja sirovog pepela (SRPS ISO 5984/2002).

Uzorak hrane se zagreva žarenjem na 550 °C i dobijeni pepeo se meri.

-Određivanje sadržaja kalcijuma (volumetrijska metoda) (SRPS ISO 6490-1/2001).

Dobijeni pepeo nakon sagorevanja uzorka hrane se tretira hlorovodoničnom kiselinom, pri čemu dolazi do taloženja kalcijum-oksalata. Talog se, zatim, rastvara u sumpornoj kiselini, pri čemu dolazi do oslobađanja oksalne kiseline, a kalcijum se titruje standardnim rastvorom kalijum-permanganata.

-Određivanje sadržaja fosfora (spektrometrijska metoda) (SRPS ISO 6491/2002).

Pepeo, dobijen nakon sagorevanja uzorka hrane na 550 °C, tretira se hlorovodoničnom kiselinom. Nakon toga se alikvotni deo dobijenog rastvora pomeša sa molibdovanadat reagensom. Apsorbancija ovako dobijenog rastvora se, zatim, meri pri talasnoj dužini upadnog zraka od 430 nm.

-Određivanje sadržaja sirove celuloze (metoda sa međufiltracijom) (SRPS ISO 6865/2004).

Uzorak hrane se najpre tretira sa razblaženom ključalom sumpornom kiselinom, a zatim se ostatak filtrira, ispira i tretira ključalim rastvorom kalijum-hidroksida. Nakon toga ostatak se suši, meri i žari. Razlika u masi pre i posle žarenja predstavlja sadržaj sirove celuloze u uzorku hrane.

-Određivanje bezazotnih ekstraktivnih materija (BEM) (Sinovec i Ševković, 2008).

Sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija (BEM) (%) se određuje pomoću formule:

$BEM = 100 - (\% \text{ vlage} + \% \text{ pepela} + \% \text{ celuloze} + \% \text{ proteina} + \% \text{ masti})$.

4.3.2. Proizvodni rezultati

Kontrolna merenja jedinki u ogledu izvršena su pri useljavanju jednodnevnih brojlera, zatim 10-og, 21-og i 42-og dana. Merenja su izvršena na elektronskoj vagi sa tačnošću od 1 g. Na osnovu rezultata merenja izračunavane su prosečna telesna masa piladi na početku ogleda i na kraju svake faze tova. Iz razlika telesnih masa na početku i kraju svake faze izračunavani su ukupan prirast, a na osnovu trajanja pojedinih faza i dnevni prirast.

Tokom celog ogleda, na kraju svake faze, merena je količina utrošene hrane za svaku grupu kao i rastur hrane. Rastur je meren tako što su ispod hranilica postavljene kartonske podloge dimenzija 1x1 m. Utvrđena je količina rasturene hrane i odbijena od utrošene hrane na kraju svakog perioda. Iz dobijenih podataka o utrošku hrane izračunavana je ukupna i dnevna konzumacija posebno za svaku fazu, kao i za ceo tov. Iz podataka o utrošku hrane i prirastu izračunavan je odnos dnevnog prirasta i dnevne konzumacije hrane i konverzija posebno za svaku fazu, kao i za ceo ogled.

4.3.2.1. Određivanje mesnatosti

Sve životinje su pojedinačno merene pre i posle klanja, kao i nakon hlađenja. Na osnovu dobijenih podataka izračunat je prinos trupova obrađenih na način «spremno za roštilj». Prinos ohlađenih trupova ili randman izračunat je stavljanjem u odnos mase ohlađenog trupa i telesne mase pre klanja.

Ohlađeni trupovi raseceni su na način propisan Pravilnikom o kvalitetu mesa pernate živine (Sl. List SFRJ 1/81 i 51/88) na osnovne delove (grudi, batac sa karabatakom, krila, vrat i leđa sa karlicom) i mereni na automatskoj vagi sa tačnošću $\pm 0,05$ g. Posle merenja pomenutih osnovnih delova trupa izračunat je njihov udeo u ohlađenom trupu brojlera.

4.3.3. Određivanje hemijskog sastava mesa brojlera

-Određivanje sadržaja proteina (SRPS ISO 937/1992)

Metoda ispitivanja sadržaja proteina u mesu brojlera identična je metodi koja je opisana za određivanje sadržaja proteina u hrani.

-Određivanje sadržaja vode (SRPS ISO 1442/1998)

Metoda ispitivanja sadržaja vode u mesu brojlera identična je metodi koja je opisana za određivanje sadržaja vlage u hrani.

-Određivanje sadržaja ukupne masti (SRPS ISO 1443/1992)

Metoda ispitivanja sadržaja masti u mesu brojlera identična je metodi koja je opisana za određivanje sadržaja masti u hrani.

-Određivanje sadržaja ukupnog pepela (SRPS ISO 936/1999)

Metoda ispitivanja sadržaja ukupnog pepela u mesu brojlera identična je metodi koja je opisana za određivanje sadržaja ukupnog pepela u hrani.

4.3.4. Određivanje pH vrednosti i temperature mesa

Merenje pH vrednosti mesa se vršilo 45 minuta i 24 sata nakon klanja, pH-metrom «Testo 205» (Nemačka) koji meri i pH i temperaturu mesa ubodom elektrode odnosno sonde pH-metra u muskulaturu grudi, a temperature 45 minuta nakon klanja.

4.3.5. Određivanje sastava masnih kiselina u hrani i mesu brojlera

Masnokiselinski sastav određen je u hrani i mesu bataka sa karabatakom brojlera.

Princip metode: nakon ekstrakcije lipida metodom ubrzane ekstrakcije rastvaračima (accelerated solvent extraction – ASE 200 Dionex, Nemačka) (Spirić i sar., 2010), metilestri masnih kiselina se pripremaju transesterifikacijom lipidnog ekstrakta sa trimetilsulfonijum hidroksidom (TMSH) prema metodi SRPS EN ISO 5509/2007.

Metilestri masnih kiselina su analizirani metodom gasne hromatografije, na gasnom hromatografu GC/FID Shimadzu 2010 (Kyoto, Japan) na cijanopropil-aril kapilarnoj koloni HP-88. pomenuti metilestri masnih kiselina indentifikovani su pomoću relativnih retencionih vremena. Njihova retencionna vremena poređena su sa relativnim retencionim vremenima pojedinačnih jedinjenja u standardnoj smeši metilestaraMK-a, Supelco 37 Component FAME Mix (Supelco, Bellefonte, USA). Određivanje količine masnih kiselina urađeno je pomoću internog standarda (heneikozanoična

kiselina, C23:0). Sadržaj masnih kiselina predstavljen je kao procentualni udeo (%) od ukupno identifikovanih masnih kiselina.

4.3.6. Određivanje lipidnih indeksa (aterogeni (AI), trombogeni (TI) i hipo/hiperholesterolemični (h/H))

Izračunavanje svih lipidnih indeksa (LA) radi se po formuli (Ulbricht i Sauthgate, 1991) koja u izračunavanju obuhvata samo one masne kiseline koje dokazano utiču na taj parametar:

$$IA = \frac{(4 \times C_{14:0} + C_{16:0})}{[\sum MUFA + \sum(n-6) + \sum(n-3)]}$$

$$TI = \frac{(C_{14:0} + C_{16:0} + C_{18:0})}{[0,5 \times \sum MUFA + 0,5 \times \sum(n-6) + 3 \times \sum(n-3) + \sum(n-3)/\sum(n-6)]}$$

$$\frac{h}{H} = \frac{(C_{14:0} + C_{16:1} + C_{18:1} + C_{20:1} + C_{22:1} + C_{18:2} + C_{18:3} + C_{20:3} + C_{20:4} + C_{20:5} + C_{22:4} + C_{22:5} + C_{22:6})}{(C_{14:0} + C_{16:0})}$$

4.3.7. Metode određivanja malondialdehida (MDA)

Za određivanje malondialdehida (MDA) koristi se TBK test koji se bazira na spektrofotometrijskom određivanju ružičastog kompleksa formiranog nakon reakcije MDA sa dva molekula 2-tiobarbiturne kiseline. TBK testom se određuju takozvane TBK-reaktivne supstance (TBARS), a rezultat testa se zbirno izražava kao TBK-broj (Tarladgis i sar., 1969).

4.3.8. Određivanje biohemijskih parametara krvi

Uzorci krvi su uzimani od životinja i pakovani u epruvete bez heparina. Za analizu krvi korišćen je enzimski, kolorimetrijski GPO/PAP (trigliceridi) i CHOD/PAP (holesterol).

4.3.9. Senzorna analiza

Izbor ocjenjivača izvršen je prema ISO 8586-1/1993.

Razlike u prihvatljivosti mesa brojlera utvrđene su Rang testom ISO 8587/2006 (Sensory analysis methodology, Ranking, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland). Broj ponavljanja je 12, broj poređenih uzoraka četiri, kritična razlika za $p < 0,05$ je 17 a za $p < 0,01$ je 20.

4.3.10. Izračunavanje ekonomičnosti proizvodnje

Ekonomičnost proizvodnje je prikazana kroz Faktor Evropske efikasnosti proizvodnje - EPEF (European Production Efficiency Factor) i Evropski brojler Indeks - EBI (European Broiler Index) (Marcu et al., 2013).

TM- telesna masa (kg)

Konverzija (kg hrane/kg prirasta)

Žive jedinke, % = 100 - Mortalitet, %

$$\text{EPEF} = \frac{\text{Žive jedinke (\%)} \times \text{TM(kg)}}{\text{Starost (d)} \times \text{Konverzija (kg)}} \times 100$$

$$\text{EBI} = \frac{\text{Žive jedinke (\%)} \times \text{Prirast (g /pile/ dan)}}{\text{Konverzija (kg)} \times 10}$$

4.3.11. Statistička obrada podataka

Statistička analiza rezultata, dobijenih posle eksperimenta koji je rađen za potrebe ove disertacije, urađena je, u najvećoj meri, upotrebom osnovnih opisnih parametara (aritmetička sredina i standardna devijacija), a u manjoj meri upotrebom nekih drugih opisnih parametara (minimalna,

maksimalna vrednosti i koeficijent varijacije). Utvrđivanje postojanja statistički značajne razlike između eksperimentalnih grupa urađeno je pomoću ANOVA testa, a pojedinačnim Tukey testom određeno je između koji grupa konkretno postoji statistički značajna razlika. Ona je, u najvećem broju slučajeva određivana na nivou značajnosti od 5 %, ali u slučaju senzorne ocene mesa određivana je i na nivou značajnosti 1 % (Rang test). Rezultati eksperimenta prikazani su tabelarno i grafički. Statistička obrada dobijenih rezultata urađena je u statističkom paketu PrismaPad 6.00 za Windows (GraphPad Software, San Diego, CA, USA, www.graphpad.com).

5. REZULTATI ISPITIVANJA

Poglavlje Rezultati ispitivanja, shodno postavljenim zadacima, podeljeno je u jedanaest podpoglavlja:

1. Hemijski i masnokiselinski sastav hrane (sadržaj pojedinačnih masnih kiselina), ukupan sadržaj (zasićenih, mononezasićenih, polinezasićenih, n-6, n-3) masnih kiselina kao i njihov odnos u hrani
2. Proizvodni rezultati (telesna masa, prirast, konzumacija i konverzija)
3. Parametri prinosa mesa (mase i udeo grudi i bataka sa karabatakom, masa krila, vrata i leđa sa karlicom)
4. pH vrednost nakon 45 minuta i 24 sata i temperature mesa 45 minuta posle klanja životinja
5. Hemijski sastav mesa (belo meso i batak sa karabatakom)
6. Masnokiselinski sastav mesa bataka sa karabatakom
7. Senzorne osobine mesa grudi i bataka sa karabatakom (prihvatljivost proizvoda Rang testom, deset osenjivača, dva ponavljanja)
8. Lipidni indeksi (LI) (aterogeni -AI, trombogeni -TI, hipo/hiperholesterolemični - h/H)
9. Sadržaj MDA (malondialdehida) u mesu bataka sa karabatakom nultog dana, nakon 3 i 6 meseci skladištenja
10. Biohemijski parametri u krvi (holesterl i trigliceridi)
11. Ekonomičnost proizvodnje.

5.1. Hemijski i masnokiselinski sastav hrane (sadržaj pojedinačnih masnih kiselina), ukupan sadržaj n-6 i n-3 masnih kiselina kao i njihov odnos u hrani

5.1.1. Hemijski sastav potpunih smeša za ishranu brojlera

U tabeli 5.1. prikazani su rezultati analitičke analize hemijskog sastava potpunih smeša za ishranu brojlera: potpune smeše za ishranu brojlera I (starter), potpune smeše za ishranu brojlera II (grover) i potpune smeše za ishranu brojlera III (finišer).

5.1.1.a Hemijski sastav smeša za ishranu brojlera kontrolne i oglednih grupa

Tabela 5.1. Hemijski sastav smeša za ishranu brojlera kontrolne grupe

Hemijski sastav, %	Starter	Grover	Finišer
Ukupni pepeo	6,77	6,66	6,16
Sirova mast	6,61	7,39	7,20
Celuloza	3,89	3,97	3,44
Sirovi proteini	22,24	21,14	19,62
Vlaga	10,41	10,20	10,54
MJ/kg	12,69	13,01	13,11
Lizin	1,5	1,42	1,17
Metionin+Cistin	0,81	0,80	0,76
Triptofan	0,31	0,29	0,27
Kalcijum	1,01	0,94	0,90
Fosfor	0,59	0,56	0,54

5.1.1.b Sadržaj masti u smešama za ishranu brojlera kontrolne i oglednih grupa

U tabeli 5.2b. prikazane su rezultati analitičke analize sadržaja masti u smešama za ogledne grupe nakon dodavanja u vidu svinjske masti i/ili lanenog ulja u skladu sa postavkom ogleda.

Tabela 5.2a. Prikaz različitih količina (%) svinjske masti i lanenog ulja dodatih u tri ogledne grupe

	Starter			Grover			Finišer		
	O-I	O-II	O-III	O-I	O-II	O-III	O-I	O-II	O-III
Sastojci (%)									
Svinjska mast	1,00	-	0,50	2,50	-	1,25	5,00	-	2,50
Laneno ulje	-	1,00	0,50	-	2,50	1,25	-	5,00	2,50
Ukupno	1,00	1,00	1,00	2,50	2,50	2,50	5,00	5,00	5,00

Tabela 5.2b. Sadržaj masti u smešama za ishranu brojlera kontrolne i oglednih grupa

Sadržaj masti, %	Grupa			
	K	O-I	O-II	O-III
Starter	6,61	6,60	6,76	6,65
Grover	7,39	7,38	7,40	7,50
Finišer	7,20	7,24	7,25	7,29

5.1.2. Masnokiselinski sastav hrane za brojlera

5.1.2.a Masnokiselinski sastav potpune smeše za ishranu brojlera I (starter)

U tabelama 5.3. do 5.7. prikazan je masnokiselinski sastav startera za ishranu brojlera u kontrolnoj i oglednim grupama u toku ogleda. U tabeli 5.3 prikazan je sadržaj zasićenih masnih kiselina u starter smešama, gde se može primetiti da su masne kiseline C14:0, C16:0 i C18:0 očekivano najzastupljenije u O-I oglednoj grupi (0,94%, 14,13% i 6,32%, pojedinačno). Ostale zasićene masne kiseline se nalaze u hrani u znatno nižoj količini od 1%.

Tabela 5.3. Sadržaj zasićenih masnih kiselina u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera I (starter)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
C14:0	0,72	0,94	0,63	0,67
C16:0	11,05	14,13	10,30	10,74
C17:0	0,08	0,14	0,09	0,09
C18:0	4,25	6,32	4,24	4,28
C20:0	0,42	0,35	0,40	0,39
C22:0	0,69	0,38	0,50	0,50
C24:0	0,16	0,12	0,24	0,15

U tabeli 5.4. prikazan je sadržaj mononezasićenih masnih kiselina u starter smešama kontrolne i oglednih grupa. I ovde je najveći sadržaj pomenutih masnih kiselina bio u hrani O-I ogledne grupe, dok je kod ostalih grupa sadržaj ovih masnih kiselina bio približno jednak.

Tabela 5.4. Sadržaj monozasićenih masnih kiselina u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera I (starter)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
C16:1	0,09	0,62	0,12	0,20
C18:1cis-9	24,63	32,87	24,84	25,36
C20:1	0,15	0,46	0,16	0,20

Sadržaj polinezasićenih masnih kiselina u uzorcima potpunih smeša za ishranu brojlera I (starter), prikazan je u tabeli 5.5. Najviši sadržaj C18:2n-6 masne kiseline izmeren je u starteru kontrolne grupe (52,80%), dok je najniži izmeren u starteru grupe O-I (32,90%). Najviši sadržaj masne kiseline 18:3n-3 zabeležen je u starteru O-II grupe (11,06%), dok je ravnomeran sadržaj pomenute masne kiseline zabeležen u grupama O-I (7,04%) i O-III (7,51%). Najmanji sadržaj 18:3n-3 masne kiseline zabeležen je u kontrolnoj grupi (3,71%). Masna kiselina C20:3n-6 se nalazila u najvećoj koncentraciji u starteru grupe O-I (1,74%), dok je u starteru grupe O-II (1,34%) registrovana nešto veća količina ove masne kiseline nego u grupi O-III (1,09%). U kontrolnoj grupi ova masna kiselina nije registrovana. Ostale polinezasićene masne kiseline registrovane su u starter smešama kontrolnih i oglednih grupa u manjoj količini od 1%.

Tabela 5.5. Prosečan sadržaj polinezasićenih masnih kiselina u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera I (starter)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
C18:2n-6	52,80	32,90	44,48	47,08
C18:3n-6	0,04	0,15	0,11	0,30
C18:3n-3	3,71	7,04	11,06	7,51
C20:2n-6	0,03	0,24	0,05	0,09
C20:3n-6	/	1,74	1,34	1,09
C20:3n-3	0,07	0,08	0,03	0,04
C20:5n-3	0,09	0,07	0,19	0,08
C22:6n-3	/	0,17	0,24	0,17

U tabeli 5.6. prikazan je sadržaj zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u potpunim smešama za ishranu brojlera I (starter) kontrolne i oglednih grupa. Zasićene i mononezasićene masne kiseline najzastupljenije su bile u smeši O-I grupe (22,38% i 35,23%, pojedinačno), dok su u ostalim grupama bile podjednako zastupljene. Posledično najmanja koncentracija polinezasićenih masnih kiselina registrovana je u smeši O-I grupe (42,39%), dok je kod ostalih grupa registrovana veća i ujednačena koncentracija. U suštini, odnos zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u smešama kontrolne grupe i oglednih grupa O-II i O-III bio je jako sličan, a razlike u pojedinim procentima su bile između 0,93 i 1,14 %.

Tabela 5.6. Sadržaj SFA, MUFA i PUFA u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera I (starter)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
SFA	17,37	22,38	16,40	16,82
MUFA	25,89	35,23	26,10	26,82
PUFA	56,74	42,39	57,50	56,36

U tabeli 5.7. prikazan je udeo n-3 i n-6 masnih kiselina u masnokiselinskom sastavu potpunih smeša za ishranu brojlera I (starter) kontrolne i oglednih grupa, kao i odnos n-6/n-3 u pomenutim smešama. N-3 masne kiseline su se u najvećoj količini nalazile u potpunoj smeši O-II grupe (11,52%), a u smeši kontrolne grupe (3,87%) u najmanjoj količini. U oglednim grupama O-I (7,36%) i O-III (7,80 %) n-3 masne kiseline su bile prisutne u približno istoj količini. Najveća količina n-6 masnih kiselina bila je u potpunoj smeši kontrolne grupe (52,87%), a kasnije je ta količina bila opadajuća u smešama ostalih grupa, sledećim redom O-III (48,56%), O-II (45,98%) i O-I (35,03%). Posledično, najveći odnos n-6/n-3 imala je potpuna smeša kontrolne grupe (13,66), dok je najmanji imala smeša O-II grupe (3,99). Potpuna smeša O-I grupe imala je nešto veći odnos (4,76) n-6/n-3, a smeša O-III grupe još veći (6,23).

Tabela 5.7. Prosečan sadržaj n-3, n-6 i odnos n-6/n-3 u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera I (starter)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
n-3	3,87	7,36	11,52	7,80
n-6	52,87	35,03	45,98	48,56
n-6/n-3	13,66	4,76	3,99	6,23

5.1.3.b Masnokiselinski sastav potpunih smeša za ishranu brojlera II (grover)

U tabelama od 5.8. do 5.12. prikazan je masnokiselinski sastav potpunih smeša za ishranu brojlera II (grovera) u kontrolnoj i oglednim grupama u toku ogleada. U tabeli 5.9 prikazan je sadržaj zasićenih masnih kiselina u grover smešama, gde se može primetiti da su masne kiseline C14:0, C16:0 i C18:0 najzastupljenije u O-I oglednoj grupi (0,85%; 15,00% i 6,15%, pojedinačno), s tim da je koncentracija C14:0 masne kiseline u svim grupama bila manja od 1%. Zanimljivo je primetiti

zastupljenost C14:0, C16:0 i C18:0 masnih kiselina u potpunim smešama preostalih grupa. Sve tri masne kiseline se nalaze u podjednakim količinama u smešama kontrolne grupe (0,59%; 11,72% i 4,69%, pojedinačno) i O-III grupe (0,64%; 12,16% i 4,58%), dok se u najmanjoj količini nalaze u grover smeši O-II grupe (0,51%; 9,27% i 3,77%, pojedinačno). Ostale zasićene masne kiseline se nalaze u svim smešama u nižoj količini od 1%.

Tabela 5.8. Sadržaj zasićenih masnih kiselina u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera II (grover)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
C14:0	0,59	0,85	0,51	0,64
C16:0	11,72	15,00	9,27	12,16
C17:0	0,09	0,13	0,07	0,10
C18:0	4,69	6,15	3,77	4,58
C20:0	0,46	0,39	0,34	0,37
C22:0	0,63	0,33	0,49	0,04
C24:0	0,19	0,11	0,17	0,15

U tabeli 5.9. prikazane su količine mononezasićenih masnih kiselina u potpunim smešama za ishranu brojlera II (grover) kontrolne i oglednih grupa. U potpunim smešama su određene količine tri mononezasićene masne kiseline C16:1, C18:1cis-9 i C20:1. Sve tri su se nalazile u najvećoj količini u groveru O-I grupe (0,80%; 31,58% i 0,63%, pojedinačno), zatim u groveru O-III grupe (0,39%; 27,60% i 0,27%), dok su se u kontrolnoj (0,10%; 24,72% i 0,19%) i u O-II grupi (0,09%; 24,79% i 0,15%) nalazile u sličnim količinama. Masne kiseline C16:1 i C20:1 nalazile su se u svim smešama u količinama manjim od 1%.

Tabela 5.9. Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera II (grover)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
C16:1	0,10	0,80	0,09	0,39
C18:1cis-9	24,72	31,58	24,79	27,60
C20:1	0,19	0,63	0,15	0,27

Sadržaj polinezasićenih masnih kiselina u potpunim smešama za ishranu brojlera II (grover) kontrolne i oglednih grupa prikazan je u tabeli 5.10. Najveći prosečan sadržaj masne kiseline C18:2n-6 zabeležen je u kontrolnoj grupi (51,63%), dok njen sadržaj bio ravnومان u grupama O-II (46,03%) i O-III (44,81%). Najmanji sadržaj pomenute masne kiseline zabeležen je u potpunoj smeši O-I grupe (33,02%). Masna kiselina C18:3n-3 zabeležena je u najvećoj količini u smeši O-II grupe (11,85%), zatim u smeši O-I grupe (7,26%), dok je nakon nje najveća količina utvrđena u smeši O-III grupe (5,9%), a najmanje u smeši kontrolne grupe (3,79%). Masna kiselina C20:3n-6 nalazila se u smešama O-I, O-II i O-III grupa u količinama 1,57%, 1,33% i 1,48%, dok u smeši kontrolne grupe nije registrovana. U smešama ostalih grupa pomenuta masna kiselina registrovana je u jako malim količinama, ispod 0,25%.

Tabela 5.10. Sadržaj polinezasićenih masnih kiselina u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera II (grover)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
C18:2n-6	51,63	33,02	46,03	44,81
C18:3n-6	0,04	0,09	0,13	0,12
C18:3n-3	3,79	7,26	11,85	5,90
C20:2n-6	0,05	0,18	0,09	0,11
C20:3n-6	/	1,57	1,33	1,48
C20:3n-3	0,03	0,06	0,03	0,06
C20:5n-3	0,07	0,06	0,08	0,09
C22:6n-3	/	0,23	/	/

U tabeli 5.11. prikazan je ukupan sadržaj zasićenih masnih kiselina, mononezasićenih masnih kiselina i polinezasićenih masnih kiselina u potpunim smešama za ishranu brojlera II (grover) kontrolne i oglednih grupa. Sadržaj zasićenih masnih kiselina i mononezasićenih masnih kiselina, očekivano, bio je najveći u smeši O-I grupe (22,96% i 34,57%, pojedinačno), a najmanji u smeši O-II grupe (14,62% i 25,84%). Sa druge strane, sadržaj polinezasićenih masnih kiselina bio je najveći u smeši O-II grupe (59,54%), a najmanji, očekivano, u smeši O-I grupe (42,47%).

Tabela 5.11. Sadržaj SFA, MUFA i PUFA u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera II (grover)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
SFA	18,37	22,96	14,62	18,04
MUFA	26,02	34,57	25,84	29,39
PUFA	55,61	42,47	59,54	52,57

Sadržaj n-3, n-6 i odnos n-6/n-3 u uzorcima potpunih smeša kontrolne i oglednih grupa za ishranu brojlera II (grover) prikazan je u tabeli 5.12. Najveći sadržaj n-3 masnih kiselina zabeležen je u groveru O-II grupe (11,96%), a zatim je imao sledeći opadajući niz O-I (7,61%) > O-III (6,05%) > kontrolna grupa (3,89%). Grover kontrolne grupe imao je najveći sadržaj n-6 masnih kiselina (51,72%), dok su smeše O-II (47,58%) i O-III grupe (46,52%) imale ujednačen sadržaj, a smeša O-I grupe najmanji sadržaj (34,86%) n-6 masnih kiselina. Najveći odnos n-6/n-3 masnih kiselina imala je smeša kontrolne grupe (13,30), dok je najmanji odnos imala, očekivano, smeša O-II grupe (3,98).

Tabela 5.12. Sadržaj (%) n-3, n-6 i odnos n-6/n-3 u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera II (grover)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
n-3	3,89	7,61	11,96	6,05
n-6	51,72	34,86	47,58	46,52
n-6/n-3	13,30	4,58	3,98	7,69

5.1.3.c Potpuna smeša za ishranu brojlera III (finišer)- masnokiselinski sastav

U tabelama 5.13. do 5.17. prikazan je masnokiselinski sastav potpune smeše za ishranu brojlera III (finišer) kontrolne i oglednih grupa. Prosečan sadržaj zasićenih masnih kiselina u uzorcima finišera kontrolne i oglednih grupa prikazan je u tabeli 5.13. Najveći sadržaj masnih kiselina C14:0, C16:0 i C18:0 imala je smeša O-I grupe (1,26%; 15,65% i 8,01%). Najmanji sadržaj C14:0 masne kiseline zabeležen je u finišeru kontrolne grupe (0,03%), a najmanji sadržaj C16:0 i C18:0 masne kiseline zabeležen je u finišeru O-II grupe (8,27% i 3,60%). Smeše kontrolne grupe i O-III grupe imale su ujednačen sadržaj C16:0 masne kiseline (10,62% i 10,18%, pojedinačno). Ostale masne kiseline nalazile su se u manjoj količini od 1% u smešama svih grupa.

Tabela 5.13. Sadržaj zasićenih masnih kiselina u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera III (finišer)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
C14:0	0,03	1,26	0,57	0,94
C16:0	10,62	15,65	8,29	10,18
C17:0	0,08	0,20	0,06	0,14
C18:0	4,15	8,01	3,60	6,32
C20:0	0,44	0,31	0,33	0,35
C22:0	0,50	/	0,51	0,38
C24:0	0,17	0,10	0,17	0,12

U tabeli 5.14. prikazan je sadržaj mononezasićenih masnih kiselina u uzorcima potpunih smeša za ishranu brojlera III (finišer) kontrolne i oglednih grupa. Najveći sadržaj masnih kiselina C16:1 i C18:1cis-9 zabeležen je u smeši grupe O-I (1,08% i 32,60%). U smešama svih ostalih grupa zabeležen je ujednačen sadržaj C18:1cis-9 masne kiseline (26,74 – 27,22%). Masna kiselina C20:1 je u svim smešama registrovana u manjoj količini od 0,5%.

Tabela 5.14. Sadržaj mononezasićenih masnih kiselina u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera III (finišer)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
C16:1	0,09	1,08	0,11	0,62
C18:1cis-9	26,74	32,60	26,93	27,22
C20:1	0,14	0,36	0,18	0,46

U tabeli 5.15. prikazan je prosečan sadržaj polinezasićenih masnih kiselina u potpunim smešama za ishranu brojlera III (finišer) kontrolne i oglednih grupa. Najveći prosečan sadržaj masne kiseline C18:2n-6 zabeležen je u finišeru kontrolne grupe (51,08%), dok je njen sadržaj bio ujednačen u grupama O-II i O-III (46,44% i 43,45%, pojedinačno). Najmanji sadržaj pomenute masne kiseline zabeležen je u finišeru O-I grupe (30,96%). Najveći sadržaj masne kiseline C18:3n-3 utvrđen je u finišeru O-II grupe (10,14%), u finišerima O-I i O-III grupe njen sadržaj bio je ujednačen (5,92% i 6,09%, pojedinačno), a najmanji u smeši kontrolne grupe (3,51%). Masna kiselina C20:3n-6 nalazila se u ujednačenoj količini u finišerima kontrolne, O-II i O-III grupe (1,31%, 1,30% i 1,74%, pojedinačno), dok u smeši O-I grupe nije utvrđena. Ostale polinezasićene masne kiseline su utvrđene u svim finišerima u jako malim količinama, manjim od 0,4%.

Tabela 5.15. Prosečan sadržaj (%) polinezasićenih masnih kiselina u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera III (finišer)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
C18:2n-6	51,08	30,96	46,44	43,45
C18:3n-6	0,05	1,09	0,31	0,15
C18:3n-3	3,51	5,92	10,14	6,09
C20:2n-6	0,04	0,30	0,10	0,24
C20:3n-6	1,31	/	1,30	1,74
C20:3n-3	0,04	0,06	0,02	0,08
C20:5n-3	0,08	0,10	0,11	0,07
C22:6n-3	/	0,20	0,12	0,17

U tabeli 5.16. prikazan je ukupan sadržaj zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u uzorcima potpunih smeša za ishranu brojlera III (finišer) kontrolne i oglednih grupa. Najveći sadržaj zasićenih i mononezasićenih masnih kiselina utvrđen je u finišeru O-I grupe (25,53% i 35,84%). Najmanji sadržaj zasićenih masnih kiselina utvrđen je u finišeru O-II grupe (13,53%), a najmanji sadržaj mononezasićenih MK-a utvrđen je u finišeru kontrolne i O-II grupe (27,9% i 27,93%, pojedinačno). Najveći sadržaj polinezasićenih masnih kiselina utvrđen je u finišeru O-II grupe (58,54%), dok je nešto manji bio u finišeru kontrolne grupe (56,11%), a najmanji u finišeru O-I grupe (38,63%).

Tabela 5.16. Sadržaj SFA, MUFA i PUFA u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera III (finišer)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
SFA	15,99	25,53	13,53	18,43
MUFA	27,90	35,84	27,93	29,58
PUFA	56,11	38,63	58,54	51,99

Tabela 5.17. prikazuje sadržaj n-3, n-6 nezasićenih masnih kiselina, kao i odnos n-6/n-3 masnih kiselina registrovanih u potpunim smešama za tov brojlera III (finišer) kontrolne i oglednih grupa. Najveći sadržaj n-3 nezasićenih masnih kiselina bio je u finišeru O-II grupe (10,39%), a najmanji u finišeru kontrolne grupe (3,63%), dok je njihov sadržaj bio ujednačen u finišerima O-I i O-III grupe (6,28% i 6,41%, pojedinačno). Najveći sadržaj n-6 nezasićenih masnih kiselina bio je u finišeru kontrolne grupe (52,48%), a najmanji u finišeru O-I grupe (32,35%). Najveći odnos n-6/n-3

utvrđen je, takođe, u finišeru kontrolne grupe (14,46%), a najmanji u finišeru O-II grupe (4,63), dok je u finišeru O-I grupe taj odnos bio nešto manji (5,15%).

Tabela 5.17. Sadržaj n-3, n-6 i odnos n-6/n-3 u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera III (finišer)

Masne kiseline	Grupa (% od ukupnih masnih kiselina)			
	K	O-I	O-II	O-III
n-3	3,63	6,28	10,39	6,41
n-6	52,48	32,35	48,15	45,58
n-6/n-3	14,46	5,15	4,63	7,11

5.2. Proizvodni rezultati (telesna masa, prirast, konzumacija i konverzija)

5.2.1. Mase brojlera u toku tova

U tabeli 5.18. prikazane su prosečne mase brojlera kontrolne i oglednih grupa prvog dana, desetog, dvadesetprvog dana i 42. dana tova. Nisu primećene značajnije razlike u masama brojlera prvog, desetog i dvadesetprvog dana tova. Međutim, na kraju tova brojleri iz O-II grupe ($2551 \pm 162,96$ g) imali su značajno veću masu u odnosu na brojlere iz ostalih grupa ($p < 0,05$).

Tabela 5.18. Prosečna masa (g) brojlera kontrolne i oglednih grupa u toku tova ($n=60$)

Dan merenja	K	O-I	O-II	O-III
	$\bar{X} \pm Sd$			
1.	48,32 \pm 2,84	49,69 \pm 2,35	50,99 \pm 2,89	48,80 \pm 2,14
10.	302,56 \pm 34,68	311,85 \pm 19,49	311,35 \pm 33,46	314,75 \pm 34,15
21.	1082,92 \pm 88,53	1100,13 \pm 66,36	1112,23 \pm 78,37	1097,75 \pm 83,84
42.	2452 \pm 194,29 ^b	2433 \pm 163,66 ^b	2551 \pm 162,96 ^a	2405 \pm 173,90 ^b

Legenda: različita slova ^{a,b}- $p < 0,05$.

5.2.2. Prirast brojlera u toku tova

U tabeli 5.19. prikazan je prosečan prirast brojlera kontrolne i oglednih grupa u prvih deset dana tova, u prve tri nedelje tova, kao i prirast na kraju tova. Među grupama nisu primećene značajnije razlike u prirastu brojlera prvih deset dana i u toku prve tri nedelje tova. Međutim, na kraju tova brojleri iz O-II grupe ostvarili su značajno veći prirast ($2500,01 \pm 163,06$ g) u odnosu na brojlere iz ostalih grupa ($p < 0,05$).

Tabela 5.19. Prosečan prirast (g) brojlera u toku tova (n=60)

Dan merenja	K	O-I	O-II	O-III
	$\bar{X} \pm Sd$			
1.-10.	254,24±35,17	262,16±20,51	260,36±34,05	265,95±34,59
1.-21.	1034,60±88,46	1050,44±66,47	1061,24±78,41	1048,95±83,87
1.-42.	2403,68±194,34 ^b	2383,31±163,38 ^b	2500,01±163,06 ^a	2356,20±180,59 ^b

Legenda: različita slova ^{a,b}- p<0,05.

5.2.3. Konzumacija i konverzija tokom tova

U tabeli 5.20. prikazana je ukupna konzumacija hrane tokom ogleđa izražena u gramima i konverzija. Na kraju tova najveća konzumacija bila je u O-II grupi (4450,96 g), a najmanja u O-I grupi (4167,50 g), dok je u toku tova konzumacija bila uglavnom ujednačena.

Tabela 5.20. Ukupna konzumacija hrane (g) tokom tova (n=60)

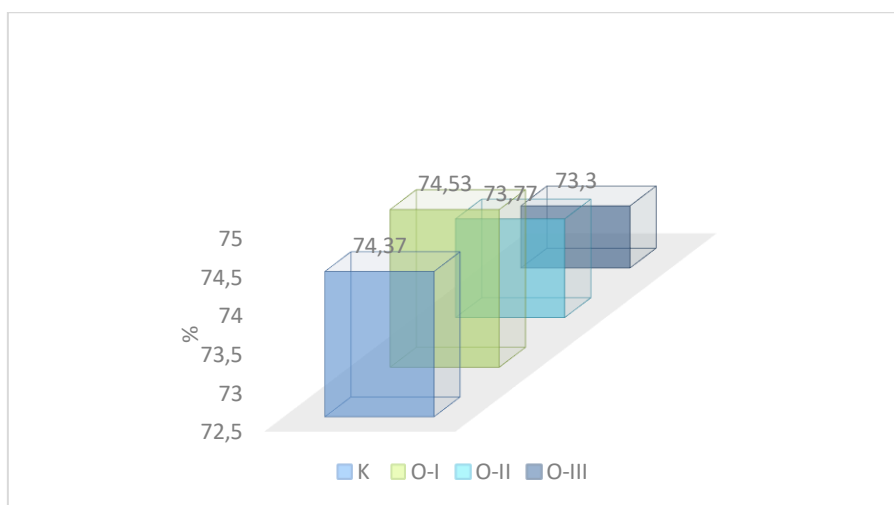
Dan merenja	Grupa				Standardna greška	p-vrednost
	K	O-I	O-II	O-III		
Konzumacija						
1-10	343,22	332,94	338,46	353,71	3,60	0,14
1-21	1562,24	1512,63	1560,02	1562,93	8,21	0,001
1-42	4379,55	4167,50	4450,96	4278,48	21,38	0,63
Konverzija						
1-10	1,35 ^a	1,27 ^b	1,30 ^b	1,33 ^a	0,01	0,0004
1-21	1,51 ^a	1,44 ^b	1,47 ^b	1,49 ^a	0,009	0,0002
1-42	1,86 ^a	1,77 ^b	1,79 ^b	1,81 ^a	0,01	0,0001

Legenda: različita slova ^{a,b}- p<0,05.

U drugom delu tabele 5.20. prikazana je konverzija hrane u toku ogleđa. Statistički značajno bolju konverziju u sve tri faze ogleđa imala je O-I grupa (1,27; 1,44; 1,77), dok su najveću konverziju imale kontrolna (1,35; 1,51; 1,86) i O-III grupa (1,81 u poslednjoj fazi tova).

5.3. Parametri prinosa mesa

Najveći randman klanja dobijen je u O-I grupi, dok je najmanji bio u O-III grupi (grafikon 5.1).



Grafikon 5.1. *Randman klanja ispitivanih grupa brojlera (%)*

5.3.2. Mase i udeo pojedinih delova trupova brojlera

Prosečne mase grudi ($725,66 \pm 126,35$ g), bataka sa karabatakom ($542,13 \pm 77,40$ g), krila ($182,77 \pm 22,45$ g) i leđa sa karlicom ($336,02 \pm 60,78$ g) bile su najveće u O-II grupi. Prosečne mase grudi kretale su se između $690,82 \pm 105,02$ g (O-III grupa) i $725,66 \pm 126,35$ g (O-II grupa) (tabela 5.21). Nije zabeležena značajna razlika između prosečnih vrednosti mase grudi. Prosečna masa bataka sa karabatakom bila je između $498,33 \pm 62,38$ g (O-III grupa) i $542,13 \pm 77,40$ g (O-II grupa). Nije zabeležena statistički značajna razlika između različitih eksperimentalnih grupa što se tiče prosečnih masa bataka sa karabatakom. Prosečna masa krila bila je između $173,50 \pm 19,23$ g (O-III grupa) i $182,77 \pm 22,45$ g (O-II grupa). Nije zabeležena statistički značajna razlika prosečnih masa krila između različitih eksperimentalnih grupa. Prosečna masa vrata bila je između $91,62 \pm 12,54$ g (O-III grupa) i $97,06 \pm 12,44$ g (O-I grupa). Nije zabeležena statistički značajna razlika u masi vrata među eksperimentalnim grupama. Prosečne mase leđa sa karlicom bile su se između $310,96 \pm 57,77$ g (O-III grupa) i $336,02 \pm 60,78$ g (O-II grupa). Nije utvrđena statistički značajna razlika prosečnih masa leđa sa karlicom među različitim eksperimentalnim grupama.

Tabela 5.21. Prosečne mase (g) pojedinih delova trupa brojlera (n=30)

Parametar, g	K	O-I	O-II	O-III
	$\bar{X} \pm Sd$			
Grudi	693,69±120,38	707,44±105,67	725,66±126,35	690,82±105,02
Batak sa karabatakom	529,25±88,62	508,64±61,45	542,13±77,40	498,33±62,38
Krila	176,41±19,52	182,23±16,19	182,77±22,45	173,50±19,23
Vrat	96,29±11,84	97,06±12,44	96,82±13,10	91,62±12,54
Leđa sa karlicom	328,03±48,59	318,86±41,61	336,02±60,78	310,96±57,77

U tabeli 5.22. prikazani su udeli pojedinih delova trupa brojlera u procentima za različite eksperimentalne grupe. Prosečni udeo grudi u trupu brojlera bio je između 38,04±2,36% (kontrolna grupa) i 39,13±1,80% (O-III grupa). Nije utvrđena statistički značajna razlika. Prosečan udeo bataka sa karabatakom u trupu brojlera bio je između 28,04±1,19% (O-I grupa) i 29,02±2,25% (kontrolna grupa). Nije utvrđena statistički značajna razlika između eksperimentalnih grupa. Prosečan udeo krila u trupu brojlera bio je između 9,67±0,76% (kontrolna grupa) i 10,04±0,68% (O-I grupa), te nije utvrđena statistička značajna razlika. Prosečan udeo vrata u trupu brojlera bio je između 5,14±0,49% (O-II grupa) i 5,35±0,46% (O-I grupa). Takođe, nije utvrđena značajna razlika. Prosečan udeo leđa sa karlicom u trupu brojlera bio je između 17,58±1,62% (O-I grupa) i 17,98±1,58% (kontrolna grupa). Nije utvrđena statistička razlika (tabela 5.22).

Tabela 5.22. Udeo (%) pojedinih delova trupa brojlera (n=30)

Parametar, %	K	O-I	O-II	O-III
	$\bar{X} \pm Sd$			
Grudi	38,04±2,36	38,99±2,05	38,53±2,27	39,13±1,80
Batak sa karabatakom	29,02±2,25	28,04±1,19	28,78±1,37	28,23±1,25
Krila	9,67±0,76	10,04±0,68	9,70±0,65	9,83±0,69
Vrat	5,28±0,69	5,35±0,46	5,14±0,49	5,19±0,74
Leđa sa karlicom	17,98±1,58	17,58±1,62	17,84±1,80	17,62±2,00

U tabeli 5.23. prikazan je prosečan udeo različitih tkiva (mesa, kosti i kože) u grudima brojlera. U proseku najveći sadržaj mesa imale su grudi brojlera iz kontrolne grupe (78,47±2,46%), a najmanji brojleri iz O-I grupe (76,75±3,97%). Najveći sadržaj kosti imale su grudi brojlera iz O-I grupe (17,68±3,70%), a najmanji grudi brojlera kontrolne grupe (16,00±2,11%). U proseku najveći

sadržaj kože imale su grudi brojlera iz O-II grupe ($6,32 \pm 1,29\%$), a najmanji iz kontrolne grupe ($5,52 \pm 0,93\%$).

Tabela 5.23. Prosečan udeo mesa, kosti i kože u grudima brojlera ($n=12$)

Udeo, %	Grupa			
	K	O-I	O-II	O-III
Meso	78,47±2,46	76,75±3,97	77,20±2,41	78,10±2,44
Kost	16,00±2,11	17,68±3,70	16,48±1,75	16,12±2,05
Koža	5,52±0,93	5,57±1,18	6,32±1,29	5,79±0,72

Prosečan sadržaj mesa, kosti i kože u batak sa karabatakom kod brojlera iz kontrolne i oglednih grupa prikazan je u tabeli 5.24. Najveći prosečan sadržaj mesa imao je batak sa karabatakom brojlera iz O-III grupe ($69,46 \pm 2,65\%$), a najmanji brojlera iz kontrolne grupe ($67,48 \pm 3,78\%$). Kost je u najvećem procentu u proseku bila prisutna u batak sa karabatakom brojlera iz kontrolne grupe ($22,19 \pm 3,43\%$), a u najmanjem kod brojlera iz O-III grupe ($21,02 \pm 1,91\%$). Koža je u najvećoj meri bila prisutna u proseku u batak sa karabatakom brojlera iz kontrolne grupe ($10,32 \pm 1,99\%$), dok je kod brojlera iz O-I grupe bila prisutna u najmanjoj meri ($9,12 \pm 1,24\%$).

Tabela 5.24. Prosečan udeo mesa, kosti i kože u batak sa karabatakom brojlera ($n=12$)

Udeo, %	Grupa			
	K	O-I	O-II	O-III
Meso	67,48±3,78	69,18±1,76	67,98±3,32	69,46±2,65
Kost	22,19±3,43	21,71±1,73	22,04±2,80	21,02±1,91
Koža	10,32±1,99	9,12±1,24	9,98±2,28	9,52±1,69

5.4. pH vrednost i temperature mesa grudi 45 minuta i 24 časa posle klanja životinja

Prosečna pH vrednost mesa grudi 45 minuta i 24 časa nakon klanja i prosečna temperatura mesa 45 minuta nakon klanja ispitivanih životinja prikazane su u tabeli 5.25. Nije utvrđena statistički značajna razlika između pH vrednosti mesa 45 minuta nakon klanja ispitivanih grupa brojlera ($p > 0,05$). Prosečna pH vrednost mesa kontrolne grupe ($6,07 \pm 0,13$) posle 24 časa bila je statistički značajno veća od prosečne vrednosti O-III grupe ($5,95 \pm 0,19$) ($p < 0,05$). Prosečna temperatura mesa 45 minuta nakon klanja brojlera O-III grupe ($30,42 \pm 1,62$) bila je statistički značajno manja od prosečne temperature ostalih oglednih grupa.

Tabela 5.25. Vrednost pH mesa grudi 45 minuta i 24 časa nakon klanja i temperatura mesa 45 minuta nakon klanja (n=30)

Parametar	Grupa ($\bar{X} \pm Sd$)			
	K	O-I	O-II	O-III
pH _{45 min} mesa	6,32±0,28	6,18±0,20	6,23±0,18	6,24±0,19
pH _{24 časa} mesa	6,07±0,13	6,02±0,08	6,03±0,06	5,95±0,19
T _{45 min} (°C)	34,27±3,39 ^a	33,01±2,64 ^a	33,23±2,19 ^a	30,42±1,62 ^b

Legenda: različita slova ^{a,b} - p<0,05

5.5. Hemijski sastav mesa (belo meso i batak sa karabatakom)

Hemijski sastav mesa grudi brojlera kontrolne i oglednih grupa prikazan je tabeli 5.26. Sadržaj proteina u mesu grudi brojlera iz O-I grupe (25,12±0,70%) bio je statistički značajno veći (p<0,05) od ostalih grupa, dok je belo meso iz ogledne grupe O-III (22,25±0,44%) imalo statistički značajno manji (p<0,05) sadržaj proteina od belog mesa iz ostalih grupa. U belom mesu brojlera iz O-III grupe sadržaj vode (75,41±0,55%) bio je statistički značajno (p<0,05) veći nego u ostalim grupama. Statistički značajno manji (p<0,05) sadržaj vode od ostalih grupa imalo je belo meso O-I grupe (73,17±0,67%). Sadržaj masti bio je statistički značajno veći (p<0,05) u belom mesu kontrolne (1,24±0,29%) i O-III grupe (1,33±0,19%) u odnosu na preostale ogledne grupe. Sadržaj masti u belom mesu O-I grupe (0,66±0,04%) bio je statistički značajno manji (p<0,05) od sadržaja masti u belom mesu ostalih grupa. Statistički značajno manji (p<0,05) sadržaj pepela izmeren je u belom mesu O-III grupe brojlera (1,02±0,01%) u odnosu na ostale eksperimentalne grupe.

Tabela 5.26. Hemijski sastav (%) mesa grudi brojlera (n=6)

Grupa	Proteini	Voda	Mast	Pepeo
	$\bar{X} \pm Sd$			
K	23,70±0,71 ^b	74±0,66 ^b	1,24±0,29 ^a	1,07±0,01 ^a
O-I	25,12±0,70 ^a	73,17±0,67 ^c	0,66±0,04 ^c	1,05±0,03 ^a
O-II	24,28±0,71 ^b	73,71±0,59 ^b	0,96±0,15 ^b	1,05±0,04 ^a
O-III	22,25±0,44 ^c	75,41±0,55 ^a	1,33±0,19 ^a	1,02±0,01 ^b

Legenda: različita slova ^{a,b,c} p<0,05.

U tabeli 5.27. prikazan je hemijski sastav mesa bataka sa karabatakom brojlera iz ogleda. Najveći sadržaj proteina bio je u mesu brojlera iz O-III grupe ($17,84 \pm 0,54\%$), a najmanji u mesu brojlera iz O-II grupe ($17,11 \pm 1,03\%$). Voda se u najvišem procentu nalazila u mesu brojlera iz O-I grupe ($77,83 \pm 0,56\%$), a u najmanjem u mesu brojlera iz kontrolne grupe ($77,21 \pm 1,12\%$). Sadržaj masti bio je između $4,24 \pm 0,28\%$ u mesu O-I grupe i $4,76 \pm 0,46\%$ u mesu O-III grupe. Prosečan sadržaj pepela u mesu O-III grupe ($0,90 \pm 0,03\%$) bio je statistički značajno veći od sadržaja pepela u mesu drugih grupa ($p < 0,05$).

Tabela 5.27. Hemijski sastav (%) mesa bataka sa karabatakom brojlera ($n=6$)

Grupa	Proteini	Voda	Mast	Pepeo
	$\bar{X} \pm Sd$			
K	$17,79 \pm 0,39$	$77,21 \pm 1,12$	$4,63 \pm 0,23$	$0,82 \pm 0,01^b$
O-I	$17,66 \pm 0,56$	$77,83 \pm 0,56$	$4,24 \pm 0,28$	$0,84 \pm 0,06^b$
O-II	$17,11 \pm 1,03$	$77,78 \pm 0,51$	$4,74 \pm 0,76$	$0,85 \pm 0,02^b$
O-III	$17,84 \pm 0,54$	$77,75 \pm 0,57$	$4,76 \pm 0,46$	$0,90 \pm 0,03^a$

Legenda: različita slova ^{a,b} $p < 0,05$.

5.6. Masnokiselinski sastav mesa (sadržaj n-6, n-3 masnih kiselina i njihov odnos)

Prosečan sadržaj zasićenih masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera prikazan je u tabeli 5.28. Prosečan sadržaj C14:0 masne kiseline O-I grupe ($1,03 \pm 0,069\%$) bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od sadržaja iste masne kiseline u mesu bataka sa karabatakom ostalih ispitivanih grupa. Prosečni sadržaj C14:0 masne kiseline u mesu brojlera iz kontrolne grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od sadržaja pomenute masne kiseline u mesu brojlera iz O-II grupe. Sadržaj C16:0 masne kiseline bio je između $17,46 \pm 0,730\%$ u kontrolnoj grupi i $21,11 \pm 0,527\%$ u O-I grupi. Sadržaj C16:0 masne kiseline u mesu bataka sa karabatakom brojlera iz grupe O-I ($21,11 \pm 0,527\%$) i O-III ($20,32 \pm 0,921\%$) bio je statistički značajno veći u odnosu na sadržaj iste masne kiseline u uzorcima mesa iz kontrolne grupe i O-II grupe ($18,13 \pm 0,872\%$) ($p < 0,05$). Prosečan sadržaj C18:0 masne kiseline u mesu bataka sa karabatakom brojlera iz grupe O-I ($7,47 \pm 0,480\%$) i O-III ($6,98 \pm 0,529\%$) bio je statistički značajno veći od sadržaja iste masne kiseline u mesu kontrolne ($6,70 \pm 0,931\%$) i O-II grupe ($5,96 \pm 0,794\%$) ($p < 0,05$). Ostale zasićene masne kiseline imale su manji sadržaj od 0,2%.

Tabela 5.28. Prosečan sadržaj (%) zasićenih masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera (n=6)

Masne kiseline	Grupa ($\bar{X} \pm Sd$)			
	K	O-I	O-II	O-III
C14:0	0,82±0,086 ^b	1,03±0,069 ^a	0,72±0,098 ^c	0,75±0,040 ^{bc}
C15:0	0,08±0,006 ^a	0,09±0,008 ^a	0,07±0,005 ^b	0,08±0,008 ^a
C16:0	17,46±0,730 ^a	21,11±0,527 ^b	18,13±0,872 ^a	20,32±0,921 ^b
C17:0	0,16±0,014 ^a	0,19±0,023 ^a	0,12±0,012 ^b	0,15±0,011 ^a
C18:0	6,70±0,931 ^a	7,47±0,480 ^b	5,96±0,794 ^a	6,98±0,529 ^b
C20:0	0,15±0,025	0,13±0,010	0,15±0,023	0,13±0,014
C22:0	0,08±0,019 ^a	0,07±0,022 ^a	0,11±0,027 ^b	0,07±0,022 ^a

Legenda: različita slova u redu- ^{a,b,c} –p<0,05.

U tabeli 5.29. prikazan je prosečan sadržaj mononezasićenih masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera. Prosečan sadržaj C16:1 masne kiseline u bataku sa karabatakom brojlera iz kontrolne grupe (2,04±0,398%) statistički je značajno manji nego sadržaj C16:1 u mesu brojlera iz ostalih ispitivanih grupa (O-I 2,98±0,618%; O-II 3,30±0,438% i O-III 3,13±0,143%) (p<0,05). Prosečan sadržaj C18:1cis-9 masne kiseline u bataku sa karabatakom bio je između 28,44±1,302% kontrolne grupe i 37,44±0,968% O-I grupe. Prosečan sadržaj C18:1cis-9 masne kiseline u bataku sa karabatakom brojlera iz O-I grupe statistički značajno je veći nego sadržaj iste masne kiseline u mesu brojlera iz O-III ogleadne grupe (34,41±0,911%), a on je opet veći od sadržaja pomenute masne kiseline u bataku sa karabatakom brojlera iz O-II grupe (32,25±0,807%) (p<0,05). Statistički značajno veći sadržaj C18:1cis-9 masne kiseline u bataku sa karabatakom O-II grupe bio je u odnosu na meso brojlera iz kontrolne grupe (p<0,05). Takođe, prosečan sadržaj masne kiseline C18:1cis-11 bio je statistički značajno različit između svih ispitivanih grupa sledećim padajućim nizom O-I > O-III > O-II > K (p<0,05). Najmanji sadržaj od svih mononezasićenih masnih kiselina u mesu svih ispitivanih grupa, čija je koncentracija praćena u ovom ogledu imala je masna kiselina C20:1 (manje od 1%), s tim da je statistički značajno veći sadržaj u odnosu na ostale ispitivane grupe imalo meso iz O-I grupe (0,50±0,029%) (p<0,05).

Tabela 5.29. Prosečan sadržaj (%) monozasićenih masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera (n=7)

Masne kiseline	Grupa ($\bar{X} \pm Sd$)			
	K	O-I	O-II	O-III
C16:1	2,04±0,398 ^a	2,98±0,618 ^b	3,30±0,438 ^b	3,13±0,143 ^b
C18:1cis-9	28,44±1,302 ^a	37,44±0,968 ^b	32,25±0,807 ^c	34,41±0,911 ^b
C18:1cis-11	1,27±0,077 ^a	2,10±0,129 ^b	1,43±0,051 ^a	1,66±0,126 ^a
C20:1	0,30±0,030 ^a	0,50±0,029 ^b	0,23±0,034 ^a	0,35±0,071 ^a

Legenda: različita slova u redu- ^{a,b,c} – p<0,05.

Prosečan sadržaj polinezasićenih masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera prikazan je u tabeli 5.30. Prosečan sadržaj masnih kiselina C18:2n-6, C18:3n-6 i C20:2n-6 u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera kontrolne grupe bio je statistički značajno veći (p<0,05) od sadržaja istih masnih kiselina u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera iz oglednih grupa. Prosečan sadržaj C18:2n-6 masne kiseline u batak sa karabatakom bio je između 23,90±1,378% O-I grupe i 38,36±1,851% kontrolne grupe. Prosečan sadržaj masne kiseline C18:2n-6 bio je statistički značajno veći (p<0,05) u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera iz O-II (26,64±0,973%) grupe u odnosu na sadržaj ove masne kiseline u mesu brojlera O-I grupe. Prosečan sadržaj masne kiseline C18:3n-6 bio je statistički značajno veći (p<0,05) u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera iz O-I grupe u odnosu na sadržaj ove masne kiseline u mesu brojlera O-II i O-III grupe (25,12±1,267%). Prosečan sadržaj masne kiseline C20:2n-6 bio je statistički značajno veći (p<0,05) u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera iz O-I grupe u odnosu na sadržaj ove masne kiseline u mesu brojlera O-II grupe. Prosečan sadržaj masnih kiselina C18:3n-3, C20:3n-3 i C22:5n-3 u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-II grupe bio je statistički značajno veći (p<0,05) od sadržaja istih masnih kiselina u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera ostalih ispitivanih grupa. Prosečan sadržaj C18:3n-3 masne kiseline u batak sa karabatakom bio je između 1,21±0,078% O-I grupe i 8,40±0,627% O-II grupe. Prosečan sadržaj C18:3n-3 masne kiseline u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-III grupe (4,71±0,397%) bio je statistički značajno veći (p<0,05) nego sadržaj iste masne kiseline u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera iz kontrolne (2,47±0,152%) i O-I grupe (1,21±0,078%), dok je sadržaj iste masne kiseline u uzorcima kontrolne grupe (2,47±0,152%) bio statistički značajno veći (p<0,05) u odnosu na isti u uzorcima O-I grupe. Prosečan sadržaj C20:3n-3 i C22:5n-3 masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-III grupe (0,12±0,028% i 0,50±0,042%) bio je statistički značajno veći (p<0,05) nego sadržaj istih masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera iz kontrolne (0,05±0,008% i

0,31±0,086%) i O-I grupe (0,05±0,028% i 0,24±0,076%). Prosečan sadržaj C20:5n-3 masne kiseline u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-I (0,49±0,225%) i O-II (0,57±0,205%) grupe bio je statistički značajno veći ($p<0,05$) nego sadržaj iste masne kiseline u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera iz kontrolne grupe (0,19±0,227%). Prosečan sadržaj C22:6n-3 masne kiseline u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-II grupe (0,46±0,171%) bio je statistički značajno veći ($p<0,05$) nego sadržaj iste masne kiseline u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera iz kontrolne (0,22±0,080%) i O-I grupe (0,25±0,125%). Prosečan sadržaj masne kiseline C20:3n-6 u uzorcima bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera nije se statistički značajno razlikovao između kontrolne i oglednih grupa brojlera ($p>0,05$).

Tabela 5.30. Prosečan sadržaj (%) polinezasićenih masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera ($n=6$)

Masne kiseline	Grupa ($\bar{X} \pm Sd$)			
	K	O-I	O-II	O-III
C18:2n-6	38,36±1,851 ^a	23,90±1,378 ^b	26,64±0,973 ^b	25,12±1,267 ^b
C18:3n-6	0,21±0,029 ^a	0,18±0,014 ^a	0,14±0,033 ^b	0,13±0,017 ^b
C18:3n-3	2,47±0,152 ^a	1,21±0,078 ^a	8,40±0,627 ^b	4,71±0,397 ^c
C20:2n-6	0,45±0,098 ^a	0,35±0,032 ^b	0,28±0,010 ^b	0,32±0,031 ^b
C20:3n-6	0,25±0,129 ^a	0,23±0,028 ^b	0,25±0,021 ^b	0,31±0,072 ^a
C20:3n-3	0,05±0,008 ^a	0,05±0,028 ^a	0,19±0,035 ^b	0,12±0,028 ^c
C20:5n-3	0,19±0,227 ^a	0,49±0,225 ^b	0,57±0,205 ^b	0,43±0,195 ^b
C22:5n-3	0,31±0,086 ^a	0,24±0,076 ^a	0,64±0,076 ^b	0,50±0,042 ^b
C22:6n-3	0,22±0,080 ^a	0,25±0,125 ^b	0,46±0,171 ^c	0,34±0,050 ^c

Legenda: različita slova u redu- ^{a,b,c} $p<0,05$.

U tabeli 5.31. prikazan je prosečan sadržaj ukupnih zasićenih (SFA), mononezasićenih (MUFA) i polinezasićenih masnih kiselina (PUFA). Prosečan sadržaj SFA i MUFA u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-I grupe (30,09±0,350% i 43,02±1,536%) bio je statistički značajno veći ($p<0,05$) od sadržaja istih masnih kiselina u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera ostalih ispitivanih grupa. Prosečan sadržaj SFA u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-III grupe (28,48±1,296%) bio je statistički značajno veći ($p<0,05$) od sadržaja istih masnih kiselina u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera kontrolne (25,44±1,335%) i O-II grupe (25,25±1,579%). Prosečan sadržaj MUFA u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-III grupe (39,54±0,900%) bio je statistički značajno veći ($p<0,05$) od sadržaja istih masnih kiselina u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera kontrolne (32,05±1,618%) i O-II grupe (37,20±0,867%), a

njihov sadržaj u uzorcima O-II grupe statistički značajno veći ($p < 0,05$) od istog kontrolne grupe brojlera. Prosečan sadržaj PUFA u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera kontrolne grupe ($42,51 \pm 1,935\%$) bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od sadržaja istih masnih kiselina u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera ostalih ispitivanih grupa. Prosečan sadržaj PUFA u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-II grupe ($37,55 \pm 1,608\%$) bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od sadržaja istih masnih kiselina u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera O-III ($31,98 \pm 1,788\%$) i O-I ($26,89 \pm 1,489\%$) grupe, a njihov sadržaj u uzorcima O-III grupe statistički značajno veći ($p < 0,05$) od istog O-I grupe brojlera.

Tabela 5.31. Prosečan sadržaj (%) SFA, MUFA i PUFA u uzorcima mesa bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera ($n=6$)

Masne kiseline	Grupa ($\bar{X} \pm Sd$)			
	K	O-I	O-II	O-III
SFA	$25,44 \pm 1,335^c$	$30,09 \pm 0,350^a$	$25,25 \pm 1,579^c$	$28,48 \pm 1,296^b$
MUFA	$32,05 \pm 1,618^d$	$43,02 \pm 1,536^a$	$37,20 \pm 0,867^c$	$39,54 \pm 0,900^b$
PUFA	$42,51 \pm 1,935^a$	$26,89 \pm 1,489^d$	$37,55 \pm 1,608^b$	$31,98 \pm 1,788^c$

Legenda: različita slova u redu- ^{a,b,c,d} – $p < 0,05$.

Prosečan sadržaj n-3, n-6 i njihov odnos (n-6/n-3) u uzorcima bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera prikazani su u tabeli 5.32. Prosečan sadržaj n-3 masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-II grupe ($10,25 \pm 0,708\%$) bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od sadržaja istih masnih kiselina u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera ostalih ispitivanih grupa. Prosečan sadržaj n-3 masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-III grupe ($6,11 \pm 0,484\%$) bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) nego sadržaj istih masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera iz kontrolne ($3,24 \pm 0,251\%$) i O-I grupe ($2,23 \pm 0,331\%$). Takođe, sadržaj n-3 masnih kiselina u uzorcima kontrolne grupe bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) u odnosu na isti u uzorcima O-I grupe. Prosečan sadržaj n-6 masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera kontrolne grupe ($39,27 \pm 1,877\%$) bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od sadržaja istih masnih kiselina u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera ostalih ispitivanih grupa. Prosečan sadržaj n-6 masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-II grupe ($27,31 \pm 0,983\%$) bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) nego sadržaj istih masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera iz O-III ($25,50 \pm 1,337\%$) i O-I grupe ($24,66 \pm 1,430\%$). Odnos n-6/n-3 bio je između $2,67 \pm 0,122$ O-II grupe i $12,18 \pm 1,024$ kontrolne. Očekivano najmanji

odnos n-6/n-3 bio je u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-II grupe ($2,67 \pm 0,122$). Prosečan odnos n-6/n-3 masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera kontrolne (12,18 \pm 1,024) i O-I grupe (11,24 \pm 1,671) bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od odnosa n-6/n-3 u uzorcima mesa bataka sa karabatakom brojlera O-II i O-III grupa (4,18 \pm 0,183). Odnos n-6/n-3 masnih kiselina u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-II grupe bio je statistički značajno manji ($p < 0,05$) u odnosu na prosečan odnos n-6/n-3 u uzorcima bataka sa karabatakom brojlera O-III grupe.

Tabela 5.32. Prosečan sadržaj (%) n-3, n-6 i odnos n-6/n-3 u uzorcima bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera (n=6)

Masne kiseline	Grupa ($\bar{X} \pm Sd$)			
	K	O-I	O-II	O-III
n-3	3,24 \pm 0,251 ^c	2,23 \pm 0,331 ^d	10,25 \pm 0,708 ^a	6,11 \pm 0,484 ^b
n-6	39,27 \pm 1,877 ^a	24,66 \pm 1,430 ^b	27,31 \pm 0,983 ^c	25,50 \pm 1,337 ^b
n-6/n-3	12,18 \pm 1,024 ^a	11,24 \pm 1,671 ^a	2,67 \pm 0,122 ^c	4,18 \pm 0,183 ^b

Legenda: različita slova u redu- ^{a,b,c,d} – $p < 0,05$.

5.7. Senzorne osobine mesa (prihvatljivost proizvoda Rang testom, deset osenjivača, dva ponavljanja)

U tabelama 5.33. i 5.34. prikazani su rezultati ispitivanja prihvatljivosti uzoraka Rang testom mesa grudi i bataka sa karabatakom brojlera ispitivanih grupa. U tabeli 5.33 vidimo da su uzorci mesa grudi brojlera iz kontrolne grupe (16) statistički značajno ($p < 0,05$) bolje ocenjeni, tj. prihvatljiviji za upotrebu u odnosu na uzorke mesa grudi brojlera oglednih grupa (O-I=34; O-II,O-III=35), s obzirom da su imali manji zbir rangova. Iz rezultata tabele 5.34 vidimo da su uzorci bataka sa karabatakom brojlera kontrolne grupe (24) imali statistički značajno bolje ($p < 0,05$) ocene od uzoraka O-II grupe (43). U istoj tabeli takođe vidimo da su uzorci bataka sa karabatakom O-III grupe (21) imali najbolju senzornu ocenu i statistički značajno bolju ($p < 0,01$) od uzoraka iz O-II grupe (43).

Tabela 5.33. Senzorna ocena mesa grudi brojlera

	Grupe			
	K	O-I	O-II	O-III
Zbir rangova	16	34	35	35
Razlika prema	K	-	18 ^a	19 ^a
	O-I	-	-	1

Legenda: ^a – $p < 0,05$; kritična razlika 17

Tabela 5.34. Senzorna ocena mesa bataka sa karabatakom brojlera

	Grupe			
	K	O-I	O-II	O-III
Zbir rangova	24	32	43	21
Razlika prema	K	-	8	19 ^a
	O-I	-	-	11
	O-II	-	-	22 ^b

Legenda: ^a – p<0,05; ^b – p<0,01; kritična razlika za p<0,05 je 17 a za p<0,01 je 20

5.8. Lipidni indeksi (LI) (aterogeni indeks -AI, trombogeni indeks -TI, kao i hipo/hiperholesterolemični - h/H indeks)

U tabeli 5.35. prikazani su različiti lipidni indeksi, koji se koriste u medicinskim istraživanjima. Ti lipidni indeksi su: aterogeni indeks (AI), trombogeni indeks (TI) i hipo/hiperholesterolemični indeks (h/H). Statistički značajno manji (p<0,05) aterogeni indeks imali su uzorci mesa brojlera kontrolne (0,28) i O-II grupe (0,27) u odnosu na uzorke mesa brojlera preostale dve ogledne grupe (0,32 i 0,36). Statistički značajno manji (p<0,05) trombogeni indeks imalo je meso brojlera O-II grupe (0,10) u odnosu na uzorke mesa brojlera ostalih ispitivanih grupa (0,12 i 0,13). Statistički značajno veći (p<0,05) hipo/hiperholesterolemični indeks imali su uzorci mesa brojlera kontrolne (3,80) i O-II grupe (3,61) u odnosu na uzorke mesa preostale dve ispitivane grupe brojlera (1,40 i 2,87).

Tabela 5.35. Lipidni indeksi (LI) (aterogeni indeks -AI, trombogeni indeks -TI i hipo/hiperholesterolemični - h/H indeks)

Lipidni indeksi	Grupa				Standardna greška	p-vrednost
	K	O-I	O-II	O-III		
AI	0,28 ^a	0,36 ^b	0,27 ^a	0,32 ^b	0,031	<0,0001
TI	0,13 ^a	0,12 ^a	0,10 ^b	0,12 ^a	0,009	0,034
h/H	3,80 ^a	1,40 ^b	3,61 ^a	2,87 ^b	0,190	<0,0001

Legenda: različita slova u redu- ^{a,b} – p<0,05.

5.9. Sadržaj MDA (malondialdehida) u mesu bataka sa karabatakom

U tabeli 5.36. prikazan je prosečan sadržaj MDA (mg/kg) u svežim uzorcima bataka ispitivanih grupa sa merama varijacije. Sadržaj MDA u uzorcima bataka kontrolne grupe (0,20 mg/kg) bio je statistički značajno veći ($p < 0,05$) od sadržaja MDA u uzorcima bataka O-I (0,16 mg/kg) i O-III grupe (0,16 mg/kg).

Tabela 5.36. Prosečan sadržaj MDA (mg/kg) u svežim uzorcima bataka kontrolne i oglednih grupa

MDA	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K	0,20 ^a	0,02	0,01	0,17	0,23	10,63
O-I	0,16 ^b	0,02	0,01	0,14	0,20	14,85
O-II	0,17 ^{ab}	0,02	0,01	0,15	0,21	13,41
O-III	0,16 ^b	0,02	0,01	0,14	0,20	13,69

Napomena: n=6; različita slova - ^{a,b} - $p < 0,05$.

Prosečan sadržaj MDA u uzorcima bataka svih eksperimentalnih grupa određen nakon tri meseca skladištenja prikazan je u tabeli 5.37. Statistički značajno manji ($p < 0,05$) sadržaj MDA registrovan je u uzorcima bataka iz O-I grupe (0,21 mg/kg) u odnosu na uzorke bataka iz O-III (0,23 mg/kg) i kontrolne grupe (0,26 mg/kg), dok je pomenuti sadržaj bio statistički značajno manji ($p < 0,01$) i od sadržaja MDA u uzorcima bataka iz O-II grupe (0,26 mg/kg).

Tabela 5.37. Prosečan sadržaj MDA (mg/kg) u uzorcima bataka kontrolne i oglednih grupa nakon 3 meseca skladištenja

MDA	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K	0,26 ^a	0,04	0,01	0,23	0,31	13,55
O-I	0,21 ^{b*}	0,02	0,01	0,19	0,25	10,10
O-II	0,26 ^{a*}	0,03	0,01	0,22	0,30	10,38
O-III	0,23 ^a	0,02	0,01	0,20	0,25	9,12

Napomena: n=6, različita slova ^{a,b} $p < 0,05$; * - $p < 0,01$.

U tabeli 5.38. prikazan je prosečan sadržaj MDA u uzorcima bataka kontrolne i oglednih grupa određen nakon 6 meseci skladištenja. Statistički značajno manji ($p < 0,001$) sadržaj MDA određen je u uzorcima bataka iz O-I grupe brojlera (0,30 mg/kg) u odnosu na sve ostale eksperimentalne grupa (0,38 – 0,40 mg/kg).

Tabela 5.38. Prosečan sadržaj MDA (mg/kg) u uzorcima bataka kontrolne i oglednih grupa nakon 6 meseci skladištenja

MDA	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	0,40 ^a	0,02	0,01	0,37	0,44	6,11
O-I	0,30 ^b	0,03	0,01	0,26	0,34	9,00
O-II	0,39 ^a	0,03	0,01	0,35	0,43	6,80
O-III	0,38 ^a	0,03	0,01	0,34	0,41	7,11

Napomena: n=6; različita slova ^{a,b} p<0,05.

5.10. Biohemijski parametri u krvi

U tabeli 5.39. prikazane su koncentracije holesterola i triglicerida u krvi brojlera svih ispitivanih grupa 20. i 42. dana. Prosečna koncentracija holesterola u krvi brojlera O-I (2,80), O-II (2,60 mmol/L) i O-III (2,90 mmol/L) grupe 20. dana ogleda bila je statistički značajno manja (p<0,05) u odnosu na koncentraciju holesterola u krvi brojlera kontrolne grupe (5,09 mmol/L). Koncentracija holesterola u krvi brojlera O-II (2,10 mmol/L) grupe 42. dana ogleda bila je najmanja, ali bez statistički značajne razlike u odnosu na ostale ispitivane grupe. Koncentracija triglicerida u krvi 20. dana ogleda bila je najmanja kod brojlera kontrolne grupe (0,88 mmol/L), a 42. dana primećuje se numeričko smanjenje sadržaja triglicerida kod svih grupa brojlera u odnosu na 20.dan ogleda. Kod brojlera O-I grupe (0,28 mmol/L) je ta vrednost bila najniža ali bez statističke značajnosti u odnosu na druge eksperimentalne grupe (0,40 – 0,44 mmol/L).

Tabela 5.39. Biohemijski parametri u krvi (prosečna koncentracija holesterola i triglicerida), n=7

Parametri (mmol/L)	Dan	Grupa				Standardna greška	p-vrednost
		K	O-I	O-II	O-III		
Holesterol	20.	5,09 ^a	2,80 ^b	2,60 ^b	2,90 ^b	0,026	<0,0001
	42.	2,40 ^a	2,30 ^a	2,10 ^b	2,21 ^b	0,019	<0,0001
Trigliceridi	20.	0,88 ^a	1,03 ^b	0,94 ^a	1,23 ^b	0,003	<0,0001
	42.	0,41 ^a	0,28 ^b	0,44 ^a	0,40 ^a	0,002	<0,0001

Legenda: različita slova u redu- ^{a,b}– p<0,05.

5.11. Ekonomičnost proizvodnje

Izračunati na osnovu proizvodnih rezultata ogleda, u tabeli 5.40 su prikazani indeksi ekonomičnosti proizvodnje brojlera (EPEF - *European Production Efficiency Factor*; EBI - *European Broiler Index*) za sve ispitivane grupe. Najekonomičnije proizvodne rezultate, po EPEF i EBI indeksima, imala je O-II grupa brojlera (EPEF=324,16 i EBI=31768,45). Nakon O-II grupe, prema oba indeksa, sledio je sledeći padajući niz ekonomičnosti proizvodnje K (EPEF=320,77 i EBI=31445,32) > O-I (EPEF=320,77 i EBI=31445,32) > O-III (EPEF=304,14 i EBI=29796,70).

Tabela 5.40. *Ekonomičnost proizvodnje brojlera*

Ekonomičnost proizvodnje	Grupa			
	K	O-I	O-II	O-III
EPEF	320,77	319,99	324,16	304,14
EBI	314,45	313,45	317,68	297,97

6. DISKUSIJA

U svetu trenutno živi nešto više od 7,8 milijardi ljudi sa trendom stalnog rasta broja stanovnika. Prema različitim izvorima procenjuje se da će do 2050. godine na zemlji živeti između 9,6 i 9,9 milijardi ljudi. Najveći rast broja ljudi na planeti zabeležen je između 1959. i 1999. godine, kada se svetska populacija udvostručila i sa 3 milijarde ljudi povećala na 6 milijardi ljudi za samo 40 godina. Godišnja stopa rasta broja stanovnika na zemlji 60-tih godina bila je preko 2%, a trenutno iznosi 1,05% i poslednjih 30 godina konstantno opada. Prosečna starost ljudi na svetu 1985. godine bila je 23 godine, dok je 2020. godine dosegla 30,9 godina. To je direktna posledica povećanja životnog standarda i napretka u medicini. Čovek uvek teži za poboljšanjem uslova života i daljim napretkom u svim aspektima svog delovanja. Nakon pronalaska vakcina i antibiotika mnoge bolesti postale su izlečive, što je direktno dovelo do povećanja broja stanovnika na zemlji, kao i do produženja životnog veka čoveka. Trenutno najveću pretnju po zdravlje ljudi u svetu predstavljaju bolesti kardiovaskularnog sistema i neoplastična obolenja, koja se gotovo sva mogu dovesti u vezu sa zagađenjem životne sredine i lošom ishranom. Prema podacima Svetske Zdravstvene Organizacije svake godine u svetu umre 17,9 miliona ljudi kao posledica kardiovaskularnih obolenja, što predstavlja 31% od svih smrtnih slučajeva u svetu. Stanovnike Srbije i regiona trebao bi još dodatno da zabrine podatak da više od 75% smrtnih slučajeva u svetu uzrokovanih kardiovaskularnim obolenjima se desi u srednje i slabo razvijenim zemljama. Kardiovaskularne bolesti su vodeći uzrok smrti u svetu, dok tumori predstavljaju drugi najčešći uzrok smrti u svetu sa 9,56 miliona slučajeva godišnje (2017.) što predstavlja 16,7% smrtnih slučajeva u svetu. To znači da bez malo svaki drugi smrtni slučaj u svetu je uzrokovan nekim oblikom tumora ili kardiovaskularnim obolenjem. Veći deo slučajeva kardiovaskularnih obolenja se može prevenirati uvođenjem zdravih životnih navika, prestankom pušenja, smanjenjem konzumacije alkohola, zdravom ishranom i povećanjem fizičke aktivnosti (SZO, 2015). Iz tog razloga trenutno najviše pažnje u svetu uzimaju zaštita životne sredine, obnovljivi izvori energije, zdrava ishrana, zdrav način života i zaštita zdravlja kardiovaskularnog sistema. Kroz istoriju ishrana čoveka se menjala, ali najintenzivnije promene doživela je od industrijske revolucije na ovamo. Od tada ljudi sve manje vremena provode u pripremi hrane. Došlo je do naglog povećanja upotrebe ugljenih hidrata u ishrani čoveka, a kasnije i sve manje upotrebe masti i namirnica animalnog porekla. Sve masti su greškom okarakterisane kao glavni uzročnici arteroskleroze i ostalih kardiovaskularnih obolenja. Došlo je do više promena u hemijskom sastavu ishrane čoveka, a najmarkantnija promena bila je povećanje unosa lakosvarljivih ugljenih hidrata i poremećaj u odnosu n-6/n-3 masnih kiselina. Sa pojavom mišljenja da su masti životinjskog porekla u ishrani odgovorne za pojavu kardiovaskularnih oboljenja došlo je do upotrebe biljnih ulja bogatih n-6 masnim kiselinama u ishrani, što je dovelo do poremećaja pomenutog odnosa masnih kiselina. Tek kasnije naučnici su otkrili da nemaju sve masti isti uticaj na zdravlje kardiovaskularnog sistema.

Pokazano je da n-3 masne kiseline imaju povoljan uticaj na kardiovaskularni sistem. Odnos n-6/n-3 masnih kiselina u doba paleolita bio je 1:1, a u modernoj ishrani zapadnog sveta doseže do 20:1, što predstavlja veliku opasnost po opšte zdravlje ljudi, a posebno po zdravlje kardiovaskularnog sistema. Kroz istoriju čoveka pa sve do pojave industrijske revolucije i nagle promene u ishrani čoveka kardiovaskularna obolenja nisu bila među vodećim uzročnicima smrtnih slučajeva. Upotrebom žita i biljnih ulja u tovu životinja čije se meso kasnije koristi za ishranu ljudi, dobija se meso bogato n-6 masnim kiselinama, sa visokim odnosom n-6/n-3 MK. Ta pojava mogla bi se prevenirati upotrebom različitih biljnih i ribljih ulja bogatih n-3 masnim kiselinama u smešama za tov životinja.

Poglavlje Diskusija, shodno dobijenim rezultatima, podeljeno je u jedanaest podpoglavlja:

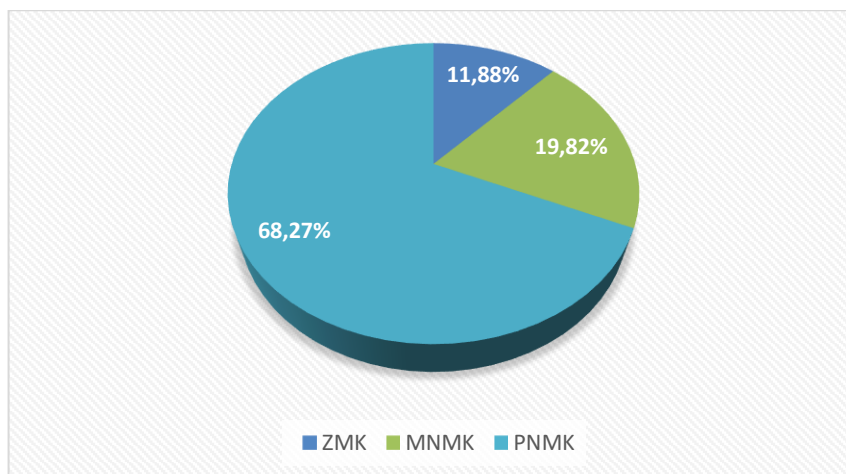
1. Hemijski i masnokiselinski sastav hrane (sadržaj pojedinačnih masnih kiselina), ukupan sadržaj n-6 i n-3 masnih kiselina kao i njihov odnos u hrani
2. Proizvodni rezultati brojlera u tovu (telesna masa, prirast, konzumacija i konverzija)
3. Parametri prinosa mesa
4. pH vrednost i temperature mesa 30 minuta i 24 časa posle klanja životinja
5. Hemijski sastav mesa (belo meso i batak sa karabatakom)
6. Masnokiselinski sastav mesa (sadržaj n-6, n-3 masnih kiselina i njihov odnos)
7. Senzorne osobine mesa (prihvatljivost proizvoda Rang testom, deset osenjivača, dva ponavljanja)
8. Lipidni indeksi (LI) (aterogeni indeks -AI, trombogeni indeks -TI, kao i hipo/hiperholesterolemični - h/H) indeks
9. Sadržaj MDA (malondialdehida) u mesu bataka sa karabatakom
10. Biohemijski parametri u krvi
11. Ekonomičnost proizvodnje

6.1. Hemijski i masnokiselinski sastav hrane (sadržaj pojedinačnih masnih kiselina), ukupan sadržaj n-6 i n-3 masnih kiselina kao i njihov odnos u hrani

Svake godine u SAD-u umre blizu 800 hiljada ljudi od srčanog udara ili neke druge bolesti kardiovaskularnog sistema, što predstavlja više od 30% od svih smrtnih slučajeva u SAD-u (CDC, 2015). SAD na dnevnom nivou potroše 1 milijardu dolara na troškove lečenja kardiovaskularnih obolenja, a predviđa se da će do 2030. godine srčana obolenja koštati SAD preko 1.000 milijardi dolara godišnje, od čega će čak 275 milijardi predstavljati troškovi smanjene produktivnosti na poslu (CDC, 2015). Nacionalni centar SAD-a za kontrolu i prevenciju bolesti (CDC) uz mnogobrojne nevladine organizacije trenutno vodi petogodišnju kampanju sa ciljem sprečavanja milion srčanih

udara godišnje. CDC navodi da bi se željeni rezultati mogli postići promenama u životnom stilu stanovništva, kao i smanjenjem stresa na radnom mestu. Međutim, najveće promene mogle bi se očekivati kada bi došlo do promene u ishrani stanovništva. Važnost n-3 masnih kiselina i odnosa n-6/n-3 masnih kiselina u ishrani za zdravlje kardiovaskularnog sistema je velika. Poznato je da je odnos n-6/n-3 masnih kiselina u ishrani stanovnika SAD-a jako visok i kreće se do 25:1. Sa druge strane isti odnos u ishrani stanovnika Japana je jako nizak i veoma blizu idealnog, što ima svoje posledice na zdravlje kardiovaskularnog sistema japanskog stanovništva. Naime, iako stanovništvo Japana u proseku najbrže stari u Svetu, Japan troši 18 puta manje sredstava za lečenje srčane insuficijencije. SAD je 2012. godine trošio 20,9 milijardi dolara na lečenje srčane insuficijencije, a predviđa se da će 2030. trošiti 50,3 milijarde dolara godišnje. Zanimljivo je spomenuti da je 68% novca za lečenje srčane insuficijencije u Japanu potrošeno na lečenje pacijenata starijih od 75 godina (K. Kanaoka i sar., 2012). Ulaganjem u prevenciju kardiovaskularnih bolesti moglo bi doći do jako velikih ušteda. Pre svega potrebno je da se probudi svest ljudi o pravilnoj ishrani, kao i da se dođe do novih, praktičnih rešenja u ishrani čoveka, koji bi doveli do povećanog unosa n-3 masnih kiselina. Jednim od takvih rešenja bavi se i ova disertacija, a to je formiranje ekonomski isplative funkcionalne namirnice koja bi u sebi sadržala povoljan odnos n-6/n-3 masnih kiselina. Pokazana je efikasnost n-3 masnih kiselina i kod osoba kod kojih je već dijagnostikovana koronarna bolest. Kod takvih osoba ishranom bogatom n-3 masnim kiselinama smanjen je rizik od smrtnog ishoda uzrokovanog koronarnom bolešću za 56%, a rizik od pojave tumora za 63% (Lorgeril i sar., 1998).

Za potrebe ove disertacije u ogledu su korištene tri smeše za različiti uzrast brojlera. Od 1. do 10. dana brojleri su hranjeni potpunom smešom za ishranu brojlera I (starter), od 11. do 21. dana potpunom smešom za ishranu brojlera II (grover), a potpunom smešom za ishranu brojlera III (finišer) od 22. do 42. dana, tj. do kraja tova. Kukuruz je u sve tri smeše bio osnovno hranivo sa nešto više od 52% udela u starteru, u groveru preko 55%, a u finišeru preko 58%. U sve tri smeše za različite uzraste korišteni su sojin griz, sojina sačma i suncokretova sačma. Od dodataka potpunoj krmnoj smeši korišteni su monokalcijum fosfat, stočna kreda, stočna so, premiks, lizin i metionin. Kod oglednih grupa korišteni su još i svinjska mast i laneno ulje, čiji hemijski sastav gotovo u potpunosti predstavljaju masti (99,66%). Udeo zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u preparatu lanenog ulja, prema deklaraciji proizvođača (Granum®Food), prikazan je grafikonom 6.1.

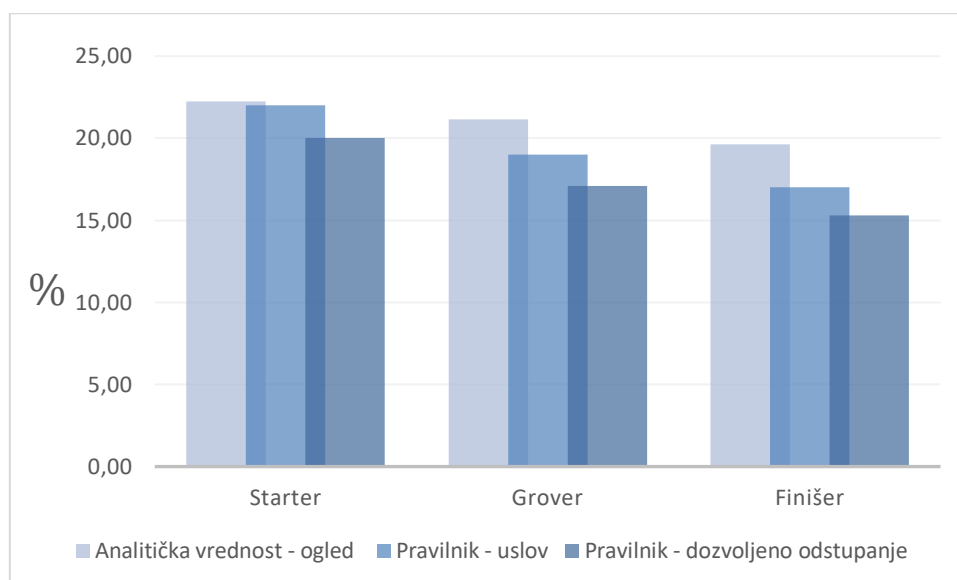


Grafikon 6.1. *Masnokiselinski sastav lanenog ulja (Granum®Food)*

6.1.1. *Hemijski sastav potpunih smeša za ishranu brojlera*

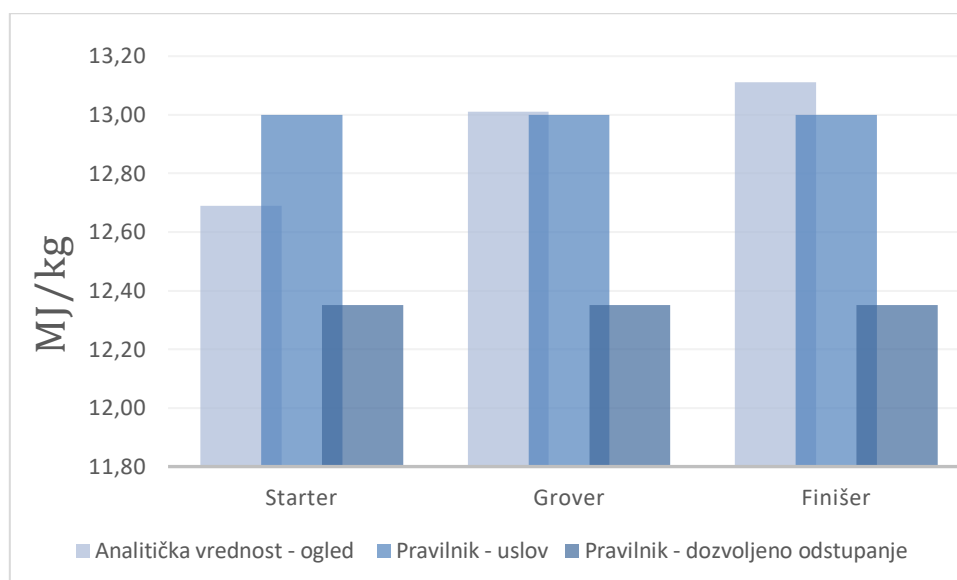
U tabeli 5.1 prikazan je analitički hemijski sastav potpunih krmnih smeša za sva tri različita uzrasta brojlera. U ogledu rađenom za potrebe ove doktorske disertacije oglednoj grupi I, II i III dodati su u različitim količinama svinjska mast i/ili laneno ulje. U smeše za ishranu brojlera ogledne grupe I dodata je svinjska mast u količini od 1,0% za starter, za grover 2,5% i finišer 5%. U smeše za ishranu brojlera ogledne grupe II dodato je laneno ulje u identičnim koncentracijama za određeni uzrast brojlera. U smeše za ishranu brojlera iz ogledne grupe III dodate su svinjska mast i laneno ulje u jednakim koncentracijama, i to: 0,5% za starter, 1,25% za grover i 2,5% za finišer. Svinjska mast i laneno ulje dodati su u navedene smeše u zamenu za kukuruz i sojin griz, kao najzastupljenija hraniva u potpunim smešama za ishranu brojlera, tako da nisu mogli značajnije uticati na hemijski sastav potpunih krmnih smeša. Hemijski sastav potpunih krmnih smeša je dodatno izjednačen među oglednim grupama optimizovanjem količina sojine sačme za starter i grover, kao i suncokretove sačme za finišer, kako bi se na kraju dobile izoproteinske i izoenergetske smeše.

Analitičkom analizom hemijskog sastava potpunih krmnih smeša utvrđeno je da je sadržaj proteina u starteru (22,24%), groveru (21,14%) i finišeru (19,62%) zadovoljavao minimalne potrebe definisane Pravilnikom o kvalitetu hrane za životinje (22%) (Službeni glasnik RS, 2010, 2012, 2014, 2015 i 2016). Sadržaj proteina je bio veći od preporučenog Pravilnikom o kvalitetu hrane za životinje (grafikon 6.2).



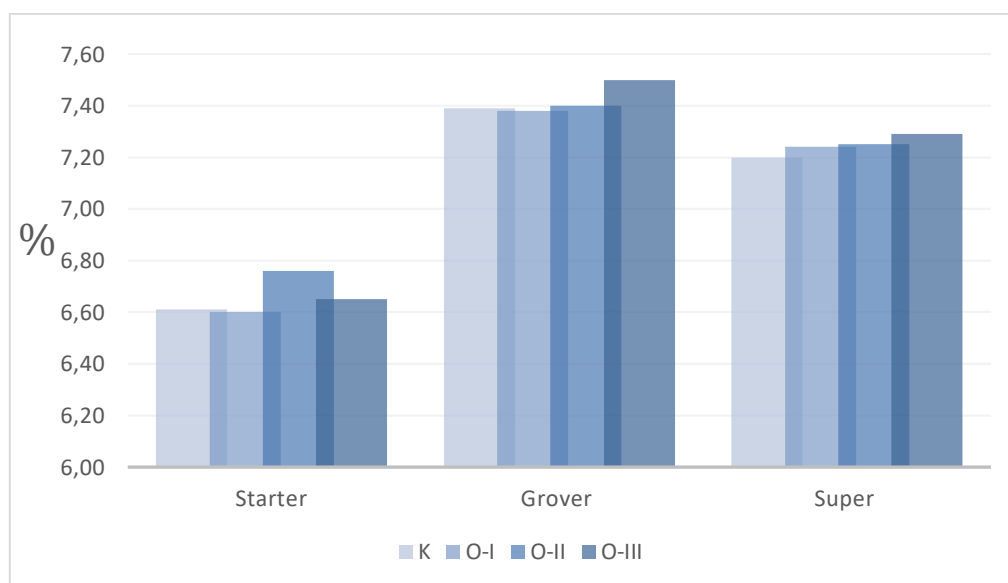
Grafikon 6.2. Uporedni prikaz prosečnih analitičkih vrednosti koncentracije proteina za kontrolne i ogledne smeše, preporuke Pravilnika o kvalitetu hrane za životinje za koncentraciju proteina u smešama i donje granice dozvoljenog odstupanja (do 10% od relativne vrednosti) za koncentraciju proteina u smešama za tov brojlera istog Pravilnika (Službeni glasnik RS, 2010, 2012, 2014, 2015 i 2016).

Metabolička energija startera (12,69 - 12,71 MJ/kg) (tabela 4.1) bila je nešto manja od preporučene Pravilnikom o kvalitetu hrane za životinje (13 MJ/kg), ali u granicama dozvoljenih odstupanja, tj. 5% od apsolutne vrednosti preporučene metaboličke energije (12,35 MJ/kg) (Službeni glasnik RS, 2010, 2012, 2014, 2015 i 2016). Sa druge strane, metabolička energija grovera (13,01 – 13,03 MJ/kg) i finišera (13,11 – 13,13 MJ/kg) bile su veće od preporučenih vrednosti Pravilnika (13 MJ/kg) (grafikon 6.3). Kao što je već navedeno sve smeše kontrolnih i oglednih grupa za određenu fazu tova imale su približne vrednosti metaboličke energije, tj. bile su izoenergetske.



Grafikon 6.3. Uporedni prikaz metaboličkih energija potpunih krmnih smeša, preporuka Pravilnika i donjih granica dozvoljenih odstupanja istog Pravilnika (Službeni glasnik RS, 2010, 2012, 2014, 2015 i 2016).

Sadržaj masti u starter i groveru odgovarao je preporukama Pravilnika o kvalitetu hrane (5%), dok preporučeni sadržaj masti za finišer prema pomenutom pravilniku nije određen (Službeni glasnik RS, 2010, 2012, 2014, 2015 i 2016) (grafikon 6.4).



Grafikon 6.4. Uporedni prikaz sadržaja masti u smešama kontrolne i oglednih grupa

Sadržaj vlage, pepela, kalcijuma, fosfora, vitamina i aminokiselina u smešama koje su korištene za ishranu životinja u ogledu za izradu ove disertacije odgovarao je u potpunosti preporukama Pravilnika o kvalitetu hrane za životinje.

Trenutni trend u svetu je proizvodnja funkcionalne hrane, a kao najčešće korišten aditiv u ishrani životinja u svrhu dobijanja funkcionalnih namirnica su n-3 masne kiseline. Pokazano je da je masnokiselinski sastav hrane kojom se hrane životinje u visokom procentu sličan masnokiselinskom sastavu dobijenog mesa, što znači da se pravilnim izborom masti u hrani za životinje može dobiti funkcionalna namirnica sa povoljnim masnokiselinskim sastavom. Upotrebom preparata lana u ogledima sa svinjama dobijeno je meso bogato n-3 masnim kiselinama (Todorović, 2014).

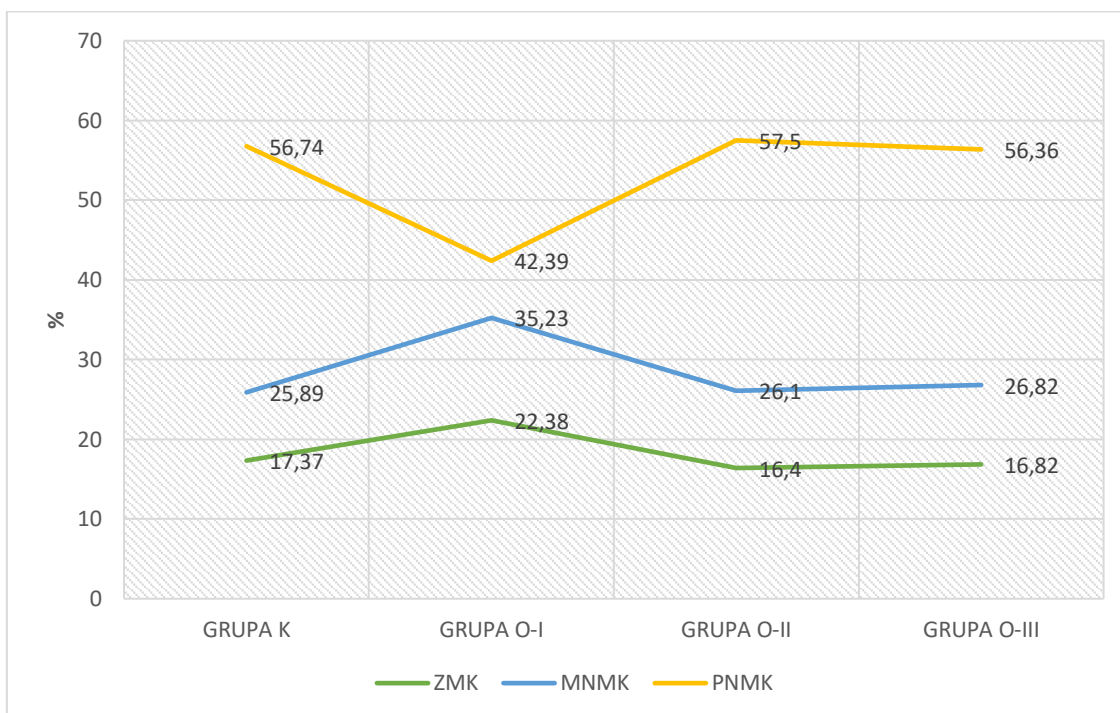
6.1.2. *Masnokiselinski sastav hrane za brojler*

Masti i ulja su jedinjenja koja pripadaju lipidima i dele sličnu građu i sličan hemijski sastav, ali imaju različite hemijske i fizičke osobine. Masti su na sobnoj temperaturi u čvrstom agregatnom stanju, dok su ulja uglavnom u tečnom. Masti su u najvećoj meri izgrađane od zasićenih masnih kiselina, dok su ulja uglavnom građena od nezasićenih masnih kiselina. Masne kiseline predstavljaju osnovnu gradivnu jedinicu svih masti i ulja i određuje njihove fizičke i hemijske osobine. Masne kiseline se dele na dva načina: po dužini njihovog lanca i po kvalitetu međusobnih veza između C atoma. Po dužini ugljenikovog lanca dele se na kratkolančane (do 4 C atoma), srednjelančane (od 6 do 12 C atoma) i masne kiseline dugog lanca (više od 12 C atoma). Po kvalitetu veza između C atoma u lancu dele se na: zasićene masne kiseline (ZMK), mononezasićene masne kiseline (MNMK) i polinezasićene masne kiseline (PNMK). Nezasićene masne kiseline dalje se dele prema poziciji poslednje nezasićene veze između C atoma u lancu, pa tako imamo: n-3, n-6 i n-9 masne kiseline. Najzdravije po organizam čoveka, a samim tim i najpoženije u ishrani, su svakako n-3 masne kiseline. Najbogatiji izvori ovih masnih kiselina su biljna ulja (laneno, kanola i maslinovo), orašasti plodovi (orah, indijski orah, pistacije) i plava riba dubokih mora (tuna, losos, bakalar).

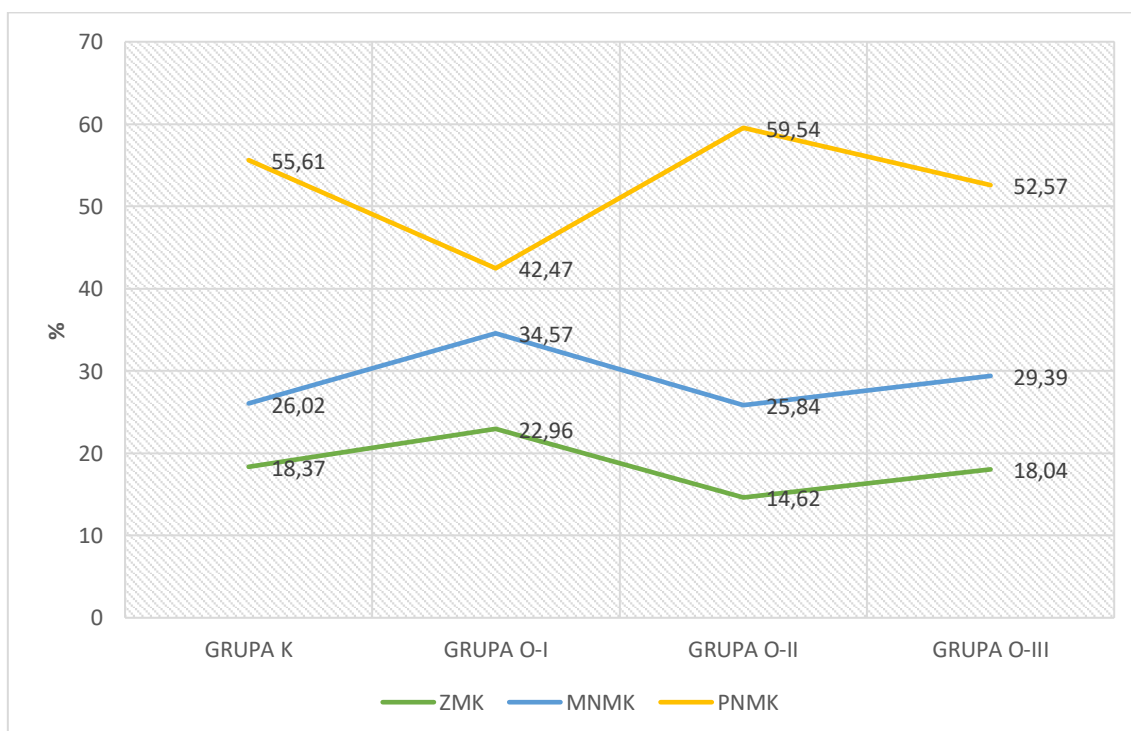
Pokazano je da se dodavanjem n-3 masnih kiselina u smeše za tov brojlera dobijaju trupovi sa manje visceralne masnoće, a više proteina u mesu, što je sa komercijalne tačke gledišta jako poželjno (Sanz i sar., 2000; Leeson i Summers, 2005). Pretpostvaljaju se da se energija dobijena iz NZMK koristi za više procesa u organizmu, a ne samo za skladištenje energije u depoe masti (Leeson i Summers, 2005).

Masnokiselinski sastav smeša korištenih u ogledu za potrebe ove disertacije definisan je izborom hraniva, kao i dodavanjem različitih inkluzija svinjske masti i lanenog ulja u različite smeše.

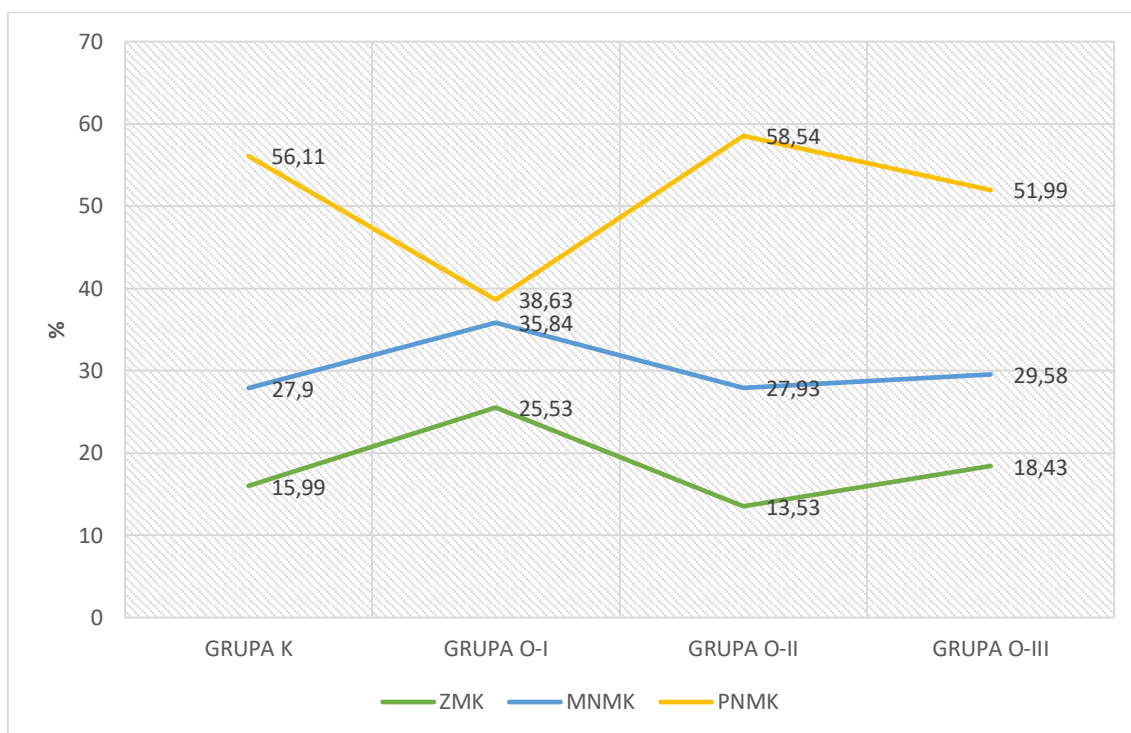
Masnokiselinski sastav, tj. odnos ZMK, MNMK i PNMK u starteru, groveru i finišeru prikazan je grafikonom 6.5 – 6.7.



Grafikon 6.5. Uporedni prikaz prosečnog sadržaja (%) ZMK, MNMK i PNMK u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera I (starter).



Grafikon 6.6. Uporedni prikaz prosečnog sadržaja (%) ZMK, MNMK i PNMK u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera II (grover).

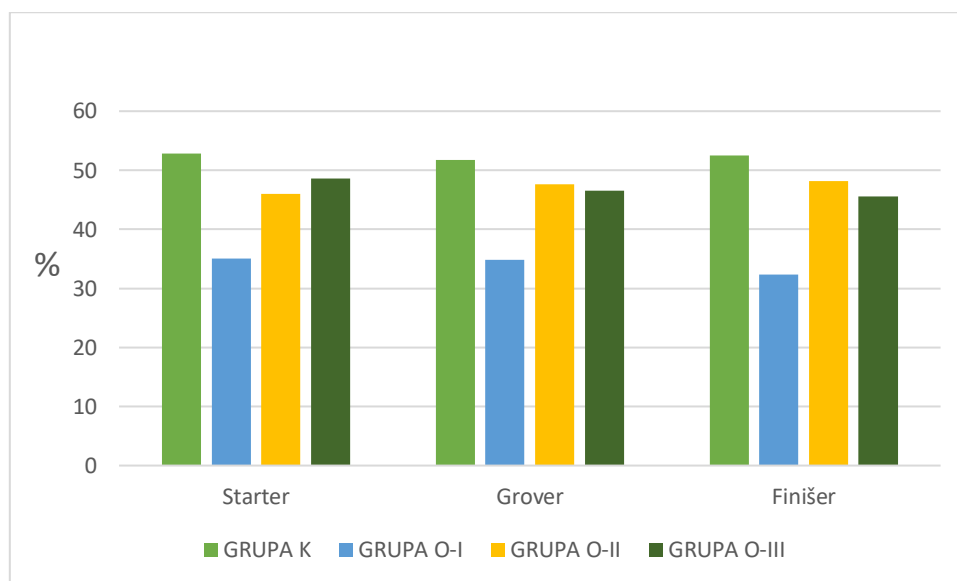


Grafikon 6.7. Uporedni prikaz prosečnog sadržaja (%) ZMK, MNMK i PNMK u uzorcima potpune smeše za ishranu brojlera III (finišer).

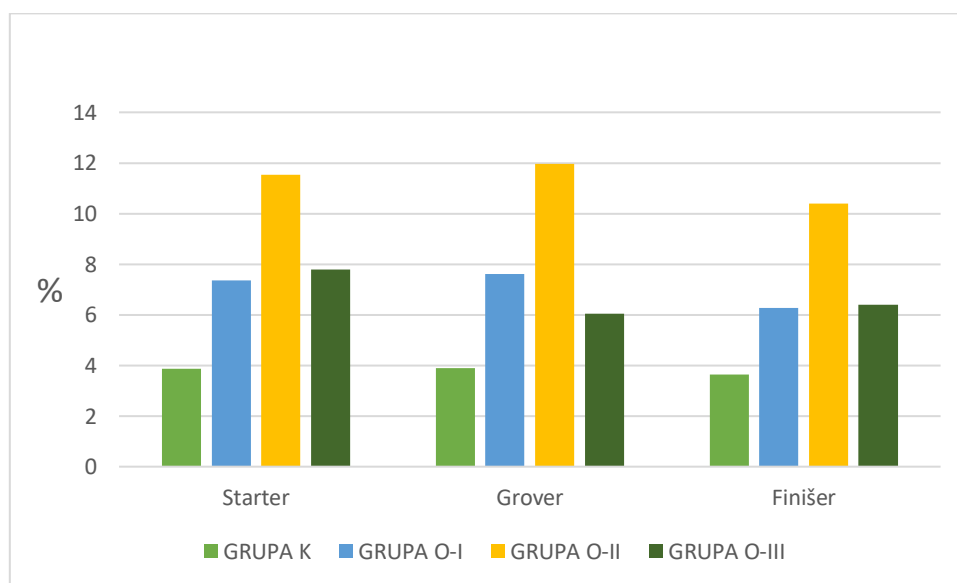
Na grafikonima 6.8, 6.9 i 6.10 uporedno je prikaz prosečnog sadržaja (%) n-6 masnih kiselina u uzorcima potpunih smeša za ishranu brojlera, kao i sadržaj n-3 MK i njihov odnos u pomenutim smešama (n-6/n-3). Na grafikonima 6.8 i 6.9 vidi se da je u smeši kontrolne grupe bio najveći sadržaj n-6 MK, a najmanji n-3 MK. Posledično najveći odnos n-6/n-3 bio je baš u toj grupi, što navodi na zaključak da recepture sa povećanim sadržajem žita imaju i veći odnos n-6/n-3 masnih kiselina, te da bi posledično meso piladi hranjenih sa takvim smešama moglo imati nepovoljan odnos n-6/n-3 MK. Nešto slično desilo se i sa ishranom ljudi razvojem poljoprivrede (Simopoulos, 1999).

Upoređivanjem izgleda dela grafikona 6.8 koji prikazuje sadržaj n-6 masnih kiselina u starteru sa delom grafikona 6.8 koji prikazuje sadržaj n-6 MK u groveru i finišeru, može se primetiti da su veoma slični. Slično zapažanje vredi i za grafikone koji prikazuju sadržaj n-3 MK, kao i za grafikon koji prikazuje odnos n-6/n-3 MK u starteru, groveru i finišeru. Ako bi se na tim grafikonima uporedila visina stupaca kontrolne grupe, kao grupe sa najvećim sadržajem n-6 MK, i O-II grupe, kao grupe sa najvećim sadržajem n-3 MK, primetio bi se veoma sličan odnos visina tih stupaca na

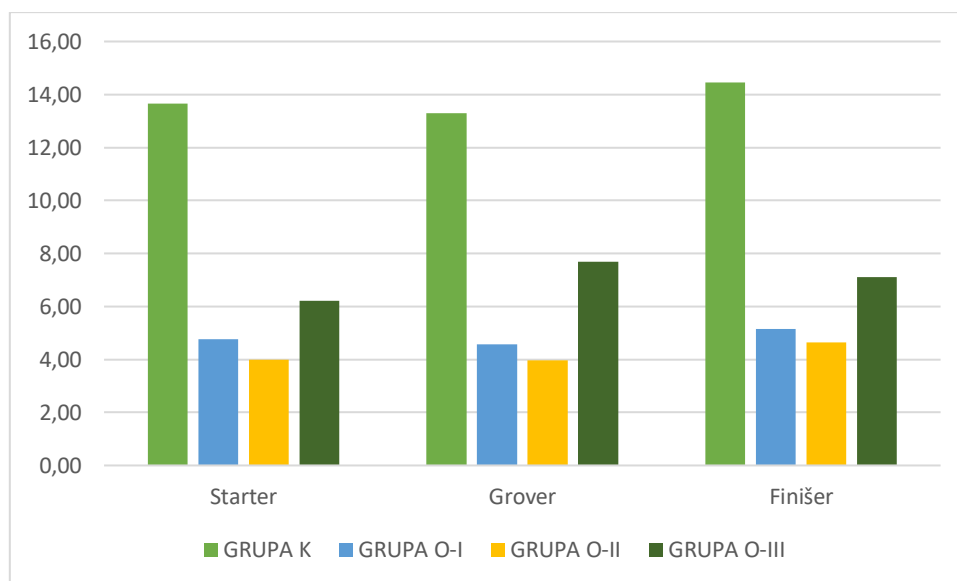
grafikonima koji prikazuju sadržaj n-6 i n-3 masnih kiselina, kao i njihov odnos u mesu bataka (grafikoni 6.18 – 6.20).



Grafikon 6.8. Uporedni prikaz prosečnog sadržaja (%) n-6 masnih kiselina u uzorcima potpunih smeša za ishranu brojlera



Grafikon 6.9. Uporedni prikaz prosečnog sadržaja (%) n-3 masnih kiselina u uzorcima potpunih smeša za ishranu brojlera

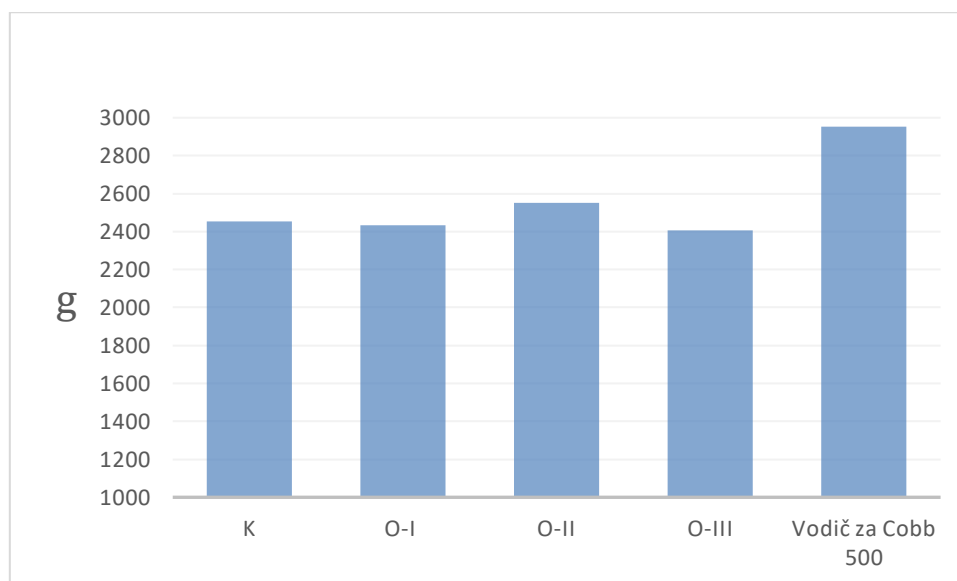


Grafikon 6.10. Uporedni prikaz prosečnog odnosa $n-6/n-3$ masnih kiselina u uzorcima potpunih smeša za ishranu brojlera

6.2. Proizvodni rezultati brojlera u tovu

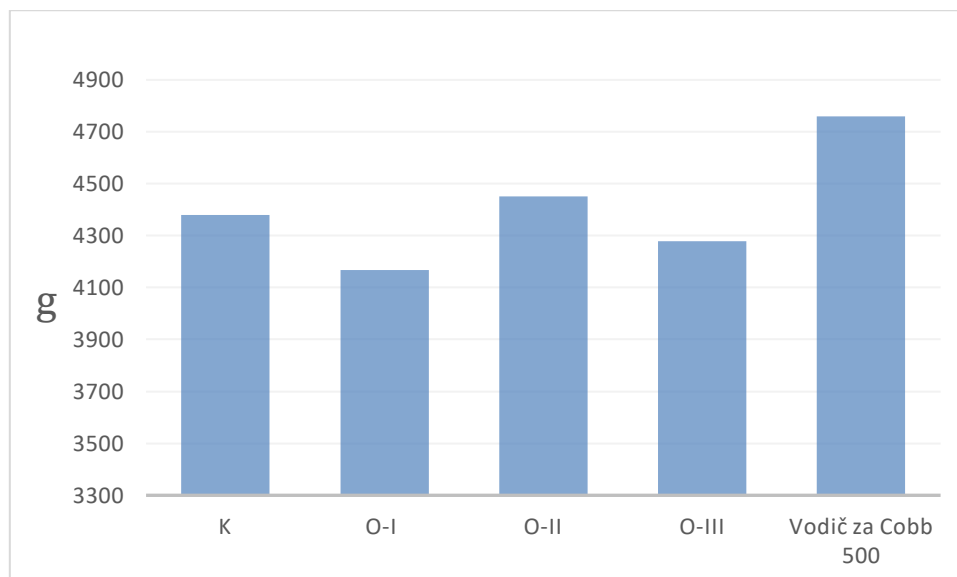
Masa brojlera na početku tova bila je ujednačena među grupama i bila je između 48,32 g (kontrolna grupa) i 50,99 g (O-II grupa). Na kraju prve faze tova (10. dan) nije bilo značajnih statističkih razlika u masama brojlera. Masa brojlera na kraju ove faze tova bila je između 302,56 g (kontrolna grupa) i 314,75 g (O-III grupa). Statistički značajnih razlika u masama brojlera nije bilo ni nakon druge faze tova (21. dan), kada su prosečne mase bile od 1082,92 g (kontrolna grupa) do 1112,23 g (O-II grupa). Nakon poslednje faze tova (42. dan) prosečna masa brojlera u O-II grupi (2551 g) bila je statistički značajno veća od prosečne mase brojlera kontrolne i ostalih oglednih grupa. Prema Vodiču za proizvodne rezultate i ishranu brojlera Cobb 500 prosečna masa brojlera 1. dana trebala bi biti 42 g, a 11. dana 313 g (cobb-vantress.com, 2018) što je i postignuto u O-III grupi. Prema istom Vodiču masa brojlera na kraju tova (42. dan) trebala bi biti 2952 g, a u O-II grupi bila je 2551 g. Dobijeni rezultati tova prikazani su grafikonom 6.11. uporedno sa predviđenim masama Vodiču Cobb 500. Nastala razlika između očekivane mase prema Vodiču i prosečnih masa dobijenih u kontrolnoj i oglednim grupama, mogla je nastati iz više razloga. Neki od razloga su: razlike u kvalitetu hrane, razlike u ishrani paletiranom ili brašnastom hranom, dužina izgladnjavanja pre klanja, transport do klanice, stres, uslovi držanja, razlike u genetskom materijalu, itd. Najverovatniji uzrok u ovom slučaju mogao bi biti kvalitet hrane i oblik hrane. U ogledu za izradu ove disertacije korištena je brašnasta hrana, a poznato je da se kod upotrebe takve hrane dobijaju uglavnom lošiji rezultati zbog

načina uzimanja hrane kod brojlera i većeg rastura hrane. Mogući razlozi su takođe i dužina izgladnjavanja pre klanja, kao i sam transport brojlera do mesta klanja.



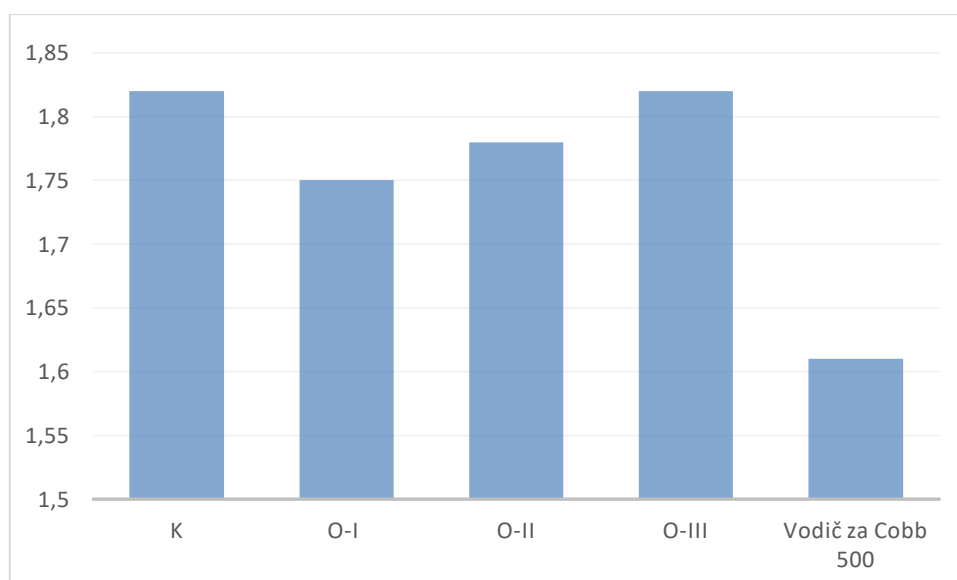
Grafikon 6.11. Uporedni prikaz predviđenih masa za Cobb 500 (Vodič) sa prosečnim masama brojlera kontrolne i oglednih grupa 42. dan

Kokoš (*Gallus gallus domesticus*) kao životinjsku podvrstu karakteriše uzimanje hrane ključanjem (Jokić i sar., 2004). Kokoš se u prirodi hrani crvićima, listovima salate, trave i raznim zrnevljem. Iz tog razloga kokošima, samim tim i brojlerima, prirodija je ishrana peletiranom hranom, nego brašnastom hranom. Ovo može objasniti razliku u ukupnoj količini konzumirane hrane na kraju tova. Ukupna količina konzumirane hrane u ovom ogledu bila je između 4168 g (O-I grupa) i 4451 g (O-II grupa), a prema preporukama Vodiča Cobb 500 4760 g (grafikon 6.12).



Grafikon 6.12. *Uporedna ukupna konzumacija za period celog tova brojlera kontrolne i oglednih grupa sa preporukama Vodič Cobb 500 (cobb-vantress.com, 2018).*

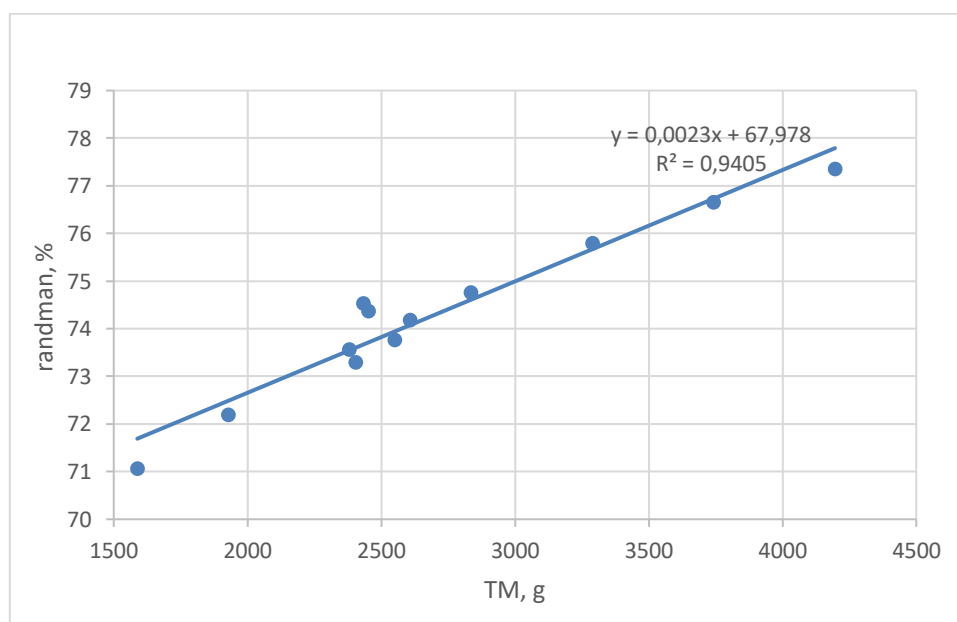
Grafikonom 6.13. prikazane su konverzije hrane kontrolne i oglednih grupa uporedno sa standardom za Cobb 500 (cobb-vantress.com, 2018). Prema standardu Cobb 500 konverzija hrane 42. dana tova trebala bi biti 1,61 i bolja je u odnosu na konverziju postignutu u kontrolnoj grupi i oglednoj grupi O-III za 0,21 ili 13,04%. Konverzija hrane prema standardu Cobb 500 bolja je i od konverzija postignutih u oglednim grupama O-I za 0,14 ili 8,69% i O-II za 0,17 ili 10,56%.



Grafikon 6.13. *Uporedni prikaz konverzije za period celog tova brojlera kontrolne i oglednih grupa sa preporukama Vodič Cobb 500 (cobb-vantress.com, 2018).*

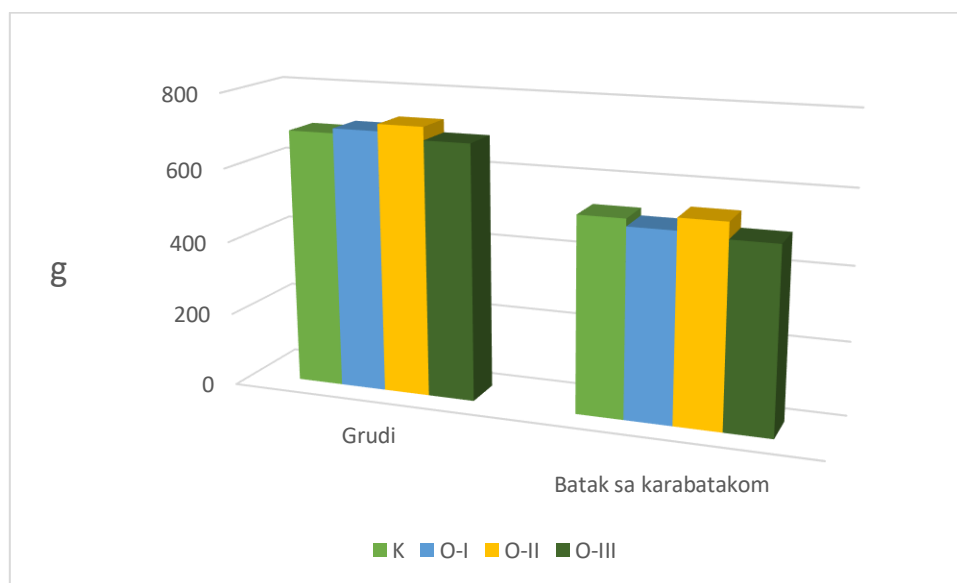
6.3. Parametri prinosa mesa

Osnovni parametar prinosa mesa jeste randman klanja. Randman klanja je odnos mase evisceriranog trupa i mase živog brojlera na kraju tova izražen u procentima. Njegova vrednost se povećava sa povećanjem mase trupa (grafikon 6.14). Prema standardima za Cobb 500 randman klanja, za brojlere mase 1588 g, trebao trebao bi biti 71,06%, za brojlere mase 2381 g 73,56%, za brojlere mase 2608 g 74,18%, pa sve do 77,35% za brojlere mase 4196 g. Kontrolna grupa brojlera imala je randman klanja 74,37% za prosečnu masu utovljenih brojlera od 2404 g, dok je randman klanja u oglednim grupam bio 74,53% za O-I grupu, 73,77% za O-II grupu i 73,3% za O-III grupu, uz ostvarene mase utovljenih brojlera redom 2383 g, 2500 g i 2356 g. Grafikonom 6.17 prikazan je uticaj mase brojlera na randman klanja brojlera kontrolne i oglednih grupa, kao i standardi za Cobb 500. Na grafikonu primećuju se dve tačke, koje su neznatno udaljene od linije trenda, što je razumljivo jer na randman klanja utiču i drugi faktori (uslovi držanja, stepen uhranjenosti, pol, starost, kvalitet ishrane, itd.). Te dve tačke predstavljaju proizvodne rezultate (masu brojlera i randman klanja) kontrolne grupe i O-I grupe. Posmatrajući bliže pomenuti grafikon da se zaključiti da svako povećanje mase brojlera pre klanja za 500 g, povećava randman klanja za 1%.



Grafikon 6.14. Korelacija mase brojlera i randmana klanja. Prikazane vrednosti kontrolne grupe, oglednih grupa i standardne vrednosti za Cobb 500 (cobb-vantress.com, 2018)

Prema Pravilniku o kvalitetu mesa pernate živine (Sl. list SFRJ 1/81 i 51/88) trup brojlera raseca se na osnovne delove (grudi, batak sa karabatakom, leđa sa karlicom i krila). Prema istom Pravilniku grudi i batak sa karabatakom pripadaju prvoj kategoriji mesa, krila drugoj, dok leđa sa karlicom spadaju u treću kategoriju mesa. Grudi i batak sa karabatakom su komercijalno najvredniji delovi trupa. U poslednjih 100 godina selekcija brojlera se kreće u smeru povećanja udela grudi i bataka sa karabatakom u trupu brojlera, kako bi se dobili komercijalno vredniji trupovi (Baltić, 2019). To se posebno odnosi na udeo grudi, zbog malog sadržaja masti, što je veoma poželjno kod potrošača (Baltić, 2019; Baltić i sar., 2003). U literaturi su opisani uticaj raznih faktora na udeo vrednijih delova trupa u masi brojlera, kao što su genetika, starost, ishrana, pol, uslovi držanja, itd (Baltić, 2019). U ogledu rađenom za izradu ove disertacije nije utvrđen uticaj različitih izvora masti na udeo grudi i bataka sa karabatakom u masi brojlera, ali je masa komercijalno najvažnijih delova trupa pratila povećanje mase brojlera, pa su samim tim dobijene prosečno najveće mase pomenutih delova trupa upravo u grupi hranjenoj sa dodatkom lanenog ulja (grafikon 6.15).



Grafikon 6.15. Uporedni prikaz prosečne mase grudi i bataka sa karabatakom kontrolne i oglednih grupa

6.4. pH vrednost i temperature mesa grudi 30 minuta i 24 časa posle klanja životinja

Indirektni pokazatelj zrenja mesa nakon klanja je pH vrednost mesa. Proces zrenja mesa je jako važan za kvalitet mesa i sastoji se iz dve faze: glikoliza i proteoliza. U prvoj fazi zrenja dolazi do nastajanja mlečne kiseline i pada pH vrednosti mesa. Pod uticajem pada pH dolazi do aktiviranja

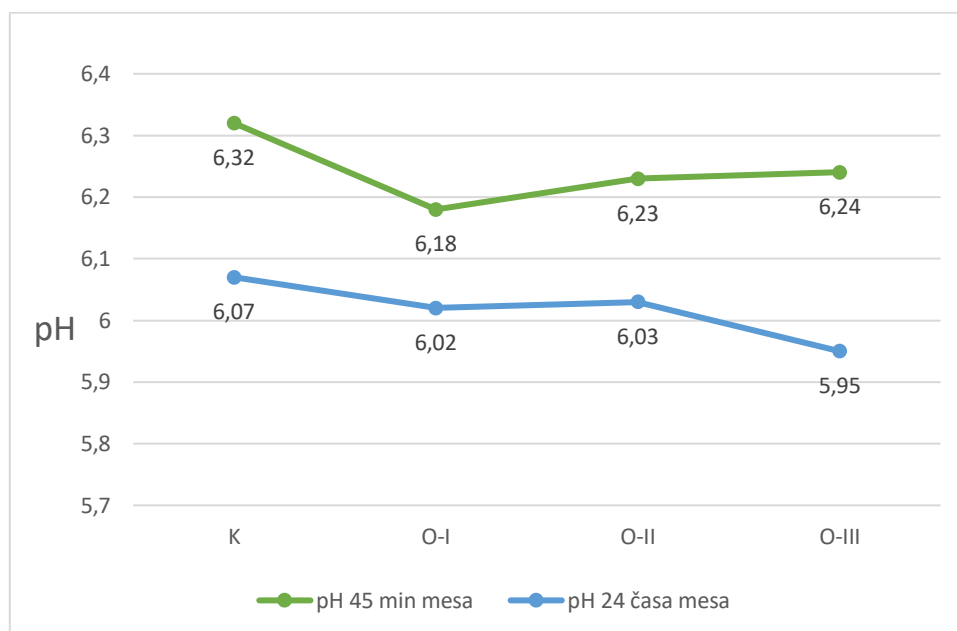
proteaza, te posledičnog razlaganja proteina mesa i nastanka slobodnih aminokiselina. U toku ovog procesa meso postaje mekše i sočnije, što je poželjno kod potrošača. Sam proces proteolize zavisi od aktivnosti enzima, koji za svoje efikasno dejstvo zahtevaju određenu temperaturu i pH (Santos i sar., 2004). Kako bi se dobio najbolji rezultat proteolize, neophodno je obezbediti najpovoljniju temperaturu i pH mesa. Temperaturu se obezbeđuje postepenim hlađenjem, dok se povoljan pH obezbeđuje odmorom životinje pre klanja i klanjem sa što manje stresa i borbe. Za brojlere je karakteristično da kod njih rigor mortis nastaje već u toku prvog sata nakon klanja (Baltić M. T., 2014; Dransfield i Sosnicki, 1999), dok anaerobna glikoliza u grudnim mišićima završava nakon 1,5 sat, kada pH opada na 5,5 do 5,7 (Baltić M. T., 2014; Honikel, 2006). Nakon procesa glikolize, nastupa proteoliza u toku koje se u mesu otpuštaju razni bazni produkti, koji za posledicu imaju blago povećanje pH, pa tako prosečan pH grudi brojlera 24 sata nakon klanja iznosi 5,98. Izmenjene vrednostima pH mesa nastaju kod grešaka prilikom omamljivanja, klanja ili procesa zrenja, kada može doći do pojave bledog, mekog i vodnjikavog mesa - PSE (engl. Pale, Soft, and Exudative) mesa ili tamnog, tvrdog i suvog - DFD (engl. Dark, Firm and Dry) mesa. Granične vrednosti za pomenute poremećaje zrenja mesa su $\text{pH} \leq 5,8$ za PSE meso i $\text{pH} \geq 6,3$ za DFD meso (Baltić M. T., 2014; Ristić i Dame, 2010). Prosečne vrednosti pH mesa kontrolne i svih oglednih grupa nalazile su se u opsegu pH vrednosti za standardne osobine mesa 5,9-6,2 (grafikon 6.16).

Omekšavanje mesa u toku procesa zrenja je složen proces, koji zavisi od mnogo različitih faktora: starost, pol, nivo glikolize, količina i rastvorljivost kolagena, dužina sarkomera, debljina mišićnih vlakana, prisustvo različitih jona, degradacija miofibrila (Santos i sar., 2004; Koohmaire, 1994; Goll i sar., 1997). Ipak, proces proteolize u toku zrenja mesa je u najvećem delu zaslužan za omekšavanje mesa (Santos i sar., 2004; Koohmaire, 1996). Merenja mekoće mesa kompresionom silom pokazala su da je najmekše meso, ono meso u kome je došlo do nastanka naveće koncentracije slobodnih aminokiselina (Mane i Preda, 2018). Na testu mekoće mesa grudi brojlera pokazano je da se mekoća ne povećava značajnije nakon četvrtog sata zrenja na temperaturi između $+3$ i -1 °C (Santos i sar., 2004). Sočnost mesa se povećava sa dužinom trajanja zrenja mesa. Senzornom analizom rang testom je pokazano da se sočnost mesa grudi brojlera značajno ne povećava nakon osmog časa zrenja (Santos i sar., 2004). Greške u periodu zrenja mesa, kao što su prekratak period zrenja ili preuranjeno okoštavanje, mogu dovesti do otvrdnjavanja mesa, što je jako nepoželjno kod potrošača.

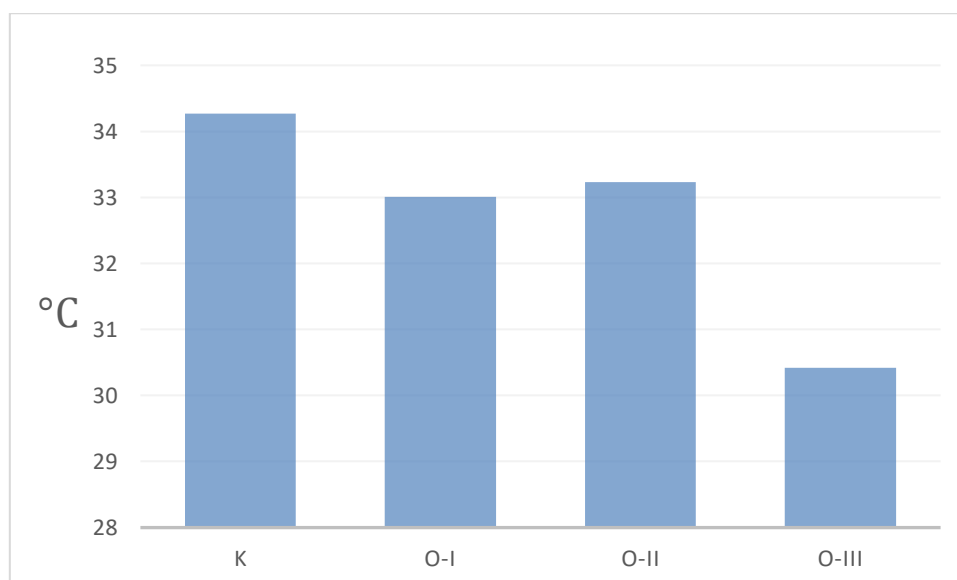
Sočnost mesa u najvećoj meri zavisi od sadržaja masti (mramorisanost mesa) i od sposobnosti proteina mesa da zadrže vodu u toku kulinarske pripreme mesa, te da ju pri žvakanju otpuste. U toku žvakanja dolazi do otpuštanja vezane vode iz mesa, dok prisutna mast dodatno stimuliše pljuvačne žlezde što doprinosi utisku sočnijeg mesa (tehnologijahrane.com, 2017). Mekše meso lakše otpušta

sokove, zbog manje vezivnih vlakana i nežinijih mišićnih vlakana. Iz rezultata ogleda, rađenog za potrebe ove disertacije prikazanih u tabeli 5.25, može se pretpostaviti da bi najsočnije belo meso trebalo biti belo meso brojlera iz O-III grupe, zbog najvećeg sadržaja masti, kao i značajno ($p < 0,05$) većeg sadržaja vode u odnosu na belo meso iz ostalih grupa.

Poznato je da u mesu svako povećanje sadržaja masti smanjuje sadržaj vode, zato je za ovaj ogled bilo jako važno ispitati organoleptička svojstva mesa oglednih grupa i uporediti ih sa organoleptičkim svojstvima mesa kontrolne grupe. Ništa manje nije bilo važno utvrditi pH vrednost mesa, koja indirektno ukazuje na kvalitet procesa zrenja mesa. U ogledu koji je rađen za potrebe ove disertacije temperatura mesa i pH vrednost mesa grudi dobijenih u oglednim grupama brže su padale od pomenutih vrednosti mesa kontrolne grupe (grafikoni 6.16 i 6.17).



Grafikon 6.16. pH mesa grudi brojlera 45 minuta i 24 sata nakon klanja



Grafikon 6.17. *Temperatura mesa grudi brojlera 45 minuta nakon klanja*

U literaturi se može naći jako malo radova o uticaju nekih faktora na zrenje mesa brojlera, a posebno o uticaju funkcionalnih aditiva u hrani. Važno je utvrditi potencijalni uticaj bilo kog aditiva na zrenje mesa brojlera, jer zrenje ima najveći uticaj na sočnost i nešto manji uticaj na ukus mesa brojlera, te bi ga zbog toga u budućnosti trebalo bliže i studioznije istraživati.

6.5. Hemijski sastav mesa

Širom sveta potrošnja pilećeg mesa je u konstantnom porastu, a naročito u Africi. Hemijski sastav piletine trebao bi biti najvažniji razlog zašto se potrošači odlučuju za konzumaciju tog mesa. Njega karakteriše visok sadržaj proteina, a nizak sadržaj masti, što je jako poželjno kod potrošača (tabela 2.1). Hemijski sastav piletine najviše zavisi od dela trupa i prisustva kože. Kod peradi se mast uglavnom skladišti u potkožnom masnom tkivu i depoima masti u visceralnim prostoru, a ne kao kod sisara unutar mišićnog tkiva, pa se zato hemijski sastav pilećeg mesa uvek prikazuje sa i bez kože (tabela 2.1). Koža može za 5% povećati prisustvo masti u komadu piletine, kao na primer kod krilaca (tabela 2.1). U ogledu radjenom za potrebe ove disertacije dobijeno je meso bataka sa karabatakom sa malim varijacijama u hemijskom sastavu (tabela 5.27). Sadržaj proteina se kretao između 17,11 i 17,84%, a sadržaj masti između 4,24 i 4,76%, dok je Glamočlija (2013) dobila nešto veći sadržaj proteina (19,34 i 19,85%), a sličan sadržaj masti (4,18 i 5,15%). Slične rezultate dobili su i Kralik i sar. (2011) sa sadržajem proteina 19,61% za petlove i 19,93% za kokoške, i sadržajem masti 4,3% za kokoške i 4,7% za petlove. Kralik i sar. (2011) pokazali su da odabir hibrida za tov ima značajan

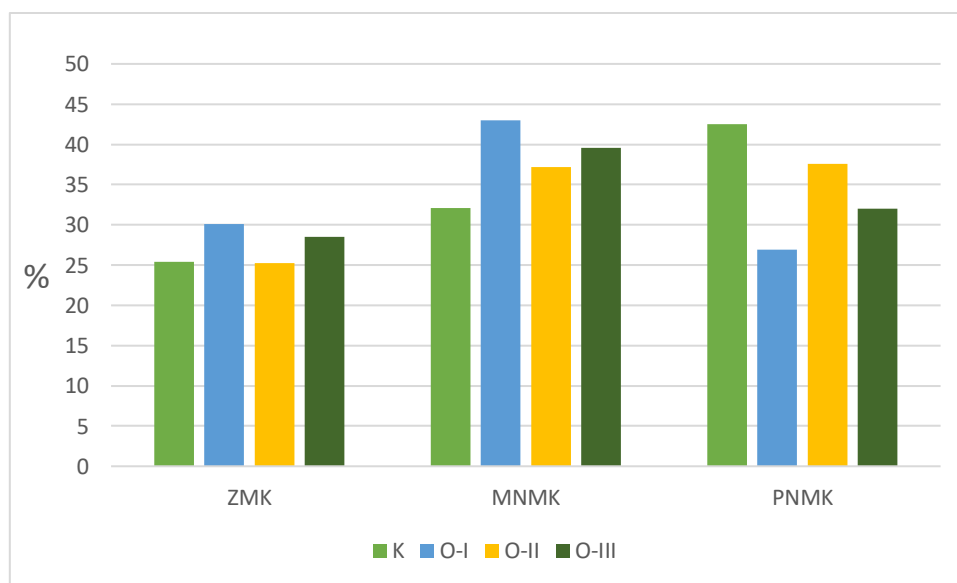
($p < 0,05$) uticaj na hemijski sastav mesa uopšte, a posebno na sadržaj masti. U uporednom ogledu Cobb 500 hibrida brojlera i Hubbard Classic hibrida brojlera, ženski hibridi Hubbard provenijencije imali su sadržaj masti u batak 5,63%, a muške jedinke 6,05%.

U literaturi postoje radovi o uticaju nekih aditiva (Sharmin i sar., 2020; Abdulla i sar., 2017; Lipiński i sar., 2019) na sadržaj masti i proteina u belom mesu, ali malo o uticaju različitih izvora masti. Sharmin i sar. (2020) su dobili značajno veći ($p < 0,05$) sadržaj masti u belom mesu brojlera kojima je u ishranu dodavana spirulina (*Spirulina platensis*) u koncentraciji 1,5%. U belom mesu i batak brojlera pomenute ogledne grupe zabeležena je i značajno veća ($p < 0,05$) koncentracija n-3 masnih kiselina. U ogledu koji je rađen za potrebe ove disertacije značajno ($p < 0,05$) veći sadržaj masti imalo je belo meso iz kontrolne i O-III grupe u odnosu na uzorke iz preostale dve ogledne grupe (tabela 5.26). Povećan sadržaj masti u O-III grupi može se objasniti boljom absorpcijom masti iz creva kod ishrane brojlera kombinovanim izvorima masti različitog masnokiselinskog sastava (Poglavlje 2.5).

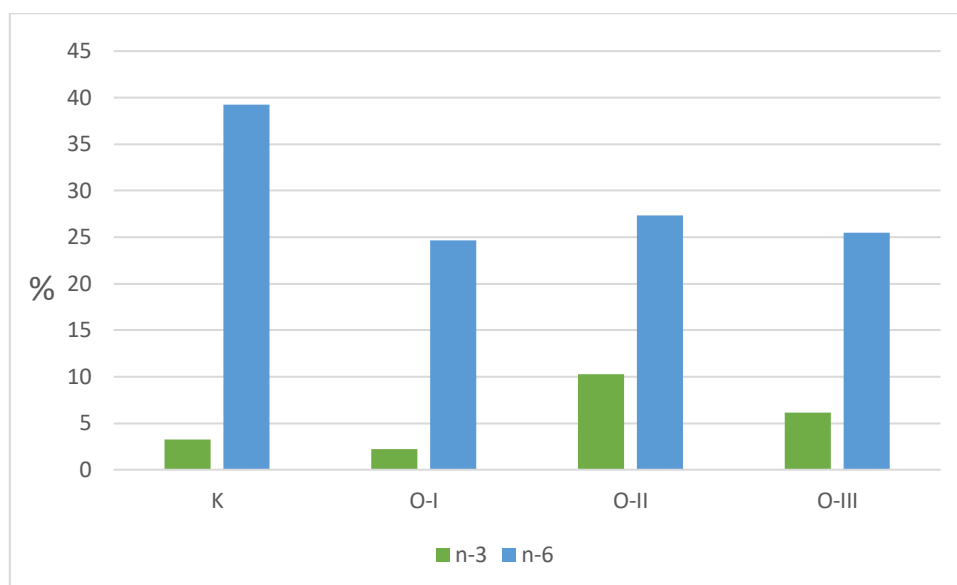
6.6. Masnokiselinski sastav mesa (sadržaj n-6, n-3 masnih kiselina i njihov odnos)

Masnokiselinski sastav mesa predstavlja jednu od najvažijih karakteristika mesa u vremenu razvoja funkcionalnih namirnica. Nutritivno najvrednije masne kiseline, u tom smislu, su n-3 masne kiseline, a posebno n-3 masne kiseline dugog lanca: eikozapentaenska 20:5n-3, dokozopentaenska 22:5n-3 i dokozaheksaenska kiselina 22:6n-3. Pomenute masne kiseline ostvaruju važan uticaj na uopšteni razvoj organizma, nervnog sistema i deluju kardioprotektivno. Jedan od prvih dokaza njihovog kardioprotektivnog delovanja zapažen je kod Eskima, koji su, iako su imali visok sadržaj holesterola u krvi, imali jako malo kardiovaskularnih obolenja (Desnoyers i sar., 2018; Wilber i Levine, 1950). Kasnijom analizom njihove ishrane utvrđeno je da su u odnosu na druge narode unosili značajno više n-3 masnih kiselina dugog lanca. Mnogim ogledima nakon toga, pokazan je kardioprotektivni efekat pomenutih masnih kiselina (Keys i sar., 1967; de Lorgeril i sar., 1998). Takođe, pokazano je i da je moguće promenama u recepturi potpunih krmnih smeša za brojlere uticati na masnokiselinski sastav mesa, tj. da se dobije masnokiselinski sastav mesa jako sličan masnokiselinskom sastavu smeše (Zelenka i sar., 2008; Starčević i sar., 2014; Morales-Barrera i sar., 2013; Leke i sar., 2018; Nyquist i sar., 2013). Desnoyers i sar. (2018) pokušali su objasniti zašto u nekim ogledima na ljudima izostaje kardioprotektivni efekat n-3 masnih kiselina i došli su do zaključka da bi to moglo biti zbog velikog unosa n-6 masnih kiselina kroz uobičajenu ishranu modernog doba, te da bi se došlo do povoljnih rezultata nije dovoljno samo u isharnu dodati suplemente n-3 masnih kiselina, nego je neophodno i smanjiti unos n-6 masnih kiselina. Iz tog

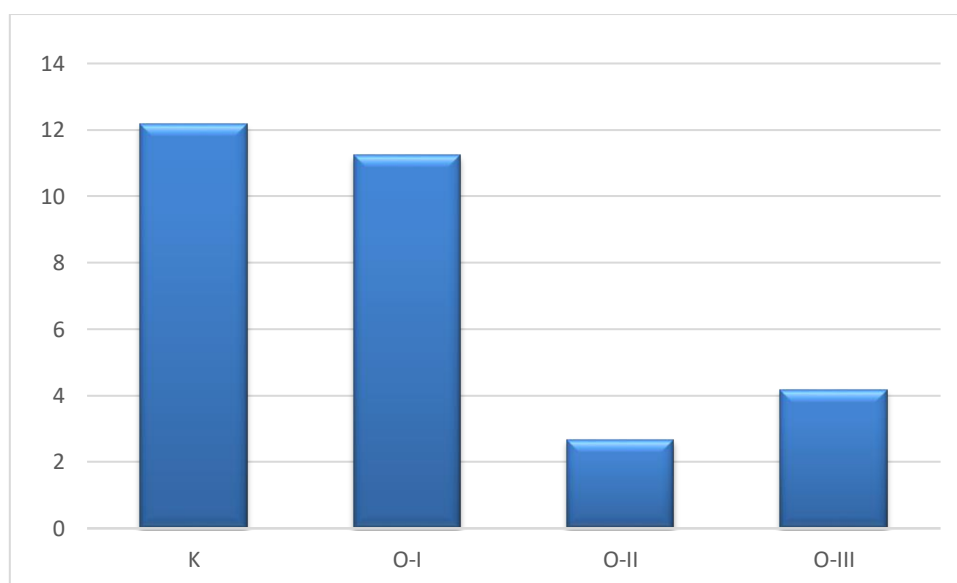
razloga, jako je bitno pratiti u svakom ogledu i odnos n-6/n-3 masnih kiselina u dobijenom mesu. Zelenka i sar. (2008b) su iz svojih ogleda sa lanenim uljem preračunali da bi se maksimalno povoljan odnos n-6/n-3 u korist n-3 masnih kiselina mogao postići koristeći inkluziju od 5,8-5,9% lanenog ulja u smeši i iznosio bi 0,93/1 za meso bataka. Svaka inkluzija lanenog ulja viša od navedene premašila bi enzimske kapacitete brojlera. Starčević i sar. (2014) postigli su odnos 1,47/1 inkluzijom lanenog ulja od 5%, od 25. do 52. dana tova, što se podudara sa rezultatima kineskih autora za belo meso (Chen i sar., 2014). U ogledu rađenom za potrebe ove disertacije korištene su inkluzije lanenog ulja od 1% za starter, 2,5% za grover i 5% za starter, a dobijen je odnos n-6/n-3 2,67 (grafikon 6.22), što sugeriše da vreme uvođenja visoke koncentracije lanenog ulja ima uticaj na krajnji rezultat. U ovom ogledu očekivano je najniži odnos bio u grupi sa dodatkom 5% lanenog ulja (2,67), a zanimljivo je da je veći odnos bio u kontrolnoj grupi (12,18) nego u grupi sa dodatkom 5% svinjske masti (11,24), što jasno pokazuje koliko negativan uticaj na n-6/n-3 odnos mogu imati žita (grafikon 6.20). Udeo zasićenih (SFA), mononezasićenih (MUFA), polinezasićenih (PUFA), n-6, n-3 masnih kiselina, kao i odnos n-6/n-3 u batak u karabatakom prikazan je u grafikonima 6.18, 6.19 i 6.20.



Grafikon 6.18. Udeo (%) ZMK, MNMK i PNMK u mesu bataka sa karabatakom ispitivanih grupa



Grafikon 6.19. Udeo (%) n-6 i n-3 masnih kiselina u mesu bataka sa karabatakom oglednih grupa

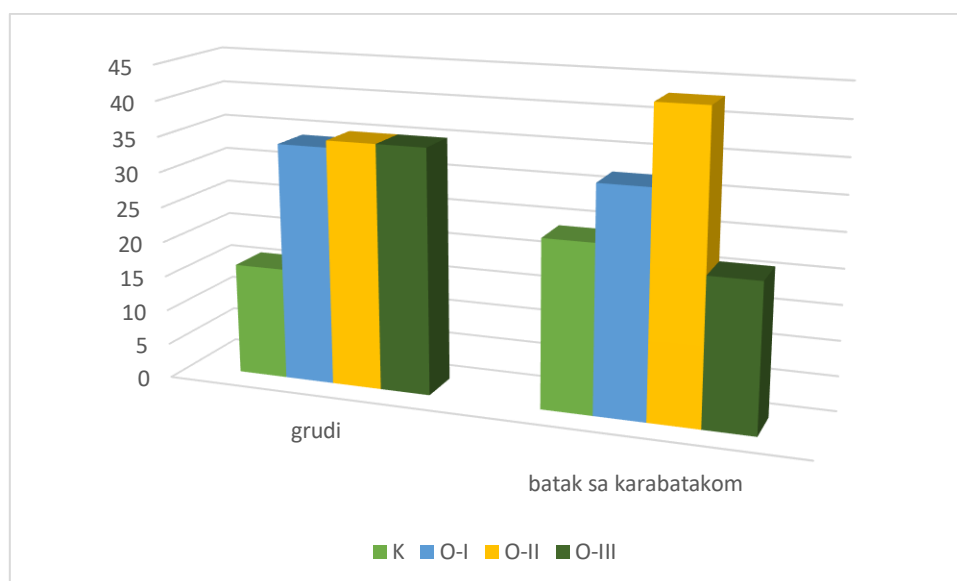


Grafikon 6.20. Odnos n-6/n-3 masnih kiselina u mesu bataka sa karabatakom oglednih grupa

6.7. Senzorne osobine mesa (prihvatljivost proizvoda Rang testom, deset osenjivača, dva ponavljanja)

Više faktora može imati uticaj na senzorne osobine mesa. Za meso dobijeno u ogledu rađenom za potrebe ove disertacije najvažniji uticaj imala je koncentracija masti u mesu, kao i njegov masnokiselinski sastav. Veći sadržaj n-3 masnih kiselina u mesu može dovesti do pojave ribljeg ukusa mesa. Pokazano je da veći sadržaj n-3 masnih kiselina od 180 mg/100 g mesa daje riblji ukus mesu, što je u mesu bataka moguće postići sa inkluzijom lanenog ulja od 3% (620 g/kg 18:3n-3), a u mesu grudi brojlera sa inkluzijom od 7% lanenog ulja iste koncentracije (Zelenka i sar., 2008).

U oceni ukupne prihvatljivosti mesa grudi i bataka sa karabatakom dobijenih u ovom ogledu utvrđena je statistički značajna razlika između zbira rangova kontrolne i oglednih grupa. Zbir rangova ocene prihvatljivosti mesa grudi i mesa bataka sa karabatakom prikazan je grafikonom 6.21. Zbir rangova mesa grudi kontrolne grupe bio je statistički značajno ($p < 0,05$) manji od zbira rangova ocene prihvatljivosti mesa grudi svih oglednih grupa. Sa druge strane, najmanji zbir rangova mesa bataka sa karabatakom imala je O-III grupa (21). Meso bataka sa karabatakom O-III grupe imalo je statistički značajno ($p < 0,01$) manji zbir rangova od mesa O-II grupe (43), što pokazuje da kombinacija svinjske masti i lanenog ulja daje prihvatljivije meso bataka sa karabatakom, od mesa dobijenog isharnom sa dodatkom samo lanenog ulja. Takođe, kontrolna grupa je dala prihvatljivije meso na rang testu (zbir rangova=24) od mesa iz O-II grupe, sa statistički značajno ($p < 0,05$) manjim zbirom rangova.



Grafikon 6.21. Zbir rangova ocene prihvatljivosti mesa grudi i mesa bataka sa karabatakom

6.8. Lipidni indeksi (LI) (aterogeni indeks -AI, trombogeni indeks -TI, kao i hipo/hiperholesterolemični - h/H) indeks

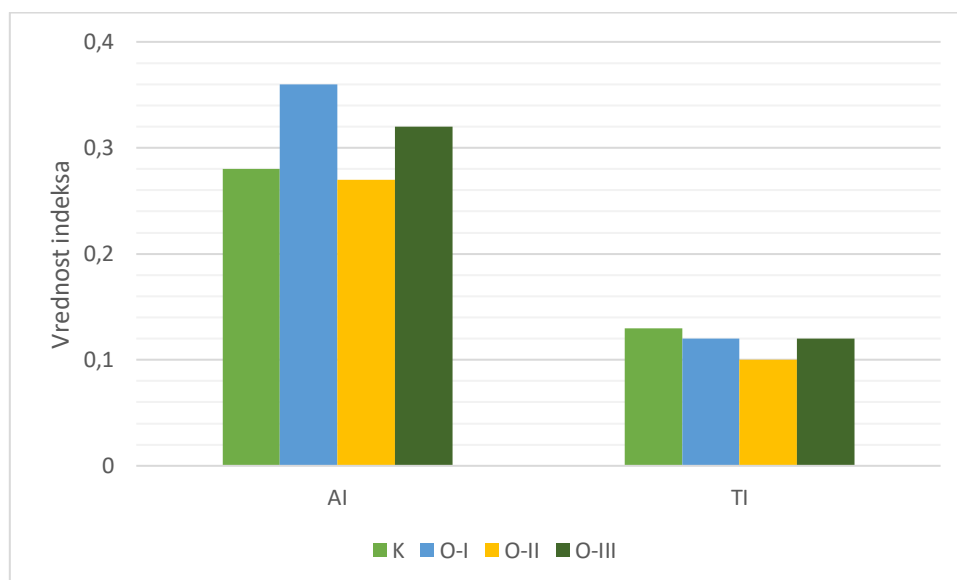
Uticaj ishrane na zdravlje kardiovaskularnog sistema je oduvek bio poznat. Ulbricht i Southgate (1991) su nauci predstavili lipidne indekse, tj. formule preko kojih se može izračunati ili predvideti određeni rizik od kardiovaskularnih poremećaja, ukoliko je poznat masnokiselinski sastav ishrane. U lipidne indekse spadaju: aterogeni indeks (AI), trombogeni indeks (TI) i hipo/hiperholesterolemični indeks (h/H). Za izračunavanje AI i h/H indeksa važne su koncentracije C_{14:0} i C_{16:0}, dok je za izračunavanje TI indeksa bitna još i koncentracija C_{18:0} od zasićenih masnih kiselina. Za dobijanje što povoljnije vrednosti lipidnih indeksa jako je važna koncentracija n-3 masnih kiselina, a posebno za dobijanje povoljnog trombogenog indeksa.

Pokazano je da povećan unos ZMK, holesterola i hrane sa povećanim aterogenim i trombogenim indeksom ima negativne posledice na zdravlje (Attia i sar., 2017; Bogosavljevi-Boškovi i sar., 2010; Kratz, 2005; Vitina i sar., 2012). Zamenom crvenog mesa pilećim mesom, rizik od nastanka kardiovaskularnih obolenja smanjuje se za 19% (Attia i sar., 2017; Hu, 2005). Međutim, Attia i sar. (2017) utvrdili su da na h/H indeks mesa brojlera uticaj ima da li je meso sveže ili je zamrzavano. Sveže meso imalo je veći, tj. povoljniji h/H indeks, kao i sadržaj NZMK, PNZMK, n-6 MK-a i odnos NZMK/ZMK, a niži sadržaj malondialdehida (MDA) i ZMK. Još pre pokazano je da povećan sadržaj ZMK značajno ($p < 0,01$) povećava koncentraciju holesterola u krvi (Attia i sar., 2017; Kratz M., 2005; Laudadio i sar., 2015; Van Dyck i Adams, 2003; Wijendran i Hayes, 2004). U ogledu rađenom za potrebe ove disertacije najveći sadržaj ZMK imala je smeša u koju je dodavana svinjska mast (1%, 2,5% i 5%). h/H indeks pomenute smeše (O-I) bio je značajno manji od ostalih grupa (tabela 5.35), a sadržaj holesterola na kraju tova bio je najveći od svih oglednih grupa (tabela 5.39).

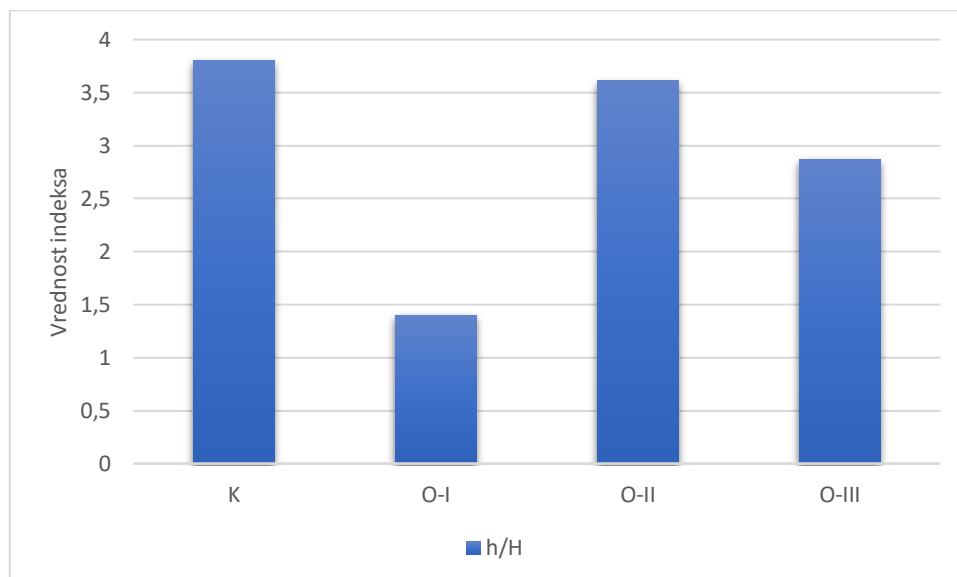
Sa druge strane, pokazano je da eikozapentaenoična kiselina (EPA, 20:5n-3) smanjuje smrtnost uopšte, pojavu kardiovaskularnih obolenja i smrtnih ishoda uzrokovanih istim, kao i arteriosklerozu (Attia i sar., 2017; von Schacky, 2003), što se slaže sa rezultatima dobijenim u ogledu rađenom za potrebe ove disertacije. Najveći sadržaj EPA zabeležen je u O-II oglednoj grupi, što je za poslijedcu imalo najmanji aterogeni indeks od svih oglednih grupa (tabela 5.35) i najniži sadržaj holesterola od svih grupa (tabela 5.39). Kod potrošača je najtraženije meso brojlera bogato NZMK-a, jer takvo meso sadrži manje holesterola, ima niži odnos LDL/HDL (odnos eng. „*low density lipoproteins/high density lipoproteins*“) i niži aterogeni indeks (Attia i sar., 2017; Franca i sar., 2015;

Hu, 2005; Al-Najdawi i Abdullah, 2002). Pokazano je da ishrana sa visokim aterogenim indeksom dovodi do povećanja koncentracije LDL, VLDL (eng. „*very low density lipoproteins*“) i triglicerida, dok istovremeno dovodi do smanjenja koncentracije „dobrog“ holesterola (HDL) (Attia i sar., 2017; El-Wakf i sar., 2010).

Attia i sar. (2017) analizirali su uzorke mesa brojlera sa tržnice, različitih izvora, hranjenih različitim smešama i dobili vrednosti AI od 0,65 do 0,81 za sveže meso i 0,66 do 0,89 za zamrznuto meso. Te vrednosti su znatno više od vrednosti dobijenih u ogledu rađenom za potrebe ove disertacije (tabela 5.35). Bataci O-II grupe imali su AI 0,27, dok su Gou i sar. (2020) dobili vrednost 0,32 sa inkluzijom od 4% lanenog ulja. Isti autori su za grupu koja je hranjena inkluzijom od 4% svinjske masti dobili vrednost za AI nešto manju od 0,5. Vrednosti TI istih grupa bile su 0,5 i 1,0, što je znatno više od vrednosti dobijenih u ogledu rađenom za potrebe ove disertacije (0,10 - 0,13). Vrednosti h/H indeksa O-II grupe bila je 3,8, dok su Gou i sar., (2020) dobili vrednost 3,0, što jasno pokazuje uticaj visine inkluzije lanenog ulja u smeši na konačan h/H indeks bataka. Slično se može zaključiti i za uticaj visine inkluzije svinjske masti, samo sa suprotnim efektom na h/H indeks. Hrana sa niskim AI, TI i povoljnim h/H indeksom smanjuje pojavu aterosklerotičnih promena i samim tim rizik od kardiovaskularnih obolenja (Attia i sar., 2017; Kratz, 2005; Kliševičiūtė i sar., 2014; Rozbicka-Wieczorek i sar., 2014). Ishranom brojlera sa povećanom inkluzijom lanenog ulja moguće je dobiti meso za niskim AI i TI indeksom, kao i visokim h/H indeksom.



Grafikon 6.22. Vrednosti aterogenog (AI) i trombogenog (TI) indeksa kontrolne i oglednih grupa



Grafikon 6.23. Vrednosti h/H indeksa kontrolne i oglednih grupa

6.9.Sadržaj MDA (malondialdehida) u mesu bataka sa karabatakom

Kod dodavanja ulja sa visokim sadržajem NMK u smeše brojlera, po pravilu dobija se meso sklono oksidacionim procesima. Lipidna peroksidacija jedan je od najčešćih uzroka smanjenja kvaliteta i kvara mesa, koju obično karakteriše promena organoleptičkih svojstava mesa, kao i smanjenje nutritivne vrednosti (Todorović, 2014; Milanović-Stevanović i sar., 2006). Proces oksidacije u mesu najbolje se prati određivanjem sadržaja malondialdehida (MDA) u svežem mesu i mesu nakon skladištenja. MDA je dialdehid sa tri ugljenikova atoma i predstavlja sekundarni produkt oksidacije PNMK-a, koga karakteriše relativno visoka stabilnost (Amaral i sar., 2018; Lima i sar., 2013). Sadržaj MDA se izražava kao TBK-broj (poglavlje 4.3.7).

Različite NMK različito su osetljive na proces lipidne peroksidacije. PNMK lakše i brže podležu ovom procesu nego MNMK, pa tako linolna kiselina (C18:2) oksidiše 10 puta brže nego oleinska kiselina (C18:1), dok linoleinska (C18:3) oksidiše 20 do 30 puta brže (Amaral i sar., 2018; Lima i sar., 2013). Joni gvožđa, bakra, kao i mioglobin mogu dodatno da pojačaju stepen lipidne peroksidacije (Amaral i sar., 2018). Proces lipidne peroksidacije ćelijske membrane nastaje u momentu kada nivo slobodnih radikala prevaziđe antioksidativni kapacitet ćelije (Glišić, 2020; Kamboh i Zhu, 2013), što ima za posledicu nastanak primarnih peroksida.

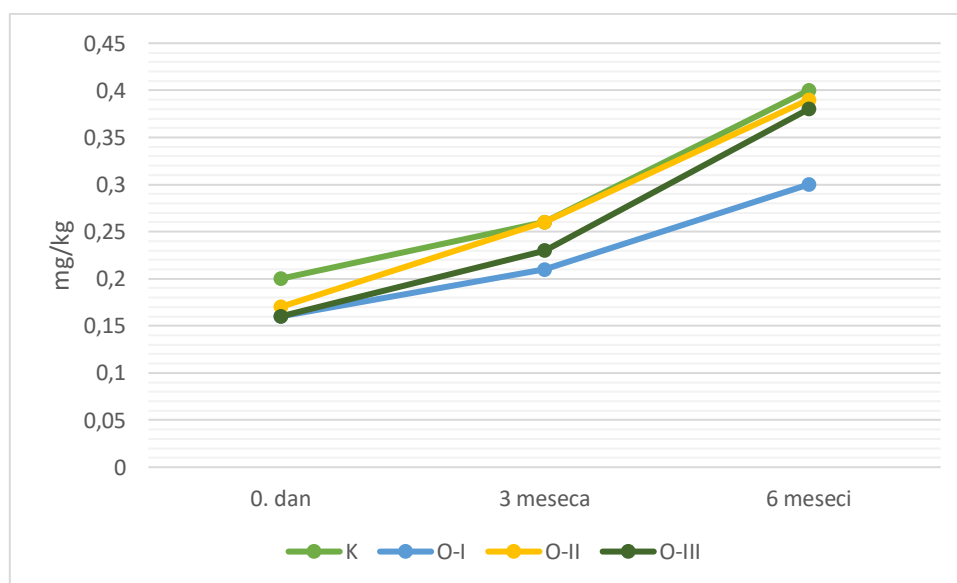
Min i sar. (2008) su pokazali da je TBK-broj pilećeg bataka i goveđeg mesa veći od svinjskog mesa i pilećih grudī, verovatno zbog povećanog sadržaja PNMK. Sadržaj MDA u sirovom mesu od 0,5 mg/kg je granična vrednost, nakon koje se može registrovati izmenjen miris mesa, kao posledica užeglosti (Todorović, 2014; Lanari i sar., 1995).

U organizmu životinje postoje različiti čimci odbrane od oksidacionih procesa, koji zajedno čine antioksidacioni sistem. Neki od tih činilaca su glutathion peroksidaza, dismutaza, katalaza, α -tokoferol, beta-karoten, vitamin C, flavonidi, selen, itd., koji u različitoj meri zadržavaju svoju aktivnost nakon klanja. Vitamini i selen se često dodaju u smeše za ishranu životinja u svrhu sprečavanja lipidne peroksidacije. Takođe, dodaju se i ekstrakti biljaka (začini, voće, povrće i lekovito bilje), koji sadrže visoke koncentracije fenola visokog antioksidativnog potencijala (Aminzare i sar., 2019). Pokazano je da izoflavoni iz soje mogu *in vivo* povećati aktivnost enzima antioksidacionog sistema, kao i da eliminišu slobodne radikale i heliraju metalne jone bakra i gvožđa, čime *post mortem* sprečavaju nastanak lipidne peroksidacije (Glišić, 2020; Chen, 2001). Kishawy i sar. (2019) su pokazali da se dodavanjem lanenog ulja u smešu (2% u starter i grover, 3,26% u finišer) statistički značajno ($p < 0,01$) povećava sadržaj flavonida (4,28 mg/kg) u mesu brojlera u odnosu na meso brojlera (2,13 mg/kg) hranjenih sa dodatkom istih količina sojinog ulja. Dodavanjem vitamina E (200 IJ/kg hrane) u smešu sa 5% lanenog ulja moguće je statistički značajno ($p < 0,01$) smanjiti sadržaj MDA, kako u svežem mesu (za 49,3%) (Leskovec i sar., 2018; Leskovec i sar., 2019), tako i u kivanom (za 60,01%) i mesu kivanom nakon zamrzavanja (65,9%) (Leskovec i sar., 2019). Upotrebom većih količina vitamina E kako u ishrani životinja, tako i u humanoj ishrani mogla bi se prevenirati lipidne peroksidacija u mesu, kao i oksidacioni stres u organizmu čoveka, što bi dovelo do prevencije raznih bolesti, jačanja imuniteta i povećanja fertilitnosti. Današnje preporuke SZO za vitamin E su znatno niže od količina koje su unosili naši pretci u paleolitskom dobu (Simopoulos, 1999).

Lipidna peroksidacija je prirodno intenzivnija u mesu sa većim sadržajem masti, pa je stoga i praćena u ovom radu. Skladištenjem na niskim temperaturama, ne zaustavlja se ovaj proces, naprotiv u toku skladištenja dolazi do formiranja izvesne količine peroksida, kao primarnih proizvoda peroksidacije, što nakon odmrzavanja može dovesti do nastanka veće količine sekundarnih proizvoda lipidne peroksidacije (Todorović, 2014; Hansen i sar., 2004). U ovom radu praćena je koncentracija MDA u svežem mesu, te u mesu nakon skladištenja na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ u periodu od 3 i 6 meseci. Sa produženjem vremena skladištenja povećavao se i sadržaj MDA u mesu bataka, a sa njim i statistička signifikantnost razlike među grupama (tabele 5.36, 5.37 i 5.38; grafikon 6.24). U svežim uzorcima mesa bataci iz oglednih grupa O-I i O-III imali su statistički značajno manji ($p < 0,05$) sadržaj MDA od uzoraka iz kontrolne grupe (tabela 5.36). Nakon 3 meseca skladištenja uzorci bataka O-I grupe (0,21 mg/kg) imali su statistički značajno manji sadržaj MDA od bataka iz kontrolne (0,26 mg/kg) i O-III grupe (0,23 mg/kg) po statističkoj signifikantnosti $p < 0,05$, a od bataka iz O-II grupe (0,26 mg/kg) po statističkoj signifikantnosti od $p < 0,01$ (tabela 5.37). Nakon 6 meseci skladištenja statistička značajnost razlike između sadržaja MDA u batacima O-I grupe (0,3 mg/kg) i bataka iz

ostalnih grupa bila je još veća ($p < 0,001$) (tabela 5.38). U skladu sa ovim radom Gou i sar. (2020), takođe, nisu utvrdili statistički značajnu razliku ($p < 0,05$) u sadržaju MDA u svežem mesu grudi piladi između grupa hranjenih sa dodatkom svinjske masti (4%) sa jedne strane i lanenog ulja (4%) sa druge strane. Isti autori, međutim, prijavljuju statistički značajno ($p < 0,05$) smanjenje količine MDA u grudima piladi hranjenih sa dodatkom lanenog ulja (2% i 4%) kada se u smešu doda 30 mg sojinog izoflavona po kilogramu smeše. Međutim, bilo bi zanimljivo vidjeti kakvi bi rezultati bili nakon određenog vremena skladištenja. Glišić (2020) je objavila sličan uticaj genisteina (izoflavon) u količini 200-800 mg/kg standardne smeše bez dodatog lanenog ulja, nakon skladištenja 3,6 i 9 meseci na temperaturi $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, moguće kao posledica heliranja jona gvožđa i bakra od strane izoflavona.

U ogledu radjenom za potrebe ove disertacije u hranu brojlera nije dodat ni jedan antioksidans, praćen je samo uticaj lanenog ulja na povećanje procesa lipidne peroksidacije, tj. na koncentraciju MDA u mesu brojlera. Na grafikonu 6.24 jasno se vidi da je najmanji sadržaj MDA nakon 6 meseci skladištenja bio očekivano u mesu bataka piladi, kojima je u hranu dato 5% svinjske masti (0,3 mg/kg), dok je sadržaj MDA u uzorcima bataka ostalih eksperimentalnih grupa bio približno jednak (0,38 – 0,40 mg/kg).



Grafikon 6.24. Prosečna koncentracija MDA (mg/kg) u uzorcima bataka kontrolne i oglednih grupa

6.10. Biohemijski parametri u krvi

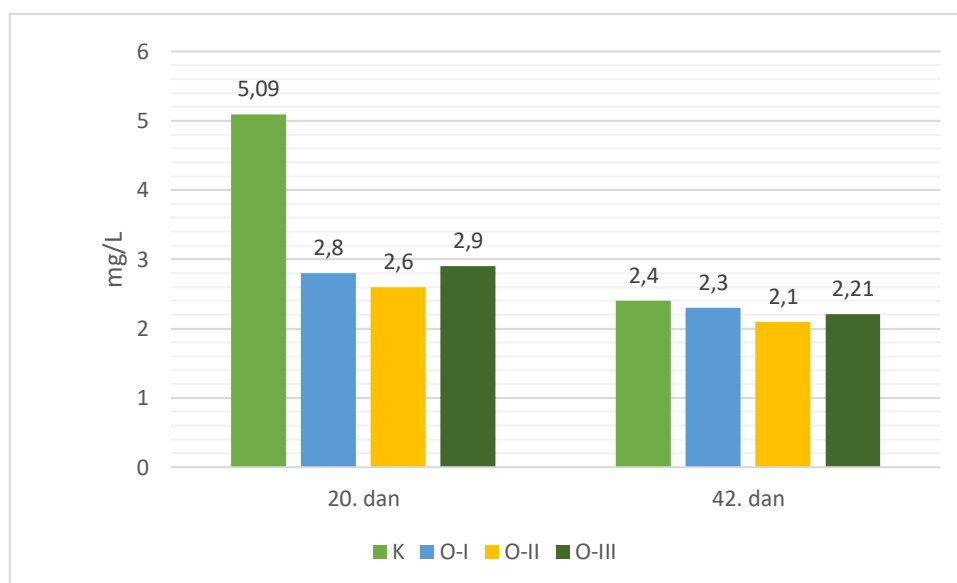
U okviru ove disertacije pored uticaja različitih izvora masti na lipidne indekse u dobijenom mesu brojlera, praćen je i uticaj različitih izvora masti na biohemijske parametre u krvi brojlera. Praćene su koncentracije holesterola i triglicerida 20. i 42. dana tova. Koncentracija holesterola u krvi brojlera oglednih grupa bila je statistički značajno manja ($p < 0,05$) nego kod brojlera kontrolne grupe 20. dana ogleda, dok na kraju ogleda nije utvrđena statistički značajna razlika. Na kraju ogleda najmanja koncentracija holesterola bila je kod O-II grupe brojlera. U ogledu Hou i sar. (2019) brojleri, hranjeni sa dodatkom 5% lanenog ulja, su na kraju ogleda imali statistički značajno nižu ($p < 0,05$) koncentraciju holesterola u krvi u odnosu na brojlere hranjene sa dodatkom 5% svinjske masti. Takođe, u pomenutom ogledu i koncentracija triglicerida bila je značajno manja ($p < 0,05$) u oglednoj grupi sa lanenim uljem, nego u oglednoj grupi hranjenoj sa dodatkom svinjske masti. Suprotni rezultati dobijeni su u ogledu rađenom za potrebe ove disertacije, gde je najmanja koncentracija triglicerida u krvi registrovana kod brojlera hranjenih sa dodatkom 5% svinjske masti, bez statistički značajne razlike.

Crespo i Esteve-Garcia (2003) su koristili inkluzije od 10% lanenog ulja da bi dobili očekivano niže vrednosti holesterola i insulina u krvi brojlera u odnosu na životinje koje su hranjene sa dodatkom 10% svinjske masti.

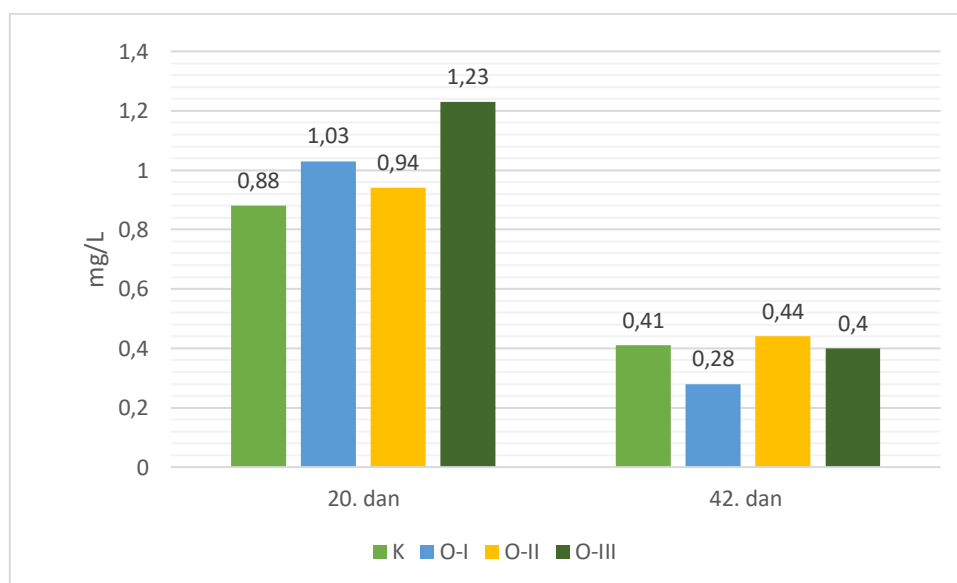
Khatun i sar. (2017) poredili su uticaj palminog ulja (6%) i suncokretovog ulja (6%) gde su zaključili da suncokretovo ulje statistički značajno smanjuje koncentraciju holesterola i triglicerida u odnosu na palmino ulje, što potvrđuje zaključke prijašnjih ogleda gde su ulja sa pretežno nezasićenim masnokiselinskim sastavom davala povoljnije rezultate holesterola i triglicerida u krvi od ulja sa pretežno zasićenim masnokiselinskim sastavom (Cvrk, 2010).

Statistički značajno smanjenje ($p < 0,05$) koncentracije LDL i VLDL holesterola u krvi brojlera hranjenih hranom sa gradacijski povećavanom inkluzijom lanenog ulja od 0,25 do 1%, pokazao je Al-Hilali (2018) u svom ogledu, pri čemu je za svako povećanje inkluzije lanenog ulja koncentracija HDL holesterola bila statistička značajno veća ($p < 0,05$) u odnosu na kontrolnu grupu. U sličnom ogledu, samo sa povećanjem inkluzije lanenog ulja od 1,25% do 5% sa recipročnim smanjenjem inkluzije suncokretovog ulja, koncentracija holesterola je statistički značajno niža ($p < 0,05$) bila pri inkluziji lanenog ulja od 3,75% i 5%, u odnosu na kontrolnu grupu (5% suncokretovog ulja). Takođe, registrovano je i statistički značajno ($p < 0,05$) smanjenje koncentracije triglicerida u krvi u grupi hranjenoj sa dodatkom 5% lanenog ulja u odnosu na grupu sa 5% svinjske masti (Shunthwal i sar., 2017).

Još ranije je pokazana razlika između dejstva n-3 masnih kiselina i n-6 masnih kiselina na biohemijske parametre krvi. Ulja sa većim sadržajem n-6 MK-a dovode do značajnog sniženja koncentracije holesterola, ali ne i triglicerida, dok n-3 MK-e dovode i do značajnog sniženja triglicerida (Byoung i sar., 1997). U rezultatima ogleda rađenog za potrebe ove disertacije mogu se primetiti ovi efekti, ali bez značajne statističke razlike (tabela 5.39; grafikoni 6.25 i 6.26).



Grafikon 6.28. Koncentracija (mg/L) holesterola u krvi brojlera kontrolne i oglednih grupa

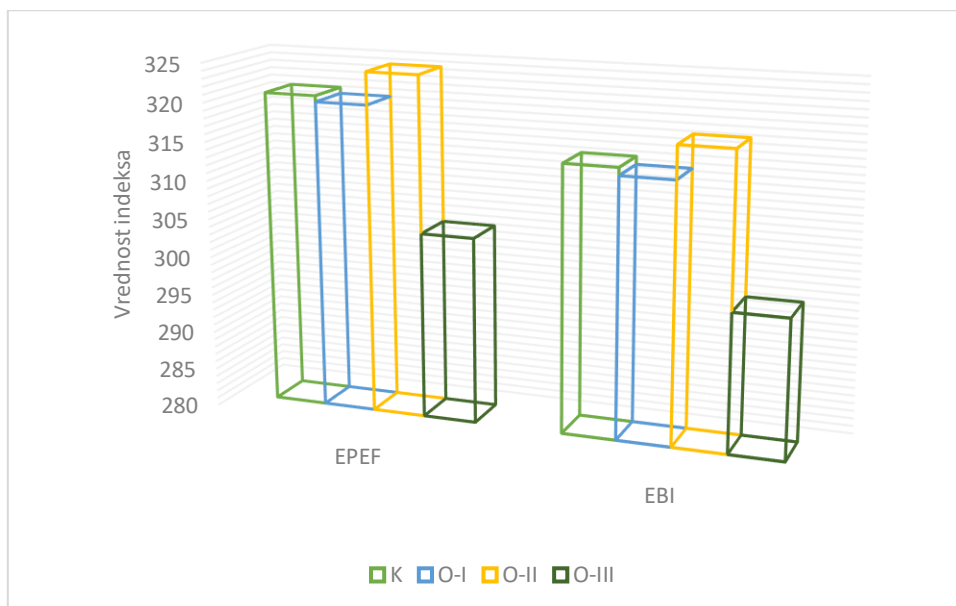


Grafikon 6.29. Koncentracija (mg/L) triglicerida u krvi brojlera kontrolne i oglednih grupa

6.11. Ekonomičnost proizvodnje

Ekonomičnost proizvodnje u ovom ogledu prikazana je pomoću EBI i EPEF indeksa (Marcu i sar., 2013). Za izračunavanje ovih indeksa koriste se vrednosti kao što su procenat živih jedniki, telesna masa, prirast i konverzija, a cena koštanja hrane i ostali troškovi proizvodnje se ne uzimaju u obzir. Marcu i sar. (2013) su upoređivali ekonomičnost proizvodnje Cobb 500 provenijencije brojlera sa ekonomičnosti proizvodnje Ross 308 provenijencije brojlera i pokazali su da brojleri Cobb 500 provenijencije imaju statistički značajno veći ($p < 0,001$) EPEF (376,18) i EBI (370,23) indeks proizvodnje u odnosu na brojlere Ross 308 provenijencije (EPEF= 346,09; EBI=340,45). Pilad je hranjena preporučenim smešama Aviagen kompanije. Marcu i sar. (2013b) su takođe pokazali da statistički značajan uticaj na veličinu EPEF i EBI indeksa imaju koncentracija proteina i vrednost metaboličke energije smeše ($p < 0,05$). drugi autori prijavili su statistički značajan uticaj hepatoprotektivnih aditiva na ova dva indeksa u proizvodnji (Susim i sar., 2020). Susim i sar. (2020) dodavali su u pijaću vodu ogledne grupe hepatoprotektivni aditiv *CadlivTM*, koji u sebi sadrži silimarin (eng. *silymarin* – ekstrakt gujine trave, lat. *Silybum marianum*), holin hidrat, triholin citrat, sorbitol i L-karnitin u količini 0,1 ml po piletu na dan. Pokazano je da ovaj hepatoprotektivni dodatak daje statistički značajno ($p < 0,001$) veći EPEF i EBI indeks (349,5 i 338,9) u odnosu na kontrolnu grupu (339,8 i 329,5) hranjenu standardnom recepturom. U literaturi postoji malo radova, koji su pratili uticaj različitih izvora masti na vrednost EPEF i EBI indeksa.

U ogledu rađenom za potrebe ove disertacije dobijene su niže vrednosti za oba indeksa u odnosu na navedene oglede iz literature. EPEF indeks bio je između 304,14 za O-III grupu i 324,16 za O-II grupu, dok je EBI indeks bio između 297,97 za O-III grupu i 317,68 za O-II grupu (grafikon 6.30). Moguće je da su niže vrednosti za ova dva indeksa u ovom ogledu bile posledica različitih uslova držanja brojlera u odnosu na spomenute oglede iz literature, ali za ovaj ogled najvažnije je bilo utvrditi da inkluzija lanenog ulja ne smanjuje indekse ekonomičnosti proizvodnje. Shunthwal i sar. (2017) su ekonomsku opravdanost upotrebe lanenog ulja (inkluzija 5%) u formiranju funkcionalne namirnice pratili drugim ekonomskim indeksom (Rs), ali svakako su došli do sličnog zaključka.



Grafikon 6.30 Uporedni prikaz vrednosti EPEF i EBI indeksa kontrolne i oglednih grupa

7. ZAKLJUČCI

Na osnovu dobijenih rezultata izvedeni su sledeći zaključci:

1. Hemijski sastav potpunih smeša za ishranu brojlera kontrolne i oglednih grupa (grupa sa dodatim različitim izvorima masti) u svim fazama tova nije se razlikovao, odnosno bio je izoproteinski i izoenergetski izbalansiran.

Sadržaj zasićenih i mononezasićenih masnih kiselina bio je veći ($p < 0,05$) u svim u potpunim smešama za ishranu brojlera sa dodatkom svinjske masti u odnosu na ostale poređene grupe. Odnos n-6/n-3 masnih kiselina bio je veći ($p < 0,05$) u kontrolnoj grupi u odnosu na ogledne grupe.

2. Na kraju ogleda grupa brojlera koja je kao dodatak dobijala laneno ulje imala je veću ($p < 0,05$) telesnu masu i prirast u odnosu na ostale grupe brojlera. Konverzija je na kraju ogleda bila značajno bolja ($p < 0,05$) u grupama koje su hranjene sa dodatkom svinjske masti odnosno sa lanenim uljem.

3. Na kraju tova nisu utvrđene razlike ($p > 0,05$) između prosečnih masa trupa kao i prosečnih masa i udela pojedinih delova trupa (grudi, batak sa karabatakom, krila, vrat i leđa sa karlicom) posmatranih grupa brojlera.

4. Nisu utvrđene razlike ($p > 0,05$) između pH vrednosti mesa grudi ispitivanih grupa brojlera oglednih grupa merene 45 minuta odnosno 24 h nakon klanja. Temperatura mesa grudi posle 45 minuta od klanja je bila niža ($p < 0,05$) u grupi koja je hranom dobijala mešavinu svinjske masti i lanenog ulja.

5. Prosečan sadržaj protein, odnosno vode, u mesu grudi brojlera bio je veći ($p < 0,05$) u grupama brojlera hranjenih sa dodatkom svinjske masti i lanenog ulja. Prosečan sadržaj masti u mesu grudi brojlera bio je veći ($p < 0,05$) u kontrolnoj grupi i grupi hranjenih sa dodatkom mešavine svinjske masti i lanenog ulja.

Nisu utvrđene razlike ($p > 0,05$) između prosečnih vrednosti hemijskih parametara kvaliteta mesa bataka sa karabatakom ispitivanih grupa brojlera.

6. Prosečan sadržaj SFA i MUFA u mesu bataka sa karabatakom brojlera hranjenih sa dodatkom svinjske masti bio je veći ($p < 0,05$) a sadržaj PUFA manji ($p < 0,05$) u odnosu na sadržaj ovih kiselina u mesu bataka sa karabatakom ostalih ispitivanih grupa.

Najpovoljniji n-6/n-3 odnos ($p < 0,05$) imale su grupe brojlera hranjene sa dodatkom lanenog ulja odnosno sa dodatkom smeše lanenog ulja i svinjske masti u hranu za brojlere.

7. Senzorna ocena ukupne prihvatljivosti mesa grudi kontrolne grupe brojlera bila je veća ($p < 0,05$) u odnosu na senzornu ocenu oglednih grupa brojlera.

Utvrđeno je da je senzorna ocena ukupne prihvatljivosti mesa bataka sa karabatakom grupe brojlera hranjenih sa dodatkom lanenog ulja bila manja ($p < 0,05$) od senzorne ocene prihvatljivosti kontrolne grupe i grupe sa dodatkom mešavine svinjske masti i lanenog ulja.

8. Niže vrednosti ($p < 0,05$) aterogenog indeksa (AI) u mesu bataka sa karabatakom utvrđene su kod kontrolne i ogledne grupe hranjene sa dodatkom lanenog ulja. Trombogeni indeks (TI) je bio manji ($p < 0,05$) u grupi brojlera hranjenih sa dodatkom lanenog ulja u odnosu na vrednosti TI u mesu bataka sa karabatakom ostalih poređenih grupa. Vrednosti hipo/hiperholesterolemičnog indeksa (h/H) mesa bataka sa karabatakom kontrolne grupe i ogledne grupe sa dodatkom lanenog ulja bile su veće ($p < 0,05$) u odnosu na iste vrednosti ostale dve grupe brojlera.

9. Prosečan sadržaj MDA nultog dana ispitivanja u mesu bataka sa karabatakom kontrolne grupe bio je veći ($p < 0,05$) u odnosu na prosečne sadržaje MDA oglednih grupa brojlera. U mesu bataka sa karabatakom nakon tri meseca skladištenja prosečan sadržaj MDA bio je veći ($p < 0,05$) kontrolne i grupe hranjenje sa dodatkom lanenog ulja. Nakon šest meseci skladištenja prosečan sadržaj MDA u mesu bataka sa karabatakom grupe hranjene sa dodatkom svinjske masti bio je manji ($p < 0,05$) u odnosu na ostale ispitivane grupe.

10. Prosečan sadržaj holesterola u krvi kontrolne i grupe hranjene sa dodatkom svinjske masti je bio veći ($p < 0,05$) u odnosu na ostale dve ogledne grupe. Na kraju ogleda prosečan sadržaj triglicerida u krvi brojlera hranjenih sa dodatkom svinjske masti bio je manji ($p < 0,05$) u odnosu na prosečan sadržaj triglicerida ostalih ispitivanih grupa brojlera.

11. Vrednosti ekonomičnosti izražne kao EPEF odnosno EBI imale su sledeći opadajući niz: grupa hranjena sa dodatkom lanenog ulja > kontrolna grupa > grupa sa dodatkom svinjske masti > grupa sa dodatkom mešavine lanenog ulja i svinjske masti, odnosno najpovoljniju ekonomičnost proizvodnje imala je grupa sa dodatkom lanenog ulja.

SPISAK LITERATURE

1. Agmon E, Stockwell BR, 2017, Lipid homeostasis and regulated cell death. *Curr Opin Chem Biol.* 2017 Aug; 39:83-89. doi: 10.1016/j.cbpa.2017.06.002. PMID: 28645028; PMCID: PMC5581689.
2. Berkhout Natalie, 2020, Popularity of poultry continues globally. poultryworld.net.
3. FAOSTAT, 2020, FAO statistical database. [http:// www.fao.org](http://www.fao.org)
4. FAOSTAT, 2016, FAO statistical database, access in July 2016. [http:// www.fao.org](http://www.fao.org)
5. FAO, 2020a, Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets: June 2020. Food Outlook, 1. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca9509en>
6. Statista Research Department, 2019, Urbanization by continent 2020. [Statista.com](https://www.statista.com).
7. UN, 2019, Population facts. United Nations ; Department of Economics and Social Affairs; No. 2019/6. [Un.org](http://un.org)
8. Shahbandeh M, 2020, Global poultry meat consumption 2020-2029. [Statista.com](https://www.statista.com)
9. Tarraf Rana, 2020, Poultry and Products Annual. United States Department of Agriculture; Foreign Agriculture Service. Report nummer: TC2020-0021. [Apps.fas.usda.gov](https://apps.fas.usda.gov)
10. Gordana Kralik, Zlata Kralik, Manuela Grčević and Danica Hanžek, 2017, Quality of Chicken Meat, *Animal Husbandry and Nutrition*, Banu Yücel and Turgay Taşkin, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.72865. Available from: <https://www.intechopen.com/books/animal-husbandry-and-nutrition/quality-of-chicken-meat>
11. GLEAM 2, 2016, Global Livestock Environmental Assessment Model. FAO, Rome. Available at [http:// www.fao.org/gleam](http://www.fao.org/gleam)
12. Alexandratos N, & Bruinsma J, 2012, World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision (No. 12-03, p. 4). Rome, FAO: ESAWorking paper.
13. [poultrytrends.com](http://www.poultrytrends.com), 2020, COVID-19 impacts short-term world poultry production. [http:// www.poultrytrends.com](http://www.poultrytrends.com)
14. FAO, 2020b, FAO Food Outlook June 2020. <http://www.fao.org>
15. FAO, 2020c, OECD-FAO Agriculture Outlook publications. <http://www.fao.org>
16. cdc.gov, 2020, Foodborne Germs and Illnesses - Causes of Food Poisoning. Center for Disease Control and Prevention. <http://cdc.gov>
17. cdc.gov, 2020b. Chicken and Food Poisoning. Center for Disease Control and Prevention. <http://cdc.gov>
18. SZO, 2019, International organizations unite on critical recommendations and prevent staggering number of deaths each year. Joint News Release; New York; World Health Organization <http://who.int>
19. O'Neill J, 2014, The Review on Antimicrobial Resistance – Antimicrobial Resistance: Tackling a crisis for the health and wealth of nations. <http://amr-review.org>

20. Gulan Branislav, 2020, Proizvodnja i prerada mesa u svetu, EU i Srbiji. <http://makroekonomija.org>
21. AICR, 2007, World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research. Washington, DC; Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective.
22. Alim-Un-Nisa, Naseem Zahra, Sajila Hina, Shahid Masood, Ali Javed, Syed ManzarInam, 2017, Development of Meat-based Functional Foods: A Review; Journal of Applied Biology & Biotechnology Vol. 5 (03), pp. 086-092.
23. Andreotti MO, Junqueira OM, Cancherini LC, Rodrigues EA, Sakomura NK, 2001, Valor nutricional de algumas fontes de gordura para frangos de corte. In: Anais da 38ª Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2001; Piracicaba, SP. Piracicaba: SBZ.
24. Azain MJ, 2003, Conjugated linoleic acid and its effects on animal products and health in single-stomached animals; Proceedings of the Nutrition Society. 62: 319-328.
25. Baiao Nelson Carneiro and Lara LJC, 2005, Oil and fat in broiler nutrition; Brazilian Journal of Poultry Science; ISSN 1516-635X Jul - Sep 2005 / v.7 / n.3 / 129 – 141.
26. Baltić Branislav, 2019, Doktorska disertacija - Ispitivanje Uticaja Dodavanja Srednjelančanih Masnih Kiselina na Zdravstveno Stanje, Proizvodne Rezultate i Kvalitet Mesa Brojlara, FVM Beograd.
27. Bernstein AM, Sun Q, Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Willett WC, 2010, Major dietary protein sources and risk of coronary heart disease in women. Circulation. 122:876–83.
28. Carew LB, Maghemer Jr RH, Sharp Jr RW, 1972, Fat absorption by very young chick. Poultry Science (3):738-742.
29. CDC Foundation, 2015, Heart disease and stroke cost America nearly 1 billion a day in medical costs, lost productivity; cdcfoundation.org.
30. Chanmugam P, Boudreau M, Boutte T, Park RS, Hebert J, Berrio L, Hwang DH, 1992, Incorporation of different types of n-3 fatty acids into tissue lipids of poultry. Poultry Science 71:516-521.
31. Cobb500 Broiler Guide, 2018, <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/5fc96620-0aba-11e9-9c88-c51e407c53ab>.
32. Cobb-vantress.com.com, 2018, Broiler Performance & Nutrition Supplement; <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/product-guides/bdc20a5443/70dec630-0abf-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf>
33. Čorbo S, 2008, Tehnologija masti i ulja; Univerzitet u Sarajevu. Sarajevo.
34. Cvrk Ramzija, 2010, Doktorska disertacija: Uticaj vrste masti i ulja u hrani za tov pilića na kvalitet pilećeg mesa. Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli.
35. de Lorgeril Michel, MD; Salen Patricia, BSc; Martin Jean-Louis, PhD; Monjaud Isabelle, BSc; Boucher Philippe, PhD; Mamelle Nicole, PhD, 1998, Mediterranean Dietary Pattern in a Randomized Trial, Prolonged Survival and Possible Reduced Cancer Rate; Arch Intern Med. 158:1181-1187.
36. EFSA, 2012, J. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) Scientific opinion on dietary reference values for protein. 10:2557, 66 pp.

37. Esposito K, Chiodini P, Maiorino MI, Bellastella G, Panagiotakos D, Giugliano D, 2014, Which diet for prevention of type 2 diabetes? A meta-analysis of prospective studies. *Endocrine*. 47:107–16.
38. Esposito K, Kastorini CM, Panagiotakos DB, Giugliano D, 2010, Prevention of type 2 diabetes by dietary patterns: a systematic review of prospective studies and meta-analysis. *Metab Syndr Relat Disord*. 8:471–6.
39. European Commission, 2012, Agri-environmental indicator - gross nitrogen balance. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_gross_nitrogen_balance
40. FAO-AGAL, 2016, Synthesis-Livestock and the Sustainable Development Goals. Available at http://www.livestockdialogue.org/fileadmin/templates/res_livestock/docs/2016/Panama/FAO-AGAL_synthesis_Panama_Livestock_and_SDGs.pdf
41. Ferreira da Silva Tiago, Sousa Vera F, Malheiro Ana R. and Brites Pedro, 2012, The importance of ether-phospholipids: A view from the perspective of mouse models; [Biochimica et Biophysica Acta \(BBA\) - Molecular Basis of Disease; Volume 1822, Issue 9](#), Pages 1501-1508
42. Genkinger JM, Hunter DJ, Spiegelman D, Anderson KE, Beeson WL, Buring JE et al., 2006, A pooled analysis of 12 cohort studies of dietary fat, cholesterol and egg intake and ovarian cancer. *Cancer Causes Control*. 17:273–85.
43. Gerber PJ, Mottet A, Opio CI, Falcucci A & Teillard F, 2015, Environmental impacts of beef production: Review of challenges and perspectives for durability. *Meat science*, 109, 2-12.
44. Givens DI, 2009, Animal Nutrition and Lipids in Animal Products and Their Contribution to Human Intake and Health; *Nutrients* 1, 71-82.
45. Gnagnarella P, Salvini S, Parpinel M, 2008, Food composition database for epidemiological studies in Italy. European Institute of Oncology. Available at: <http://www.ieo.it/bda>
46. Goutefongea R and Dumont JP, 1990, Developments in low-fat meat and meat products. In: Wood JD, Fisher AV, editors. *Reducing fat in Meat animals*. London: Elsevier Applied Science; p. 398-436.
47. Grashorn MA, 2007, Functionality of Poultry Meat; *J. Appl. Poult. Res*. 16:99-106.
48. Gray B, Steyn F, Davies PS, Vitetta L, 2013, Omega-3 fatty acids: a review of the effects on adiponectin and leptin and potential implications for obesity management. *Eur J Clin Nutr*. 2013 Dec;67(12):1234-42. doi: 10.1038/ejcn.2013.197. Epub 2013 Oct 16.
49. Hardin JO, Miligan JJ, Sidwell VD, 1964, The influence of solvent extracted fish meal and stabilized fish oil in broiler rations on performance and on the flavor of broiler. *Poultry science* 43 858-860.
50. Holthuis JCM, Menon AK, 2014, Lipid landscapes and pipelines in membrane homeostasis. *Nature* 510:48-57.
51. Hu FB, 2005, Protein, body weight, and cardiovascular health. *Am J Clin Nutr*. 82(1 Suppl):242S–7S.

52. Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Ascherio A, Colditz GA, Speizer FE et al., 1999, Dietary saturated fats and their food sources in relation to the risk of coronary heart disease in women. *Am J Clin Nutr.* 70:1001–8.
53. Ibrahim Doaa, El-Sayed Rania, Khater Safaa I, Said Enas N, El-Mandrawy Shefaa AM, 2017, Changing dietary n-6:n-3 ratio using different oil sources affects performance, behavior, cytokines mRNA expression and meat fatty acid profile of broiler chickens; *Animal Nutrition*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2017.08.003>
54. Ingolfsson HI et al., 2014, Lipid organization of the plasma membrane. *J. Am. Chem. Soc.* 136:14554-14559.
55. ISEO – Institute of Shortening and Edible Oils, Inc., 2006, “ Food Fats and Oils “- ninth edition by Institute of Shortening and Edible Oils, Inc., 1750 New York Avenue, NW, Washington, DC 20006, <http://www.iseo.org/foodfats.htm>.
56. Jokić, Ž., Kovčín, S., Joksimović-Todorović, M. (2004). *Ishrana živine*. Zemun: Poljoprivredni fakultet.
57. Karolyi D, 2007, Polinezasićene masne kiseline u prehrani i zdravlju ljudi; *Meso IX (3):151-158*.
58. Keys A, Aravanis C, Blackburn HW, Van Buchem FSP, Buzina R, Djordjevic BS, Dontas AS, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Lekos D, Monti M, Puddu V, Taylor HL, 1967, Epidemiologic studies related to coronary heart disease: characteristics of men aged 40–59 in seven countries. *Acta Med Scand (Suppl to vol. 460)* 1–392.
59. Kim Y, Keogh J, Clifton P, 2015, A review of potential metabolic etiologies of the observed association between red meat consumption and development of type 2 diabetes mellitus. *Metabolism.* 64:768–79. doi: 10.1016/j.metabol.2015.03.008.
60. Koshiro Kanaoka, MD; Satoshi Okayama, MD, PhD; Michikazu Nakai, PhD; Yoko Sumita, Kunihiko Nishimura, MD, PhD; Rika Kawakami, MD, PhD; Hiroyuki Okura, MD, PhD; Yoshihiro Miyamoto, MD, PhD; Satoshi Yasuda, MD, PhD; Hiroyuki Tsutsui, MD, PhD; Issei Komuro, MD, PhD; Hisao Ogawa, MD, PhD; Yoshihiko Saito, MD, PhD; 2019, Hospitalization Costs for Patients With Acute Congestive Heart Failure in Japan; *Circulation Journal*. Doi: 10.1253/circj.CJ-18-1212.
61. Kralik Gordana, Škrtić Z, Kušec Goran, Kadlec J i Strossmayer J, 2003, The influence of rape seed/oil on the quality of chicken carcasses. *Czech Journal of Animal Science.* 48.
62. Lai LX, Kang JX, Li RF, Wang JD, Witt WT, Yong HY, Hao YH et al., 2006, Generation of cloned transgenic pigs rich in omega-3 fatty acids; *Nature biotechnology.* 24: 435-436.
63. Larsson SC, Bergkvist L, Wolk A, 2005, High-fat dairy food and conjugated linoleic acid intakes in relation to colorectal cancer incidence in the Swedish Mammography Cohort; *The American Journal of Clinical Nutrition.* 82: 894-900.
64. Leeson Steven and Summers John D, 2005, *Commercial Poultry Nutrition, Third Edition*. Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Ontario, Canada. University Books, P. O. Box 1326. ISBN 978-1-904761-78-5.
65. Lehninger AJ, Nelson DL, Cox MM, 2000, *Principios de bioquímica*. 2nd ed. Sao Paulo: Sarvier; 839p.

66. Leke JR, Mandey JS, Laihad JT, Tinangon RM, Tangkau L and Junus C, 2018, Performance and lipid profiles of native chickens fed diet containing skipjack fish oil as by-product of fish canning factory; IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 102 012041.
67. Levine ME, Suarez JA, Brandhorst S, Balasubramanian P, Cheng CW, Madia F et al., 2014, Low protein intake is associated with a major reduction in IGF-1, cancer, and overall mortality in the 65 and younger but not older population. *Cell Metab.* 19:407–17.
68. Lewinska Anna, Zebrowski Jacek, Duda Magdalena, Gorka Anna and Wnuk Maciej, 2015, Fatty Acid Profile and Biological Activities of Linseed and Rapeseed Oils. *Molecules* 20, 22872-22880; doi:10.3390/molecules201219887.
69. Ley SH, Sun Q, Willett WC, Eliassen AH, Wu K, Pan A, 2014, Associations between red meat intake and biomarkers of inflammation and glucose metabolism in women. *Am J Clin Nutr.* 99:352–60. doi: 10.3945/ajcn.113.075663.
70. Lingwood D, Simons K, 2010, Lipid rafts as a membrane-organizing principle. *Science* 327:46-50.
71. Marangoni Franca, Corsello Giovanni, Cricelli Claudio, Ferrara Nicola, Ghiselli Andrea, Lucchin Lucio, Poli Andrea, 2015, Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: an Italian consensus document; *Food Nutr Res.*; 59: 10.3402/fnr.v59.27606.
72. Marković V Radmila i Baltić Ž Milan, 2018, Monografija: Ishranom životinja do funkcionalne hrane.
73. Martinčić V, 2002, Vrsta, kvaliteta in uporaba maščob v prehrani; Zbornik referatov seminarja „Maščobe v prehrani“; Ljubljana.
74. McDonald Peter, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG, 2010, *Animal Nutrition*, Seventh Edition; Pearson. ISBN-13: 978-1408204238.
75. Tallentire, C.W., Leinonen, I. & Kyriazakis, I (2016). Breeding for efficiency in the broiler chicken: A review. *Agron. Sustain. Dev.* 36, 66 (2016). <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0398-2>
76. McNamara Robert K, 2009, Review Article: Membrane Omega-3 Fatty Acid Deficiency as a Preventable Risk Factor for Comorbid Coronary Heart Disease in Major Depressive Disorder; Hindawi Publishing Corporation *Cardiovascular Psychiatry and Neurology*; Volume 2009, Article ID 362795, 13 pages ; oi:10.1155/2009/362795.
77. Millen BE, Wolongevicz DM, de Jesus JM, Nonas CA, Lichtenstein AH, 2014, American Heart Association/American College of Cardiology Guideline on Lifestyle Management to Reduce Cardiovascular Risk: practice opportunities for registered dietitian nutritionists. *J Acad Nutr Diet.* 114:1723–9.
78. Miller D and Robisch P, 1969, Effect of herring, menhaden and safflower oils on the ω -3 and ω -6 fatty acid content of broiler tissue. *Journal of Food Science* 34:136-141.
79. Missmer SA, Smith-Warner SA, Spiegelman D, Yaun SS, Adami HO, Beeson WL et al., 2002, Meat and dairy food consumption and breast cancer: a pooled analysis of cohort studies. *Int J Epidemiol.* 31:78–85.

80. Mohammed HA i Horniakova E, 2012, Effect og Using Saturated and Unsaturated Fats in Broiler Diet on Carcass Performance; Slovak J. Anim. Sci., 45: 21-29 © 2012 CVŽV ISSN 1337-9984.
81. Morales-Barrera Jesus Eduardo, Gonzalez-Alcorta Mariano Jesus, Castillo-Dominguez Rosa Maria, Prado-Rebolledo Omar Francisco, Hernandez-Velasco Xochitl, Menconi Anita, Tellez Guillermo, Hargis Billy Marshal, Carrillo-Dominguez Silvia, 2013, Fatty Acid Deposition On Broiler Meat in Chickens Supplemented with Tuna Oil; Foot and Nutrition Science, 4, 16-20.
82. Mottet Anne and Tempio Giuseppe, 2017, Global poultry production, current state and future outlook and challenges; Animal Production and Health Division, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
83. Murphy SP & Allen LH, 2003, Nutritional importance of animal source foods. The Journal of nutrition, 133(11), 3932S-3935S.
84. Narrod Clare A. & Tiongco M, 2012, Global poultry sector trends and external drivers of structural change. FAO, Rome.
85. Nawar WW, 1996, Chemistry: Bailey`s Industrial Oil and Fat Products. 5th ed, Volume 1, Hui, Y. H. (ed), New York, John Wiley & Sons, pp. 397 – 427.
86. Newman RE, Bryden WL, Fleck E, Ashes JR, Buttemer WA, Storlien LH, Downing JA, 2002, Dietary n-3 and n-6 fatty acids alter avian metabolism: molecular-species composition of breast-muscle phospholipids. British Journal of Nutrition; 88: 11-18.
87. Nyquist Nicole F, Rødbotten Rune, Thomassen Magny and Haug Anna, 2013, Chicken meat nutritional value when feeding red palm oil, palm oil or rendered animal fat in combination with linseed oil, rapseed oil and two levels of selenium; Lipids in Health and Disease 12:69.
88. Overvad K, Diamant B, Holm L, Hülmer G, Mortensen SA and Stender S, 1999, Review: Coenzyme Q10 in health and disease;; European Journal of Clinical Nutrition 53, 764-770; Stockton Press; <http://www.stockton-press.co.uk/ejcn>
89. Paoli A, 2014, Ketogenic diet for obesity: friend or foe? Int J Environ Res Public Health. 11:2092–107.
90. Sabour H, Norouzi Javidan A, Latifi S, et al., 2015, Omega-3 fatty acids' effect on leptin and adiponectin concentrations in patients with spinal cord injury: A double-blinded randomized clinical trial. J Spinal Cord Med. 38(5):599-606. doi:10.1179/2045772314Y.0000000251
91. Sadadinović Jasminka, 2008, Udžbenik „Organska tehnologija“; Ars grafika Tuzla; Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli.
92. Sadeghi AA, Safaei A, Aminafshar M, 2014, The effects of dietary oil sources on performance, serum corticosterone level, antibody titers and IFN-g gene expression in broiler chickens. Kafkas Univ Veteriner Fak Derg 1(6):20.
93. Saeki K, Matsumoto K, Kinoshita M, Suzuki I, Tasaka Y, Kano K, Hosoi Y, 2004, Functional expression of a $\Delta 12$ fatty acid desaturase gene from spinach in transgenic pigs. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 101: 6361-6366.
94. Sanz M, Flores A, Lopez-Bote CJ, 2000, The metabolic use of energy from dietary fat in broilers is affected by fatty acid saturation. British Poultry Science 41:61-68.

95. Simons K, Gerl MJ, 2010, Revitalizing membrane rafts: new tools and insights. *Nat. Rev. Mol. Cell Biol.* 11:688-699.
96. Simons K, Ikonen E, 1997, Functional rafts in cell membranes. *Nature* 387:569.
97. feedstrategy.com, 2020, Poll: Most widely used additives in broiler feeds: Among 4 distinct additives, probiotics and butyric acid were selected as top products. Posted by Ioannis Mavromichalis; June 08, 2020
98. Simopoulos AP, 1999, Evolutionary Aspects of Omega-3 Fatty Acids in the Food Supply; Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids 60 (5&6), 421-429.
99. Simopoulos AP, 2000, Human Requirement for N-3 Polyunsaturated Fatty Acids; Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA; *Poultry Science* 79, 961-970.
100. Singer SJ, Nicolson GL, 1972, The fluid mosaic model of the structure of cell membranes. *Science* 175:720-731.
101. Službeni glasnik RS, Pravilnik o kvalitetu hrane za životinje 4/2010 i 113/2012, 27/2014, 25/2015 i 39/2016; <https://www.tehnologijahrane.com/pravilnik/pravilnik-o-kvalitetu-hrane-za-zivotinje#toc-3-smee>
102. SRPS ISO 5983/2001. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja sirovih proteina.
103. SRPS ISO 6496/2001. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja vlage i drugih isparljivih materija.
104. SRPS ISO 6492/2001. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja masti.
105. SRPS ISO 5984/2002. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja sirovog pepela.
106. SRPS ISO 6490-1/2001. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja kalcijuma (volumetrijska metoda).
107. SRPS ISO 6491/2002. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja fosfora (spektrometrijska metoda).
108. SRPS ISO 6865/2004. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja sirove celuloze (metoda sa međufiltracijom).
109. Sinovec i Ševković, 2008. Određivanje bezazotnih ekstraktivnih materija (BEM)
110. Sl. List SFRJ 1/81 i 51/88. Pravilnikom o kvalitetu mesa pernate živine.
111. SRPS ISO 937/1992. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja proteina.
112. SRPS ISO 1442/1998. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja vode.
113. SRPS ISO 1443/1992. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja ukupne masti.
114. SRPS ISO 936/1999. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje sadržaja ukupnog pepela.
115. Spiric A., Trbovic D., Vranic D., Djinovic J., Petronijevic R., Matekalo-Sverak V., 2010, Statistical evaluation of fatty acid profile and cholesterol content in fish (common carp) lipids obtained by different sample preparation procedures. *Analytica Chimica Acta*, 672, 66-71

116. SRPS EN ISO 5509/2007, Ulja i masti biljnog i životinjskog porekla – Priprema metilestara masnih kiselina.
117. Spector Arthur A. and Kim Hee-Yong, 2015, Discovery of essential fatty acids; [JLipid Res.](#) 56(1): 11–21.
118. Starčević Kristina, Mašek Tomislav, Brozić Diana, Filipović Natalija and Stojević Zvonko, 2014, Growth performance, serum lipids and fatty acid profile of different tissues in chicken broilers fed a diet supplemented with linseed oil during a prolonged fattening period. *Vet. Arhiv* 84, 75-84, ISSN 0372-5480.
119. Statistički godišnjak Srbije, 2019; Republički zavod za statistiku; ISSN 0354-4206; COBISS.SR-ID 19184399.
120. Tov brojlera. <https://www.zivinarstvo.com/proizvodnja-mesa/tov-brojlera/>
121. Vescovo G, Ravara B, Gobbo V, Sandri M, Angelini A, Della Barbera M, Dalla Libera L, 2002, L-Carnitine: a potential treatment for blocking apoptosis and preventing skeletal muscle myopathy in heart failure. *American Journal of Physiology-Cell Physiology.* 283: 802-810.
122. Wassenaar TA et al., 2015, Computational lipidomics with insane: a versatile tool for generating custom membranes for molecular simulations. *J. Chem. Theory Comput.* 11:2144-2155.
123. WHO, Europe, 2003, World Health Organization European Region Copenhagen: Food based dietary guidelines in the WHO European Region.
124. Zelenka J, Schneiderova D, Mrkvicova E, Dolezal P, 2008, The effect of dietary linseed oils with different fatty acid pattern on the content of fatty acids in chicken meat; *Veterinarni Medicina*, 53: 77–85.
125. Zelenka J, Jarošova A, Schneiderova D, 2008, Influence of N-3 and N-6 Polyunsaturated Fatty Acids on Sensory Characteristics of Chicken Meat; *Czech J. Anim. Sci.*, 53: 299-305. CDC Foundation, 2015, Heart disease and stroke cost America nearly 1 billion a day in medical costs, lost productivity; cdcfoundation.org.
126. Koshiro Kanaoka, MD; Satoshi Okayama, MD, PhD; Michikazu Nakai, PhD; Yoko Sumita, Kunihiko Nishimura, MD, PhD; Rika Kawakami, MD, PhD; Hiroyuki Okura, MD, PhD; Yoshihiro Miyamoto, MD, PhD; Satoshi Yasuda, MD, PhD; Hiroyuki Tsutsui, MD, PhD; Issei Komuro, MD, PhD; Hisao Ogawa, MD, PhD; Yoshihiko Saito, MD, PhD; 2019, Hospitalization Costs for Patients With Acute Congestive Heart Failure in Japan; *Circulation Journal*. Doi: 10.1253/circj.CJ-18-1212.
127. Službeni glasnik RS, Pravilnik o kvalitetu hrane za životinje 4/2010 i 113/2012, 27/2014, 25/2015 i 39/2016; <https://www.tehnologijahrane.com/pravilnik/pravilnik-o-kvalitetu-hrane-za-zivotinje#toc-3-smee>
128. ISO 8586-1:1993, Sensory analysis — General guidance for the selection, training and monitoring of assessors — Part 1: Selected assessors
129. ISO 8587/2006, Sensory analysis methodology, Ranking, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

130. Marcu, Adela & Vacaru-Opriș, Ioan & Dumitrescu, Gabi & Ciochină, Liliana & Marcu, Adrian & Nicula, Marioara & Peț, Ioan & Dronca, Dorel & Kelcirov, Bartolomeu & Mariș, Cosmin., 2013,. The Influence of Genetics on Economic Efficiency of Broiler Chickens Growth. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*. 46. 339-346.
131. Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T., & Dugan Jr, L, 1960, A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *Journal of the american oil chemists' society*, 37(1), 44-48.
132. Baltić Branislav; 2019, Doktorska disertacija - Ispitivanje Uticaja Dodavanja Srednjelančanih Masnih Kiselina na Zdravstveno Stanje, Proizvodne Rezultate i Kvalitet Mesa Brojlara, FVM Beograd.
133. Cobb-vantress.com.com, 2018, Broiler Performance & Nutrition Supplement; <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/product-guides/bdc20a5443/70dec630-0abf-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf>
134. Jokić Ž, Kovčičin S, Joksimović-Todorović M, 2004, Ishrana živine. Zemun: Poljoprivredni fakultet.
135. Službeni list SFRJ 1/81 i 51/88, 1988, Pravilnik o kvalitetu mesa pernate živine.
136. Baltić ŽM, Dragičević O, i Karabasil N, 2003, Meso živine-značaj i potrošnja. *Zbornik referata i kratkih sadržaja*, 15, 189-198.
137. Manea I; Preda RI, 2018, Abstract - The Study of the Influence Of Ripening Conditions On The Tenderness and Freshness Of Poultry Meat. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM2018, 18, 307-314.
138. Santos, Helena Caminha, Brandelli, Adriano, & Ayub, Marco Antônio Záchia., 2004, Influence of post-mortem aging in tenderness of chicken breast fillets. *Ciência Rural*, 34(3), 905-910. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000300038>
139. Koohmaire M, 1994, Muscle proteinases and meat aging. *Meat Sci, Savoy*, v.38, p.93-104.
140. Koohmaire M, 1996, Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Sci, Savoy*, v.43, S193-S201.
141. Goll DE; Boehm ML, Geesink GH, 1997, What causes post-mortem tenderization? *Reciprocal Meat Conference, Savoy*, v.50, p.60-67.
142. [tehnologijahrane.com](https://www.tehnologijahrane.com), 2017. Meso. <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/meso>
143. Baltić Tatjana M, 2014, Doktorska disertacija - Ispitivanje Uticaja Mariniranja na Rast Salmonella Vrsta u Mesu Brojlara. Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica animalnog porekla, FVM Beograd.
144. Dransfield E, Sosnicki AA, 1999, Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poult Sci* 78,743-746.
145. Honikel HO, 2006, Conversion of muscle to meat. In: Jenser WK, ed., *Encyclopedia of Meat Science*. New York: Elsevier, 314-318.

146. Ristić M, Damme K, 2010, The meaning of pH-value for the meat quality of broilers – Influence of breed lines. *tehnologija mesa* 51, 2: 120-123.
147. Kralik G, Škrtić Z, Kralik Z, Grčević M, 2011, Carcass and meat quality of Cobb 500 and Hubbard Classic broiler chickens. *Krmiva*, 53:179-86.
148. Glamočlija Nataša, 2013, Doktorska disertacija - Upporedna analiza mesnatosti trupova i odabranih parametara kvaliteta mesa brojlera, Fakultet veterinarske medicine; Univerzitet u Beogradu.
149. Sharmin F, Sarker NR, Sarker MSK, 2020, Effect of Using *Moringaoleifera* and *Spirulinaplantensis* as Feed Additives on Performance, Meat Composition and Oxidative Stability and Fatty Acid Profiles in Broiler Chicken 10:772. doi: 10.35248/2155-9600.20.10.772
150. Abdulla Nazim Rasul, Zamri Amirah Nabilah Mohd, Sabow Azad Behnan, Karwan Yaseen Kareem, Shazali Nurhazirah, Foo Hooi Ling, Awis Qurni Sazili & Teck Chwen Loh, 2017, Physico-chemical properties of breast muscle in broiler chickens fed probiotics, antibiotics or antibiotic–probiotic mix, *Journal of Applied Animal Research*, 45:1, 64-70, DOI: 10.1080/09712119.2015.1124330
151. Lipiński K, Antoszkiewicz Z, Kotlarczyk S, Mazur-Kuśnirek M, Kaliniewicz J, & Makowski Z, 2019, The effect of herbal feed additive on the growth performance, carcass characteristics and meat quality of broiler chickens fed low-energy diets. *Archives animal breeding*, 62(1), 33–40. <https://doi.org/10.5194/aab-62-33-2019>
152. Desnoyers Melissa, Kim Gilbert and Guy Rousseau, 2018, Review - Cardioprotective Effects of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids: Dichotomy between Experimental and Clinical Studies; *Mar. Drugs*, 16(7), 234; <https://doi.org/10.3390/md16070234>
153. Wilber CG, Levine VE, 1950, Fat metabolism in Alaskan Eskimos. *Exp. Med. Surg.*, 8, 422–425.
154. Chen W, Zhao R, Yan BX, Zhang JS, Huang YQ, Wang ZX, Guo YM, 2014, Effects of the replacement of corn oil with linseed oil on fatty acid composition and the expression of lipogenic genes in broiler chickens. *Czech J. Anim. Sci.*, 59: 353-364.
155. Ulbricht TL, Southgate DA, 1991, Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*.;338(8773):985-92. doi: 10.1016/0140-6736(91)91846-m. PMID: 1681350.
156. Hu FB, 2005, Protein, body weight, and cardiovascular health. *Am J Clin Nutr.* 82(1 Suppl):242S–247S.
157. Attia YA, Al-Harathi MA, Korish MA, & Shiboob MM, 2017, Fatty acid and cholesterol profiles, hypocholesterolemic, atherogenic, and thrombogenic indices of broiler meat in the retail market. *Lipids in health and disease*, 16(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0423-8>.
158. Bogosavljevi-Boškovi S, Pavlovski Z, Petrovi MD, Doskovi V, Rakonjac S, 2010, Broiler meat quality: Proteins and lipids of muscle tissue. *Afr J Biotechnol.* 9(54):9177–9182.
159. Kratz M, 2005, Dietary cholesterol, atherosclerosis and coronary heart disease. *Handb Exp Pharmacol.*170:195–213. doi: 10.1007/3-540-27661-0_6.

160. Vitina II, Cerina S, Jansons J, Karstina V, Daugavietis M, Polis O, Korica A, Anenkova R, Lujane B, 2012, Functional Poultry meat enriched with biologically active substances from neutral extractives obtained from Spruce Needles. *Krmiua*.5:151–158.
161. Laudadio V, Ceci E, Edmondo M B, Lastella N, Tufarelli V, 2015, Dietary high-polyphenols extra-virgin olive oil is effective in reducing cholesterol content in eggs. *Lipids Health Dis*. 14(5). doi:10.1186/s12944-015-0001-x. (In Press)
162. Van Dyck MO, Adams AC, 2003, Dietary antioxidants- antiradical active nutricines. *Int J Poultry Sci*. 11:15–19.
163. Wijendran V, Hayes KC, 2004, Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. *Annu Rev Nutr*.;24:597–615. doi: 10.1146/annurev.nutr.24.012003.132106.
164. von Schacky C, 2003, The role of omega-3 fatty acids in cardiovascular disease. *Curr Atheroscler Rep*. 5:139–145. doi: 10.1007/s11883-003-0086-y.
165. Franca M, Corsello G, Cricelli C, Ferrara N, Ghiselli A, Lucchin L, Poli A, 2015, Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: an Italian consensus document. *Food Nutr Res*.;59:27606. doi: 10.3402/fnr.v59.27606.
166. Al-Najdawi R, Abdullah B, 2002, Proximate composition, selected minerals, cholesterol content and lipid oxidation of mechanically and hand-deboned chickens from the Jordanian market. *Meat Sci*. 61:243–247. doi: 10.1016/S0309-1740(01)00186-3.
167. El-Wakf AM, Ebraheem HA, Serag HA, Hassan HA, Gumaih HS, 2010, Association between inflammation and the risk of cardiovascular disorders in atherogenic male rats: Role of virgin and refined olive oil. *J Am Sci*. 6(12):807–817.
168. Rozbicka-Wieczorek AJ, Wiesyk E, Brzoska F, Sliwinski B, Kowalczyk J, Czauderna M, 2014, Efficiency of fatty acids accumulation into breast muscles of chickens fed diets with lycopene, fish oil and different chemical selenium forms. *Afr J Biotech*. 13:1604–1613. doi: 10.5897/AJB2013.13275.
169. Kliševičiūtė V, Gružasuskas R, Racevičiūtė-Stupelienė A, Daukšienė A, Švirmickas GJ, Mieželienė A, Alenčikienė G, 2014, Influence of different amount of whole triticale on productivity and meat quality of broiler chickens. *Veterinarija Ir Zootechnika (Vet Med Zoot) T*. 66:88.
170. Gou ZY, Cui XY, Li L, Fan QL, Lin XJ, Wang YB, Jiang ZY, & Jiang SQ, 2020, Effects of dietary incorporation of linseed oil with soybean isoflavone on fatty acid profiles and lipid metabolism-related gene expression in breast muscle of chickens. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 14(11), 2414–2422. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001020>
171. Branković Lazić IM, 2015, Uticaj primene konjugovane linolne kiseline na proizvodne rezultate i kvalitet mesa brojlera, Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
172. Spiric A, Trbovic D, Vranic D, Djinovic J, Petronijevic R, & Matekalo-Sverak V, 2010, Statistical evaluation of fatty acid profile and cholesterol content in fish (common carp)

- lipids obtained by different sample preparation procedures. *Analytica chimica acta*, 672(1-2), 66-71.
173. Colton T, 1974, Regression and correlation. *Statistics in medicine*, Little Brown and Company, New York, NY.189, 218.
174. Huo Wenyong, Min Li, Jianping Wang, Zhixiang Wang, Yanqun Huang, Wen Chen, 2019, Effects of dietary lipid sources on growth performance, nutrient digestibility, blood T lymphocyte subsets, and cardiac antioxidant status of broilers. *Animal Nutrition*, Volume 5, Issue 1, Pages 68-73, ISSN 2405-6545, <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.04.004>. (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240565451730183X>).
175. Crespo N, Esteve-Garcia E, 2003, Polyunsaturated fatty acids reduce insulin and very low density lipoprotein levels in broiler chickens. *Poult Sci.* 82(7):1134-9. doi: 10.1093/ps/82.7.1134. PMID: 12872970.
176. Ali H. Al-Hilali, 2018, Effect of Dietary Flaxseed Oil on Growth Performance and Serum Lipid Profiles in Broilers. *Pakistan Journal of Nutrition*, 17: 512-517. DOI: 10.3923/pjn.2018.512.517. URL: <https://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2018.512.517>
177. Khatun J, Loh TC, Akit H, Foo HL & Mohamad R, 2018, Influence of different sources of oil on performance, meat quality, gut morphology, ileal digestibility and serum lipid profile in broilers, *Journal of Applied Animal Research*, 46:1, 479-485, DOI: 10.1080/09712119.2017.1337580
178. Byoung KA, Banno C, Xia XZ, Tanaka K and Ohtani S, 1997, Effect of dietary fat sources on lipid metabolism in growing chicks (*Gallus Domesticus*). *Comp. Biochem. Physio.* 116 (1): 119-125
179. Glišić Milica, 2020, Doktorska disertacija - Uticaj upotrebe izoflavona u ishrani na proizvodne rezultate i biološke parametre brojlera. Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
180. Glišić Marija, 2019, Doktorska disertacija - Upotreba inulin gel suspenzije i inulin gel emulzije kao zamene za čvrsto masno tkivo u proizvodnji fermentisanih kobasica. Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
181. Chen CY, 2001, Soybean isoflavones modulated antioxidant defense systems and decreased lipid peroxidation in rats and humans. PhD. Diss. Univ. Virginia Polytechnic Inst. State Univ, Blacksburg.
182. Kamboh AA, & Zhu WY, 2013, Effect of increasing levels of bioflavonoids in broiler feed on plasma anti-oxidative potential, lipid metabolites, and fatty acid composition of meat. *Poultry science*, 92(2), 454-461.
183. Todorović Milica, 2014, Doktorska disertacija - Uticaj različitih izvora masti na proizvodne rezultate i kvalitet mesa tovnih svinja. Univerzitet u Beogradu; Fakultet Veterinarske Medicine, Katedra za ishranu i botaniku.
184. Milanović-Stevanović M, Vuković I, Kočovski TM, 2006, Uticaj začinskog bilja na promene masti tokom zrenja i sklqadištenja fermentisanih kobasica. *Tehnologija mesa*, 47, 1-2, 38-44.
185. Lanari MC, Schaefer DM, Scheller KK, 1995, Dietary vitamin E supplementation and discoloration of pork bone and muscle, following modified atmosphere packaging. *Meat Science*, 41, 3, 237-250.

186. Hansen E, Juncher D, Henckel P, Karlsson A, Bertelsen G, Skibsted LH, 2004, Oksidative stability of chilled pork chops following long term freeze storage. *Meat Science*, 68, 2, 185-191.
187. Kishawy AT, Amer SA, Abd El-Hack ME, Saadeldin IM, & Swelum AA, 2019, The impact of dietary linseed oil and pomegranate peel extract on broiler growth, carcass traits, serum lipid profile, and meat fatty acid, phenol, and flavonoid contents. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(8), 1161–1171. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0522>
188. Leskovec J, Levart A, Perić L, Đukić Stojčić M, Tomović V, Pirman T, Salobir J, Rezar V, 2019, Antioxidative effects of supplementing linseed oil-enriched diets with α -tocopherol, ascorbic acid, selenium, or their combination on carcass and meat quality in broilers, *Poultry Science*, Volume 98, Issue 12, Pages 6733-6741, ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.3382/ps/pez389>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119579834>)
189. Leskovec J, Levart A, Nemeč Svete A, Perić L, Đukić Stojčić M, Žikić D, Salobir J, Rezar V, 2018, Effects of supplementation with α -tocopherol, ascorbic acid, selenium, or their combination in linseed oil-enriched diets on the oxidative status in broilers, *Poultry Science*, Volume 97, Issue 5, Pages 1641-1650, ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.3382/ps/pey004>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003257911931034X>)
190. Aminzare, Majid & Hashemi, Mohammad & Ansarian, Elham & Bimkar, Mandana & Hassanzadazar, Hassan & Mehrasbi, Mohammad & Daneshamooz, Shahrzad & Raeisi, Mojtaba & Jannat, Behrooz & Afshari, Asma, 2019, Using Natural Antioxidants in Meat and Meat Products as Preservatives: A Review. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 7. 10.17582/journal.aavs/2019/7.5.417.426.
191. Marcu Adela, Vacaru-Opriș I, Marcu A, Dănaïlă Lucia, Kelciiov B, 2013b, Effect of feed protein and energy levels on economic efficiency of broiler chickens growth. 23rd International symposium „New Technologies in Contemporary Animal Production” Novi Sad (Serbia).
192. Susim Mukul Ray, Achintya Banik and Ganesh Bhagat, 2020, Effects of Proprietary Hepatoprotective Additives (Cadliv™ liq.) Supplementation on the Growth Performance and Hepatic Histological Architecture of Commercial Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*, 19: 338-345.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани Бранко Р. Миланковић

број уписа 15/19

Изјављујем

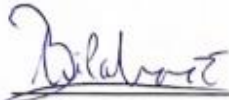
да је докторска дисертација под насловом

Утицај различитих извора масти у оброку на производне резултате и маснокиселински састав меса бројлера

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

Потпис докторанда

У Београду, _____



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Бранко Р. Миланковић

Број уписа: 15/19

Студијски програм: Докторске академске студије

Наслов рада: Утицај различитих извора масти у оброку на производне резултате и маснокиселински састав меса бројлера

Ментор: Проф. др Радмила В. Марковић

Потписани: Бранко Р. Миланковић


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

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

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

Потпис докторанда

У Београду, _____



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

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

Утицај различитих извора масти у оброку на производне резултате и маснокиселински састав меса бројлера

која је моје ауторско дело.

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

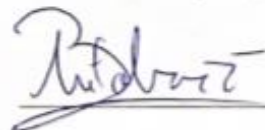
Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

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

У Београду, _____

Потпис докторанда



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

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

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

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

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

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

BIOGRAFIJA

Branko Milanković je integrisane akademske studije na Fakultetu veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu upisao 2005. godine, a diplomirao je 2013. godine sa prosečnom ocenom 8,34. Iste godine je upisao Doktorske akademske studije na Fakultetu veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu i položio sve ispite sa prosečnom ocenom 9,6. Od 2015. godine do 2017. godine radio je u firmi Nutrivet d.o.o., gde se bavio prodajom aditiva za stočnu hranu, izradom receptura za krmne smeše, te preventivom pojave alimetarnih oboljenja jednogastričnih životinja kroz ishranu i poboljšanje zoohigijenskih uslova uzgoja. Za to vreme pohađao je mnoge kurseve i seminare vezane za ishranu farmskih životinja, kao i obuku prevencije mastitisa u Sloveniji i Belgiji. Od 2017-2018 godine radio je u Veterinarskoj stanici “Milanković” u Srpcu, gdje je radio kao doktor veterinarske medicine na terapiji farmskih životinja. Od 2018. godine volontira u referentnoj neurološkoj ambulanti “Lončarvet” u Beogradu, gde usavršava dijagnostiku i terapiju oboljenja pasa i mačaka. Od februara 2021. godine radi u Veterinarskoj ambulanti za male životinje “SmartVet” u Wiesbadenu, na dijagnostici i terapiji bolesti malih životinja. Objavio je jedan rad iz kategorije M23 sa tematikom vezanom za predloženu doktorsku disertaciju.

1. Milanković B, Ćirić J, Krstić M, Starčević M, Baltić B, Šefer D, Đorđević V, Popović M, Marković R: Effect of dietary fatty acid pattern on growthperformance, carcass characteristics, fatty acid profile, and serum biochemistry parameters in broiler chickens. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 2019 (Article in Press). DOI: 10.9775/kvfd.2018.21205

Prijavu doktorske disertacije pod nazivom “Uticaj različitih izvora masti u obroku na proizvodne rezultate i masnokiselinski sastav mesa brojlera” predao je 06.06.2019. godine, a na 197. sednici održanoj 12.06.2019. godine, Nastavno-naučno veće Fakulteta veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu imenovalo je Komisiju za procenu ispunjenosti uslova o naučnoj zasnovanosti doktorske disertacije i podobnosti kandidata za njenu izradu u sastavu: dr Radmila Marković, redovni profesor, dr Dragan Šefer, redovni profesor, Dr Stamen Radulović, docent.