Primjena caklastog endosperma kukuruza u tovu pilića na proizvodne rezultate, oksidativni status i klaonička svojstva

Delić-Jović, Mirjana

Doctoral thesis / Disertacija

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:779105

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Image not found or type unknown

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mr. sc. Mirjana Delić-Jović

PRIMJENA CAKLASTOG ENDOSPERMA KUKURUZA U TOVU PILIĆA NA PROIZVODNE REZULTATE, OKSIDATIVNI STATUS I KLAONIČKA SVOJSTVA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2019.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mr. sc. Mirjana Delić-Jović

PRIMJENA CAKLASTOG ENDOSPERMA KUKURUZA U TOVU PILIĆA NA PROIZVODNE REZULTATE, OKSIDATIVNI STATUS I KLAONIČKA SVOJSTVA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Osijek, 2019.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mr. sc. Mirjana Delić-Jović

PRIMJENA CAKLASTOG ENDOSPERMA KUKURUZA U TOVU PILIĆA NA PROIZVODNE REZULTATE, OKSIDATIVNI STATUS I KLAONIČKA SVOJSTVA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor: prof. dr. sc. Matija Domaćinović

Povjerenstvo za ocjenu:

1. dr. sc. Marcela Šperanda, redoviti profesor u trajnom zvanju, Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, predsjednik

2. dr. sc. Matija Domaćinović, redoviti profesor u trajnom zvanju, Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, mentor i član

3. dr. sc. Miloš Lukić, viši znanstveni suradnik Institut za stočarstvo Beograd, komentor i član

4. dr. sc. Zvonimir Steiner, redoviti profesor, Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, zamjenski član

Osijek, 2019.

REPUBLIKA HRVATSKA
SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Mr. sc. Mirjana Delić-Jović

PRIMJENA CAKLASTOG ENDOSPERMA KUKURUZA U TOVU PILIĆA NA PROIZVODNE REZULTATE, OKSIDATIVNI STATUS I KLAONIČKA SVOJSTVA

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor: prof. dr. sc. Matija Domaćinović

Javna obrana doktorske disertacije održana je 13. 09. 2019. godine pred Povjerenstvom za obranu:

1. dr. sc. Marcela Šperanda, redoviti profesor u trajnom zvanju, Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, predsjednik
2. dr. sc. Matija Domaćinović, redoviti profesor u trajnom zvanju, Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku, mentor i član
3. dr. sc. Miloš Lukić, viši znanstveni suradnik Institut za stočarstvo Beograd, komentor i član

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorska disertacija

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti
Smjer: Hranidba životinja i tehnologija stočne hrane

UDK:
Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Poljoprivreda
Grana: Hranidba životinja

Primjena caklastog endosperma kukuruza u tovu pilića na proizvodne rezultate, oksidativni status i klaonička svojstva

Mr. sc. Mirjana Delić-Jović

Disertacija je izrađena na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Mentor: prof. dr. sc. Matija Domaćinović

Škrob kukuruza predstavlja najvažniji sastojak hrane, ali i glavni izvor energije za perad. U zrnu kukuruza 98 % škroba potječe iz endosperma. Cilj je ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj caklastog (rezistentnog) škroba kukuruza u hrani pilića brojlera na: osnovne proizvodne pokazatelje, antioksidativni status krvi i mesa pilića, mikrobiološku analizu sadržaja crijeva, kvalitetu pilećih trupova i klaonička svojstva, kemijski sastav fecesa te biokemijske pokazatelje krvi. Istraživanje je provedeno jednofaktorijalnim pokusom s ukupno četiri tretmana hranjenja na brojlerskim pilićima teškog linijskog hibrida Ross 308 na ukupno 480 pilića raspoređenih u četiri skupine – tri pokusne i jednu kontrolna. Pilići kontrolne skupine hranjeni su sa 100 % udjela prekrupe cijelog zrna kukuruza, dok su pokusne skupine imale udio kukuruzne prekrupe zamijenjen frakcijom caklastog škroba kukuruza u omjeru od 25 %, 50 % i 75 %. U ovom istraživanju pozitivan utjecaj kod pilića pokusnih tretmana odnosio se na sljedeće pokazatelje: dnevni prirast (na kraju pokusa), veću konzumaciju hrane kroz četiri tjedna, konverziju hrane u prvom dijelu pokusa, randman i neke klaoničke pokazatelje, vrijednost b* indeksa kože i mesa prsa, vrijednosti TBARS-a i broja analiziranih bakterija u crijevima pilića.

Broj stranica: 135
Broj grafikona: 15
Broj tablica: 17
Broj literaturnih navoda: 309
Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: kukuruz, rezistentni škrob, brojleri, hranidba

Datum obrane:

Povjerenstvo za obranu:

1. **prof. dr. sc. Matija Domaćinović,** mentor
2. **prof. dr. sc. Marcela Šperanda,** predsjednik
3. **dr. sc. Miloš Lukić, viši znanstveni suradnik,** komentor

Doktorska disertacija pohranjena je u:
Nacionalna i sveučilišna knjižnica u Zagrebu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Zagrebu, Sveučilište u Rijeci, Sveučilište u Splitu

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek

PhD thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek
University Postgraduate (doctoral) Studies: Agricult ural sciences
Course: Animal feeding and feed technology

UDK:
Scientific Area: Biotechnical sciences
Scientific Field: Agriculture
Branch: Animal feeding

Application of vitreous maize endosperm in poultry feeding on the production results, oxidative status and slaughtering properties

Mirjana Delić-Jović, Ma Sc.

Thesis performed at the Faculty of Agrobiotechnical Sciences at the Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Mentor: Matija Domaćinović, PhD

Corn starch is the most important food ingredient, but also the main energy source for poultry. In corn grain 98% of starch comes from endosperm. The aim of this study was to determine the impact of vitreous (resistant) maize starch in broilers feeding on: basic product indicators, antioxidative blood and chicken meat status, microbiological analysis of intestinal contents, chicken meat quality and slaughtering properties, chemical composition of feces and biochemical blood indicators. The study was conducted by a single-factor experiment with a total of four dietary treatments on the Ross 308 heavy hybrid broiler chickens, on 480 chickens overall, divided into four groups, three experimental and one control. The chickens of the control group were fed with 100% corncobs, while the experimental groups had the share of corncobots replaced by fractions of vitreous maize starch in the ratio of 25%, 50% and 75%. In this study, a positive effect on chickens for experimental treatment was related to the following factors: daily intake (at the end of the experiment), increased food consumption over four weeks, food conversion in the first part of the experiment, total protein level, randman and some slaughtering indicators, the value of b* index of skin and white meat, the values of TBARS and the number of analyzed bacteria in the chicken intestines.

Number of pages: 135
Number of figures: 15
Number of tables: 17
Number of references: 309
Original in: Croatian language

Key words: maize, resistant starch, broilers, feeding

Date of the thesis defense:

Reviewers:

1. PhD Matija Domaćinović, mentor
2. PhD Marcela Šperanda, president
3. Miloš Lukić, PhD, higher scientific associate, co-mentor

Thesis deposited in:
National and University Library in Zagreb, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, University of Zagreb, University of Rijeka, University of Split

S A D R Ž A J

1. UVOD …….....…….....….11

1.1. PREGLED LITERATURE…….....……...…….....…….…14

1.1.1. Uzgoj peradi i proizvodnja mesa.....14

1.1.2. Kukuruz u hranidbi peradi.....15

1.1.2.1. Endosperm zrna kukuruza.....16

1.1.3. Škrob.....17

1.1.3.1. Rezisitenti (caklasti) škrob 21

1.1.3.2. Probavljivost škroba u probavnom sustavu životinja.....22

1.1.4. Kvaliteta mesa brojlerskih pilića…….…….....….....…….24

1.1.5. Klaonička svojstva i kvaliteta trupova pilića brojlera …….....25

1.1.6. Kemijski sastav mesa peradi…….....…...29

1.1.6.1. Tekstura mesa……...…….…….....……...30

1.1.6.2. Boja mesa…….....……...……...……...…30

1.1.6.3. Sposobnost vezivanja vode……...……...…..……32

1.1.6.4. Senzorna svojstva mesa…….....……...……...…….....33

1.1.7. Antioksidativni status ……...……...……...…….....33

1.1.7.1. TBARS……...…...…...……....……...35

1.1.8. Mikrobiologija crijeva……...……...…...…….....….37

1.2. CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZA……...…….……....……...38

2. MATERIJAL I METODE RADA……...……...…….....39

2.1. Program hranidbe pilića tijekom pokusnog razdoblja……..……....…...39

2.2. Metode kemijske analize hrane……...……...……...…40

2.3. Mikrobiološka analiza krmnih smjesa…….....……..43

2.4. Osnovni proizvodni pokazatelji……..……....……44

2.5. Klaonička svojstva……..……....…….44

2.6. Analiza kemijskog sastava mesa……..…….....……...45

2.7. Boja mesa……..……....……....45

2.8. Određivanje pH vrijednosti mesa……..……....…….45

2.9. Sposobnost vezivanja (zadržavanja) vode……...……....…....46

2.10. Određivanje mekoće mesa……..……....…….46

2.11. Mikrobiološka analiza sadržaja crijeva……...…….....46

2.12. Biokemijska i enzimatska analiza krvi……..….....……..47

2.13. Antioksidativni status mesa pilića (TBARS u mesu)……...…….....47

2.14. Određivanje glutation-peroksidaze, superoksid-dismutaze i katalaze u krvi pilića.....…48

2.15. Sadržaj vitamina A u mesu……..…….....49

2.16. Kemijska analiza fecesa tovnih pilića……..…….....…49

2.17. Statistička obrada……..…….....……49

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA……..…….....…...50

3.1. Proizvodni pokazatelji……...……....……..50

3.1.1. Tjelesna masa pilića……...……....……50

3.1.2. Dnevni prirast……..……..…….....…….52

3.1.3. Konzumacija hrane…...……..…….....……...55

3.1.4. Konverzija hrane……..…….....……...57

3.2. Biokemijska analiza krvi pilića……..……..59

3.3. Klaonička svojstva pilića……..…….....……....61

3.4. Kemijski sastav mesa zabatka i prsa te boja kože i mesa pilića ….……...…...……....66

3.4.1. Kemijski sastav mesa zabatka……...……...…….....…..67

3.4.2. Kemijski sastav mesa prsa…...……...……....…….…68

3.4.3. Boja kože i mesa prsa……..……...…….....….69

3.5. Vitamin A u mesu pilića……..…….....……72

3.6. Antioksidativni status krvi pilića……..…….....……..73

3.6.1. Antioksidativni status mesa pilića…….....…….....……...75

3.7. Mikrobiološka analiza sadržaja slijepog crijeva pilića……..……...…….……...76

3.7.1. Kemijska analiza fecesa…….....…….....……..78

4. RASPRAVA……..…….....…...81

4.1. Proizvodni pokazatelji……...…….....……...81

4.1.1. Tjelesna masa……...…...…….....……...81

4.1.2. Dnevni prirast……...……..…….....…….....82

4.1.3. Konzumacija hrane……...……..……....…….85

4.1.4. Konverzija hrane…….…….....…….86

4.2. Biokemijska analiza krvi pilića……..…….....……88

4.3. Klaonička svojstva pilića……..…….....…….90

4.4. Kemijski sastav mesa zabatka i prsa, boja kože i mesa pilića …….....94

4.4.1. Kemijski sastav mesa zabatka……...……...…….....…...94

4.4.2. Kemijski sastav mesa prsa……...……...…….....95

4.4.3. Boja kože i mesa prsa……...……..…….....….97

4.5. Vitamin A u mesu pilića……..…….....……98

4.6. Antioksidativni status krvi pilića……..…….....……99

4.6.1. Antioksidativni status mesa pilića……...……...…….....……...99

4.7. Mikrobiološka analiza sadržaja slijepog crijeva pilića……..….....……102

4.7.1. Kemijska analiza fecesa……...……..…….....…..103

5. ZAKLJUČAK…….....105

6. LITERATURA……...…….....…….....106

7. SAŽETAK……..…….....…...131

8. SUMMARY……..…….....….133

Popis kratica korištenih u tekstu

AOS – antioksidativni sustav

ATP – adenozintrifosfat

BMV – (*eng*. Pale, Soft, Exudative – PSE) blijedo, meko i vodnjikavo meso

CAT – katalaza

DFD – (*eng*. Dark, Firm and Dry) tamno, čvrsto i suho meso

GPX – glutation-peroksidaza

GR – glutation-reduktaza

GST – glutation-S-transferaza

MDA – malondialdehid

PI – proizvodni indeks

RDS – (*eng*. rapidly digestible starch) lako ili brzo probavljivi škrob

RS – rezistentni škrob

SDS – (*eng*. slowly digestible starch) sporo ili teško probavljivi škrob

SOD – superoksid-dismutaza

ST – suha tvar

SVV – sposobnost vezivanja vode

TBARS – stupanj oksidacije lipida

GUK – glukoza

TP – ukupne bjelančevine

TRY – trigliceridi

KOL – kolesterol

Ca – kalcij

P – fosfor

Fe – željezo

1. UVOD

Peradarstvo se vrlo intenzivno razvija posljednjih desetljeća i smatra se vrlo važnom granom stočarstva i kod nas i u svijetu. Zajedno s intenzivnim razvojem ove grane stočarstva povećavala se i potrošnja osnovnih proizvoda peradarstva, mesa i jaja. Tako u današnje vrijeme peradarska proizvodnja zauzima vrlo značajno mjesto u mnogim zemljama. U proizvodnji mesa peradi u svijetu je najzastupljenije kokošje meso, dok se najznačajnijom kategorijom mesa smatra upravo meso brojlera. Uzgoj brojlera predstavlja integralni dio ukupnog procesa proizvodnje mesa. Kako bi ovaj proces proizvodnje bio realiziran na odgovarajući način, već prvi dan pri useljenju pilića potrebno je osigurati odgovarajuće, optimalne mikroklimatske uvjete u objektu (temperatura, vlažnost i strujanje zraka). Kako su pilići brojleri vrlo osjetljiva kategorija, samo u optimalno kontroliranim uvjetima objekta oni se brzo adaptiraju i uspostavljaju normalan režim hranidbe i napajanja. Prema mišljenju struke upravo su prvi dani tova najvažniji za dostizanje maksimalnog genetskog potencijala rasta tijekom tova. Pile u prvih sedam dana može povećati svoju masu i do četiri puta.

Osnovni uvjeti koje treba ispuniti u objektima su:

– **o**ptimalna temperatura i relativna vlažnost zraka

– odgovarajući sustav ventilacije (osigurava redovitu i potrebnu izmjenu zraka u objektu)

– odgovarajuće osvjetljenje objekta; koristeći intenzivnije svjetlo prvih sedam dana, a zatim postupno smanjujući intenzitet svjetla

– vrlo je važan paragenetski čimbenik hranidba uravnotežena prema energetskoj vrijednosti te odnosu prema proteinima, aminokiselinama, masnim kiselinama, mineralima i vitaminima.

Adams (2004.) smatra da hrana svojom kvalitetom mora zadovolji velik broj kriterija kao što su: hranjiva vrijednost, mikrobiološka ispravnost, odgovarajuća probavljivost, održavanje mikropopulacije u crijevima, zaštita životinje od stresa, preventivan utjecaj na razvoj patogenih mikroorganizama te da ima pozitivan utjecaj na imunološki sustav organizma životinje. Suvremena i intenzivna peradarska proizvodnja vrlo je kompleksna u pogledu hranidbe. Koncentrirane smjese trebaju biti vrlo precizno izbalansirane u svim hranljivim tvarima i energiji *(Đorđević i sur., 2006.)*. Kada se radi o brojlerima, osnovna uloga hranidbe je da prati genetski disponiranu krivulju rasta te da utrošak hranjivih tvari bude optimalan, a sve s ciljem dobivanja kvalitetnog mesa u ekonomski opravdanoj proizvodnji. Novi hibridi peradi za bolju produktivnost zahtijevaju pravilnu i dobro izbalansiranu hranidbu kako bi ostvarili maksimalne genetske mogućnosti *(Đorđević i sur., 2009.)*. Nametnuli su se novi zahtjevi u pogledu pripreme hrane za životinje i postupno se prelazi na pripremu smjesa koje u potpunosti

zadovoljavaju nutritivne potrebe životinja *(Vukmirović, 2015.).*

U intenzivnoj peradarskoj proizvodnji kao dodaci prehrani koriste se brojni hranjivi i ljekoviti aditivi, kao što su: aminokiseline, mikroelementi, enzimi, emulgatori, antioksidansi, organske kiseline i fosfolipidi, probiotici, prebiotici, pigmentne tvari, simbiotici i mnogi drugi. Brojna su istraživanja s pojedinim dodacima ili kombinacijom više njih rađena kako bi se došlo do odgovarajuće formulacije obroka sa što boljim učinkom na proizvodne pokazatelje i zdravstveni status životinja odnosno pilića.

Genetska poboljšanja, poboljšanja u hranidbi i druga inovativna tehnološka rješenja u posljednjih 30 do 50 godina omogućili su intenzivnu selekciju na bržem rastu brojlera u kraćem vremenskom periodu i boljoj konverziji hrane te boljoj otpornosti prema bolestima *(Đukić-Stojčić i sur., 2008.).* Tako su prije 30 godina za vrijeme tova od 56 dana brojleri dostizali tjelesnu masu od samo 700 – 800 g, dok je posljednjih godina pod utjecajem genetike te osobito hranidbe, kao najvažnijeg paragenetskog čimbenika, vrijeme tova skraćeno na 35 do 42 dana, sa završnom tjelesnom masom od 1,8 – 2,8 kg *(Bjedov i sur., 2011.).* Prema podacima proizvođača Cobb 500 ovisno o starosti i zemlji uzgoja, brojleri dostižu masu prije klanja od 1,70 kg (33 dana starosti, Njemačka) do 2,92 kg (51 dan starosti, Japan). Brojleri hibrida Ross 308 s 42 dana dostižu prosječnu masu oko 2,65 kg.

Troškovi hranidbe čine oko 70 % ukupnih troškova pri intenzivnom uzgoju životinja, pri čemu prerada i priprema smjesa povećava ove troškove, ali rezultira boljim iskorištavanjem hraniva, čime dovodi do poboljšanja proizvodnih karakteristika životinja *(Abdollahi i sur., 2013.).*

Cilj je mnogih istraživanja na pilićima brojlerima na kojima se baziraju preporuke utvrđivanje optimalnih količina nekog krmiva koje može zadovoljiti potrebe maksimalnog iskorištavanja genetskog potencijala, a bez poremećaja zdravstvenog stanja *(Glamočlija, 2013.).* Najvažniji ciljevi u proizvodnji hrane su sigurnost i zadovoljavanje kvalitete. U intenzivnoj stočarskoj proizvodnji, koja se temelji na korištenju suvremenih kemijskih, bioloških i fizičkih preparata, teži se proizvodnji kvalitetnog i higijenski ispravnog mesa, koje ne smije imati negativan učinak na zdravlje ljudi *(Savković i sur., 2008.).*

Škrob ima važnu ulogu u hranidbi svih domaćih životinja, osobito monogastričnih životinja (*Domaćinović, 2006.).* Škrob kukuruza predstavlja najvažniji sastojak hrane (50 – 75 %), ali i glavni izvor energije za organizam peradi. U zrnu kukuruza 98 % škroba potječe iz endosperma. Smatra se da perad bolje iskorištava hibride s većim udjelom caklastog nego brašnastog endosperma. Također se smatra da 82 % energije podrijetlom iz kukuruza potječe iz škroba *(Grbeša, 2016.).* Zbog svega navedenog može se reći da su slična istraživanja potrebna i primjenjiva u peradarstvu. Zbog visokog sadržaja škroba i energije u korištenoj frakciji, ona se može okarakterizirati kao poželjna u smislu

poboljšanja nekih proizvodnih čimbenika, kao i u smislu pozitivnog učinka na zdravstveni status pilića. Rezistentni je škrob (RS) neprobavljiv nakon četiri sata probave u tankom crijevu te dospijeva u slijepo i debelo crijevo gdje postaje hrana za poželjne bakterije koje njegovom fermentacijom proizvode kratkolančane masne kiseline, među kojima je osobito važna maslačna kiselina. U pokusima s brojlerima utvrđena je ukupna razgradnja škroba manja od 82 % *(Svihus i sur., 2005.).*

U ovom se istraživanju koristila frakcija caklastog endosperma kukuruza u tovu pilića te su se pratili utjecaji na proizvodne pokazatelje, oksidativni status i kvalitetu mesa pilića.

1.1. PREGLED LITERATURE

1.1.1. Uzgoj peradi i proizvodnja mesa

Posljednjih desetljeća zabilježeno je povećanje obima proizvodnje, poboljšanje kvalitete i značajan porast potrošnje mesa peradi. Na razvoj proizvodnje mesa peradi utjecale su specijalizirane farme za tov brojlera, veliko interesiranje proizvođača za ovu vrstu tova, kao i povoljna cijena mesa brojlera u odnosu na cijene drugih vrsta mesa *(Jovanović i sur., 2004.).* Pored intenzivnog držanja peradi, u različitim europskim zemljama posljednjih je godina sve zastupljenija i ekološka proizvodnja pilića brojlera *(Ristić i sur., 2007.).*

U proizvodnji stočne hrane najvažniji su ciljevi hranjiva vrijednost i higijenska ispravnost. Kvaliteta mesa peradi rezultat je djelovanja brojnih premortalnih i postmortalnih čimbenika *(Ristić i sur., 2005.; Džinić i sur., 2006.).*

Suvremena proizvodnja brojlera zasniva se na iskorištavanju mesa hibrida *(Rishell, 1997.).* Zbog navedenog, pri suvremenom uzgoju peradi koriste se hibridi s dobrim genetskim potencijalom i proizvodnim karakteristikama jer oni ujedno daju i kvalitetno meso *(Stanaćev i sur., 2007.; Bjedov i sur., 2009.; Petričević i sur., 2011.).* Osnovni su kriteriji u selekciji veći udio mesa prsa i tamnog mesa, uz manji sadržaj masti u trupu brojlerskih pilića. Pored genetskih pokazatelja, hranidba može imati značajan utjecaj na udio mesa prsa u masi trupa, kao i na udio masnog tkiva u trupu *(Lippens, 2001.).*

Općepoznato je da hranidba životinja ima utjecaj na kvantitetu mesa, ali i na kvalitetu animalnih proizvoda. Smatra se da hranidba s preko 30 % škroba utječe na kvalitetu trupa i mesa *(Barbut i sur., 2005.; Andersen i sur., 2005.; Blagojević i sur., 2009).* U brojnim zemljama u svijetu zakonski propisi zahtijevaju da hranidbene smjese ne sadrže rezidue pesticida, antibiotika, mikrotoksina, sulfonamida ili bilo kojih drugih tvari koje mogu ugroziti zdravlje ljudi *(Radović i sur., 2008).* Zbog toga se smatra poželjnim upotreba jedne frakcije zrna kukuruza, kao što je endosperm kukuruza, s ciljem postizanja boljih proizvodnih rezultata i pozitivnog učinka na imunološki sustav životinja.

U proizvodnji mesa peradi u svijetu najzastupljenije je meso kokoši, i čini 85,56 % od ukupne proizvodnje, dok je najznačajnija kategorija mesa upravo meso pilića brojlera, na koje od ukupne proizvodnje mesa peradi otpada oko 70 % *(Gillin, 2003. i Bilgili, 2002.).*

1.1.2. Kukuruz u hranidbi peradi

Kukuruz *(Zea Mays)* je u mnogim zemljama u hranidbi domaćih životinja dominantan u odnosu na ostale žitarice. Razlog tomu je visok sadržaj energije zrna kukuruza i odsustvo većih koncentracija antinutritivnih tvari. Karakterizira ga visok sadržaj škroba, razmjerno velika količina masti i mali sadržaj celuloze. Zadovoljava približno 63 – 89 % energije u smjesama za perad i 72 – 73 % probavljive energije u smjesama za svinje. Kukuruz je žitarica dobre probavljivosti *(Bekrić, 1997.).*

Zrno kukuruza čine osnovni dijelovi: perikarp, endosperm, klica i kapica. Perikarp čini 4,5 do 7 % mase zrna i uglavnom se sastoji od celuloze i pentozana. Klica čini 10 do 13 % mase zrna i u njoj su najzastupljenije masti (oko 35 %), potom proteini (oko 19 %), šećeri (oko 10 %), mineralne tvari (oko 10 %) i škrob (oko 8 %). Endosperm zauzima 75 do 90 % od ukupnog zrna, dok je kapica 0,8 – 1 % *(Singh i sur., 2014.; Đorđević i Dinić, 2011.; Baras i Šušić, 1982.; Gulati, 1996.).*

Za visoku probavljivost kukuruza odgovoran je visok sadržaj škroba, razmjerno velika količina masti uz najmanji sadržaj celuloze u usporedbi s ostalim žitaricama. Ipak, kukuruz se odlikuje najmanjim sadržajem proteina u odnosu na druge žitarice, kao i lošim aminokiselinskim sastavom. Deficitaran je u dvije esencijalne aminokiseline, lizinu i triptofanu. Žuti kukuruz je jedan od najznačajnijih izvora pigmentacije jaja i boje kože pilića. Kroz cijelo razdoblje tova pilića kukuruz je osnovno i najvažnije energetsko krmivo *(Bekrić, 1999.; Đorđević i Dinić, 2011.).*

Svaki proces obrade hrane može imati pozitivan ili negativan utjecaj na proizvodne pokazatelje životinja te tako može imati utjecaj i na ekonomsku opravdanost primjene u proizvodnji *(Buchanan i sur., 2010.)*. Poboljšanje hranjivih vrijednosti kukuruza je vrlo značajno jer kukuruz predstavlja dominantan izvor energije u hranidbi peradi *(Milošević i sur., 2006.).* Ekstrudiranje kukuruza može povećati probavljivost škroba jer na taj način škrob postaje dostupniji probavnim enzimima što rezultira većim porastom mase pilića *(El-Khalek i Janssens, 2010.).* Tako su u svom istraživanju *Ljubojević i sur. (2011.)* zaključili da je ekstrudiranje imalo učinak na tjelesnu masu i masu mišićnog želuca kod ženskih jedinki, dok su kod muških bili povoljniji rezultati udjela abdominalne masti, mase jetre i srca te ukupne mase jestivih iznutrica.

Zbog značaja kojega ima u praktičnoj hranidbi životinja, kukuruz je predmet brojnih istraživanja različitih prirodnih znanosti: poljoprivrednih, bioloških, medicinskih i tehnoloških *(Bekrić, 1997.).* U prehrambenoj industriji kukuruz je važna ili osnovna sirovina za brojne proizvode u ljudskoj prehrani. Neki proizvodi kukuruza koji se javljaju kao sporedni proizvodi njegove prerade koriste se i u hranidbi peradi (gluten, klice, stočno brašno i sl.). Na tržištu se pojavljuju i novi proizvodi koji se

deklariraju s izmijenjenim kemijskim sastavom i promijenjenom hranjivom vrijednošću u odnosu na postojeće nusproizvode kukuruza *(Sauvant i Tran, 2004.; Spiehs i sur., 2002.; Strugar i sur., 2006.).* Prema kemijskom sastavu i hranjivoj vrijednosti caklastom škrobu endosperma kukuruza slično je kukuruzno stočno brašno. Stočno brašno nastaje kao sporedni proizvod mlinske industrije pri preradi kukuruza, a čine ga usitnjeni endosperm kukuruza i kukuruzna klica *(Filipović i sur. 2006.)*. *Milošević i sur. (2006.)* izveli su pokus na brojlerima hibrida Arbor Acres x Ross s ciljem ispitivanja nutritivne vrijednosti kukuruznog stočnog brašna koje je korišteno u smjesi kao zamjena za kukuruznu prekrupu. Sadržaj škroba koji je utvrđen u ovom krmivu iznosio je 49,6 %. Autori su zaključili da nema statistički značajne razlike u proizvodnim pokazateljima među pilićima pokusnih i kontrolnih skupina, kao i da krmivo nema značajnog učinka na kvalitetu trupova i sadržaj abdominalne masti.

1.1.2.1. Endosperm zrna kukuruza

Endosperm je biološki značajno tkivo za skladištenje unutar sjemena koje osigurava hranljive tvari embrionu tijekom rasplođivanja sjemena. U žitaricama poput kukuruza endosperm obuhvaća velik dio zrelog sjemena i sadrži velike količine ugljikohidrata i proteina koji se metaboliziraju tijekom klijanja da bi osigurali hranljive tvari za mladu biljku u klijanju i nicanju. Ovi ugljikohidrati i proteini ujedno su i važan izvor hrane za ljude. Oko 50 % energije u prehrani ljudi dobiva se iz endosperma žitarica, direktno ili indirektno. Endosperm žitarica koristi se kao sirovina za mnogobrojne industrijske proizvode, uključujući i etanol *(Li i sur., 2014.).*

Endosperm zrna kukuruza prema svojoj strukturi može biti caklast i brašnast. Kod različitih tipova zrna različit je i odnos caklastog i brašnastog dijela endosperma. U gornjim i središnjim dijelovima zrna nalazi se brašnasti endosperm, oko klice, dok je caklasti smješten ispod omotača. Rastresitu strukturu odlikuje brašnasti endosperm u kojemu škrobne granule nisu čvrsto "upakirane" u proteinski matriks pa je i mehanički manje otporan od caklastog endosperma, kojega karakterizira veći sadržaj proteina i zbijenija granula škroba *(Đorđević i Dinić, 2011.).* Caklasti dio endosperma ima zbijena škrobna zrnca, koja su krupnija i zaobljenog okruglastog oblika.

Kako endosperm čini najveći udio u zrnu, tako sadrži i najviše škroba. Škrobna zrnca kukuruza su sitna i okruglog oblika. Brašnasti endosperm sadrži više škroba, a škrobne granule su veće i imaju tanku proteinsku mrežu. Omjer brašnastog i caklastog dijela iznosi 1:2, ali i varira ovisno o udjelu proteina u zrnu *(Eckhoff i Watson, 2009.).*

Svaki tip hibrida ima različit sadržaj endosperma i ostalih strukturnih dijelova. Iz pregleda istraživanja koje su proveli *Radosavljević i Milašinović (2008.),* koji su se bavili ispitivanjem strukture zrna, točnije sadržajem perikarpa, klice i endosperma kod 15 ZP-hibrida kukuruza, može se zaključiti da se udio fizičkih dijelova zrna kretao prema sljedećim vrijednostima: endosperm 79,6 – 83,3 %, klica 10,0 – 14,7 % i perikarp 5,2 –9,0 %. Pri preradi kukuruza tehnološka vrijednost zrna najvećim dijelom zavisi od tipa endosperma. Zbog toga je vrlo značajno uočiti razlike u fizičkim karakteristikama i kemijskom sastavu hibrida s različitim osobinama endosperma. U prosjeku kemijski sastav endosperma kukuruza iznosi: 86,6 % škroba, 0,86 % masti, 8,6 % proteina, 0,31 % pepela i 0,61 % šećera *(Eckhoff i Watson, 2009.).*

Proučavanjem sadržaja škroba u endospermu različitih hibrida bavili su se *Grbeša i sur. (2005.)* te zaključili da se udio škroba u rožnatom (caklastom) endospermu kod 12 različitih BC-hibrida kretao od 58,27 % do 85,16 %. *Grbeša (2008.)* ističe zdravstveni utjecaj caklastog endosperma u kukuruzu te ističe da svinje hranjene s dovoljnom količinom rezistentnog škroba manje obolijevaju od proljeva.

Periferne stanice ispod aleuronskog sloja obiluju proteinima. Ovaj sloj endosperma sadrži i do 28 % proteina raspoređenih u proteinskoj mreži koja je i uzročnik mnogih poteškoća u fazi rafinacije škroba kod mokre prerade kukuruza. Iz brašnastog dijela endosperma ekstrakcija škroba odvija se vrlo lako, međutim, za iskorištenje škroba iz caklastog dijela endosperma neophodna je u postupku namakanja zrna primjena dodataka koji će pomoći omekšavanju i rastresanju vrlo zbijene strukture *(Radosavljević i Milašinović, 2008.).*

1.1.3. Škrob

Škrob je uz celulozu najrasprostranjeniji ugljikohidrat u prirodi. Pripada polisaharidima. Razlikuje se po kemijskoj strukturi, koja zavisi od botaničkog podrijetla biljke, kao i po veličini i obliku škrobne granule. Funkcionalna i senzorna svojstva također su različita ovisno o podrijedlu. Škrob predstavlja najvažniju rezervnu tvar biljaka, koncentriran je u plodovima, sjemenu, korijenu i krtolama u obliku škrobnih zrnaca *(Radosavljević i sur., 2009.).*

U značajnom postotku škrob se nalazi kod velikog broja kulturnih biljaka kao što su žitarice (50 – 80 % suhe tvari – ST), leguminoze (25 – 50 % ST) i krtole (60 – 95 % ST). Sastoji se od dva polimerna lanca: amiloze i amilopektina. Amiloza je linearni polimer koji se sastoji od nekoliko tisuća glukoznih jedinica povezanih α-1-4 glikozidnim vezama. Postoje mjesta grananja, ali su rijetka, tako da amiloza zadržava svojstva linearnog polimera i uvija se u strukturu dvostruke zavojnice. Amilopektin je

razgranati polimer sa stupnjem polimerizacije 104 – 105, s kraćim linearnim lancima (15 – 45 glukoznih jedinica). Pored α-1-4-veza u strukturi ravnog lanca, na mjestima grananja glukozne jedinice vezane su α-1,6 glikozidnim vezama. Veze α-1-6 čine 4 – 5 % od ukupnog broja veza molekula amilopektina *(Mercier i sur., 1989.; BeMiller i Whistler, 1996.).*

Amiloza i amilopektin radijalno se ugrađuju u škrobno zrnce. Udio amiloze u škrobu najčešće se kreće od 20 do 30 %, međutim, postoji i škrob koji sadrži manje od 15 % amiloze, kao što je voštani škrob, ali i više od 40 % amiloze, kao npr. visokoamilozni škrob. Pored amiloze i amilopektina u zrncu se nalazi mali dio lipida i proteina *(BeMiller i Whistler, 2009.).*

Škrobna zrnca nisu topiva u hladnoj vodi, ali u vodi zagrijana suspenzija veže vodu i bubri u formi škrobnog lijepka. Škrob se želatinizira upravo pod djelovanjem toplinskog tretmana i tako dolazi do narušavanja kristalne strukture škroba. Škrob nekih kultura upravo nakon želatinizacije postaje bolje iskoristiv u hranidbi životinja *(Domaćinović, 2006.). Abd El-Khalek i Janssens (2010.)* navode da proces ekstrudiranja žitarica može povećati probavljivost škroba želatinizacijom te tako škrob postaje lako dostupan probavnim enzima. Pojedini su autori iznijeli tvrdnje da ekstrudiranje može povećati i probavljivost proteina, aminokiselina i dušika *(Al-Marzooki i Viseman, 2009.; Sagum i Arcot, 2000.).* *Moritz i sur. (2005.)* su zaključili da je hranidba pilića ekstrudiranim kukuruzom dovela do povećanja prirasta pilića do trećeg tjedna starosti. Slično prethodnom navodu, *Marsman i sur. (1997.)* utvrdili su pozitivne učinke na proizvodne karakteristike uopće kod brojlera hranjenih ekstrudiranim kukuruzom. Suprotno su zaključili *Ljubojević i sur. (2011.).* Oni su utvrdili da ekstrudirana hrana nije pokazala pozitivne učinke na proizvodne pokazatelje pilića u odnosu na uobičajenu hranu.

Struktura škrobne granule, kao i interakcija s drugim komponentama (lipidi, proteini), ali i uvjeti prerade, utječu na probavljivost škroba i na njegovo ponašanje prilikom prerade, kao i svojstva nakon prerade *(Radosavljević i sur., 2009.).* Ranije mišljenje da je razgradnja škroba iz kojega se dobiva 25 – 50 % od ukupnih energetskih potreba u tankom crijevu kod ljudi potpuna, danas se smatra pogrešnim. Dokaz tomu su *in vivo* studije na životinjama i ljudima koje su pokazale da velik dio škroba ipak nerazgrađen odlazi u debelo crijevo. Kasnije se fermentacijom uz pomoć crijevne mikroflore razgrađuje do kratkolančanih masnih kiselina, ugljičnog dioksida i vode. Kratkolančane masne kiseline, organske kiseline s 1 do 6 ugljikovih atoma (octena, propionska i maslačna), imaju pozitivan utjecaj na rad crijeva *(Schwiertz i sur., 2002.; Cook i Sellin, 1998.; Cresci i sur., 1999.).*

Kratkolančane masne kiseline u crijevima stimuliraju apsorpciju kalcija i magnezija *(Lopez i sur., 2000.)* te pozitivno utječu na rast crijevne mikroflore *(Wang i sur., 2002.; Jenkins i Kendall, 2000.)* i metabolizam žučnih soli, točnije smanjenje žučnog kamenca *(Sajilata i sur., 2006.).* Utječu i na

smanjenje pH-vrijednosti crijeva te na taj način mijenjaju mikrobnu populaciju djelujući prebiotički *(Topping i sur., 2003.).* U svojim su istraživanjima *Haralampu (2000.)* i *Champ i sur. (1998.)* iznijeli čak i zaključak da RS (rezistentni škrob) pomaže u prevenciji raka debeloga crijeva.

Prema probavljivosti škrob se dijeli u tri frakcije:

1. ***brzo probavljivi škrob*** - *RDS* (*rapidly digestible starch*) koji se enzimatskom aktivnošću razgrađuje na jedinice glukoze u roku od 20 minuta, a nalazi se u kuhanoj škrobnoj hrani u amorfnom ili disperznom obliku
2. ***sporo probavljivi škrob*** – *SDS* (*slowly digestible starch*) koji se, kao i prethodni, potpuno razgrađuje u tankom crijevu, ali mnogo sporije (od 20 minuta do jednog sata), gdje spadaju tzv. sirovi škrob kristalne strukture (pahuljice) i retrogradirani škrob u granularnom obliku
3. ***rezistentni škrob*** – *RS* (*resistant starch*) – frakcija škroba koja se djelovanjem α-amilaze i pululunaze ne razgrađuje ni nakon 120 minuta *(Šubarić i sur., 2012.).*

Razgradnja škroba kod monogastričnih životinja, gdje pripada i perad, odvija se u tankom crijevu, dok se kod preživača dio škroba razgrađuje predželučanom mikroflorom i koristi za svoje energetske potrebe. Razgradnja u tankom crijevu odvija se pod djelovanjem α-amilaze, dekstrinaze i glukoamilaze, pri čemu je kod nekih životinjskih vrsta α-amilazna aktivnost prisutna u pljuvački pa tako već u ustima dolazi do manjeg stupnja razgradnje škroba *(Svihus i sur., 2005.).*

Djelovanjem klorovodične kiseline (HCl) i enzima amilaze škrob se razgrađuje na polisaharide niže molekularne mase – dekstrine, a oni dalje do maltoze te enzimom maltaza konačno do glukoze *(Domaćinović, 2006.).*

Škrob se proizvodi i industrijski, izoliranjem iz biljnih materijala, uglavnom kukuruza, tapioke, pšenice te nešto manje riže i krumpira *(Šubarić i sur., 2012.).* Pšenica zbog sadržaja škroba i proteina predstavlja glavnu komponentu hrane za kokoši nesilice u mnogim zemljama *(Svihus i Hetland, 2001.).* Škrob je glavna komponenta pšenice, ali njegov nutricionistički doprinos hranidbi zavisi od odnosa amiloze i amilopektina, kao i količine rezistentnog škroba *(McCleari, 2003.). Banana sepientum L.* koristi se širom svijeta u hranidbi peradi kao važan izvor energije s visokim sadržajem škroba *(Honfo i sur., 2011.). Babatunde (1992.)* procjenjuje da je 30 – 40 % ukupne proizvodnje banana dostupno za hranidbu domaćih životinja zbog odbacivanja pri izvozu, štete nastale na poljima, kao i kućnog otpada. Isti autor, međutim, smatra da upotreba banana u hrani peradi u značajnijoj mjeri utječe negativno na kvalitetu mesa. Iako zelena banana sadrži čak 74 % škroba, *Muir i O'Dea, (1992.)* smatraju da je on

sporo probarljiv. *Atapattu i Senevirathne (2013.)* su izveli eksperiment na brojlerima, kod kojih su kao krmivo koristili kuhanu, potom sušenu i mljevenu bananu, ali i svježu, sušenu pa mljevenu bananu. Udio banana u obroku bio je 10, 20 i 30 % u pokusnim skupinama. Zbog visoke energetske vrijednosti i niskog sadržaja vlakana u obroku od banana, smatrali su da bi ona mogla da bude dobar izvor energetskih sirovina u hrani peradi. Banana u hranidbi nije pokazala značajan utjecaj na pokazatelje rasta. Međutim, tjelesna masa pilića koji su hranjeni kuhanim obrokom od banane na 28. dan pokusa (1485 g) i 35. dan (2079 g) bila je statistički značajno veća ($P < 0,05$) od one pilića hranjenih obrokom od nekuhane banane (1445 g odnosno 2016 g). Iako na konzumaciju hrane nije utjecala vrsta obroka od banane, tjelesna masa 42. dan pilića hranjenih kuhanim obrokom od banana (2478 i 1625 g) bila je veća od mase pilića hranjenih nekuhanim obrokom od banana (2403 i 1552 g). Neki autori navode da se negativni učinci rezistentnog škroba u banani mogu ublažiti kuhanjem. Rezultati i ovog eksperimenta pokazuju da je kuhanje banane imalo pozitivan učinak na konzumaciju hrane tijekom 21. – 28. dana i na tjelesnu masu do 35. dana. U postocima, tjelesna masa pilića hranjenih obrokom od kuhane banane (0,63 %) bila je značajno veća ($P < 0,05$) od mase pilića hranjenih nekuhanim obrokom od banane (0,47 %). Masa jetre bila je značajno veća kod pilića koji su hranjeni kuhanim bananama (3,2 %) nego kod onih koji su hranjeni nekuhanom bananom (2,8 %). Usprkos činjenici da su pilići hranjeni bananom konzumirali više hrane, na postotak abdominalne masti nije utjecala vrsta ili sadržaj banana u obroku. Autori su zaključili da nekuhani obrok od banane može biti uključen do 30 % u nutritivno izbalansiran obrok za brojlere, a bez negativnih utjecaja na performanse.

Škrob predstavlja značajnu komponentu i u hranidbi svinja te je unaprjeđivanje njegovog korištenja cilj brojnih istraživanja. *Sun i sur. (2006.)* smatraju da se hranidba svinja zasniva na škrobu kao izvoru energije. Škrob se pretežno probavlja u tankom crijevu pri čemu nastaje glukoza kao finalni proizvod za apsorpciju *(Wiseman, 2006.)*. Škrob se iz različitih izvora probavlja i apsorbira različitim brzinama i u različitom obimu, ovisno o tri čimbenika: fizičkih i kemijskih svojstava škroba, stupnja i vrste prerade hrane te od vrste životinje *(Naficov i Beitz, 2007.; Giuberti i sur., 2014.)*. Tako obim i mjesto na kojima se degradira škrob imaju čitav niz fizioloških učinaka koji imaju utjecaj i na kvalitetu mesa *(Regmi i sur., 2010.; Menoyo i sur., 2011.; Drew i sur., 2012.)*. Fiziološke učinke razgradnje škroba i utjecaj na kvalitetu mesa u istraživanjima su analizirali brojni autori *(Svihus i sur., 2005.; Bach Knudsen, 2011.; Giuberti i sur., 2014.)*.

1.1.3.1. Rezisitenti (caklasti) škrob

Definicija rezistentnog škroba (RS) u stručnoj literaturi objašnjava da je to „škrob koji se ne probavlja u tankom crijevu, nego nerazgrađen prelazi u debelo crijevo u kojem podliježe fermentaciji“ *(Haralampu, 2000.; Sajilata i sur., 2006.).* Rezistentni se škrob može dobiti i iz banane, prosa, brašna prosa, prerađene riže i škroba krumpira, tapioke, pšenice, škroba manga ili graška, ali najbolji prinosi ostvaruju se korištenjem kukuruznog škroba s visokim udjelom amiloze kao polazne sirovine *(Haralampu, 2000.; Thompson, 2000.).*

Rezistentni škrob u posljednje je vrijeme dobio veliku pozornost u istraživanjima nutricionista. Upotrebom rezistentnog škroba u prehrani ljudi bavili su se *Sajilata i sur. (2006.), Higgins i Braun (2013.) te Birt i sur. (2013.*), a istraživao se i u hranidbi svinja*: Rideout i sur. (2008.), Bach Knudsen i sur. (2012.).* On se pojavljuje u gotovo svim škrobnim sastojcima koji ulaze u hranidbu svinja, ali u različitom postotku. Na primjer, sirove žitarice i mahunarke važni su prirodni izvori RS-a i *in vitro* analiza je pokazala da sadrže od 50 do 500 g/kg suhe tvari RS-a *(Giuberti i sur., 2012.; Torres i sur., 2013.).* Postoje mnogobrojni dokazi da se rezistentni škrob ponaša kao potencijalni prebiotik *(Fuentes-Zaragoza i sur., 2011.; Bach Knudsen i sur., 2012.)* s obzirom na to da je neprobavljiva komponenta koja može imati blagotvoran utjecaj na domaćina selektivnom stimulacijom rasta specifičnih bakterija u debelom crijevu *(Brown i sur., 1997.).* Rezistentni škrob ima slična svojstva kao i biljna vlakna *(Sajilata i sur., 2006.)* te može imati pozitivne učinke na stimulaciju i rad crijeva kod svinja *(Williams i sur., 2005.; Zijlstra i sur., 2012.).*

Postotak škroba u endospermu kukuruza iznosi oko 85 %. Caklasti škrob endosperma kukuruza kao krmivo, za razliku od nekih sporednih proizvoda kukuruza u procesu proizvodnje etanola *(McNab i Boorman, 2002.; Scheideler, 2006.)* ili kukuruznog glutena i kukuruznog glutena s posijama *(Wilkinson i Barbee, 1998.; Babidis i sur. 2002.; Abdel-Raheem i sur., 2005.; Brito i sur., 2005.),* sadrži više škroba pa se smatra visokoenergetskim krmivom. Nutritivnu vrijednost pojedinih frakcija kukuruza kod hranidbe peradi utvrđivali su i *Castanon i sur. (1990.)* i *Adeola (2005.)* te su zaključili da gotovo sve frakcije kukuruza imaju visoku energetsku vrijednost, ali da je biološka vrijednost proteina u odnosu na potrebe peradi niska. Granule škroba najčešće sadrže manje od 0,3 % proteina i one se uglavnom nalaze na površini. U endospermu pšenice utvrđeno je prisustvo proteina friabilina na površini škrobnih granula, koji značajno utječe na tvrdoću endosperma. Friabilin se nalazi kod mekih (brašnastih) zrna, dok ga kod tvrdih (caklavih) zrna ima vrlo malo. Škrob je dominantna hranjiva tvar u zrnu žitarica te su zbog toga one vrlo bogat izvor energije za domaće životinje *(Svihus i sur., 2005.).*

1.1.3.2. Probavljivost škroba u probavnom sustavu životinja

Proučavanjem kemijske strukture i probavljivosti škroba bavili su se brojni autori*: Svihus i sur. (2005.), Tester i sur. (2006.), Singh i sur. (2010.),* a u hranidbi pilića *Carré (2004.)* i *Svihus (2011*.). Probavljivost škroba kod pilića pratili su *Zelenka i Ceresnakova (2005.)* i utvrdili da se probavljivost smanjuje s bržim prirastom. *Thomas i sur. (2008.)* su zaključili da dolazi do niže probavljivosti škroba kod tovnih pilića u razdoblju od petog do sedmog dana, ali da se ona popravlja oko 14. dana starosti. Prethodna tvrdnja proističe iz činjenice da se kod malih pilića enzimatski sustav postupno razvija te nije u mogućnosti prvih dana kvalitetno razgraditi kompleksne molekule škroba (*Domaćinović i sur., 2015.*).

Prema *Grbeši (2016.)* probavljivost je postotak od ukupne konzumirane količine škroba u probavni sustav koji se apsorbira kao glukoza u organizam životinje. Probavljivost kukuruznog škroba u cijelom probavnom sustavu peradi, svinja i goveda je 97 %. Za visoku proizvodnju mlijeka, mesa i jaja značajna je i ujednačena probava i škroba i proteina.

Grbeša (2016.) brzinu probavljivosti škroba dijeli na tri razine: (1) sporu probavljivost (manje od 70 %/h), koja pokazuje da se škrob nije potpuno probavio do glukoze pa zbog nedovoljne dostupne energije za rast životinje kao posljedicu ostvaruju manje priraste; (2) veliku brzinu probavljivosti (više od 150 %/h), koja pokazuje da se škrob u potpunosti probavio, ali se neučinkovito iskoristio za sintezu proteina te su opet prirasti životinja manji te (3) optimalnu ili umjerenu brzinu (100 – 135 %/h), koja pokazuje da se gotovo sav škrob postupno probavio do glukoze i da je ona gotovo potpuno iskorištena za sintezu proteina mišića pa su u tom slučaju prirasti životinja viši.

Mjerenjem probavljivosti škroba iz uzoraka prikupljenih iz ileuma tovnih pilića bavili su se *Svihus (2001.), Hetland i sur. (2002.; 2003.) Svihus i sur. (2004.), Hetland i sur. (2007.)* i zaključili da je bolja probavljivost škroba kod životinja hranjenih peletiranom hranom. Peletiranje također ima pozitivan učinak na prirast, konzumaciju i konverziju hrane kod brojlera, smatraju *Nir i sur. (1995.), Jensen (2000.) te Nir i Ptichi (2001.).* Ovi pozitivni učinci, između ostalog, pripisuju se poboljšanoj probavljivosti škroba zbog kemijskih promjena tijekom peletiranja (želatinizacija), promjena u fizičkom obliku (destrukcija kristalične strukture) i sl. Iz prethodnog je vidljiv značaj utjecaja dostupnog i probavljivog škroba na proizvodne pokazatelje brojlera. S druge strane, *Kussaibati i sur., (1982.)* su zaključili da kukuruzni škrob ne pokazuje razliku probavljivosti u prisutnosti mikroflore.

Frakcija škroba koja je nerazgradiva u tankom crijevu predstavlja rezistentni škrob. U pokusima izvedenim na brojlerima utvrđena je razgradnja škroba manja od 82 %, kao i značajna odstupanja u

ovisnosti o vrsti žitarice. Prema tome, *Svihus i sur. (2005.)* zaključuju da unutrašnja struktura zrna žitarica utječe na razgradnju škroba u tankom crijevu. U svojim su istraživanjima *Weurding i sur. (2002.)* zaključili da brojleri ostvaruju bolji prirast ako im se u hranu dodaje rezistentni škrob, naglasivši da su potrebna dodatna istraživanja u vezi probavljivosti kukuruznog škroba i tipa endosperma kukuruza. *De Schrijver i sur. (1999.)* su zaključili suprotno – kako rezistentni škrob nema značajnog utjecaja na tjelesnu masu, ali povećava volumen fecesa.

Brojna istraživanja izvedena na štakorima, miševima i ljudima pokazala su da rezistentni škrob ima svojstva vlakana. Ipak, dok kemijske analize pokazuju da se rezistentni škrob ubraja u netopljiva vlakna, fiziološki učinci pokazuju svojstva topljivih vlakana *(Sajilata i sur., 2006.)* jer u debelom crijevu, za razliku od netopljivih vlakana, rezistentni škrob podliježe fermentaciji.

Rezistentni je škrob (kao i vlakna) neprobavljiv nakon četiri sata probave u tankom crijevu. Kada dospije u slijepo i debelo crijevo postaje hrana za poželjne mliječno-kisele bakterije koje njegovom fermentacijom proizvode kratkolančane masne kiseline. Kukuruzno zrno sadržava 4 – 6 % rezistentnog škroba. Pilići najbolje rastu kada potpuna hrana sadržava oko 4 % rezistentnog škroba *(Grbeša, 2016.).*

U istraživanju *Entinga i sur. (2005.)* postavljena su dva pokusa radi ispitivanja učinka brzo probavljivog (RDS) i sporo probavljivog (SDS) škroba na proizvodne pokazatelje brojlera. Analizirana je i interakcija između brzine probavljivosti škroba i razine aminokiselina. U prvom pokusu kao izvori SDS škroba u hranidbi su korišteni granulirani kukuruz i grašak. Svakom obroku zbog analize interakcije između brzine probavljivosti škroba i sadržaja aminokiselina dodano je 1 % kazeina i 0,5 % sintetskih glutamina. Dodavanje ovih proteina rezultiralo je povećanjem probavljivog lizina za 0,5 % u odnosu na kontrolne skupine s uobičajenim smjesama. Nije utvrđena značajna razlika u konverziji hrane. U drugom pokusu polovica skupina hranjena je graškom i kukuruzom kao izvorima SDS škroba u uobičajenim smjesama za hranidbu brojlera, a polovica s tapiokom i kukuruzom kao izvorima RDS škroba, s dodatkom lizina od 8,5 do 11 g/kg. Autori su zaključili da je hranidba s dodatkom graška i kukuruza pokazala bolje rezultate, ostvaren je bolji prirast i niža konverzija hrane u odnosu na hranu s tapiokom i kukuruzom.

Suglasno prethodnim navodima i *Grbeša (2016.)* navodi kako pilići hranjeni istim udjelom frakcije škroba iz graška i kukuruza ostvaruju bolji prirast, bolje iskorištavaju hranu, energiju i aminokiseline i imaju veći broj poželjnih bakterija u slijepom crijevu u usporedbi s frakcijom škroba iz tapioke.

Weurding i sur. (2003.) proveli su pokus na 420 brojlera kako bi se ispitao utjecaj različitih

krmiva i mjesta probave škroba (RDS i SDS) na proizvodne pokazatelje. Jedan dio pokusnih skupina imale su sadržaj RDS-a i SDS-a od 298 i 52 g/kg podrijetlom iz kukuruza, graška i sirka, a drugi dio 345 i 7 g/kg podrijetlom iz tapioke i kukuruza. Utvrđena je veća konzumacija hrane kod brojlera koji su škrob dobivali iz kukuruza, graška i sirka.

U posljednje vrijeme probavljivost škroba i proteina kod peradi, ali i svinja prikazuje se kao ilealna probavljivost (u %) jer se glukoza i aminokiseline apsorbiraju u tankom crijevu, dok u debelom crijevu neprobavljeni škrob i proteine bakterije razgrađuju do spojeva koji su energetski slabiji u odnosu na glukozu i aminokiselne. Vrijeme trajanja probave škroba u tankom crijevu peradi i svinja je do četiri sata, a škrob koji nije probavljen u tankom crijevu biva fermentiran u debelom crijevu *(Grbeša, 2016.).*

Probavljivost škroba žitarica u tankom crijevu određuje sadržaj vlakana, amiloze i zeina u zrnu. Kako endosperm kukuruza sadrži vrlo malo vlakana (ispod 2 %), a najveći dio škroba (do 98 %) i proteina zrna (74 %), tako probava kukuroznog škroba ovisi znatno više od zeina nego od same strukture škroba. Zein se nalazi oko zrnca škroba u endospermu, pa tako što je deblji proteinski omotač to je i sporija probava škroba. I sam zein manje je i sporije probavljiv te tako doprinosi i usporavanju probavljivosti škroba. U caklastom endospermu građa granule škroba i zeina određuje probavu škroba *(Grbeša, 2016.).* Što je veći udio caklastog endosperma u hrani, probava škroba je sporija. Smatra se da hrana sa sporijom hidrolizom škroba osigurava ravnomjerniju razinu glukoze u krvi.

Ugljikohidrati se kod nepreživača razgrađuju djelovanjem amilolitičkih enzima probavnih sokova vlastitog organizma. Kada se razgrade do monosaharida, najveći se dio resorbira aktivnim transportom kroz stijenku tankog crijeva u krv, a manji se dio resorbira u limfu. Brzina resorpcije monosaharida je različita, tako se glukoza i galaktoza resorbiraju brže u odnosu na ostale monosaharide koji se resorbiraju sporije procesom difuzije *(Domaćinović, 2006.).*

1.1.4. Kvaliteta mesa brojlerskih pilića

Svojstva teksture mesa određena su konverzijom mišića u meso, odnosno zrenjem mesa. Tijekom zrenja razlikuju se tri razdoblja. Prvo je razdoblje rigora, tijekom kojeg mišići ostaju pokretni i reagiraju na podražaje; potom je drugo razdoblje rigora, tijekom kojeg se oslobađaju tvari bogate energijom (ATP, glikogen, kreatin) i dolazi do pada pH vrijednosti mesa; i treće je razdoblje opuštanja. Pojava rigora ne ovisi izravno od pH vrijednosti, već se javlja kada se razgradi 60 % početne koncentracije ATP-a *(Kijowski i sur., 1982.).*

Građa tkiva uvjetuje i teksturu mesa. Ako se meso sastoji od većih mišićnih snopova, ima grublju strukturu i čvršću konzistenciju. Povećanjem starosne dobi životinja povećava se količina kolagena što uzrokuje čvršću teksturu mesa, iako se smanjuje količina vezivnog tkiva. Sposobnost vezivanja vode također utječe na teksturu mesa. Meso koje ima dobru sposobnost vezivanja vode ima i čvrstu teksturu.

U brojnim istraživanjima ispitivan je utjecaj začinskog bilja na kvalitetu mesa i proizvoda od mesa *(Milanović i sur., 2006.; Savković, 2006.).*

Kvaliteta mesa peradi može se promatrati s tehnološkog, nutritivnog i senzornog aspekta. Tehnološka kvaliteta mesa sastoji se od skupa tehnoloških i fizičko-kemijskih karakteristika: pH-vrijednosti, sposobnosti vezivanja vode i strukture mesa. Nutritivni aspekt kvalitete mesa tiče se sadržaja masti, oksidativne stabilnosti, sadržaja vitamina i minerala, dok senzorni aspekt obuhvaća boju, mramoriranost, mekoću, sočnost, miris i okus mesa *(Glamočlija, 2013.).*

1.1.5. Klaonička svojstva i kvaliteta trupova pilića brojlera

Na prinos trupova brojlera ili pojedinih dijelova, pored brojnih predmortalnih, utječu i postmortalni faktori kao što su postupak obrade trupova i način hlađenja. Stupanj tehničke opremljenosti linija za obradu trupova može biti jedan od elemenata koji utječu na masu trupa. Postupak hlađenja, također, može biti čimbenik prinosa trupova. Tako se hlađenjem u struji hladnog zraka masa trupa može značajno umanjiti, dok se kombiniranim hlađenjem (prvo u vodi, a zatim u struji zraka) može povećati *(Glamočlija, 2013.).*

U peradarstvu je dugo poznat stav da se udio vrijednih dijelova (prsa i batak sa zabatkom) u usporedbi s manje vrijednim dijelovima smanjuje sa starošću brojlera. U prilog tome govore i podaci istraživanja koje su proveli *Castellini i sur. (2002.)* koji su utvrdili da je kod Ross brojlera starih 56 dana udio prsa oko 22,0 %, udio bataka i zabataka oko 23,5 %, dok je taj udio kod brojlera starih 81 dan iznosio 14,8 % za prsa i 15,0 % za batkove i zabatke.

Peradarstvo omogućava proizvodnju visokokvalitetnih proizvoda za prehranu ljudi koji se mogu dobiti u kratkom vremenskom razdoblju *(Ravindran i Blair, 1993.; Bjedov i sur., 2011.). Rodić i sur. (2003.)* zaključuju da je na globalnoj razini razvijena intenzivna proizvodnja i potrošnja mesa brojlera. Poznata je činjenica da je masa pilića prije klanja jedan od odlučujućih čimbenika za prinos trupova

(*Pavlovski i Mašić, 1983.)*, pa tako brojleri istog uzrasta, bez obzira na spol, koji imaju veću masu prije klanja, imaju i bolji prinos trupova.

Cilj je tova brojlera proizvodnja kvalitetnih trupova koji će biti prihvatljivi potrošačima, na što utječe kvaliteta i količina mišićne mase u trupovima *(Šević, 2016.).* Procjenjivanje trupova brojlera vrši se na osnovi randmana, tj. prinosa jestivih dijelova, ali i kvalitete jestivih dijelova trupova brojlera *(Nikolova i sur., 2008.).*

Genetskim poboljšanjima značajno se utjecalo na konformaciju trupa te je tako povećan udio mesa prsa u ukupnoj masi trupa *(Glamočlija, 2013.).* Čimbenici koji utječu na izgled i kvalitetu dijelova pilećih trupova su brojni *(Rondelli, Martinez i García, 2003.; Nikolova i Pavlovski, 2009.; Ristić i Klaus, 2010.; Janisch i sur., 2011.)*: tipovi tovnih pilića, spol, hranidba, starosna dob, zdravstveno stanje, tjelesna masa pilića, kao i dužina posta prije klanja. Veći udio mesa prsa i tamnog mesa uz manji sadržaj masti kod brojlerskih pilića predstavljaju osnovne kriterije u selekciji. Hranidba, uz genetske faktore, može imati značajan utjecaj na udio mesa prsa, kao i na udio masnog tkiva u trupu *(Lippens, 2001.).*

U današnjoj proizvodnji pilećeg mesa udio prsa čini oko 19 % mase žive životinje, dok je prije 30 godina udio prsa u masi trupa bio oko 11 – 12 %. U suvremenom peradarstvu, genetskim poboljšanjem, smanjen je i sadržaj abdominalne masti. Hranidba predstavlja važan paragenetski čimbenik koji utječe na masu trupova. Energetska vrijednost hrane, ali i udio proteina odlučujući su za postizanje veće mase brojlera *(Glamočlija, 2013.).* Konformacija predstavlja jedno od važnih svojstava koje moraju imati pilići namijenjeni brojlerskom tovu.

Pavlovski i sur. (2006.) smatraju da je konformacija pilića u izravnoj vezi s količinom i rasporedom tjelesne muskulature, u prvom redu na prsima, batacima i zabatcima. Iz rezultata njihovog istraživanja konformacije trupa brojlerskih pilića oba spola i hibrida Hubbard, vidljive su sljedeće vrijednosti: indeks dužine metatarzusa 30,1 kod muških grla i 27,1 kod ženskih grla, indeks dužine prsne kosti 23,1 i 19,6, kut prsa 101,3 i 101,5, indeks dubine prsa 23,8 i 20,5 i indeks obima batka 15,9 i 14,2.

Bilgili (2002.) i *Bihan-Duval i sur. (1999.)* smatraju da na zastupljenost pojedinih dijelova trupa, pored genetike i hranidbe, utječu starost i spol životinje, kao i uvjeti držanja.

Abdominalna mast. U odnosu na unutrašnje organe, čija je veličina ograničena međusobnim odnosima i fiziološkom aktivnošću, abdominalna mast relativno je neograničeno tkivo koje se može znatno povećavati ili smanjivati, bez posebnog utjecaja na druge fiziološke procese *(Deeb i Lamont,*

2002.).

Genetska korelacija između abdominalne masti i drugih depoa lipida ili ukupne količine lipida u trupu vrlo je visoka (*Chambers, 1990.).*

pH vrijednost mesa. Biokemijske promjene u mesu odražavaju pH vrijednost mesa i temperatura. pH vrijednost je važan pokazatelj kvalitete sirovog mesa. Ova vrijednost ima utjecaj na boju mesa, sposobnost vezivanja vode, okus, čvrstoću i održivost. U mišićima žive životinje pH vrijednost je oko 7,0 – 7,2, a nakon prestanka životnih funkcija ova vrijednost počinje opadati zbog nakupljanja mliječne kiseline *(Šević, 2016.).*

Nakon klanja životinje mišići nastavljaju stvarati energiju i kontrahiraju se. Kako se zaustavlja krvotok, mišići nemaju više na raspolaganju kisik i hranljive tvari pa se kao izvor energije koristi depo glikogena u stanici koji se razgrađuje u anaerobnim uvjetima. Razgradnjom glikogena nastaje mliječna kiselina, a pH vrijednost mesa pada. Ova pojava dovodi do denaturacije proteina, pri čemu mišićno tkivo postaje meso *(Glamočlija, 2013.).*

Dužina trajanja anaerobne glikolize različita je kod različitih vrsta, kao i kod vrste mišića gdje se mjeri. Za određivanje pH vrijednosti i temperature mesa peradi uglavnom se koristi pH metar s termometrom. Upravo zbog različitog mjesta mjerenja, razlikuju se vrijednosti pH i temperature. *Petracci i Baeza (2007.),* kao i *Salakova i sur. (2009.)*, preporučuju kao poželjno mjesto mjerenja *musculus pectoralis major.*

Vrijednosti koje se dobivaju kada se mjerenje obavlja odmah nakon iskrvarenja životinje označavaju početne vrijednosti. Označavaju se prema vremenu izvršenog mjerenja, najčešće 45 minuta nakon klanja. Krajnje vrijednosti mjere se uglavnom nakon 24 sata hlađenja na +4 ^{o}C. Mjerenje kod peradi može biti i 15 minuta nakon klanja zbog bržeg opadanja pH u odnosu na sisavce. Međutim, mjerenje se može izvrši čak i 5 minuta nakon klanja. *Petracci i Baeza (2009.)* preporučuju vrijeme za mjerenje pH 30, 60, 120 i više minuta nakon klanja. Za određivanje krajnje kiselosti pH vrijednost se mjeri najčešće 24 sata nakon klanja, kao što već navedeno, iako se krajnji pH u prsnom mišiću može mjeriti već nakon šest do osam sati.

Taylor i Jones (2004.) navode da uobičajena kvaliteta mesa karakterizira vrijednost pH u rasponu od 5,8 do 6,5. Utjecaj na senzorne faktore kvalitete i neka svojstva mesa ima brzina i jačina pada pH vrijednosti nakon klanja. Meso prsa pilića ima početnu pH vrijednost od 5,5 do 6,79 (*Ristić i Klaus, 2010.*), dok je ta vrijednost konačna u rasponu od 5,6 do 5,9 *(Kralik i sur., 2008.; Šević, 2016.).* Konačna pH vrijednost mesa zabatka kreće se od 6,1 do 6,4 *(Šević, 2016.).* Ove vrijednosti ovise od:

vrste životinje, genetike, hranidbe, postupka s njom prije klanja, transporta, temperature tijekom postmortalnog procesa, vrste mišića i načina skladištenja mesa *(Ristić i Damme, 2013.; Babić i sur., 2014.; Branković Lazić, 2015.). McNeal i Fletcher (2003.)* navode da pH vrijednost mesa prsa ovisi i o samom načinu klanja. Kod konvencionalnog načina klanja ona iznosi oko 6,07 nakon dva sata, 5,90 nakon četiri sata i 5,83 nakon 24 sata. Kod klanja dekapitacijom iznosi 6,25 nakon dva sata, 5,97 nakon četiri sata i 5,92 nakon 24 sata.

Ristić i Dame (2010.) ističu da postoje razlike u pH vrijednosti u odnosu na hibrid i navode pH vrijednosti izmjerene 24 sata nakon klanja u pektoralnom mišiću (*musculus pectoralis major)* kod sljedećih hibrida brojlera: 5,72 - ASA, 5,79 - AA, 5,75 - Redbro, 5,79 - Lohmann, 5,71 - Ross, 5,73 - Pilch, 5,81 - Peterson, 5,84 - Cobb. *Honikel (2006.)* ističe da u prsnim mišićima pilića anaerobna glikoliza traje oko 1,5 sat i da pH vrijednost opada na 5,5 do 5,7.

Rigor mortis razvija se do jedan sat nakon klanja kod pilića *(Dransfield i Sosnicki, 1999.),* što se smatra izuzetno kratkim vremenskim razdobljem u odnosu na istu pojavu kod sisavaca. Za kvalitetu mesa pilića početak hlađenja trupova, kao i intenzitet hlađenja vrlo su značajni. Trupovi se najčešće hlade pod utjecajem hladnog zraka ili potapanjem u hladnu vodu. Brzina opadanja temperature ovisi o više činitelja, kao što su: veličina, odnosno masa pilića, količina potkožnog masnog tkiva, metoda hlađenja i sl. Cilj je postići snižavanje temperature trupa s oko 39 °C na oko 5 °C kroz nekoliko sati *(Barbut, 2002.).* Istog mišljenja su i *Florowski i sur. (2006.)* koji ističu da je sa stajališta kvalitete poželjno da se ova temperatura postigne što je prije moguće kako bi se spriječilo daljnje odvijanje biokemijskih procesa u mesu. U suglasnosti s prethodnim su i zaključci *Lesiow i sur. (2009.)* koji navode da se snižavanjem temperature smanjuje i stupanj postmortalne glikolize, što dovodi do zaustavljanja daljnjeg opadanja pH vrijednosti. Ovim se ukazuje da temperatura utječe i na nastanak PSE mesa (*Pale, Soft, and Exudative* – blijedo, meko i vodenasto) jer ovo meso nastaje istovremenim djelovanjem visoke temperature i niže pH vrijednosti nakon klanja.

Ordonez i sur. (1998.) ističu da optimalna krajnja pH vrijednost u mesu prsa pilića treba imati vrijednost oko 5,5, a u mesu batka i zabatka oko 6,1. Optimalna temperatura trupa nakon hlađenja treba biti oko 4 °C.

1.1.6. Kemijski sastav mesa peradi

Podaci iz literature o kemijskom sastavu mesa vrlo su različiti, ovisno o hibridu pilića koji je ispitivan. Količina proteina, vode i pepela u mesu brojlera relativno je konstantna, dok je količina masti varijabilna *(Ristić, 2007.).* Pokazatelji hranjive vrijednosti mesa peradi su kemijski sastav i energetska vrijednost mesa.

Kvaliteta mesa ovisi o sadržaju masti i profila masnih kiselina, gubitku mesnog soka, boji mesa, mirisu i okusu, kao i o oksidativnoj stabilnosti mesa *(Kralik i sur., 2008.).* Biološki vrijednom namirnicom smatra se meso peradi s povoljnim aminokiselinskim sastavom, malim sadržajem masti i visokom probavljivošću. Kvaliteta mesa peradi može se promatrati sa stajališta nutritivne vrijednosti koju određuje sadržaj proteina, masti, vode, vitamina i minerala. Razlike u kemijskom sastavu mesa ovise o pasmini (hibridu) peradi, stupnju utovljenosti, spolu, životnoj dobi, anatomskoj regiji i slično *(Suchy i sur., 2002.; Strakova i sur., 2002.; Araujo i sur., 2004.; Ristić i sur., 2008.; Krischek i sur., 2011.).* Meso prsa i meso batka sa zabatkom razlikuje se u svom sastavu *(Kralik i sur., 2011.).*

Ukupan sadržaj masti u mesu peradi povećava se sa starošću životinja. *Kishowar i sur. (2004.)* navode da su od zasićenih masnih kiselina u pilećem mesu prsa najzastupljenije: palmitinska (od 21 do 24 %), stearinska (15 do 17 %) i miristinska (0,4 do 1,02 %). Kada je riječ o mononezasićenim masnim kiselinama, dominantna je oleinska masna kiselina (22 do 33 %), a od polinezasićenih linolna (omega-6) masna kiselina (16 do 24 %), arahidonska (omega-6) (1,5 do 5,6 %) i linoleinska (omega-3) (1,15 do 2,51 %).

Iz pregleda koji donose *Kralik i sur. (2001.)* u mesu brojlera nalazi se 1 – 2,5 % vezivnog tkiva (kolagena i elastina), dok ga u mesu drugih životinja ima značajno više (2 – 25 %), što se smatra prednošću mesa pilića jer kolagen nije probavljiv. Isti autori ističu da se meso peradi po sastavu mineralnih tvari ne razlikuje značajno od mesa drugih domaćih životinja. Ono predstavlja značajan izvor kalija, natrija, željeza, cinka i fosfora, a u njihovom sadržaju također postoji razlika u odnosu na meso prsa i meso batka. Tako meso prsa brojlera sadrži više kalija i magnezija, dok je meso batka sa zabatcima bogatije natrijem, cinkom i željezom.

1.1.6.1. Tekstura mesa

Važnu senzornu karakteristiku mesa predstavlja tekstura, odnosno mekoća/tvrdoća mesa. Tekstura se definira kao svojstvo koje obuhvaća sva mehanička, geometrijska i druga svojstva površine proizvoda, a koja se prepoznaju uz pomoć mehaničkih receptora, receptora dodira. Prema *Baltić (1993.)* tekstura označava fizička svojstva mesa koja se opažaju uz pomoć mehaničkih receptora, receptora dodira i čulima vida, dodira i sluha.

Promatranje teksture mesa podrazumijeva građu mesa, njegovo mišićno tkivo i pripadajuće masno i vezivno tkivo, kao i njihov odnos i povezanost. Pokazatelji teksture su mekoća i čvrstoća, ali i zvuk koji se emitira prilikom konzumiranja i žvakanja mesa. Tekstura ima značajan utjecaj na prihvatljivost mesa, a povećanjem mekoće smatra se da se povećava i ukupna prihvatljivost namirnice *(Cavitt i sur., 2004.).*

Na teksturu mesa utječu postupci s peradi prije klanja, kao i postupci tijekom obrade mesa: način omamljivanja, temperatura, otkoštavanje i sl. *(Liu i sur., 2004.),* ali i kemijske i fizičke promjene koje se odigravaju u mišićima. Značajan utjecaj ima intenzitet i stupanj postmortalnih promjena u mišićima, naročito postmortalni rigor i sposobnost vezivanja vode. Pojava *rigor mortisa* u muskulaturi prsa može nastati 15 minuta nakon klanja, dok u muskulaturi batka može nastati nakon tri minute. Potpuni rigor u prsima se javlja nakon dva do četiri sata, a u muskulaturi batka do dva sata poslije klanja *(Kijowski i sur., 1982.).* Za ovakve vremenske razmake odgovorna je metabolička aktivnost aerobnih mišića koja završava dva sata nakon klanja, dok su anaerobni metabolički procesi aktivni još osam sati nakon klanja *(Sams i Janky, 1991.).*

1.1.6.2. Boja mesa

Među najvažnije osobine kvalitete mesa pilića spada boja mesa zato što potrošači često na prvom mjestu biraju meso prema njegovoj boji. Boja kože i mesa peradi ovisi o više čimbenika. Boja mesa ovisi u prvom redu o sadržaju pigmenta koji ovisi o: vrsti, starosti životinje, načinu hranidbe, spolu, pasmini, intramuskularnoj masti, sadržaju vlage u mesu te stanju životinje prije klanja *(Glamočlija, 2013.; Branković Lazić, 2015.)*. Boja svježeg mesa kreće se od ružičaste do crvene, što ovisi o prisutnosti hemoglobina, mioglobina, tkivnih enzima, ali i o samom mišiću koji se promatra.

Mioglobin, hemoglobin i obojeni tkivni enzimi (katalaza, citokromi) čine ukupne pigmente mesa. Sadržaj mioglobina u mišićima je stalan. Sadržaj hemoglobina nije stalan i ovisi o načinu

presijecanja mišića, ali i iskrvarenja životinje prilikom klanja, a može iznositi oko 5 – 15 % ukupnih pigmenata. Značajan dio hemoglobina gubi se pri klanju životinje. Nakon iskrvarenja mioglobin čini oko 90 % pigmentacije, stoga boja ovisi u prvom redu o mioglobinu *(Brewer, 2004.).*

U trenutku klanja mioglobin se nalazi u obliku oksimioglobina, a kada se kisik u mesu potroši, prelazi u mioglobin. Na presjeku je meso smeđe boje zbog nedostatka kisika u mišićima. Ova se pojava pripisuje oksidiranom stanju pigmenta (metmioglobinu u kojemu je molekula željeza u feri obliku – trovalentno Fe). Prelazak pigmenta u metmioglobin i oksimioglobin reverzibilan je proces pod normalnim uvjetima *(Branković Lazić, 2015.).*

Razlikuju se tamno i svijetlo ili meso prsa. Boja mesa razlikuje se i kod iste vrste peradi. Tako je kod kokoši muskulatura prsa vrlo svijetla, dok je muskulatura vrata i nogu tamnija. Svijetlo i tamno meso ne razlikuju se samo prema boji, razlike postoje i u sastavu. U mišićima tamnog mesa nalazi se više sarkoplazme i aktivnije oksidaze, dok se kod svijetlog mesa nalazi više aktivnije glikogenaze. Upravo zbog toga je u tamnom mesu značajnija oksidacija nekih tvari u postmortalnom periodu. Razlike se ogledaju i u broju bijelih mišićnih vlakana. Svijetlo meso peradi sadrži veći broj ovih vlakana od tamnog. U pogledu kemijskog sastava tamno meso sadrži više masti, dok je svijetlo bogatije proteinima *(Northcutt, 1997.; Wilkins i sur., 2000.).* Promjena sastava masnih kiselina u mesu može utjecati na njegovu kvalitetu tako da utječe na oksidativnu stabilnost pa samim time i na boju mesa te dolazi do brže promjene boje, od crvene do smeđe. Postoji uzajamna veza između metmioglobina i peroksidacije masti. Peroksidacija masti povećava udio metmioglobina, dok metmioglobin djeluje kao katalizator oksidacije masti *(Anton i sur., 1996.).*

Boja mesa i pH u uskoj su vezi pa je tako visoka vrijednost pH povezana s tamnijim, a niska pH sa svjetlijim mesom. pH vrijednost ima utjecaj na fizičku strukturu mesa, sposobnost odbijanja svjetlosti i sposobnost vezivanja vode *(Allen i sur., 1998.; Fletcher, 1999.).*

Prema *Fletcheru (1999.)* u nekim slučajevima zbog kratkotrajnog stresa, kada dolazi do naglog pada pH, dolazi i do pojave blijedog, mekog i vodnjikavog mesa (PSE – pale, soft, exudative), dok se kod dugotrajnog stresa javlja visok pH i pojava tamnog, čvrstog i suhog mesa (DFD – dark, firm and dry). Dakle, u oba slučaja dolazi do promjena boje radi oscilacija u pH vrijednostima. I drugi su autori opisivali pojavu PSE i DFD mesa. *Viljoena i sur. (2002.) i Fletcher (2006.)* opisuju ove pojave kao značajne mane kvalitete mesa koje nanose štetu mesnoj industriji. PSE meso ima blijedoružičastu boju, meku teksturu, nižu sposobnost vezivanja vode i slabija funkcionalna svojstva, za razliku od njega DFD meso ima tamnocrvenu boju, čvrstu teksturu, slabija funkcionalna svojstva i podložno je kvarenju.

Boja kože peradi kreće se od blijedožute do žute. Meso peradi može se prodavati i s kožom i bez nje te se i ona smatra važnim pokazateljem kvalitete *(Fletcher, 1997.).* Preporučeni pokazatelji za određivanje boje mesa peradi su izvor svijetlosti D65, sa standardnim kutom promatranja od 10° i kolor skala L*, a*, b*. Regija koja se najčešće koristi za mjerenje je prsna muskulatura *(musculus pectoralis major*) i to njegova unutrašnja površina *(Petracci i Baeza, 2009.).* Određuje se na svježem rezu mesa, koji treba neko vrijeme stajati radi razvijanja ili cvjetanja boje. Razvijanje boje nastaje uslijed vezivanja kisika za pigmente mesa. Preporučuje se da vrijeme razvijanja boje iznosi najmanje jedan sat na 4 °C i da bude jednako za sve uzorke. Na L* vrijednost ne utječe vrijeme pa je dovoljno da cvjetanje boje bude i pet minuta *(Glamočlija, 2013.).* Vrijednosti svjetline (L*) i crveno-zelene komponente boje (a*) u mišićima prsa i zabatka peradi opadaju s vremenom čuvanja mesa *(Yang i Chen, 1993.).*

Za instrumentalno mjerenje boje mesa koristi se više aparata koji rade na principu kolorimetrije odnosno spektrofotometrije. Ovisno o instrumentu, postoji nekoliko načina za mjerenje boje (lovac, CIE i trobojni kolorimetar), izvora svijetlosti (A, C, D65 i Ultralume) i kuta promatranja (10, 20 i 100). CIE sustav određuje boju uz pomoć tri vrijednosti: L* vrijednost određuje svjetlost boje, a* vrijednost određuje crveno-zelenu komponentu i b* vrijednost žuto-plavu komponentu boje. Da bi se odredile L*, a* i b* vrijednosti, uzorci trebaju biti dovoljne debljine kako bi se spriječio prolazak svijetlosti kroz njih, i to najmanje 1 cm, a najbolje 2,5 cm debljine *(Warriss, 2000.).*

1.1.6.3. Sposobnost vezivanja vode

Svojstvo mesa da zadrži vodu tijekom čuvanja, obrade i kuhanja mjeri se sposobnošću vezivanja vode (SpVV). Prema *Zhang i sur. (2012.)* sposobnost vezivanja vode je svojstvo mesa da pod djelovanjem nekog vanjskog čimbenika veže ili zadržava vodu. Voda koja se istisne iz mesa naziva se „slobodna“ voda, a ona koja se zadrži u mesu „vezana“ voda. SpVV predstavlja jedan od najvažnijih funkcionalnih svojstava mesa od velikog značaja za mekoću i sočnost.

Sočnost mesa nakon termičke obrade i pogodnost mesa za obradu u prvom redu ovise o sposobnosti mišićnog tkiva da zadržava i veže vodu. Meso koje dobro veže vodu ima manji kalo pri hlađenju, smrzavanju, odmrzavanju i procesu prerade, a nakon toplinske obrade zadržava više vode i ostaje sočnije. Najveći dio vode u mesu nalazi se u stanicama, a manji dio u međustaničnom prostoru. Voda se u mišićima veže na dva načina te se tako razlikuju hidratna i kapilarna voda. Hidratna je voda

kemijski vezana za protein, dok je kapilarna fizičkim silama zadržana u kapilarnim prostorima mišićnih vlakana, uglavnom u miofibrilima *(Branković Lazić, 2015.).*

Stvaranje mliječne kiseline dovodi do spuštanja pH vrijednosti mesa, što opet dovodi do denaturacije bjelančevina te ono gubi sposobnost zadržavanja vode. Što je veći pad pH vrijednosti mesa tijekom prvog sata nakon klanja, to će biti i veće otpuštanje vode *(Zhang i sur., 2012.).*

Dadgar (2010.) smatra da su nepovoljni pH i temperatura najznačajniji čimbenici za SpVV mesa jer smanjena pH vrijednost kao i povećana temperatura mesa dovode do otpuštanja vode. Mekoća mesa i sočnost dijelom su u ovisnosti o sposobnosti mesa da zadrži vodu tijekom čuvanja i termičke obrade *(Lawrie, 1998.).*

1.1.6.4. Senzorna svojstva mesa

U senzorna svojstva mesa ubrajaju se: miris, okus, izgled, konzistencija i slično. Ova svojstva predstavljaju važna mjerila za prihvatljivost i ocjenu mesa od strane potrošača *(Paunović i sur., 2001.).*

Istraživanja potvrđuju da se prehranom životinja može utjecati na dobivanje namirnica animalnog podrijetla dobre kvalitete i duže održivosti. Utjecaj hranidbe na kvalitetu mesa, na pH vrijednost, mekoću, mramoriranost, kvalitetu masti, održivost i senzorna svojstva često su promatrani pokazatelji u ovakvim istraživanjima. Pored hrane, niz drugih čimbenika utječe na kvalitetu mesa i njegova senzorna svojstva, a to su genetska predispozicija, način držanja, postupak prije klanja, postupci poslije klanja i sl. *(Šefer i sur., 2015.).*

1.1.7. Antioksidativni status

Antioskidativna zaštita predstavlja fiziološki proces koji u zdravom organizmu funkcionira neprekidno i ima za cilj spriječiti štetno djelovanje prooksidativnih čimbenika (*Halliwell i Gutteridge, 1989.).*

Antioksidativna sposobnost zrna kukuruza pokazatelj je zaštitnog djelovanja protiv nepoželjnih oksidacija u organizmu. Kukuruz pored hranjivih tvari sadrži i antioksidanse koji povoljno djeluju na kvalitetu hrane te tako i na zdravlje životinja. Među žitaricama kukuruz ima najvišu antioksidativnu aktivnost. U antioksidanse koji se nalaze u kukuruzu ubrajaju se, između ostalih, fenoli, karotenoidi i

tokoli (vitamin E), od kojih su karotenoidi smješteni u endospermu *(Grbeša, 2016.)*.

Antioksidativna se zaštita ostvaruje antioksidativnim sustavom (AOS) koji se razvio kod aerobnih organizama tijekom evolucije s ciljem da spriječi, ograniči ili popravi oštećenja nastala djelovanjem slobodnih radikala u organizmu životinja *(Halliwell i Gutteridge, 1999.).*

Prema *Surai (2002.)* u posljednje vrijeme utvrđeno je da se antioksidativni sustav, koji je odgovoran za oksidativne procese, formira od različitih enzima, vitamina i minerala organiziranih u tri jasno određene razine. Prva od njih je preventivna razina koja funkcionira u enzimatskom pogledu zahvaljujući superoksid-dismutazi (SOD) i katalazi (CAT). Druga razina istovremeno je preventivna i "ljekovita" jer se njome sprječava šteta od širenja. Na ovoj se razini nalaze svi elementi AOS lanca (vitamini A, C i E, karotenoidi, GSH, mokraćna kiselina itd.) koji sprječavaju lipoperokside da proliferiraju. Treća razina, koja pokriva više enzimskih sustava, potpuno je "ljekovita" (prema *Fellenberg i Speisky, 2006.)* i odgovorna je za uklanjanje ili tzv. "popravak oštećenih molekula" kako ne bi došlo do značajnih poremećaja u organizmu.

Osnovu ovog sustava čine antioksidansi koji, kada su prisutni u malim koncentracijama, mogu spriječiti ili smanjiti oksidaciju supstrata *(Halliwell i Gutteridge, 2007.).* Prema prirodi i načinu djelovanja razlikuje se primarna i sekundarna antioksidativna zaštita. Na primarnu antioksidativnu zaštitu djeluju neenzimske i enzimske komponente – AOS *(Dröge, 2002).* U enzimske komponente ubrajaju su sljedeći enzimi: superoksid-dismutaza (SOD), katalaza (CAT), glutation-peroksidaza (GPX), glutation-reduktaza (GR) i glutation-S-transferaza (GST). Endogeni enzimski antioksidansi igraju ključnu ulogu u izbacivanju oksidativnih radikala i održavanju zdravlja, kao i produktivnosti te pokazivanju reproduktivnih karakteristika životinja. Ovi enzimi, također, štite stanice od djelovanja reaktivnih vrsta kisika smanjenjem kemijskih radikala i sprječavanjem procesa lipidne peroksidacije *(Gihan i sur., 2009.).* Prema *Spurlock i Savage (1993.)* oni se smatraju markerima za procjenu oksidativnog stresa. Istraživanjima utjecaja GPX aktivnosti kod pilića bavili su se brojni autori *(Cunningham i sur., 1987.; Shen i sur., 1992.; Farahat i sur., 2008. a, b.)*, kao i kod gusaka *(Mezes i sur., 1989.)*, ali i kunića *(Mezes i sur., 1994.).*

Superoksid-dismutaza (SOD) predstavlja prvu liniju obrane od slobodnih radikala (ROS) i ima ključnu ulogu u zaštiti stanice od oksidacijskih oštećenja. Superoksid-dismutaza katalizira dismutaciju superoksid aniona radikala u kisik (O_2) i vodikov peroksid (H_2O_2) *(McCord i Fridovich, 1988.).* Prema *Fridovich (1997.)*, superoksid-dismutaza (SOD) važan je enzim u antioksidativnom obrambenom sustavu (AOS), a njegova prisutnost u stanici omogućuje brzu dismutaciju O_2 u O_2 i H_2O_2. Postoje dvije vrste superoksid-dismutaza u eukariotskim stanicama: prva obuhvaća metale Cu i Zn u svojoj

prostetičkoj grupi (Cu/Zn-SOD) i javlja se uglavnom u citosolu, dok druga sadrži Mn u svojoj strukturi (Mn-SOD) i javlja se u mitohondrijima. Analizirajući SOD, neki autori su dodavali bakar u hranu peradi te zaključili da dolazi do povećanja aktivnosti Cu/Zn ovisnog SOD izoforma *(Ozturk-Urek i sur. 2001.).* Slične rezultate dobili su i *Aydemir i sur. (2000.)* prema kojima dodatak bakra hrani rezultira visokom Cu/Zn-SOD aktivnošću u eritrocitima i plazmi Cu kod pilića. Prema drugim autorima, nedostatak Cu dovodi do smanjenja aktivnosti Cu/Zn-SOD u eritrocitima pilića *(Bozcaya i sur., 2001.),* miševa i ovaca *(Andrevartha i Caple, 1980.).* Enzim katalaza djelujući sa SOD-om, pretvara H_2O_2 u H_2O i O_2 *(Michiels i sur., 1994.),* a kao i drugi antioksidativni enzimi, također je pod utjecajem nekih komponenti hrane. Tako *Bozcaya i sur. (2001.)* navode da se aktivnost katalaze (CAT) u eritrocitima pilića povećava kod onih s nedostatkom Cu i Se.

Katalaza (CAT) je jedan od najuspješnijih enzima u živom svijetu, prisutan kod skoro svih eukariotskih i prokariotskih organizama izloženih molekulskom kisiku. Ovaj enzim ima ulogu u katalizi, procesu razgradnje vodik-peroksida do vode i kisika *(Chelikani i sur., 2004.).* Katalaza ovisno o koncentraciji supstrata može pokazati reakciju po katalaznom (brzom) ili peroksidaznom (sporom) tipu *(Sichak i Dounce, 1986.).* U katalaznom tipu reakcije kao donor vodika koristi se druga molekula H_2O_2, pri čemu nastaju H_2O i O_2. Zbog toga je uloga katalaze od presudnog značaja za zaštitu stanice od oksidacijskog oštećenja *(Fidaleo, 2010.).*

Halušková i sur. (2009.) i *Arenas i sur. (2010.)* navode da se glutation-peroksidaza (GPX) nalazi u biljnom i životinjskom svijetu, dok je prisutnost ovog enzima u prokariotskim stanicama detektirana samo kod nekoliko vrsta. GPX ima veći afinitet za H_2O_2 u odnosu na katalazu tako da ima važnu ulogu u primarnoj obrani pri niskim koncentracijama H_2O_2, dok je katalaza značajniji enzim u uvjetima izrazitog oksidacijskog stresa *(Kruidenier i Verspaget, 2002.).*

1.1.7.1. TBARS

Oksidacija masti (lipida) pojava je koja dovodi do gubitaka kvalitete i kvarenja mesa, kao i proizvoda od mesa. Karakterizira ju diskoloracija, promjena mirisa i okusa te smanjenje nutritivne vrijednosti *(Milanović-Stevanović i sur., 2006.).* Lipidi su podložni različitim kemijskim reakcijama, u prvom redu hidrolizi i peroksidaciji *(Martín-Sánchez i sur., 2011.).* Oksidacija lipida ima negativan utjecaj na kvalitetu mesa i mesnih proizvoda *(Reza Gheisari i sur., 2009.).*

U oksidativnu razgradnju lipida mesa spada oksidacija nezasićenih masnih kiselina, u prvom redu polinezasićenih masnih kiselina *(Pearson i sur., 1983.).* Oksidativne promjene na lipidima

događaju se i tijekom skladištenja smrznutog mesa. Proizvodi peroksidacije polinezasićenih masnih kiselina utječu na period održivosti mesa i ograničavaju ga, a istovremeno predstavljaju opasnost po zdravlje potrošača *(Chaijan, 2008.; Min, 2006.; Richards i sur., 2002.).* Kao osnovni degradacijski proizvod lipidne oksidacije javlja se malondialdehid ili MDA *(Del-Rio i sur., 2005.).* Nastajanje ovih proizvoda zbog djelovanja na lipide, proteine, ugljikohidrate, vitamine i pigmente dovodi do gubitka boje i hranljive vrijednosti mesa. Intenzivnom lipidnom peroksidacijom u membranama nastaje gubitak fluidnosti i povećanje permeabilnosti, zbog čega nastaje ruptura stanice te otpuštanje sadržaja stanice *(McCord, 2000.).* Određivanje koncentracije MDA izražava se preko TBK vrijednosti i predstavlja jedan od glavnih pokazatelja procjene stupnja *in vivo* peroksidacije lipida. MDA se smatra nepoželjnom supstancom.

Mnoge analize potvrdile su da je malondialdehid toksičan, genotoksičan, da izaziva intracelularni oksidativni stres, ali i utječe na pojavu karcinoma i ateroskleroze *(Tesoriere i sur., 2002.; Del-Rio i sur., 2005.; Okolie i sur., 2009.; Duthie i sur., 2013.).* MDA reagira s 2-tiobarbiturnom kiselinom (TBK) gradeći stabilan proizvod čija se optička gustoća može odrediti spektrofotometrijski. Mnogo prije nego se oksidacijske promjene u tkivima mogu organoleptički primijetiti, određuju se i vidljive su uz pomoć "TBK testa", koji ima sve veću primjenu *(Branković Lazić, 2015.).* Za TBARS test *Yang i sur. (1991.)* smatraju da ima određene nedostatke u preciznosti jer, kako navode, pozitivno reagira sa šećerima, ali svakako ima i prednosti jer je jednostavan za upotrebu i precizan u predviđanju lipoperoksidacije *in vitro*. *Del Rio i sur. (2002.)* smatraju da se i drugi testovi trebaju primjenjivati s ciljem dobivanja sveobuhvatnijih i pouzdanijih rezultata o oksidativnom statusu mesa. Mast ili ulje koji se dodaju u hranu peradi, uz masnoću iz krmiva, često imaju veliku razinu nezasićenih masnih kiselina, koje su sklone oksidacijskim procesima u trupu pilića nakon klanja *(Has-Schoen i sur., 2008.).*

Prema *Hansen i sur. (2004.a)* lipidna peroksidacija više je izražena kod uzoraka s većim sadržajem masti. Pored toga, peroksidi, primarni proizvodi lipidne peroksidacije, koji se akumuliraju u zamrznutom mesu nakon odmrzavanja mesa mogu inicirati slobodne radikalske reakcije, koje dovode do stvaranja sekundarnih proizvoda lipidne peroksidacije. Intenzitet ovih procesa ovisi i o anatomskom dijelu uzorka mesa *(Hansen i sur., 2004.b).* U mastima mišića tamnog mesa peradi (batak) u odnosu na svijetlo meso peradi (prsa) akumulira se veći sadržaj nezasićenih masnih kiselina (*Bašić i sur., 2010.),* zbog čega je tamno meso podložnije procesu oksidacije. *Bastić (1986.)* ističe da je pored količine masti, tj. ukupnog sadržaja lipida, sastav masnih kiselina također bitna karakteristika.

Prema *Petrović i sur. (2009.)* negativne posljedice oksidacijskog stresa mogu se ublažiti dodavanjem pojedinih minerala, kao što su: Cu, Zn, Mn, Se, Fe, ali i antioksidanata (vitamin E i selen).

Valko i sur. (2005.) smatraju da se pri dodavanju mineralnih dodataka treba voditi računa o količini jer previsoke koncentracije pojedinih minerala mogu imati i peroksidativno djelovanje.

1.1.8. Mikrobiologija crijeva

Brojni su autori stava da rezistentni škrob stimulira rast sljedećih bakterija: *Bifidobacterium, Lactobacillus, Eubacterium, Bacteroides, Enterobacter* i *Streptococcus*, te ujedno inhibira rast sojeva bakterija *Escherichia coli, Clostridium difficile* i anaerobnih bakterija koje reduciraju sumpor i sulfat. Pored navedenog, *Šubarić i sur. (2012.)* smatraju da potiče i obnavljanje sluznice crijeva te tako pomaže u liječenju upalnih procesa.

Na broj i vrstu mikroorganizma utječe i situacija u crijevima. Ravnoteža u probavnom sustavu omogućuje efikasnu probavu i resorpciju hranjivih tvari hrane te povećava i otpornost organizma prema zaraznim bolestima *(Šević, 2016.).*

Grbeša (2016.) ističe da životinje hranjene kukuruzom optimalne brzine probave škroba imaju bolji prirast i bolje iskorištavaju hranu, dok male količine rezistentnog škroba smatra poželjnim za razvoj dobrih bakterija i bolje zdravstveno stanje životinja.

Ugljikohidrati iz hrane koji su neprobavljivi u tankom crijevu, kao što su teže probavljivi polisaharidi i rezistenti škrob, predstavljaju glavni izvor energije za floru donjeg dijela crijeva. Proteini iz hrane također u određenoj mjeri doprinose osiguranju podloge za crijevne bakterije *(Cummings i Macfarlane, 1991.).* Sve ovo govori u prilog tome da je kukuruzni škrob iz caklastog endosperma poželjan u hranidbi brojlera.

1.2. CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj caklastog (rezistentnog) škroba kukuruza u hrani pilića brojlera na:

– ***osnovne proizvodne pokazatelje*** (tjelesna masa, dnevni prirast, potrošnja i konverzija hrane)
– ***antioksidativni status krvi i mesa pilića*** (koncentracije glutation-peroksidaze u krvi, superoksid-dismutaze u krvi, koncentracije katalaze u krvi, vrijednosti TBARS-a u mesu i koncentracije vitamina A u mesu)
– ***mikrobiološku analizu sadržaja crijeva*** (ukupan broj bakterija, broj bakterija iz roda *Enterobacteriaceae* i broj bakterija iz roda *Lactobacillus)*
– ***kvalitetu pilećih trupova i klaonička svojstva*** (rasijecanje trupova na osnovne dijelove, masa trupova, relativni udio osnovnih dijelova u odnosu na cijeli trup, masa želuca (mišićnog), pH_{45}, pH_{24}, (meso prsa), sposobnost zadržavanja vode (meso prsa i tamno meso), boja kože i mesa (meso prsa) (L,a,b), udio abdominalne masti, klaonički randmani, kemijska analiza mesa zabatka i mesa prsa)
– ***kemijski sastav fecesa*** (suha tvar, sadržaj proteina, masti, celuloze i pepela)
– ***biokemijske pokazatelje krvi*** (koncentracije Fe, Ca, P, kolesterola, triglicerida, glukoze, ukupnih proteina).

Zbog specifičnog sadržaja hranjivih tvari caklastog škroba kukuruza, pretpostavka je da se izdvajanjem ove frakcije kao pojedinačne komponente u hrani tovnih pilića može poboljšati konzumacija hrane i rast pilića. Također se pretpostavlja da će ova komponenta utjecati pozitivno na rad mišićnog želuca kao glavnog regulatora prometa hrane, što bi rezultiralo povećanom probavljivošću hranjivih tvari ukupnog obroka. Nadalje, očekuje se da će pigmentne tvari caklastog škroba utjecati na poboljšanje antioksidativnog statusa pilića, što bi utjecalo na poboljšanje zdravstvenog stanja pilića kao i na bolju kakvoću mesa pilećih trupova.

2. MATERIJAL I METODE RADA

Praktični dio istraživanja utjecaja upotrebe caklastog endosperma kukuruza u hrani brojlerskih pilića proveden je jednofaktorijalnim pokusom s ukupno četiri tretmana hranjenja. Pokus je izveden u specijaliziranim pokusnim objektima Instituta za stočarstvo u Beogradu na brojlerskim pilićima teškog linijskog hibrida Ross 308 tijekom 2014. godine. Pokusni objekti u kojima su bili smješteni pilići zadovoljavaju sve zoohigijenske i mikroklimatske uvjete.

Istraživanje je provedeno na ukupno 480 pilića raspoređenih u četiri skupine, tri pokusne i jednu kontrolnu. Svaku skupinu činila su tri odjeljka s po 40 pilića, ukupno 120 pilića po skupini. Tov je organiziran u podnom načinu držanja, na dubokoj prostirci. Pilići su u svim skupinama imali ujednačene uvjete u pogledu gustoće naseljenosti, hranidbenog prostora, temperature, svjetlosti i vlage, tako da je eventualni utjecaj drugih paragenetskih čimbenika bio sveden na najmanju mjeru.

2.1. Program hranidbe pilića tijekom pokusnog razdoblja

Tov je trajao 42 dana, a s obzirom na korištene smjese, podijeljen je u tri dijela. U prvom razdoblju tova (od 1. do 10. dana) korištena je starter početna smjesa za piliće. Od 11. do 25. dana korištena je smjesa za porast - grover, dok je završna finišer smjesa bila ponuđena pilićima od 26. do 42. dana starosti (kraj tova).

Shodno postavljenim ciljevima, razlike među pilićima pojedinih skupina odnosile su se na razlike u recepturi kod svih triju smjesa pokusnih skupina. Dok su pilići kontrolne skupine hranjeni sa 100 % udjela prekrupe cijelog zrna kukuruza, pokusne skupine imale su različit udio kukuruzne prekrupe zamijenjen frakcijom caklastog škroba kukuruza (Tablica 1).

Tablica 1. Program hranjenja po skupinama

Karakteristike hrane	**Kontrolna**	**Pokusna I**	**Pokusna II**	**Pokusna III**
Broj pilića u skupini	40 x 3	40 x 3	40 x 3	40 x 3
Odnos prekrupe kukuruza i caklastog škroba kukuruza	100 : 0	75 : 25	50 : 50	25 : 75

Tablica 2. Prikaz relativnog udjela caklastog škroba i prekrupe kukuruza u pojedinim smjesama po skupinama

Sema hranjenja	
Starter smjesa	*Kontrolna skupina – prema recepturi 46,3 % prekrupe kukuruza* Pokusna skupina P1 – 11,60 % caklastog škroba kukuruza : 34,70 % prekrupe kukuruza [1*] Pokusna skupina P2 – 23,15 % caklastog škroba kukuruza : 23,15 % prekrupe kukuruza [2*] Pokusna skupina P3 – 34,70 % caklastog škroba kukuruza : 11,60 % prekrupe kukuruza [3*]
Grover smjesa	*Kontrolna skupina – prema recepturi 49,1 % prekrupe kukuruza* Pokusna skupina P1 – 12,27 % caklastog škroba kukuruza : 36,83 % prekrupe kukuruza [1*] Pokusna skupina P2 – 24,55 % caklastog škroba kukuruza : 24,55 % prekrupe kukuruza [2*] Pokusna skupina P3 – 36,75 % caklastog škroba kukuruza : 12,25 % prekrupe kukuruza [3*]
Finišer smjesa	*Kontrolna skupina – prema recepturi 51,2 % prekrupe kukuruza* Pokusna skupina P1 – 12,80 % caklastog škroba kukuruza : 38,40 % prekrupe kukuruza [1*] Pokusna skupina P2 – 25,60 % caklastog škroba kukuruza : 25,60 % prekrupe kukuruza [2*] Pokusna skupina P3 – 38,40 % caklastog škroba kukuruza : 12,80 % prekrupe kukuruza [3*]

[1*] udio prekrupe kukuruza zamijenjen s 25 % caklastog škroba kukuruza
[2*] udio prekrupe kukuruza zamijenjen s 50 % caklastog škroba kukuruza
[3*] udio prekrupe kukuruza zamijenjen sa 75 % caklastog škroba kukuruza

Cijelo razdoblje tova hrana i voda bili su ponuđeni pilićima po volji, *ad libitum*.

2.2. Metode kemijske analize hrane

Kemijska i mikrobiološka ispravnost svih korištenih sirovina bila je uvjet za sastavljanje potpunih smjesa. Kontrola kemijskog sastava i mikrobiološke ispravnosti smjesa obavljana je u laboratoriju za analizu stočne hrane Instituta za stočarstvo Zemun**.**

Za uzorkovanje i pripremu stočne hrane i krmiva bili su primjenjivani uobičajeni postupci, a za analizu su korištene sljedeće metode:

– sadržaj vode određen je sušenjem uzoraka na 105 °C do konstantne mase SRPS ISO 6496 2001

– sirovi pepeo određen je spaljivanjem i žarenjem uzoraka na 550 – 600 °C SRPS ISO 5984 2002

– sirovi protein određen je modificiranom metodom po Kjeldahlu na osnovi sadržaja dušika SRPS ISO 5983 2001

– sirova mast određena je ekstrakcijom organskih otapala metodom po Soxletu SRPS ISO 6492 2001

– sirova celuloza određena je standardnom metodom SRPS ISO 6865 2004

– NET se izračunao kao razlika: 100 – (% vode + % pepela + % proteina + % masti + % celuloze)

– energija se odredila na osnovi kemijskog sastava primjenom odgovarajuće formule

– sadržaj kalcija određen je atomskom apsorpcijskom spektofotometrijom *(Allan, 1973; Rowe, 1973)* na atomskom apsorberu Varian AA-175 u hrani u svim sirovinama

– sadržaj ukupnog fosfora u hrani određen je metodom SRPS ISO 6491 2002

– sadržaj natrija u hrani određen je po metodi opisanoj u Pravilniku o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih, kemijskih i mikrobioloških analiza stočne hrane (Sl. list SFRJ br. 15, 1987. god.).

Sirovinski i kemijski sastav krmnih smjesa za hranidbu brojlera tijekom pokusa dani su u Tablici 3.

Tablica 3. Sirovinski i kemijski sastav krmnih smjesa u pokusu (%)

Krmivo	**Starter (1. – 10. dan)**				**Grover (11. – 25. dan)**				**Finišer (26. – 42. dan)**			
	(K)	**(I)**	**(II)**	**(III)**	**(K)**	**(I)**	**(II)**	**(III)**	**(K)**	**(I)**	**(II)**	**(III)**
Kukuruz	46,3	34,7	23,2	11,6	49,1	36,8	24,6	12,3	51,2	38,4	25,6	12,8
Cakl. endosp. kuk.	-	11,6	23,2	34,7	-	12,3	24,6	36,8	-	12,8	25,6	38,4
Stočno brašno	7				5,5				5,5			
Sojina pogača	19				25				17,5			
Sunc. sačma	2l				3,5				4,3			
Riblje brašno	3,5				2				-			
Sojin griz	18,5				10				15			
Biljno ulje	-				1,1				2,5			
MKF	1				1,1				1,1			
Stočna kreda	1,3				1,1				1,3			
Mikozel	0,2				0,3				0,3			
Sol	0,2				0,3				0,3			
Premiks	1				1				1			
Ukupno	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kemijski sastav												
ME (MJ/kg)	12,8				13,2				13,4			
Sirovi protein (%)	22,2	21,9	21,7	21,2	22,1	21,9	21,7	21,5	19,9	19,6	19,5	19,4
Voda (%)	10,9	11,1	10,9	11,0	11,6	11,3	11,1	10,9	11,1	10,9	10,8	10,8
Sirova mast (%)	8,8	7,9	7,9	7,0	7,5	7,5	7,0	7,3	10,2	9,6	9,0	8,7
Sirova celuloza (%)	4,26	3,53	3,39	3,58	4,94	4,84	4,27	4,02	5,55	5,54	5,42	5,44
Sirovi pepeo (%)	5,3	4,6	5,3	4,9	5,4	5,3	5,6	5,4	5,1	5,2	5,0	5,5
NET (%)	48,6	51,0	50,8	52,2	48,5	49,1	50,2	50,9	48,2	49,0	50,3	50,04
Kalcij (%)	0,95	0,78	0,93	0,85	0,77	0,90	0,91	0,84	0,78	0,75	0,78	0,90
Fosfor – ukupni (%)	0,56	0,67	0,57	0,59	0,71	0,61	0,66	0,61	0,58	0,61	0,56	0,62
Natrij (%)	0,20	0,15	0,19	0,16	0,20	0,20	0,18	0,19	0,14	0,16	0,14	0,18

Sastav mineralno-vitaminskih premiksa koji su korišteni u smjesama brojlerskih pilića prikazani su u Tablici 4., uz napomenu da je isti premiks korišten u sve četiri skupine.

Tablica 4. Sadržaj vitamina, mikroelementa i aminokiselina u premiksima

Aktivna tvar	**Količina u 1 kg hrane**	
	Starter i grover smjesa	**Finišer smjesa**
Vitamin A (IJ/kg)	15000	12000
Vitamin D3 (IJ/kg)	3000	3000
Vitamin E (mg/kg)	150	50
Vitamin K3 (mg/kg)	8	6
Vitamin B1 (mg/kg)	4	3
Vitamin B2 (mg/kg)	11,3	9,4
Vitamin B6 (mg/kg)	5	4
Vitamin B12 (mg/kg)	0,015	0,02
Vitamin C (mg/kg)	100	100
Niacin (mg/kg)	60	50
Biotin (mg/kg)	10	10
Kalpan (mg/kg)	20	18
Folna kiselina (mg/kg)	2	1,5
Holin hlorid (mg/kg)	500	400
Željezo (mg/kg)	50	50
Bakar (mg/kg)	6	6
Mangan (mg/kg)	100	100
Cink (mg/kg)	75	75
Jod (mg/kg)	0,5	0,5
Antioksidans (mg/kg)	100	100
Kobalt (mg/kg)	0,25	0,25
Selen (mg/kg)	0,15	0,15
Metionin (mg/kg)	1000	1000
Kokcidiostatik (mg/kg)	500	-

2.3. Mikrobiološka analiza krmnih smjesa

Higijenska ispravnost smjesa bila je provjerena standardnim metodama u mikrobiološkom laboratoriju Instituta za stočarstvo određivanjem ukupnog broja bakterija u 1 g uzorka, metodom IS-LDM-21 (SRPS EN ISO 4833-1:2014); ukupnog broja plijesni u 1 g uzorka, metodom IS-LDM-22 (SRPS ISO 21527-1:2011); identifikacijom sulfidreducirajućih klostridija u 50 g uzorka, metodom IS-LDM-23 (ISO 15213:2003); izoliranjem i identifikacijom *Sallmonella spp.,* metodom IS-LDM-25 (SRPS EN ISO 6579:2008).

2.4. Osnovni proizvodni pokazatelji

Praćenje osnovnih proizvodnih pokazatelja odnosilo se na kretanje tjelesne mase, dnevni prirast, konverziju hrane i potrošnju hrane. Mjerenje tjelesne mase bilo je izvršeno na kraju svakog tjedna individualnim mjerenjem pilića, a uz pomoć tehničke vage preciznosti od 10^{-3} kg. Na osnovi razlika u tjelesnoj masi pilića utvrđenih sedmodnevnim vaganjem izračunat je prosječan dnevni prirast za svaki tjedan pokusa. Kontrola utroška hrane provodila se također tjedno za svaku skupinu. Na osnovi podataka o utrošku hrane i prirastu pilića po skupinama i razdobljima tova izračunata je konverzija hrane po tjednima i skupno.

2.5. Klaonička svojstva

S ciljem ispitivanja klaoničkih pokazatelja mesa brojlerskih pilića metodom slučajnog uzorka bilo je odabrano po pet ženskih i pet muških pilića za svaki ispitivani tretman. Na taj je način bilo odabrano ukupno 40 pilića kojima je izmjerena tjelesna masa prije klanja. Nakon klanja trupovi su bili obrađeni u skladu s Pravilnikom o kvaliteti mesa pernate živine iz 1981. godine *(Službeni list SFRJ br. 1, 1981.).* S ciljem utvrđivanja mase pojedinih dijelova trupa i udjela pojedinih dijelova u trupu, izvršeno je rasijecanje ohlađenih trupova prema Pravilniku o kvalitetu mesa pernate živine iz 1981. godine.

Poslije klanja trupovi su obrađeni u skladu s Pravilnikom o kvaliteti mesa pernate živine iz 1981. godine *(Službeni list SFRJ br. 1, 1981.).* Na taj su način dobiveni trupovi „pripremljeni za roštilj“, što znači trupovi s plućima i bubrezima, a bez glave, vrata, donjih dijelova nogu i svih unutrašnjih organa osim pluća i bubrega.

Randmani 1, 2 i 3 nastali su iz sljedećih odnosa:

– randman 1 ili "klasična obrada" – trupovi s glavom, vratom, donjim dijelovima nogu i jestivim unutrašnjim organima (srcem, plućima, jetrom, želucem, bubrezima i slezenom)

– randman 2 ili "pripremljeno za pečenje" – trupovi s plućima i bubrezima, srcem, jetrom, želucem, slezenom i vratom

– randman 3 "pripremljeno za roštilj" – trupovi s plućima i bubrezima, a bez srca, jetre, želuca, slezene i vrata.

Pri obradi trupaova izdvojena je abdominalna mast na način koji su primijenili *Mašić i sur.*

(1989.). Dobivene mase trupova i abdominalne masti stavljene su u odnos s tjelesnom masom pilića prije klanja. Na taj su način dobiveni randmani "klasična obrada", "spremno za pečenje" i "spremno za roštilj", kao i udio abdominalne masti u trupu. S ciljem utvrđivanja prinosa i udjela dijelova trupa, izvršeno je rasijecanje ohlađenih trupova prema navedenom Pravilniku.

2.6. Analiza kemijskog sastava mesa

S ciljem određivanja kvalitete mesa izvršene su kemijske analize uzoraka mišićnog tkiva prsa i zabataka, odnosno mesa prsa i tamnog mesa. Kemijska analiza osnovnog sastava mesa prsa i tamnog mesa izvršena je na uzorcima mišićnog tkiva koji su poticali od 5 muških i 5 ženskih trupova brojlerskih pilića u svakom ispitivanom tretmanu. S ciljem utvrđivanja osnovnog kemijskog sastava izvršena su sljedeća ispitivanja:

– sadržaj vlage određen je po standardu SRPS ISO 1442/1998

– sadržaj slobodne masti po standardu SRPS ISO 1444/1998

– sadržaj ukupnog pepela određen je po standardu SRPS ISO 936/1999

– kalo kuhanja i mekoća mesa opisani su dalje u tekstu.

2.7. Boja mesa

Za utvrđivanje boje mesa korištena je metoda kako je opisano. Instrumentalna boja uzoraka mesa prsa s kožom izmjerena je upotrebom Chroma Meter CR-400 uređaja(Minolta Co. Ltd, Tokyo, Japan), koji je prethodno kalibriran na standardnoj bijeloj ploči. Mjerenje je izvršeno u CIE L*a*b* metodi: svjetloća (L*), udio crvene (a*) i udio žute boje (b*) *(CIE, 1976.)*.

2.8. Određivanje pH vrijednosti mesa

Mjerenje je obavljeno na uzorku prsnog mišića *(Musculus pectoralis major)* 45 minuta i 24 sata *post mortem* pH metrom s kombiniranom ubodnom elektrodom, Hanna HI 83141 (Hanna Instruments, USA). pH metar je prethodno kalibriran korištenjem standardnih otapala pufera pH 4,0 i 7,0.

2.9. Sposobnost vezivanja (zadržavanja) vode

Kao pokazatelj sposobnosti zadržavanja vode mesa utvrđivan je gubitak mase pri kuhanju – "kalo kuhanja" – na uzorku mesa prsa i mesa zabatka. Gubitak mase pri kuhanju mesa određen je na osnovi razlike mase komada mesa (veličine: 3 x 4 x 1,5 cm) prije i poslije kuhanja u zatvorenoj staklenoj posudi (na 100 °C tijekom 10 minuta) u destiliranoj vodi (gdje je odnos mesa i vode bio 1:2) i izražen u postocima u odnosu na masu uzorka prije kuhanja *(Sl. list SFRJ, br. 2/85, 12/85 i 24/86).*

2.10. Određivanje mekoće mesa

Mekoća mesa, izražena preko sile presijecanja (kg), izmjerena je nakon kuhanja (na 100 °C tijekom 10 minuta) i presijecanja mesa u pravcu pružanja mišićnih vlakana (na komade veličine 1 x 1 cm), na konzistometru po *Volodkevichu (1938.)*. Veće očitane vrijednosti označavale su veću silu presijecanja, odnosno tvrđe meso.

2.11. Mikrobiološka analiza sadržaja crijeva

Mikrobiloška ispitivanja provedena su nakon završetka biološkog pokusa (42. dan) i to na 24 uzorka slijepog crijeva (*caecum)* brojlerskih pilića (6 uzoraka po skupini) u kojima je određivan ukupan broj bakterija, broj bakterija iz roda enterobakterija (lat. *Enterobacteriaceae*) i broj bakterija iz roda laktobacila (lat. *Lactobacillus*). Slijepa crijeva su otvorena u aseptičnim uvjetima, precizno je izmjerena odgovarajuća masa sadržaja (1 g) koja je zatim bila homogenizirana u fiziološkoj otopini. Nakon homogeniziranja izvršena je priprema deseterostrukih razrjeđenja uzoraka iz kojih je vršeno nasađivanje selektivnih hranjivih podloga – HiCrome UTI agar, promjenjen (HiMedia laboratories Pvt.Ltd. Mumbai, India) i Difco™ Lactobacilli MRS Agar (Becton, Dickinson and Company, Sparks, SAD).

Uzorci nasađeni na UTI agar inkubirani su na 37 °C na 24 sata u aerobnim uvjetima, a uzorci nasađeni na MRS agar inkubirani su u anaerobnim uvjetima primjenom GasPak™ EZ Anaerobe Container System (Becton, Dickinson and Company, Sparks, SAD) na 37 °C na 48 sati i nakon toga očitavani.

Brojanje kolonija enterokoka (lat. *Enterococcus)* i enterobakterija (lat. Enterobacteriaceae*)* vršeno je s UTI agarom, a laktobacila (lat. *Lactobacillus)* s MRS agarom korištenjem TotalLab TL100 programa.

2.12. Biokemijska i enzimatska analiza krvi

Za određivanje biokemijskih pokazatelja krvi brojlera 42. dan pokusa uzeti su uzorci krvi od po 6 pilića iz svake skupine. Krv pilića uzimana je iz krilne vene (*vena brachialis)* uz pomoć dvodijelne epruvete od 5 ml (Nipro corporation, Japan), igle 0,6 x 30 mm (23Gx 11/4") (Nipro corporation, Japan), BD vacutainera SST II Advance za izdvajanje seruma, a za dezinfekciju ubodnog mjesta korištena je sanitetska vata i 70 %-tni alkohol. Vađenje krvi pilića obavljeno je po metodi opisanoj u dokumentu objavljenom na *web* stranici *Food and agriculture organization of the United nations* (www.fao.org) – *Collection of blood from chickens*. Krv je centrifugirana na 1000 RCF (relative centrifugal force) 10 minuta. Za utvrđivanje željeza (Fe) korištena je metoda ferozin (spektrofotometrijski), za kalcij (Ca) metoda Arsenazo III (spektrofotometrijski), za fosfor (P) metoda UV (spektrofotometrijski), za utvrđivanje kolesterola u krvi korištena je metoda CHOD-PAP (spektrofotometrijski), za trigliceride kolorimetrijska, enzimatska metoda s glicerolfosfat oksidazom, za glukozu metoda GOD-PAP (spektrofotometrijski) te za ukupne bjelančevine biuert metoda (spektofotometrijski). Gore navede analize rađene su na automatskom spektrofotometrijskom uređaju Biosystems A15.

S ciljem utvrđivanja aktivnosti enzima u eritrocitima, eritrociti su isprani fiziološkom otopinom 3 puta, a materijali koji su korišteni za dobivanje suspenzije ispranih eritrocita su: krv s antikoagulansom, puferna fiziološka otopina, centrifuga (MC 450, Hitachi co. LTD, Japan), pipeta (Eppendorf, Germany) i BD vacutainer LH (Litium heparin). Isprani eritrociti dobiveni su po metodi opisanoj u dokumentu objavljenom na *web* stranici *Food and agriculture organization of the United nations* (www.fao.org) – *Preparation of washed chicken red blood cells*.

2.13. Antioksidativni status mesa pilića (TBARS u mesu)

U okviru ispitivanja antioksidativnog statusa mesa pilića rađena je analiza TBARS vrijednosti u mesu. Radilo se određivanje sadržaja malonaldehida (TBK-test).

Princip rada: izdvajanje malonaldehida destilacijom vodenom parom, razvijanje crvene boje dodatkom tiobarbiturne kiseline i kvantifikacija na 532 nm spektrofotometrijskom metodom. Vrijednosti apsorbancije očitane su na spektrofotometru JENWAY 6405 *(Tarladgis i sur., 1964.).*

2.14. Određivanje aktivnosti glutation-peroksidaze, superoksid-dismutaze i katalaze u krvi pilića

Aktivnost glutation-peroksidaze (GSH-Px) određena je spektrofotometrijski na automatskom analizatoru Beckman Coulter AU400 gotovim kitom RANSEL® (Randox, Velika Britanija), pri valnoj duljini od 340 nm. Metoda je bazirana na principu oksidacije NADPH. GPx katalizira oksidaciju glutationa sa supstratom kumen-hidroksidom. Nastali oksidirani oblik glutationa prevodi se u reducirani oblik uz prisustvo glutation-reduktaze i NADPH-a kao akceptora kisika. Pri tom NADPH, primivši kisik, prelazi u oksidirani oblik – NADP. Pad u apsorbanciji NADPH-a koristi se kao mjera aktivnosti GPx-a, a izražava se u internacionalnim jedinicama U/L.

Aktivnost superoksid-dismutaze određena je spektrofotometrijski na automatskom analizatoru Beckman Coulter AU400 gotovim kitom RANSOD® (Randox, Velika Britanija) metodom koja je bazirana na principu stvaranja superoksidnih radikala iz ksantina pomoću ksantin oksidaze koji reagiraju s 2-(4-jodfenil)3-(4nitrofenil)5-feniltetrazol kloridom i tvore formazan crveno obojenje. Svi reagensi i uzorci krvi temperirani su na sobnoj temperaturi prije korištenja. Uzorci su pripremljeni na način da je puna krv uzeta s antikoagulansom prvo dobro vorteksirana. Potom je 0,15 ml krvi razrijeđeno s 1,85 ml 0,01 mol/l fosfatnog pufera pH 7,0, kako bi postotak inhibicije bio između 30 i 60 %. 50 µl razrijeđene krvi pomiješano je dobro s 1,7 ml miješanog supstrata te je dodano 0,25 ml ksantin oksidaze. Aktivnost SOD-a mjerila se kao stupanj inhibicije ove reakcije, a izražava se u internacionalnim jedinicama U/mL. Početna apsorbancija (A1) očitana je u roku od 30 sekundi, a konačna apsorbanciju (A2) nakon tri minute na valnoj duljini od 505 nm.

Aktivnost katalaze određena je kontinuiranim spektrofotometrijskim mjerenjem promjene apsorbancije reakcijske smjese, pri valnoj duljini od 240 nm, nastale kao rezultat razgradnje vodikovog peroksida. Mjerenje je provedeno na 25 °C svakih 10 sekundi tijekom 100 sekundi u 3 ponavljanja.

2.15. Sadržaj vitamina A u mesu

S ciljem određivanja sadržaja vitamina A u mesu pilića, uzeti su uzorci velikog prsnog mišića (*Musculus pectoralis major*), homogenizirani i analizirani na Institutu za higijenu vojnomedicinske akademije u Beogradu. Sadržaj vitamina A u mesu određen je analitičkom metodom RP-HPLC-Florescentnim detektorom (prema *Granado-Lorencio i sur., 2010.).*

2.16. Kemijska analiza fecesa tovnih pilića

Na kraju pokusa uzeto je po 6 uzoraka svježeg fecesa iz svake skupine, ukupno 24 uzorka. Nakon homogenizacije uzoraka, određen je kemijski sastav u akreditiranom laboratoriju Instituta za stočarstvo u Beogradu, standardnim metodama i to:

– suha tvar akreditirana metodom SRPS ISO 6496 2001

– sirovi pepeo određen je spaljivanjem i žarenjem uzoraka na 550 –600 °C SRPS ISO 5984 2002

– sirovi protein modificiran je metodom po Kjeldahlu na osnovi sadržaja dušika SRPS ISO 5983 2001

– sirova mast određena je ekstrakcijom organskim otapalom, metodom Soxleta SRPS ISO 6492 2001

– sirova celuloza određena je standardnom metodom SRPS ISO 6865 2004.

2.17. Statistička obrada

Dobiveni rezultati obrađeni su statističkim paketom StatSoft, Inc. (2014) STATISTICA (data analysis software system) version 12. Korištena je metoda deskriptivne statistike, a razlike među tretmanima provjerene su GLM modelom. U slučaju postojanja značajnih razlika, korišten je LSD *post hoc* test.

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

3.1. Proizvodni pokazatelji

U proizvodne pokazatelje ubrajaju se: tjelesna masa, dnevni prirast, konzumacija (potrošnja) hrane i konverzija hrane. Uspješnost tova određuje se istodobnim praćenjem svih spomenutih pokazatelja. Dnevni prirast u tovu pilića izražava se za razdoblje od sedam dana ili za razdoblje hranidbe određenom smjesom; dnevna potrošnja hrane izračunava se također tjedno ili za razdoblje hranidbe određenom vrstom smjese; a konverzija hrane dobiva se kroz odnos između količine potrošene hrane i ostvarenog prirasta u određenoj jedinici vremena.

3.1.1. Tjelesna masa pilića

Pregledom Tablice 5. uočava se ujednačena početna masa pri useljenju pilića u pokusni objekt. Tjelesne mase pilića na kraju prvog tjedna tova bile su najveće u pokusnoj skupini II (160,72 g), nešto manja vrijednost zabilježena je kod pilića kontrolne i pokusne III skupine (158,95 g; 158,47 g), a najmanja kod pilića pokusne skupine I (157,44 g). Ipak, utvrđene razlike na kraju prvog tjedna nisu bile statistički značajne između pilića kontrolne i pokusnih skupina, kao niti među pilićima pokusnih skupina (P > 0,05).

Tablica 5. Tjelesna masa pilića po skupinama i tjednima tova (g)

Tjedan pokusa	Kontrolna $\bar{x}$	Pokusna I $\bar{x}$	Pokusna II $\bar{x}$	Pokusna III $\bar{x}$	SEM	P-vrijednost
Na početku pokusa	40,71	41,03	40,93	41,22	0,16	0,724
Na kraju 1. tjedna	158,95	157,44	160,72	158,47	0,84	0,5743
Na kraju 2. tjedna	404,63	399,41	402,74	397,68	2,37	0,7263
Na kraju 3. tjedna	795,75^{a}	800,58^{a}	795,58^{a}	758,91^{b}	4,69	0,0049
Na kraju 4. tjedna	1384,11^{a}	1352,77^{a}	1312,62	1310,25^{b}	8,81	0,0068
Na kraju 5. tjedna	1947,39^{a}	1909,91	1859,91^{b}	1854,32^{b}	12,57	0,0258
Na kraju 6. tjedna	2396,99	2343,09	2335,67	2303,59	15,82	0,2110

^{a,b} različita slova znače značajno različito (P < 0,05)

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

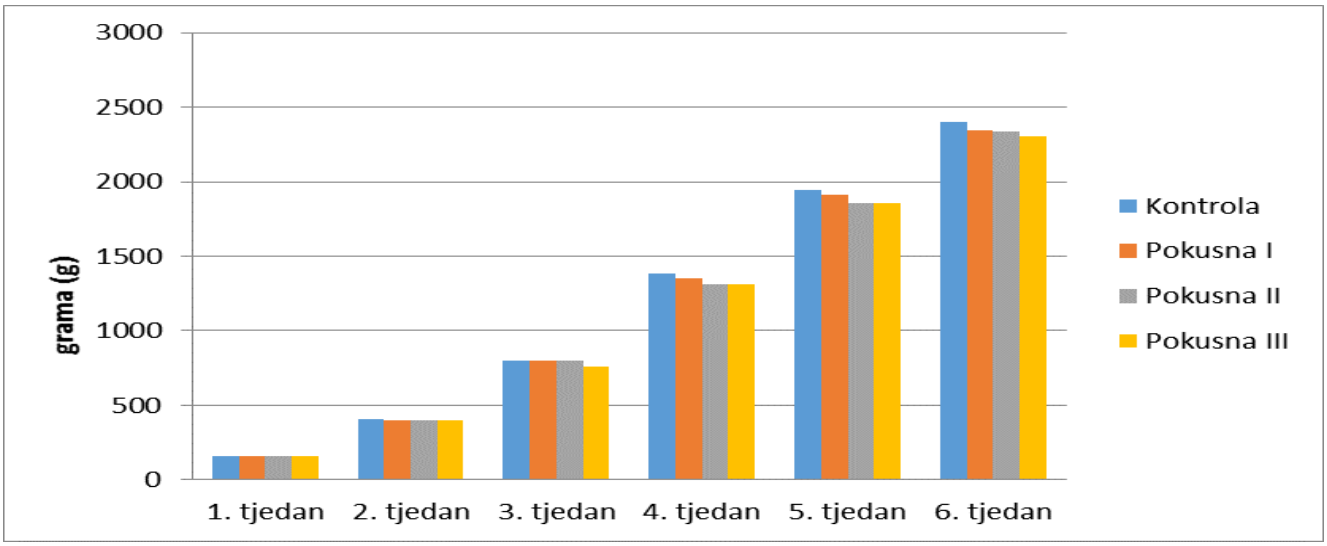
Na kraju drugog tjedna pokusa trend vrijednosti tjelesnih masa po skupinama je nastavljen te su kod pilića kontrolne i pokusne skupine II zabilježene najveće vrijednosti (404,63 g; 402,74 g), dok su nešto manje vrijednosti utvrđene kod pilića pokusnih skupina I i III (399,41 g; 397,68 g). Niti na kraju ovog tjedna evidentirane razlike tjelesnih masa među skupinama nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$).

Na kraju trećeg tjedna pokusa najveće vrijednosti utvrđene su kod pilića pokusne skupine I (800,50 g), potom nešto manje vrijednosti kod pilića pokusne skupine II (795,58 g) i kontrolne skupine (795,75 g), a najmanje vrijednosti imali su pilići pokusne skupine III (758,91 g). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti tjelesnih masa postigli su pilići pokusnih skupina I i II te kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusne skupine III.

Tjelesne mase ostvarene na kraju četvrtog tjedna bile su najveće kod pilića kontrolne skupine (1384,11 g), potom su nešto manju tjelesnu masu ostvarili pilići pokusne skupine I (1352,77 g) i pokusne skupine II (1312,62 g), dok su najmanje vrijednosti imali pilići pokusne skupine III (1310,25 g). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti tjelesnih masa postigli su pilići kontrolne i pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusne skupine III.

Iz pregleda rezultata tjelesnih masa na kraju petog tjedna pokusa uočljivo je da su najveću tjelesnu masu ostvarili pilići kontrolne skupine (1947,39 g), nešto manja vrijednost zabilježena je kod pilića pokusne skupine I (1909,91 g), dok su najmanje i vrlo ujednačene vrijednosti tjelesne mase ostvarene kod pokusnih skupina II i III (1859,91 g; 1854,32 g). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti tjelesnih masa postigli su pilići kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusnih skupina II i III.

Na kraju šestog tjedna pokusa najveće vrijednosti tjelesne mase zabilježene su kod pilića kontrolne skupine (2396,99 g), nešto manje, ali vrlo ujednačene vrijednosti, kod pilića pokusnih skupina I i II (2343,09 g; 2335,67 g), dok su najmanje vrijednosti zabilježene kod pilića pokusne skupine III (2303,59 g). Utvrđene razlike tjelesnih masa pilića na kraju šestog tjedna nisu bile i statistički značajne između kontrole i pokusnih skupina, kao niti među pilićima pokusnih skupina ($P > 0,05$), Grafikon 1.



Grafikon 1. Tjelesna masa pilića po skupinama i danima tova

3.1.2. Dnevni prirast

Iz pregleda rezultata o prosječnim dnevnim prirastima pilića po skupinama za cijelo razdoblje tova (Tablica 6.) vidljivo je da su u prvom tjednu najveći dnevni prirast ostvarili pilići pokusne skupine II (17,11 g), nešto manja vrijednost zabilježena je kod pilića kontrolne skupine (16,89 g) i pilića pokusne skupine III (16,75 g), a najmanja kod pilića pokusne skupine I (16,63 g). Ipak, utvrđene razlike u prvom tjednu nisu bile statistički značajne među pilićima kontrole i pokusnih skupina, kao niti među pilićima pokusnih skupina (P > 0,05).

Tablica 6. Dnevni prirast pilića po skupinama i tjednima tova (g)

Tjedni pokusa	Kontrolna	Pokusna I	Pokusna II	Pokusna III	SEM	P-vrijednost
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
1. tjedan	16,89	16,63	17,11	16,75	0,09	0,3431
2. tjedan	35,10	34,57	34,57	34,17	0,22	0,5319
3. tjedan	55,87^{a}	57,31^{a}	56,12^{a}	51,60^{b}	0,34	0,0001
4. tjedan	84,42^{a}	79,10^{b}	74,42^{c}	79,04^{b}	0,63	0,0001
5. tjedan	80,47	79,59	78,18	78,28	0,57	0,4345
6. tjedan	64,23^{a}	63,47^{a}	67,97^{b}	65,01	0,61	0,0472

^{a,b} različita slova znače značajno različito (P < 0,05)

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

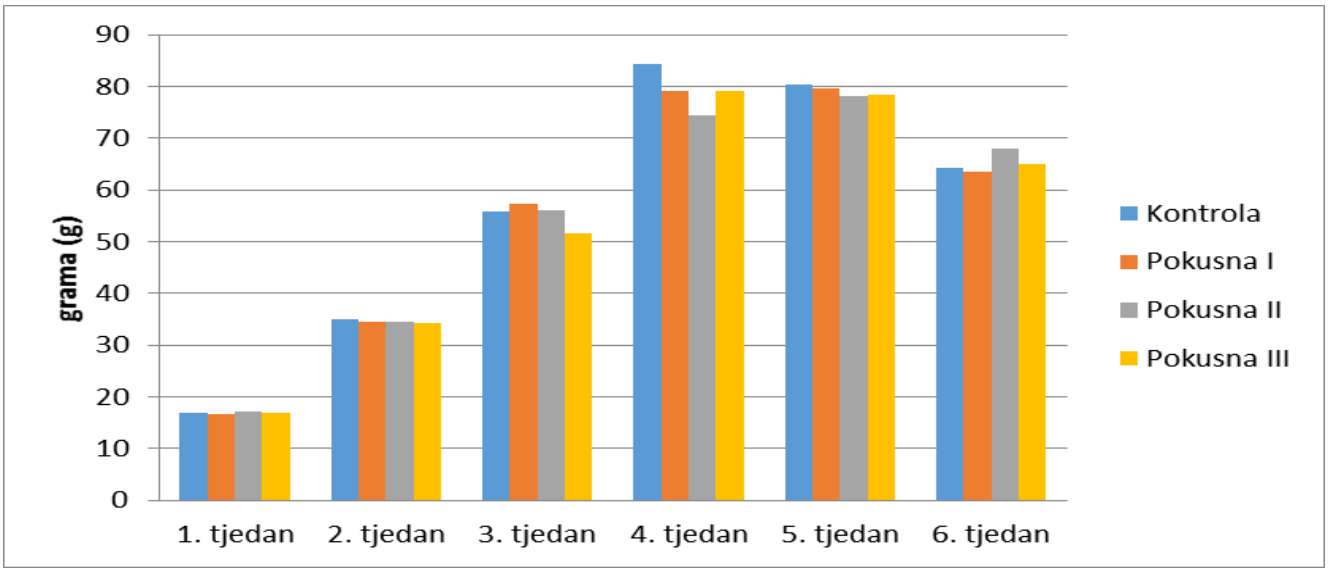
U drugom tjednu tova najveći dnevni prirasti zabilježeni su kod pilića kontrolne skupine (35,10 g), potom, gotovo ujednačeni, kod pilića pokusnih skupina I i II (34,57 g), dok je najmanji dnevni prirast ostvaren kod pilića pokusne skupine III (34,17 g). Niti u ovom tjednu evidentirane razlike dnevnog prirasta pilića među skupinama nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$).

U trećem tjednu najveće vrijednosti dnevnog prirasta pilića zabilježene su kod pilića pokusne skupine I (57,31 g), nešto manje vrijednosti ostvarene su kod pilića pokusne skupine II (56,12 g) i kontrolne skupine (55,87 g), dok je najmanja vrijednost evidentirana ponovno kod pilića pokusne skupine III (51,60 g). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti dnevnog prirasta postigli su pilići pokusnih skupina I i II te kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusne skupine III.

U četvrtom tjednu najveći dnevni prirast pilića ostvaren je kod kontrolne skupine (84,42 g). Nešto manje vrijednosti dnevnog prirasta zabilježene su kod pilića pokusnih skupina I i III (79,10 g ; 79,04 g), dok su najmanje vrijednosti dnevnog prirasta ostvarene kod pilića pokusne skupine II (74,42 g). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti dnevnog prirasta postigli su pilići kontrolne skupine u odnosu na piliće svih pokusnih skupina. Statistički značajno veću ($P < 0,05$) vrijednost dnevnog prirasta u četvrtom tjednu postigli su i pilići pokusnih skupina I i III u odnosu na piliće pokusne skupine II.

Iz pregleda rezultata u petom tjednu pokusa uočljivo je da su najveći dnevni prirast ostvarili pilići kontrolne skupine (80,47 g), nešto manji pilići pokusne skupine I (79,59 g), a najmanje i vrlo približne vrijednosti dnevnog prirasta zabilježene su kod pokusnih skupina II i III (78,18 g; 78,28 g). Utvrđene razlike u petom tjednu nisu bile statistički značajne među pilićima kontrole i pokusnih skupina, kao ni među pilićima pokusnih skupina ($P > 0,05$).

U šestom tjednu najveći dnevni prirasti pilića ostvareni su kod pokusne skupine II (67,97 g), nešto manje vrijednosti ostvarene su kod pilića pokusne skupine III (65,01 g), potom još manje kod pilića kontrolne skupine (64,23), dok su najmanje zabilježene vrijednosti bile kod pilića pokusne skupine I (63,47 g). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti dnevnog prirasta postigli su pilići pokusne skupine II u odnosu na piliće kontrolne i pokusne skupine I.



Grafikon 2. Dnevni prirast pilića po skupinama i tjednima tova

Iz pregleda rezultata o prosječnom dnevnom prirastu po razdobljima (Tablica 7.) vidljivo je da su u razdoblju 1.-3. tjedna najveći prosječni dnevni prirast ostvarili pilići kontrolne skupine (35,95 g), približan prosječni dnevni prirast ostvarili su pilići pokusnih skupina I i II (35,90 g; 35,93 g), dok su najmanje vrijednosti u promatranom razdoblju zabilježene kod pilića pokusne skupine III (34,17 g).

Tablica 7. Prosječni dnevni prirasti po razdobljima tova (g)

Razdoblje pokusa	**Skupine**				**SEM**	**P-vrijednost**
	Kontrolna $\bar{x}$	**Pokusna I** $\bar{x}$	**Pokusna II** $\bar{x}$	**Pokusna III** $\bar{x}$		
1.–3. tjedan	35,95	35,90	35,93	34,17	0,404	0,3447
3.–6. tjedan	76,37	74,11	73,52	74,15	0,390	0,0506
1.–6. tjedan	56,16	55,00	54,72	54,16	0,454	0,3447

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

U razdoblju 3. – 6. tjedna najveći prosječni dnevni prirast ostvarili su, ponovo, pilići kontrolne skupine (76,37 g), nešto manje vrijednosti zabilježene su kod pilića pokusnih skupina I i III (74,11 g; 74,15 g), a najmanje vrijednosti kod pilića pokusne skupine II (73,52 g).

Iz pregleda prosječnog dnevnog prirasta za cijeli period tova (1. – 6. tjedna) može se zaključiti

da je najveći prosječni dnevni prirast ostvaren kod pilića kontrolne skupine (56,16 g), zatim kod pilića pokusne skupine I (55,00 g), nešto manji kod pilića pokusne skupine II (54,72 g), dok je najmanji prosječni dnevni prirast zabilježen kod pilića pokusne skupine III (54,16 g).

Promatrajući analizirana razdoblja tova, uočljivo je da su pilići kontrolne skupine ostvarivali najveće prosječne dnevne priraste. Utvrđene razlike, međutim, nisu bile statistički značajne među pilićima kontrolne i pokusnih skupina, kao niti među pokusnim skupinama (P > 0,05). Iz Tablice 3. vidljivo je i da su najveće prosječne dnevne priraste pilići ostvarivali u razdoblju 3. – 6. tjedna, što predstavlja razdoblje intenzivnog tova.

3.1.3. Konzumacija hrane

Iz pregleda rezultata o prosječnoj dnevnoj konzumaciji hrane po tjednima (Tablica 8.) vidljivo je da su u prvom tjednu najbolju konzumaciju hrane imali pilići pokusne skupine II (22,37 g), zatim pilići pokusnih skupina I i II (21,90 g; 21,61 g), dok su najnižu prosječnu dnevnu konzumaciju hrane imali pilići kontrolne skupine (21,51 g). Utvrđene razlike u prvom tjednu nisu bile i statistički značajne među pilićima kontrolne i pokusnih skupina, kao niti među pokusnim skupinama (P > 0,05).

Tablica 8. Prosječna dnevna konzumacija hrane po tjednima tova (g)

Tjedni pokusa	Kontrolna	Pokusna I	Pokusna II	Pokusna III	SEM	P-vrijednost
1. tjedan	21,51	21,90	22,37	21,61	0,189	0,419
2. tjedan	50,55	49,95	50,66	49,28	0,118	0,703
3. tjedan	84,14^{a}	85,47^{a}	84,81^{a}	75,09^{b}	0,406	0,005
4. tjedan	139,61^{a}	137,44^{a}	127,76^{b}	131,41	0,493	0,046
5. tjedan	169,30	164,52	181,28	175,74	0,982	0,427
6. tjedan	170,08	160,19	205,14	163,49	0,949	0,289

^{a,b} različita slova znače značajno različito (P < 0,05)
Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

U drugom tjednu tova najviša dnevna konzumacija hrane zabilježena je kod pilića pokusne skupine II (50,66 g), potom nešto manja kod pilića kontrolne i pokusne skupine I (50,55 g; 49,95 g), dok su najmanju vrijednost konzumacije hrane zabilježili pilići pokusne skupine III (49,28 g). Niti u

ovom tjednu evidentirane razlike prosječne dnevne konzumacije hrane među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

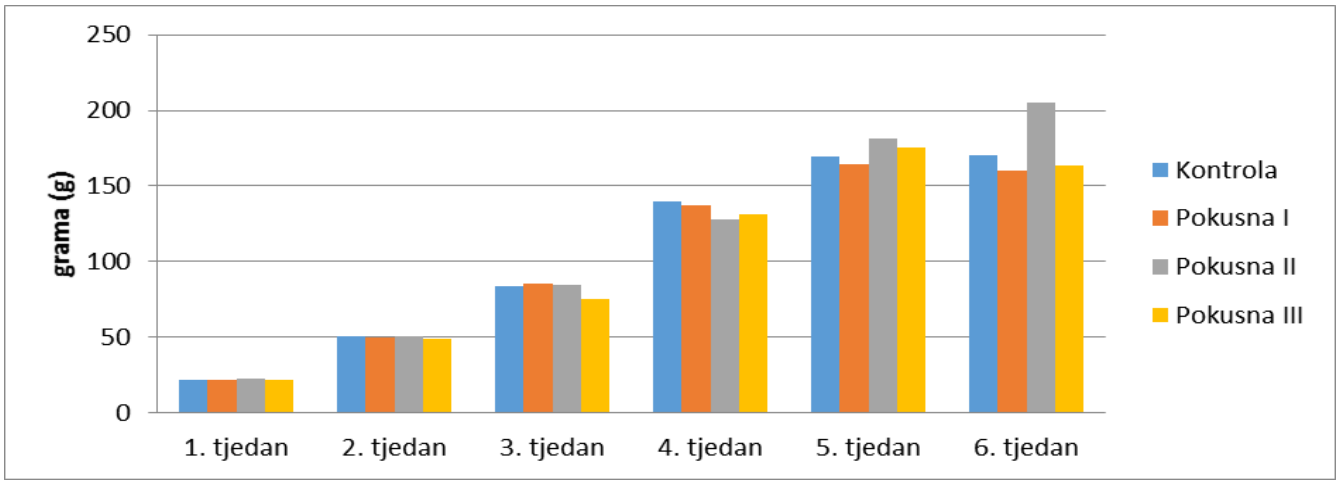
U trećem tjednu najbolje vrijednosti prosječne dnevne konzumacije hrane pilića zabilježene su kod pilića pokusne skupine I (85,47 g), nešto lošije vrijednosti ostvarene su kod pokusne skupine II i kontrolne skupine (84,81 g; 84,14 g), dok je najlošija vrijednost evidentirana kod pilića pokusne skupine III (75,09 g). Statistički značajno veće (P < 0,05) vrijednosti prosječne dnevne konzumacije hrane postigli su pilići pokusnih skupina I i II te kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusne skupine III.

U četvrtom tjednu najviše hrane u prosjeku su konzumirali pilići kontrolne skupine (139,61 g), potom nešto manje pilići pokusne skupine I (137,44 g), a kod pilića pokusne skupine III prosječna dnevna konzumacija bila je 131,41 g, dok su najniže rezultate u ovom tjednu imali pilići pokusne skupine II (127,76 g). Statistički značajno veće (P < 0,05) vrijednosti prosječne dnevne konzumacije hrane postigli su pilići kontrolne i pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusne skupine II.

Iz pregleda rezultata u petom tjednu pokusa uočljivo je da su najveće vrijednosti prosječne dnevne konzumacije hrane pilića zabilježene kod pilića pokusne skupine II (181,28 g), nešto manja vrijednost zabilježena je kod pilića pokusne skupine III (175,74 g), potom kod pilića kontrolne skupine (169,30 g), dok su najniže vrijednosti prosječne dnevne konzumacije hrane pilića ostvarene kod pokusne skupine I (164,52 g). Utvrđene razlike u petom tjednu nisu bile statistički značajne među pilićima kontrolne i pokusnih skupina, kao niti među pokusnim skupinama (P > 0,05).

U šestom tjednu pokusa najbolje vrijednosti prosječne dnevne konzumacije hrane pilića zabilježene su kod pilića pokusne skupine II (205,14), potom kod pilića kontrolne skupine (170,08 g), kod pilića pokusne skupine III prosječna dnevna konzumacija hrane iznosila je 163,49 g, dok je najlošija zabilježena kod pilića pokusne skupine I (160,19 g). Evidentirane razlike niti u šestom tjednu nisu bile i statistički značajne među pilićima kontrolne i pokusnih skupina, kao niti među pokusnim skupinama (P > 0,05).

Iz pregleda Grafikona 4 može se zaključiti da je evidentan trend rasta prosječne dnevne konzumacije hrane od početka do kraja pokusa. Vidljivo je i da je u prva dva tjedna pokusa prosječna dnevna konzumacija hrane po skupinama dosta ujednačena, dok se od trećeg tjedna javljaju izraženije razlike. U šestom tjednu došlo je do značajno veće dnevne konzumacije hrane pokusne skupine II, međutim nije bilo statistički značajne razlike u odnosu na ostale skupine (P > 0,05).



Grafikon 3. Prosječna dnevna konzumacija hrane po tjednima tova

3.1.4. Konverzija hrane

Iz pregleda Tablice 9. o konverziji hrane pilića po skupinama i tjednima tova, vidljivo je da su u prvom tjednu najbolju (tj. najnižu) konverziju ostvarili pilići kontrolne skupine (1,27 kg/kg prirasta). Nešto lošija konverzija hrane zabilježena je kod pilića pokusne skupine III (1,29 kg/kg), dok su najlošiju (najveću) konverziju hrane imali pilići pokusnih skupina I i II, koja je istovremeno bila i potpuno ujednačena (1,31 kg/kg). Utvrđene razlike u prvom tjednu nisu bile i statistički značajne među pilićima kontrolne i pokusnih skupina, kao niti među pilićima triju pokusnih skupina (P > 0,05).

Tablica 9. Konverzija hrane pilića po skupinama i tjednima tova(kg/kg)

Tjedan tova		**Kontrolna**	**Pokusna I**	**Pokusna II**	**Pokusna III**	**SEM**	**P-vrijednost**
		$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
1.tjedan,	**kg/kg**	1,27	1,31	1,31	1,29	0,012	0,738
	%	100,0	103,1	102,7	101,2		
2.tjedan	**kg/kg**	1,44	1,44	1,46	1,44	0,009	0,809
	%	100,0	100,5	101,7	100,2		
3.tjedan	**kg/kg**	1,50	1,49	1,51	1,45	0,010	0,291
	%	100,0	98,9	100,2	96,6		
4.tjedan	**kg/kg**	1,64[a]	1,72[b]	1,70	1,65[a]	0,122	0,017
	%	100,0	105,0	103,4	100,6		
5.tjedan	**kg/kg**	2,10[a]	2,05[a]	2,29[b]	2,22	0,362	0,044
	%	100,0	97,7	109,0	105,7		
6.tjedan	**kg/kg**	2,62	2,52	2,49	2,48	0,022	0,069
	%	100,0	96,5	95,3	94,7		

[a,b] različita slova znače značajno različito (P < 0,05)

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

U drugom tjednu pokusa pokusne skupine I i III, kao i kontrolna imale su bolji i ujednačen utrošak hrane za kilogram prirasta (1,44 kg/kg), dok je najveći utrošak hrane za kilogram prirasta i najlošiju konverziju imala pokusna skupina II (1,46 kg/kg). Niti u ovom tjednu evidentirane razlike konverzije hrane među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

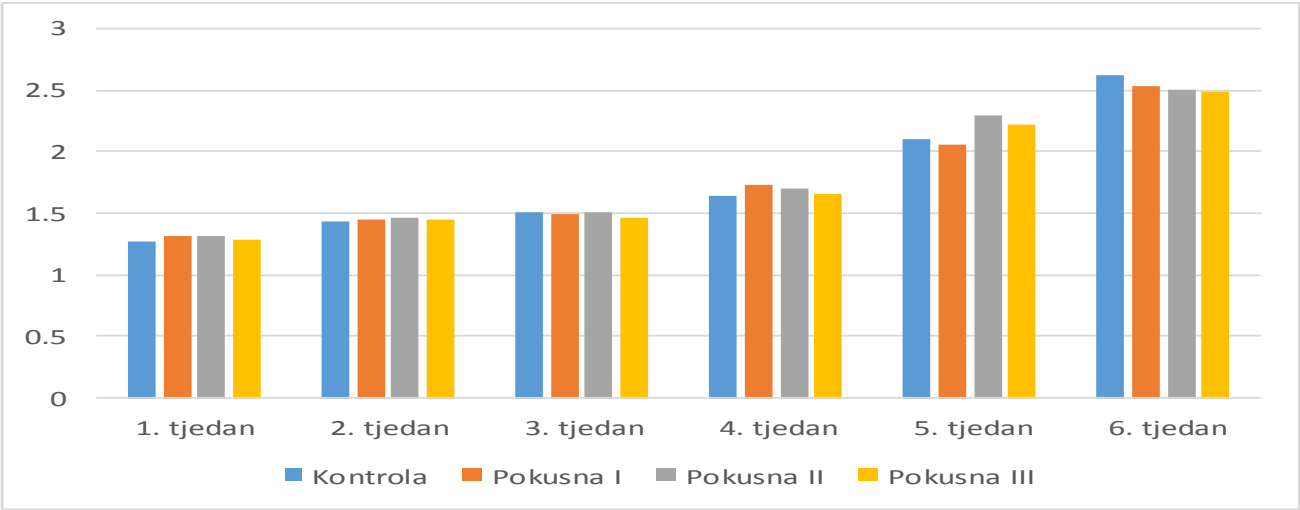
Najbolju (najnižu) konverziju u trećem tjednu imali su pilići pokusne skupine III (1,45 kg/kg), nešto lošija bila je kod pilića kontrolne skupine (1,50 kg/kg), potom kod pilića pokusne skupine I (1,49 kg/kg). Najlošije (najveće) ostvarene vrijednosti konverzije hrane zabilježene su, ponovo, kod pilića pokusne skupine II (1,51 kg/kg). Niti u trećem tjednu zabilježene razlike konverzije hrane među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

U četvrtom tjednu pokusa najbolju konverziju hrane imali su pilići pokusne III i kontrolne skupine (1,65; 1,64 kg/kg). Nešto lošija konverzija zabilježena je kod pilića pokusne skupine II (1,70 kg/kg prirasta), dok je najlošija konverzija hrane bila kod pilića pokusne skupine I (1,72 kg/kg). Statistički značajno veće (P < 0,05) vrijednosti konverzije hrane postigli su pilići pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusne skupine III i kontrolne skupine.

U petom tjednu najbolja (najniža) konverzija evidentirana je kod pilća pokusne skupine I (2,05 kg/kg), nešto lošija konverzija hrane zabilježena je kod pilića pokusne skupine III (2,22 kg/kg), potom kod pilića kontrolne skupine (2,10 kg/kg). Trend najvećeg utroška hrane za kilogram prirasta nastavlja se kod pilića pokusne skupine II te je kod ove skupine zabilježena i najlošija konverzija (2,29 kg/kg). Statistički značajno veće (P < 0,05) vrijednosti konverzije hrane postigli su pilići pokusne skupine II u odnosu na piliće pokusne skupine I i kontrolne skupine, koji su imali najbolju konverziju hrane.

U šestom tjednu pokusa najniže i vrlo ujednačene vrijednosti evidentirane su kod pilića pokusnih skupina II i III (2,49; 2,48 kg/kg). Pilići pokusne skupine III u šestom tjednu imali su najniže vrijednosti konverzije, što predstavlja najbolju konverziju. Nešto lošiju konverziju ostvarili su pilići pokusne skupine I (2,52 kg/kg), dok su najveće ostvarene vrijednosti i najlošija konverzija hrane zabilježene kod pilića kontrolne skupine (2,62 kg/kg). Evidentirane razlike konverzije hrane u šestom tjednu pokusa među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Iz pregleda Grafikona 5 može se zaključiti da je utrošak hrane za kilogram prirasta u prva tri tjedna pokusa bio dosta ujednačen u svim promatranim skupinama. Značajnije razlike vidljive su od četvrtog tjedna pokusa. Iako je bilo za očekivati, uočljivo je da su najveće ostvarene vrijednosti konverzije bile u posljednjem tjednu pokusa kod pilića svih skupina.



Grafikon 4. Konverzija krane pilića po skupinama i tjednima tova (kg/kg)

3.2. Biokemijska analiza krvi pilića

Biokemijskom analizom krvi dobiva se uvid u zdravstveno stanje pilića tijekom pokusa. Naša analiza obuhvatila je praćenje koncentracije GUK, TP, TRY, KOL, Ca, P i Fe u krvi pilića. Svi navedeni pokazatelji značajni su u fiziološkom i metaboličkom smislu za funkcioniranje organizma. Tako bjelačevine imaju nezamjenjivu ulogu u nizu kataboličkih i regulatornih procesa i transportu metabolita. Razina glukoze, kao krajnjeg proizvoda razgradnje škroba, u ovom pokusu bila je od posebnog značaja, ali važni su i drugi praćeni pokazatelji u krvi pilića.

Tablica 10. Koncentracija biokemijskih pokazatelja i minerala u serumu pilića

Pokazatelj	Kontrolna	Pokusna I	Pokusna II	Pokusna III	SEM	P-vrijednost
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
GUK (mmol/l)	12,93	14,95	13,46	14,63	0,430	0,380
TP (g/l)	30,66[a]	39,50[b]	39,16[b]	35,78	0,128	0,039
TRY (mmol/L)	0,24	0,53	0,50	0,58	0,049	0,063
KOL (mmol/L)	2,44	2,92	2,44	2,77	0,11	0,378
Ca (mmol/l)	2,97	3,11	2,91	3,08	0,063	0,692
P (mmol/l)	2,41	2,35	2,55	2,34	0,097	0,882
Fe (µmol/l)	22,35	18,80	16,31	22,00	1,611	0,530

[a,b] različita slova znače značajno različito (P < 0,05)

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

U Tablici 10. prikazani su rezultati biokemijskih pokazatelja krvi pilića. Pregledom rezultata vidljivo je da su najviše vrijednosti glukoze zabilježene kod pilića pokusne skupine I (14,95 mmol/l), niže vrijednosti utvrđene su kod kod pilića pokusne skupine III (14,63 mmol/l). Kod pilića pokusne skupine II utvrđene su vrijednosti od 13,46 mmol/l, dok su najniže vrijednosti glukoze u krvi zabilježene kod pilića kontrolne skupine (12,93 mmol/l). Zabilježene razlike koncentracija glukoze u krvi među skupinama nisu bile statistički značajne (P > 0,05).

Iz pregleda ukupnih bjelančevina uočljiva je najviša vrijednost kod pilića pokusne skupine I (39,50 g/l) , nešto niže vrijednosti ukupnih bjelančevina zabilježene su u krvi pilića pokusne skupine II (39,16 g/l). Kod pilića pokusne skupine III razina ukupnih bjelančevina bila je 35,78 g/l, dok su najniže vrijednosti evidentirane kod pilića kontrolne skupine (30,66 g/l). Statistički značajno veće (P < 0,05) vrijednosti ukupnih bjelančevina u krvi imali su pilići pokusnih skupina II i I u odnosu na piliće kontrolne skupine.

Pregledom rezultata o razini triglicerida po skupinama moguće je konstatirati da su najviše vrijednosti zabilježene u krvi pilića pokusne skupine III (0,58 mmol/L), nešto niže vrijednosti evidentirane su kod pilića pokusnih skupina I i II (0,53; 0,50 mmol/L), dok su najniže bile u krvi pilića kontrolne skupine (0,24 mmol/L). Razlike u vrijednosti triglicerida u krvi među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

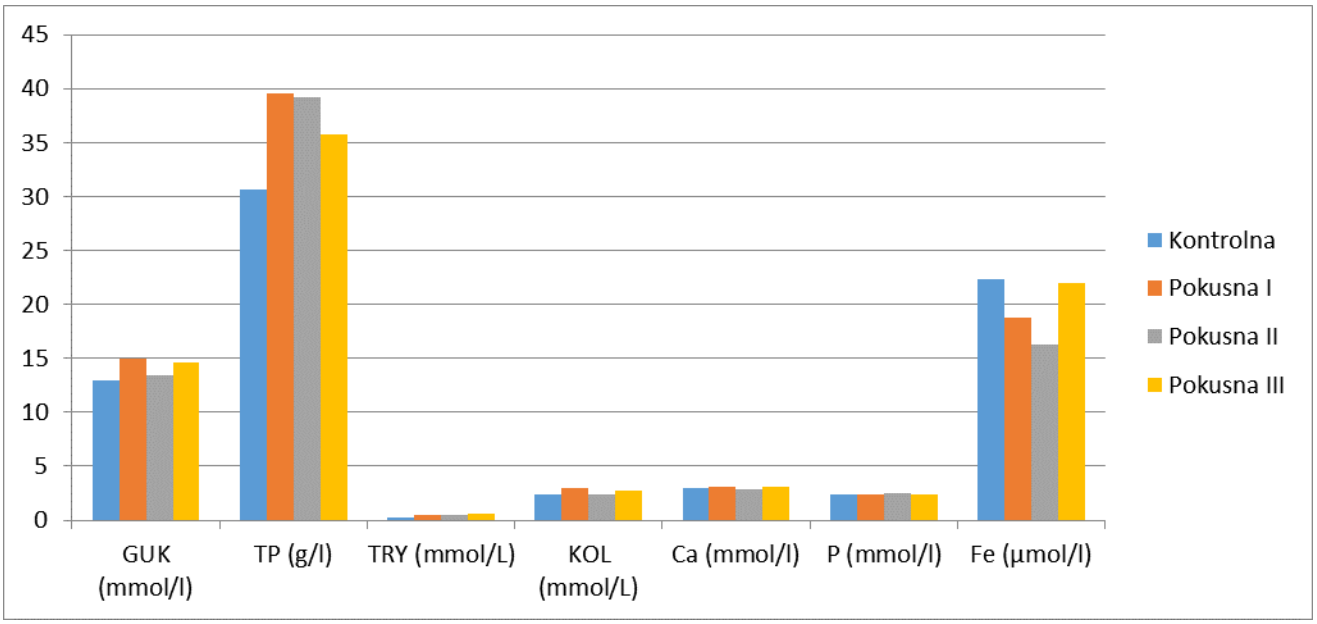
Razina kolesterola u krvi pilića bila je najviša kod pilića pokusne skupine I (2,92 mmol/L), nešto niže vrijednosti zabilježene su kod pilića pokusne skupine III (2,77 mmol/L), a potpuno ujednačene kod pilića pokusne skupine II i kontrolne skupine (2,44 mmol/L). Zabilježene razlike i u razini kolesterola u krvi među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Iz pregleda rezultata o razini kalcija uočljivo je da su najviše vrijednosti zabilježene kod pilića pokusne skupine I (3,11 mmol/l), niže vrijednosti imali su pilići pokusne skupine III (3,08 mmol/l), dok su pilići kontrolne i pokusne skupine II imali približne vrijednosti (2,97; 2,91 mmol/l). Razlike u razini kalcija u krvi među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Pregledom rezultata o fosforu u krvi pilića uočljivo je da je najviša razina zabilježena kod pilića pokusne skupine II (2,55 mmol/l), potom nešto niža kod pilića kontrolne skupine (2,41 mmol/l), a najniže, i vrlo ujednačene, vrijednosti zabilježene su kod pilića pokusnih skupina I i III (2,35; 2,34 mmol/l). Zabilježene razlike u razini fosfora u krvi među skupinama, također, nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Koncentracija željeza u krvi pilića bila je najviša kod pilića kontrolne skupine (22,35 μmol/l), nešto niža kod pilića pokusne skupine III (22,00 μmol/l), potom nešto niža kod pilića pokusne skupine

I (18,80 µmol/l), dok su najniže evidentirane vrijednosti kod pilića pokusne skupine II (16,31 µmol/l). Zabilježene razlike u razini željeza u krvi među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).



Grafikon 5. Koncentracija biokemijskih pokazatelja i minerala u serumu pilića

3.3. Klaonička svojstva pilića

Pregledom rezultata klaoničkih pokazatelja u Tablici 11. vidljivo je da je tjelesna masa pred klanje bila najveća kod pilića kontrolne skupine (2630,00 g), nešto manja kod pilića pokusne skupine I (2530,00 g), kod pilića pokusne skupine II je iznosila 2490,00 g, dok je najmanja ostvarena tjelesna masa pred klanje bila kod pilića pokusne skupine III (2463,20 g). Zabilježene razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Tablica 11. Vrijednosti odabranih klaoničkih pokazatelja po skupinama

Pokazatelj	Kontrolna	Pokusna I	Pokusna II	Pokusna III	SEM	P-vrijednost
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
Masa pred klanje (kg)	2630,00	2530,00	2490,00	2463,20	63,124	0,821
Masa klasične obrade (g)	2150,70	2062,71	2040,79	2028,52	51,611	0,854
Randman (1) %	81,84	81,59	81,86	82,35	0,238	0,745
Masa za pečenje (g)	2001,79	1919,98	1895,99	1889,90	46,741	0,842
Randman 2 (%)	76,21	75,93	76,15	76,69	0,194	0,587
Masa za roštilj (g)	1793,58	1710,50	1707,52	1676,01	43,231	0,819
Randman (3) %	68,27	67,63	68,51	67,99	0,201	0,476
Abdominalna mast (g)	24,78	20,89	20,52	24,31	1,055	0,360
Udio masti (%)	0,95	0,82	0,84	1,00	0,040	0,346
Želudac (g)	53,42	50,42	49,87	51,97	1,333	0,802
Udio želudca (%)	0,21	0,20	0,20	0,21	0,005	0,877
Prsa (g)	630,78	577,88	592,31	571,72	16,465	0,612
Udio prsa (%)	24,06	22,86	23,69	23,17	0,225	0,246
Batak (g)	247,32	241,70	240,21	233,62	6,346	0,911
Udio batka (%)	9,40	9,54	9,65	9,48	0,049	0,326
Zabatak (g)	309,88	292,72	291,87	292,21	7,555	0,818
Udio zabatka(%)	11,77	11,56	11,76	11,85	0,0831	0,682
Krila (g)	199,92	191,10	187,67	184,92	5,002	0,760
Udio krila (%)	7,61	7,56	7,54	7,50	0,046	0,883
Leđa (g)	209,70	195,97	197,92	198,39	4,791	0,762
Udio leđa (%)	7,99	7,75	7,98	8,04	0,074	0,544
Zdjelica (g)	196,30	189,89	187,68	182,90	5,684	0,884
Udio zdjelice (%)	7,44	7,50	7,50	7,42	0,064	0,966
pH 1	5,85	6,05	6,07	5,99	0,035	0,130
Temperatura 1 (°C)	23,90	23,01	23,98	24,48	0,255	0,250
pH 2	5,86	5,86	5,85	5,90	0,018	0,790
Temperatura 2 (°C)	5,00	5,00	5,00	5,00	0,000	

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

Vrijednosti mase klasične obrade imale su isti trend kao i prethodni pokazatelj mase pilića prije klanja. I kod ovog pokazatelja razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Iz pregleda Tablice 11. vidljivo je da su najbolji randman 1 ostvarili pilići pokusne skupine III (82,35 %), nešto lošiji pilići pokusne skupine II i kontrolne skupine (81,86; 81,84 %), dok su najlošiji randman imali pilići pokusne skupine I (81,59 %). Razlike u randmanu pilića među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Vrijednosti mase trupova pripremljene za pečenje bile su najviše kod pilića kontrolne skupine (2001,79 g), kod pilića pokusne skupine I masa za peći iznosila je 1919,98 g, nešto niža masa zabilježena je kod pilića pokusne skupine II (1895,99 g), dok je najniža ostvarena kod pilića pokusne skupine III (1889,90 g). Zabilježene razlike među skupinama niti u ovom pokazatelju nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Najviša vrijednost randmana mase za peći (obrade za peći) zabilježena je kod pilića pokusne skupine III (76,69 %), nešto niža kod pilića kontrolne i pokusne skupine II (76,21; 76,15 %), dok su najniži randman obrade za peći imali pilići pokusne skupine I (75,93 %). Razlike u randmanu mase za peći među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Iz Tablice 11. vidljivo je da su najvišu masu za roštilj imali pilići kontrolne skupine (1793,58 g), potom su dosta ujednačene vrijednosti zabilježene kod pilića pokusnih skupina I i II (1710,50; 1707,52 g), dok su najniže vrijednosti ostvarili pilići pokusne skupine III (1676,01 g). Razlike u masi za roštilj među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Randman mase za roštilj (obrade za roštilj) bio je najviši kod pilića pokusne skupine II (68,51 %), nešto niži kod pilića kontrolne skupine (68,27 %), kod pilića pokusne skupine III iznosio je 67,99 %, dok je najniži randman obrade za roštilj bio kod pilića pokusne skupine I (67,63 %). Razlike u randmanu mase za roštilj pilića među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Količina abdominalne masti bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (24,78 g), nešto manje abdominalne masti imali su pilići pokusne skupine III (24,31 g), potom pilići pokusne skupine I (20,89 g), dok su najmanje količine abdominalne masti imali pilići pokusne skupine II (20,52 g). Niti razlike u količini abdominalne masti pilića među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Udio masti bio je najveći kod pilića pokusne skupine III (1,00 %), potom nešto manji kod pilića kontrolne skupine (0,95 %), meso pilića pokusnih skupina II i I sadržavalo je približan udio masti (0,84; 0,82 %). Zabilježene razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Masa želuca bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (53,42 g), potom kod pilića pokusne skupine III (51,97 g), pilići pokusne skupine I imali su masu želuca 50,42 g, dok je najmanja masa

želuca zabilježena kod pilića pokusne skupine II (49,87 g). Zabilježene razlike u masi želuca među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Udio želuca bio je potpuno ujednačen kod pilića kontrolne i pokusne skupine III i iznosio je 0,21 %, dok su pilići pokusnih skupina I i II imali isto tako ujednačen udio želuca (0,20 %). Razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Masa prsa bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (630,78 g), potom kod pilića pokusne skupine II (592,31 g), a približno jednaka masa prsa zabilježena je kod pilića pokusnih skupina I i III (577,88; 571,72 g). Zabilježene razlike u masi prsa među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Udio prsa bio je najveći kod pilića kontrolne skupine (24,06 %), potom nešto manji i dosta ujednačen kod pilića pokusnih skupina II i III (23,69; 23,17 %), dok je najmanji udio prsa zabilježen kod pilića pokusne skupine I (22,86 %). Razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Masa bataka bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (247,32 g), potom manja i dosta ujednačena masa bataka ostvarena je kod pilića pokusnih skupina I i II (241,70; 240,21 g), dok je najmanja zabilježena masa bataka bila kod pilića pokusne skupine III (233,62 g). Evidentirane razlike u masi bataka među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Udio bataka bio je najveći kod pilića pokusne skupine II (9,65 %), kod pilića pokusne skupine I iznosio je 9,54 %, potom kod pilića pokusne skupine III 9,48 %, dok je najmanji udio bataka zabilježen kod pilića kontrolne skupine (9,40 %). Razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Masa zabataka bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (309,88 g), potom nešto manja i dosta ujednačena masa ostvarena je kod pilića pokusnih skupina I i III (292,72; 292,21 g), dok je najmanja evidentirana masa zabataka bila kod pilića pokusne skupine II (291,87 g). Razlike u masi zabataka među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Udio zabataka bio je najveći kod pilića pokusne skupine III (11,85 %), potom nešto manji kod pilića kontrolne i pokusne skupine II (11,77; 11,76 %), dok je najmanji udio zabataka zabilježen kod pilića pokusne skupine I (11,56 %). Evidentirane razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Masa krila bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (199,92 g), kod pilića pokusne skupine I iznosila je 191,10 g, nešto manja masa krila zabilježena je kod pilića pokusne skupine II (187,67 g), dok je najmanja ostvarena kod pilića pokusne skupine III (184,92 g). Niti razlike u masi krila pilića

među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Udio krila bio je najveći kod pilića kontrolne skupine (7,61 %), potom je nešto manji udio krila kod pilića pokusnih skupina I i II (7,56; 7,54 %), dok je najmanji udio krila zabilježen kod pilića pokusne skupine III (7,50 %). Razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Masa leđa bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (209,70 g), potom kod pilića pokusnih skupina III i II (198,39; 197,92 g), dok je najmanja ostvarena masa leđa bila kod pilića pokusne skupine I (195,97 g). Niti razlike u masi leđa pilića među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Udio leđa bio je najveći kod pilića pokusne skupine III (8,04 %), potom kod pilića kontrolne skupine (7,99 %), kod pilića pokusne skupine II udio je iznosio 7,98 %, dok je najmanji udio leđa zabilježen kod pilića pokusne skupine I (7,75 %). Niti ove razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Masa zdjelice bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (196,30 g), potom je manja vrijednost kod pilića pokusnih skupina I i II (189,89; 187,68 g), dok je najmanja evidentirana masa zdjelice bila kod pilića pokusne skupine III (182,90 g). Razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Udio zdjelice bio je najveći i potpuno ujednačen kod pilića pokusnih skupina I i II (7,50 %), potom nešto manji kod pilića kontrolne skupine (7,44 %), dok je najmanji zabilježen kod pilića pokusne skupine III (7,42 %). Evidentirane razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

pH vrijednost i temperatura mesa mjereni su dva puta, 45 minuta nakon klanja te 24 sata nakon klanja. U prvom je mjerenju pH vrijednost (nakon 45 minuta) bila najveća u mesu pilića pokusne skupine II (6,07), a potom je nešto manja pH vrijednost mesa bila kod pilića pokusne skupine I (6,05). Meso pilića pokusne skupine III imalo je pH vrijednost 5,99, dok je najmanja vrijednost prvog mjerenja zabilježena u mesu pilića kontrolne skupine (5,85). Razlike u pH vrijednosti nakon 45 minuta među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Temperatura mesa mjerena 45 minuta nakon klanja bila je najveća u mesu pilića pokusne skupine III (24,48 °C), potom manja u mesu pilića pokusne skupine II i kontrolne skupine (23,98; 23,90 °C), dok je najmanja izmjerena u mesu pilića pokusne skupine I (23,01 °C). Niti ove razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

U drugom mjerenju pH vrijednosti (nakon 24 sata) najveću vrijednost imalo je meso pilića pokusne skupine III (5,90), potom nešto manju meso pilića kontrolne i pokusne skupine I (5,86), dok je

najmanja vrijednost u mjerenju 24 sata nakon klanja zabilježena u mesu pilića pokusne skupine II (5,85). Razlike u pH vrijednosti niti nakon 24 sata među skupinama nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$). Temperatura mesa mjerena 24 sata nakon klanja bila je apsolutno ujednačena u mesu svih promatranih skupina i iznosila je 5 ^{o}C.

3.4. Kemijski sastav mesa zabatka i prsa te boja kože i mesa pilića

Kemijski sastav mesa brojlera ovisi o brojnim čimbenicima: starosnoj dobi, spolu, hranidbi i stupnju uhranjenosti, hibridu, načinu držanja, anatomskoj regiji koja se promatra i sl. Meso pilića sadrži visokovrijedne bjelančevine odnosno esencijalne aminokiseline i dobar je izvor polinezasićenih masnih kiselina (omega-3 i omega-6), kojih sadrži više nego druge vrste mesa. Ukupan sadržaj masti u mesu raste sa starošću pilića. Karakteristika pilećeg mesa prsa je i nizak sadržaj kolesterola u odnosu na druge vrste mesa. Prema nekim autorima količina bjelančevina, vode i pepela u mesu brojlera relativno je konstantna, dok je količina masti promjenjiva. Sposobnost mesa da zadrži vodu tijekom obrade, skladištenja i kuhanja mjeri se sposobnošću vezivanja vode (SpVV). Predstavlja jednu od važnih karakteristika mesa koja određuje njegovu kvalitetu (mekoću, sočnost i izgled). Kvalitetu mesa određuje i boja mesa kao tehnološko svojstvo jer konzumenti (potrošači) na prvom mjestu biraju meso na osnovi njegove boje.

Tablica 12. Vrijednosti kemijske analize mesa zabatka i mesa prsa te boje kože i mesa prsa pilića

Pokazatelj	Kontrolna	Pokusna I	Pokusna II	Pokusna III	SEM	P-vrijednost
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
	Kemijski sastav mesa zabatka					
Voda (%)	74,41	74,87	75,00	74,88	0,138	0,4769
Mast (%)	9,90	4,99	3,89	4,46	0,230	0,3272
Pepeo (%)	1,00	1,04	1,02	1,02	0,006	0,5176
Bjelančevine (%)	19,66	19,08	20,06	19,62	0,185	0,3259
Kalo kuhanja (%)	30,91^{a}	31,07^{b}	27,41^{c}	28,96	0,518	0,0250
Mekoća (kg)	3,69	3,51	2,91	3,25	0,129	0,1550
	Kemijski sastav mesa prsa					
Voda (%)	73,93	74,10	74,06	74,45	0,153	0,6885
Mast (%)	1,07	1,12	0,97	0,96	0,068	0,8249
Pepeo (%)	1,12	1,13	1,14	1,13	0,008	0,8326
Bjelančevine (%)	23,85	23,61	23,81	31,11	1,902	0,4464
Kalo (%)	22,13	21,27	20,15	27,78	1,834	0,4882
Mekoća	3,02^{a}	3,10^{a}	3,08^{a}	2,59^{b}	0,074	0,0368
	Boja kože					
L*, koža	68,29	67,92	70,63	68,38	0,395	0,0586
a*, koža	3,64	3,90	3,29	3,42	0,148	0,4990
b*, koža	4,26^{a}	6,37^{b}	6,51^{b}	6,46^{b}	0,319	0,0271
	Boja mesa prsa					
L*, b meso prsa	54,24	53,92	56,07	53,88	0,456	0,2795
a* , meso prsa	4,79	1,93	1,36	1,45	0,112	0,7587
b* , meso prsa	2,09	4,15	4,29	4,26	0,222	0,0535

^{a,b} različita slova znače značajno različito ($P < 0,05$)
Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

3.4.1. Kemijski sastav mesa zabatka

Iz pregleda kemijskog sastava mesa zabatka (Tablica 12.) uočljivo je da je postotak vode bio najveći u mesu pilića pokusne skupine II (75,0 %), potom nešto manji, gotovo potpuno ujednačen sadržaj vode zabilježen je u mesu pilića pokusnih skupina III i I (74,88; 74,8 7%), dok je najmanji postotak vode u mesu zabatka imalo meso pilića kontrolne skupine (74,41 %). Evidentirane razlike u sadržaju vode u mesu zabatka među skupinama nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$).

Sadržaj masti u mesu zabatka bio je najveći kod pilića kontrolne skupine (9,90 %), značajno manje vrijednosti bile su u mesu pilića pokusnih skupina I i III (4,99; 4,46 %), a najmanji sadržaj masti

evidentiran je u mesu pilića pokusne skupine II (3,89 %). Razlike u sadržaju masti u mesu zabatka među skupinama također nisu bile statistički značajne (P > 0,05).

Meso zabatka pilića pokusne skupine I imalo je najveći sadržaj pepela u svom sastavu (1,04 %), potom je nešto manja vrijednost sadržaja pepela evidentirana u mesu pilića pokusnih skupina II i III (1,02 %), dok je najmanji postotak zabilježen kod pilića kontrolne skupine (1,0 %). Zabilježene razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Najveći sadržaj bjelančevina u mesu zabatka utvrđen je kod pilića pokusne skupine II (20,06 %), potom je nešto manja vrijednost bjelančevina je utvrđena u mesu pilića kontrolne i pokusne skupine III (19,66; 19,62 %), a najmanji je sadržaj zabilježen u mesu pilića pokusne skupine I (19,08 %). Zabilježene razlike niti u sadržaju bjelančevina među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Najveći kalo kuhanja zabilježen je u mesu pilića pokusne skupine I (31,07 %), potom u mesu pilića kontrolne skupine (30,91 %), meso pilića pokusne skupine III imalo je kalo kuhanja od 28,96 %, dok je najmanji kalo zabilježen u mesu pilića pokusne skupine II (27,41 %). Statistički značajno veće (P < 0,05) vrijednosti kala kuhanja imalo je meso pilića pokusne skupine I u odnosu na meso pilića kontrolne i pokusne skupine II, te meso pilića kontrolne skupine u odnosu na meso pilića pokusne skupine II.

U mesu pilića kontrolne skupine utvrđene su najveće vrijednosti mekoće mesa (3,69), potom u mesu pilića pokusne skupine I (3,51), kod pilića pokusne skupine III mekoća mesa bila je 3,25, dok je najmanja zabilježena u mesu pilića pokusne skupine II (2,91). Evidentirane razlike u pogledu mekoće mesa među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

3.4.2. Kemijski sastav mesa prsa

Iz pregleda kemijskog sastava mesa prsa uočljivo je da je postotak vode bio najveći u mesu pilića pokusne skupine III (74,45 %), potom je nešto manji sadržaj vode zabilježen u mesu pilića pokusnih skupina I i II (74,10; 74,06 %), dok je najmanji postotak vode u svom sastavu imalo meso pilića kontrolne skupine (73,93 %). Evidentirane razlike u sadržaju vode u mesu prsa među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Sadržaj masti u mesu prsa bio je najveći kod pilića pokusne skupine I (1,12 %), potom u mesu

pilića kontrolne skupine (1,07 %), dok su najmanje, a približno iste vrijednosti zabilježene u mesu prsa pilića pokusnih skupina II i III (0,97; 0,96 %), Razlike u sadržaju masti u mesu prsa među skupinama također nisu bile statistički značajne (P > 0,05).

Meso prsa pilića pokusne skupine II imalo je najveći sadržaj pepela u svom sastavu (1,14 %), potom je nešto manju vrijednost imalo meso prsa pilića pokusnih skupina I i III (1,13 %), dok je najmanji postotak zabilježen kod pilića kontrolne skupine (1,12 %). Zabilježene razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Najveći sadržaj bjelančevina imalo je meso prsa pilića pokusne skupine III (31,11 %), potom meso prsa pilića kontrolne i pokusne skupine II (23,85 ; 23,81 %), a najmanji je zabilježen u mesu pilića pokusne skupine I (23,61 %). Zabilježene razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Najveći kalo kuhanja mesa prsa zabilježen je u mesu pilića pokusne skupine III (27,78 %), potom u mesu prsa pilića kontrolne skupine (22,13 %), meso pilića pokusne skupine I imalo je kalo kuhanja od 21,27 %, dok je najmanji kalo zabilježen u mesu prsa pilića pokusne skupine II (20,15 %). Evidentirane razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

U mesu prsa pilića pokusne skupine I utvrđene su najveće vrijednosti mekoće mesa (3,10), a potom u mesu pilića pokusne skupine II (3,08). Kod pilića kontrolne skupine meso prsa imalo je vrijednost mekoće 3,02, dok je najmanja bila u mesu pilića pokusne skupine III (2,59). Statistički značajno veće (P < 0,05) vrijednosti kala kuhanja imalo je meso prsa pilića kontrolne te pokusnih skupina I i II u odnosu na meso prsa pilića pokusne skupine III.

3.4.3. Boja kože i mesa prsa

Iz rezultata o boji kože kod pilića vidljivo je da su pilići pokusne skupine II imali najveću L* vrijednost (70,63), niže vrijednosti bile su kod pilića pokusne III i kontrolne skupine (68,38; 68,29), dok je najmanji L* zabilježen kod pilića pokusne skupine I (67,92). Zabilježene razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Vrijednosti a* (stupanj crvenila) bile su najveće kod pilića pokusne skupine I (3,90), potom kod pilića kontrolne skupine (3,64). Pilići pokusne skupine III imali su vrijednost a* 3,42, dok je najmanji zabilježen kod pilića pokusne skupine II (3,29). Evidentirane razlike među skupinama nisu bile i

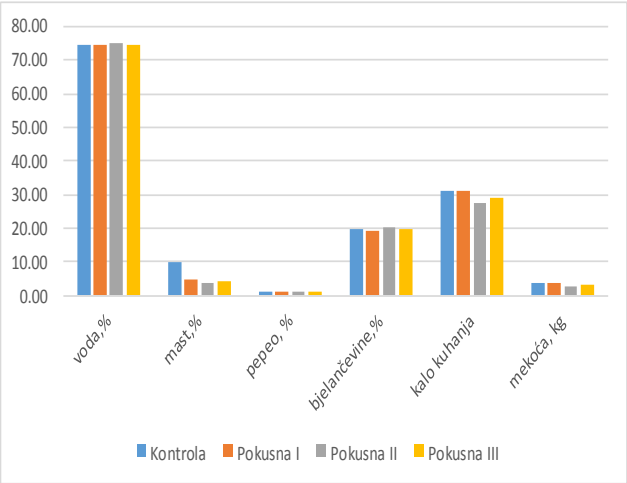
statistički značajne (P > 0,05).

Najveća b* vrijednost (stupanj žute boje) bila je kod pilića pokusne skupine II (6,51), potom kod pilića pokusne skupine III (6,46), kod pilića pokusne skupine I b* vrijednost bila je 6,37, dok su najmanje vrijednosti zabilježene kod pilića kontrolne skupine (4,26). Statistički značajno veće (P < 0,05) vrijednosti b* pokazatelja boje kože imali su pilići pokusnih skupina I, II i III u odnosu na piliće kontrolne skupine. Među pokusnim skupinama nije bilo statistički značajnih razlika (P > 0,05).

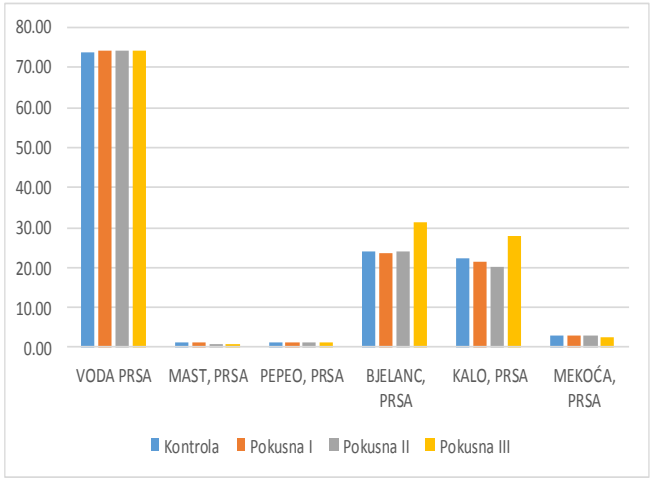
Iz pregleda rezultata boje mesa prsa vidljivo je da su najveću L* vrijednost (stupanj svjetloće) imali pilići pokusne skupine II (56,07), nešto manju pilići kontrolne skupine (54,24), potom pilići pokusne skupine I (53,92), dok je najmanja L* vrijednost boje izmjerena u mesu prsa pilića pokusne skupine III (53,88). Razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Utvrđeno je da je a* indeks bio najveći kod pilića kontrolne skupine (4,79), potom kod pilića pokusne skupine I (1,93), kod pilića pokusne skupine III imao je vrijednost 1,45, dok je najmanja vrijednost boje pokazatelja a* na mesu prsa izmjerena kod pilića pokusne skupine II (1,36). Evidentirane razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

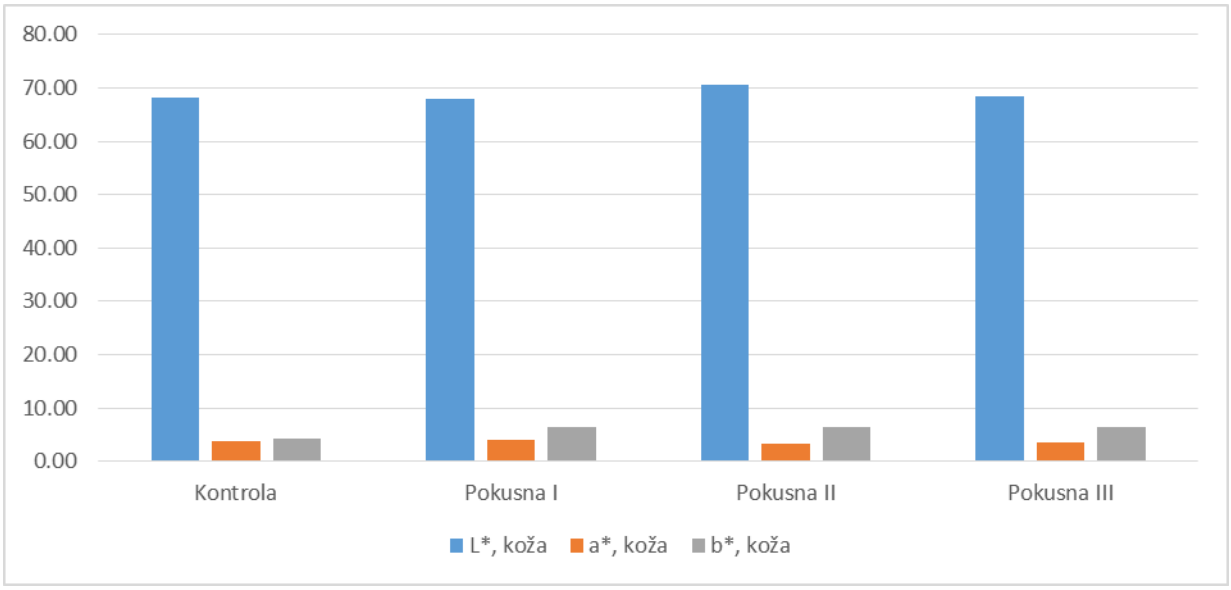
Najveća b* vrijednost boje mesa prsa izmjerena je kod pilića pokusne skupine II (4,29), nešto manja bila je kod pilića pokusne skupine III (4,26), potom kod pilića pokusne skupine I (4,15), a najmanja b* vrijednost mesa prsa izmjerena je kod pilića kontrolne skupine (2,09). Razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).



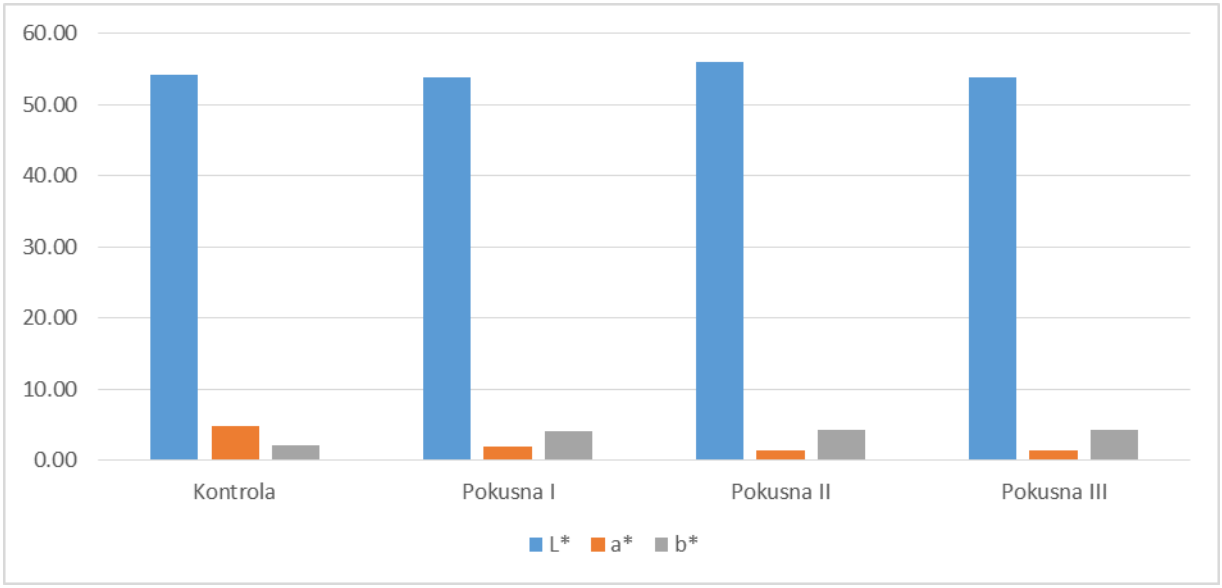
Grafikon 6a. Kemijski sastav mesa zabatka



Grafikon 6b. Kemijski sastav mesa prsa



Grafikon 6c. Boja kože pilića



Grafikon 6d. Boja mesa prsa

3.5. Vitamin A u mesu pilića

Vitamin A ili retinol vrlo je značajan zbog toga što njegov deficit u praktičnoj proizvodnji nije rijetkost. Predstavlja proizvod metabolizma u organizmima životinja i nije prisutan u biljkama. U biljkama se nalazi u formi provitamina β-karotena. Zrno kukuruza sadrži β-karoten, koji mu i daje žutu boju. Iako se smatra da žuti kukuruz ili neki njegovi proizvodi predstavljaju hraniva s umjerenim količinama karotena, u literaturi nalazimo da je koncentracija prekursora vitamina A u žutom kukuruzu niža nego u suhoj tvari zelenih voluminoznih hraniva. Smatra se da su dovoljne količine bjelančevina u obroku neophodne za sintezu proteina vezanih za apsorpciju i transport β-karotena. Također, smatra se da se potrebe u vitaminu A povećavaju s osiguranjem obroka bogatih bjelančevinama i energijom, koji ubrzavaju porast životinja *(Jovanović i sur., 2001.).*

Tablica 13. Koncentracija vitamina A u mesu pilića (µg/kg)

Pokazatelj	Kontrolna	Pokusna I	Pokusna II	Pokusna III	SEM	P-vrijednost
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
Vitamin A (µg/kg)	626,46	511,98	571,60	604,233	24,28	0,388708

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

Najveća koncentracija vitamina A utvrđena je u mesu pilića kontrolne skupine (626,46 µg/kg), dok je nešto manja zabilježena u mesu pilića pokusne skupine III (604,233 µg/kg). Sadržaj vitamina A u mesu pilića pokusne skupine II bio je 571,60 µg/kg, dok je najmanji zabilježen u mesu pilića pokusne skupine I (511,98 µg/kg; Tablica 13). Zabilježene razlike u sadržaju vitamina A u mesu pilića među skupinama nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$).



Grafikon 7. Koncentracija vitamina A u mesu pilića

3.6. Antioksidativni status krvi pilića

Brojni fizički i kemijski čimbenici mogu dovesti do pojave oksidativnog stresa u životinjskom organizmu. Reakcije koje se pri tome odigravaju narušavaju strukturu i funkciju bjelančevina, izazivaju lipidnu peroksidaciju membranskih lipida te dovode do ozbiljnih oštećenja stanica. Antioksidativni enzimi kao što su katalaza (CAT), superoksid-dismutaza (SOD) i glutation-peroksidaza (GPX) djeluju na način da štite stanicu od oksidativnog oštećenja.

Tablica 14. Aktivnost enzima SOD, GPX i katalaze u krvi tovnih pilića na kraju pokusa

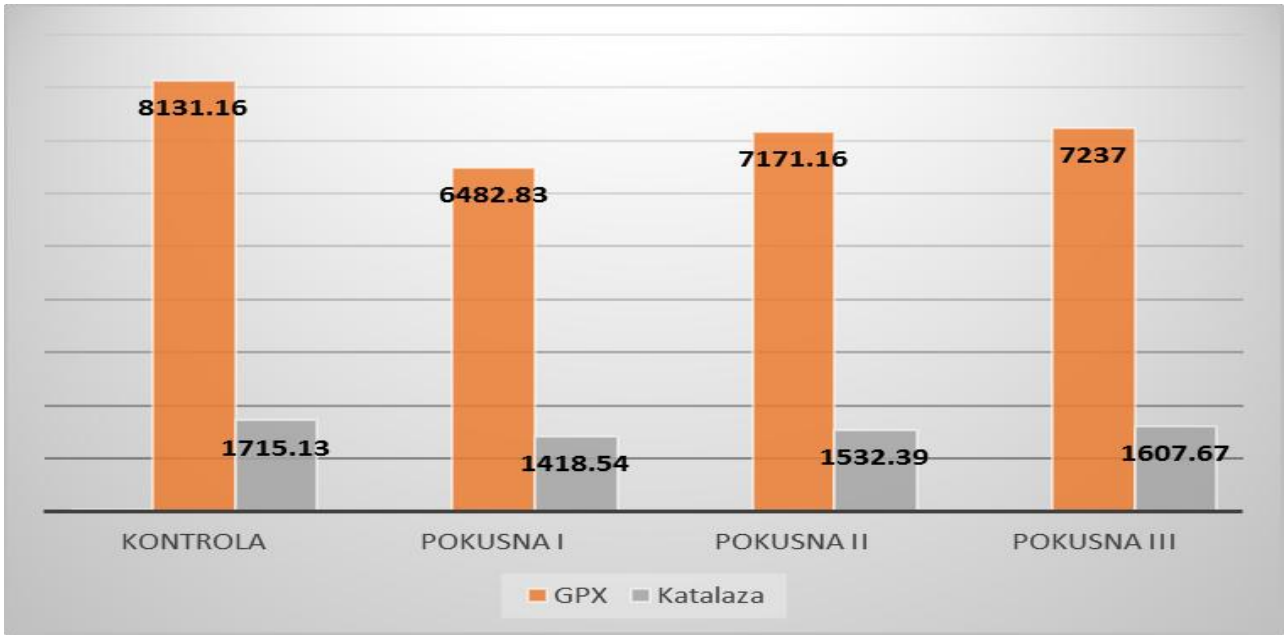
Pokazatelj U/L	**Kontrolna**	**Pokusna I**	**Pokusna II**	**Pokusna III**	**SEM**	**P-vrijednost**
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
SOD	1,07	0,60	1,03	0,92	0,08	0,31264
GPX	8131,16	6482,83	7171,16	7237,00	324,96	0,37400
Katalaza	1715,13	1418,54	1532,39	1607,67	113,10	0,85086

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

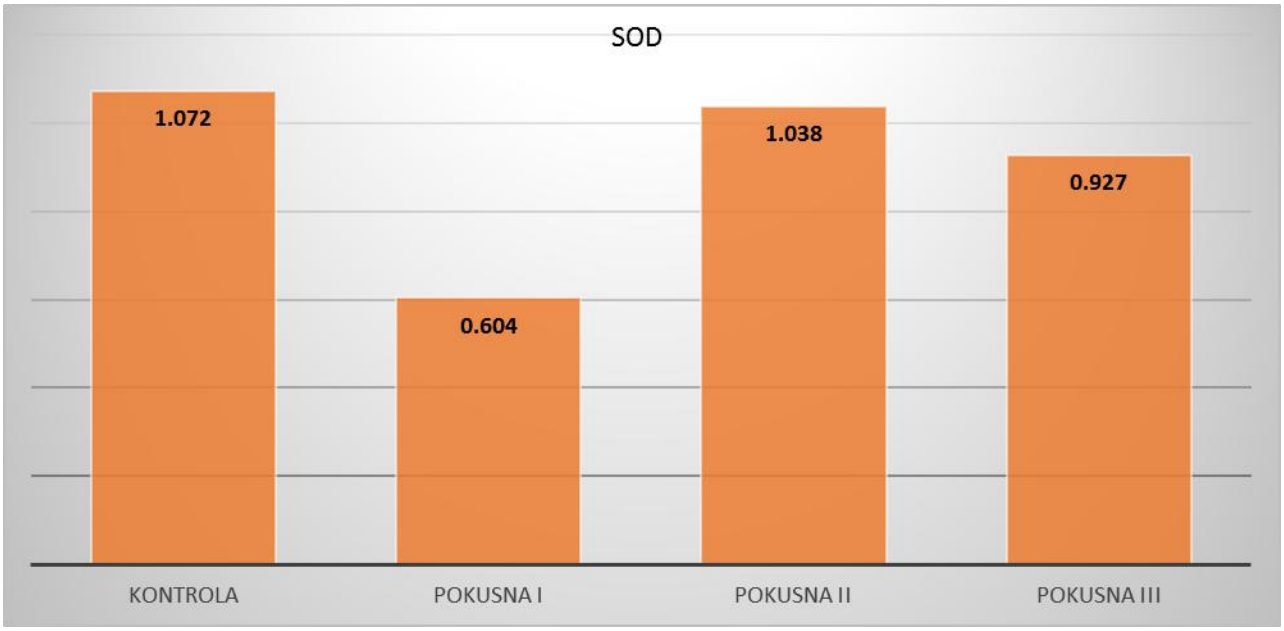
Pri određivanju antioksidativnog statusa krvi pilića analizirana su tri enzima: SOD, GPX i katalaza. Najveću vrijednost aktivnosti SOD-a imali su pilići kontrolne skupine (1,07), približno sličnu vrijednost imali su pilići pokusne skupine II (1,03), manja vrijednost zabilježena je kod pilića pokusne skupine III (0,92), dok je najmanja evidentirana vrijednost bila kod pilića pokusne skupine I (0,60). Evidentirane razlike u vrijednostima SOD-a među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Aktivnost GPX-a bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (8131,16), manje vrijednosti zabilježene su kod pilića pokusnih skupina III i II (7237,0; 7171,16), dok su najmanje vrijednosti GPX-a evidentirane kod pilića pokusne skupine I (6482,83). Zabilježene razlike u vrijednostima GPX-a među skupinama također nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Iz rezultata o izmjerenim vrijednostima enzima katalaze vidljivo je da je najveća vrijednost zabilježena kod pilića kontrolne skupine (1715,13), potom kod pilića pokusne skupine III (1607,67). Pilići pokusne skupine II imali su vrijednost katalaze 1532,39, dok je najmanja evidentirana vrijednost bila kod pilića pokusne skupine I (1418,54). Razlike aktivnosti katalaze među skupinama nisu bile statistički značajne (P > 0,05).



Grafikon 8. Aktivnost enzima GPX i katalaze u krvi tovnih pilića (U/L)



Grafikon 9. Aktivnost enzima SOD u krvi tovnih pilića (U/L)

3.6.1. Antioksidativni status mesa pilića

TBARS predstavlja stupanj oksidacije masti (pokazatelj užeglosti) koji je značajan čimbenik pri procjeni kvalitete mesa. Užeglost dovodi do gubitka okusa, promjene sastava, mekoće, izgleda, hranidbene vrijednosti mesa i na kraju kvarenja mesa. Praćeni TBK-test određuje sadržaj malonaldehida, sekundarnog produkta oksidacije. TBARS je analiziran u dva navrata, na dan klanja (iz svježeg mesa) i sedmog dana nakon skladištenja mesa (iz zamrznutog mesa).

Tablica 15. Sadržaj TBARS-a 1 i TBARS-a 7 u mesu pilića (mg MAL/kg)

Pokazatelj	Kontrolna	Pokusna I	Pokusna II	Pokusna III	SEM	P-vrijednost
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
TBARS 1	0,098[a]	0,068[b]	0,065[b]	0,078	0,004	0,020
TBARS 7	0,068	0,08[a]	0,095[b]	0,048[c]	0,020	0,005

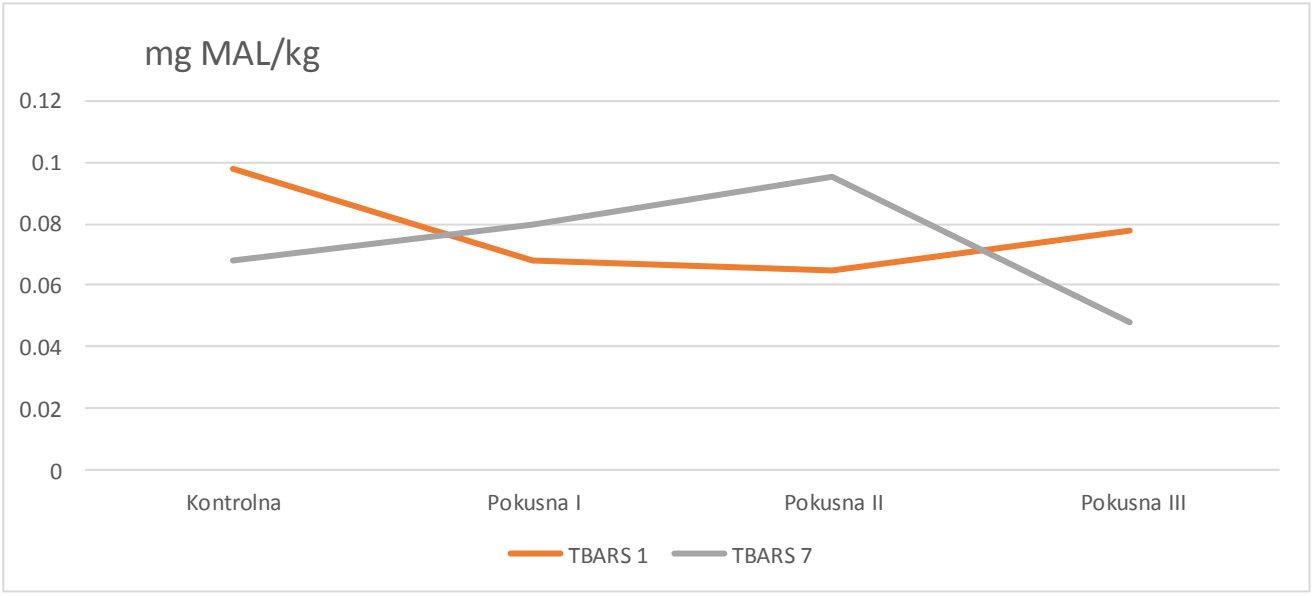
[a,b] različita slova znače značajno različito (P < 0,05)

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

Pregledom rezultata o vrijednosti TBARS-a 1 u mesu pilića (Tablica 15) uočljivo je da su vrijednosti u prvom mjerenju (u svježem mesu) bile najveće kod pilića kontrolne skupine (0,098 mg

MAL/kg), potom su manje zabilježene vrijednosti kod pilića pokusne skupine III (0,078 mg MAL/kg), još manje vrijednosti imalo je meso pilića pokusne skupine I (0,068 mg MAL/kg), dok su najmanje vrijednosti zabilježene u prvom mjerenju bile u mesu pilića pokusne skupine II (0,065 mg MAL/kg). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti TBARS-a u prvom mjerenju postigli su pilići kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusnih skupina I i II.

U drugom mjerenju TBARS-a 7 (vrijednosti u mesu nakon sedam dana) vidljivo je da su najveće vrijednosti zabilježene u mesu pilića pokusne skupine II (0,095 mg MAL/kg), nešto manje u mesu pilića pokusne skupine I (0,08 mg MAL/kg), pilići kontrolne skupine imali su vrijednost TBARS-a 0,068 MAL/kg, dok su značajno manje vrijednosti evidentirane u mesu pilića pokusne skupine III (0,048 mg MAL/kg). Statistički značajno veća razlika ($P < 0,05$) u vrijednosti TBARS-a 7 u mesu utvrđena je kod pilića pokusne skupine II u odnosu na piliće pokusne skupine III, ali je i statistički značajno veća razlika kod pilića pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusne skupine III.



Grafikon 10. TBARS 1 i TBARS 7

3.7. Mikrobiološka analiza sadržaja slijepog crijeva pilića

Iz rezultata broja bakterija u slijepom crijevu pilića (Tablica 16.) vidljivo je da su enterokoki bili najbrojniji kod pilića pokusne skupine III (7,04), manji broj bakterija imali su pilići pokusne skupine II (6,20), potom pilići kontrolne skupine (6,11), dok je najmanji broj enterokoka zabilježen kod pilića

pokusne skupine I (5,85). Statistički značajno veće vrijednosti (P < 0,05) broja enterokoka imali su pilići pokusne skupine III u odnosu na piliće pokusnih skupina I i II te kontrolne skupine.

Tablica 16. Logaritamski broj bakterija u slijepom crijevu pilića

Pokazatelj	Kontrolna	Pokusna I	Pokusna II	Pokusna III	SEM	P-vrijednost
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
Enterokok	6,11[a]	5,85[a]	6,20[a]	7,04[b]	0,133	0,0040
Enterobakterije	6,87	7,31	7,04	7,65	0,170	0,1613
Laktobacili	7,90	7,93	7,76	8,01	0,048	0,3224

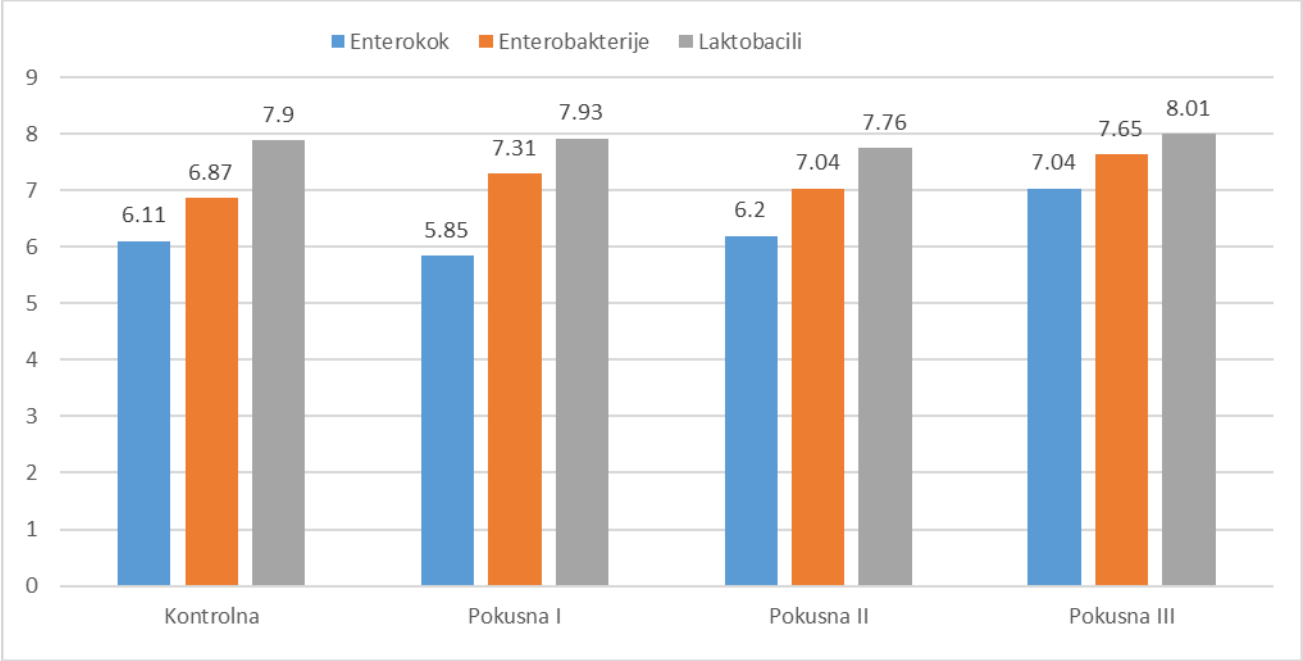
[a,b] različita slova znače značajno različito (P < 0,05)

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

Broj enterobakterija u slijepom crijevu pilića bio je najveći kod pilića pokusne skupine III (7,65), nešto manji kod pilića pokusne skupine I (7,31), potom kod pilića pokusne skupine II (7,04), a najmanji broj enterobakterija u slijepom crijevu imali su pilići kontrolne skupine (6,87). Zabilježene razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Pregledom iste Tablice uočljivo je da su laktobacili bili najbrojniji u slijepom crijevu pilića pokusne skupine III (8,01), potom su nešto manji broj bakterija imali pilići pokusne skupine I i kontrolne skupine (7,93; 7,90), dok je najmanji broj laktobacila bio u slijepom crijevu pilića pokusne skupine II (7,76). Razlike u broju laktobacila u slijepom crijevu među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

U svim skupinama pilića u slijepom crijevu najviše je bilo laktobacila, potom enterobakterija, a enterokoki su bili najmanje brojni. Vidljivo je i to da su enterobakterije bile najbrojnije u pokusnoj skupini III.



Grafikon 11. Logaritamski broj bakterija u slijepom crijevu pilića

3.7.1. Kemijska analiza fecesa

Analiza fecesa odnosila se na sljedeće pokazatelje: voda, sirove bjelančevine, sirove masti, sirova celuloza i sirovi pepeo, a izraženi su u postotku u svježem fecesu (voda), odnosno postotku u suhoj tvari fecesa (% ST).

Tablica 17. Rezultati kemijske analize fecesa pilića

Pokazatelj	Kontrolna	Pokusna I	Pokusna II	Pokusna III	SEM	P-vrijednost
	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$		
Voda (%)	71,99^{a}	70,39^{b}	68,74^{c}	70,22^{bc}	0,35	0,004
Sir. bjelančevine (%) ST	32,81^{a}	33,84^{a}	33,72^{a}	36,03^{b}	0,34	0,001
Sir. masti (%) ST	12,58	12,64	13,87	13,73	0,42	0,632
Sir. celuloza (%) ST	16,74	17,97^{a}	16,25^{b}	16,14^{b}	1,31	0,049
Sir. pepeo (%) ST	16,06^{a}	16,41^{a}	15,24^{b}	15,20^{b}	0,14	0,001

^{a,b} različita slova znače značajno različito (P < 0,05)

Kontrolna – prekrupa kukuruza; P_1 – 25 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_2 – 50 % udjela caklastog endosperma kukuruza; P_3 – 75 % udjela caklastog endosperma kukuruza

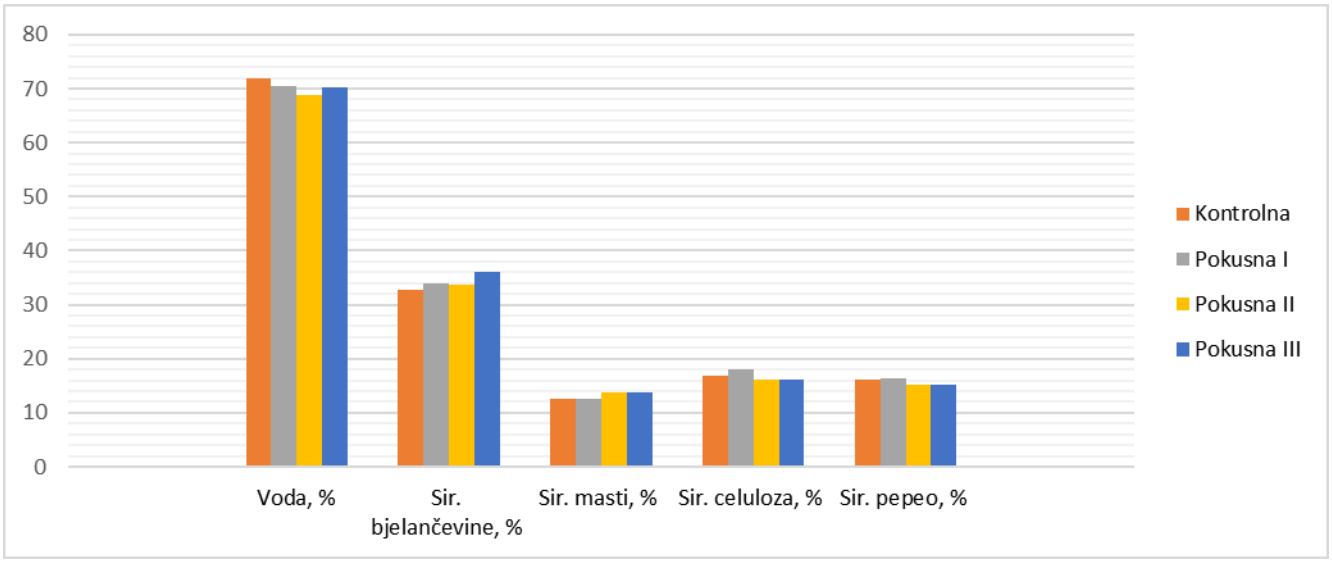
Iz pregleda Tablice 17. vidljivo je da je najveći postotak vode u fecesu zabilježen kod pilića kontrolne skupine (71,99 %), potom kod pilića pokusne skupine I (70,39 %), u skupini III voda je bila 70,22 %, dok je najmanji postotak vode u fesecu zabilježen kod pilića pokusne skupine II (68,74 %). Prosječna vrijednost sadržaja vode fecesa kod pilića kontrolne skupine bila je i statistički značajno veća ($P < 0,05$) u odnosu na sve tri pokusne skupine. Statistički značajno bolju vrijednost ($P < 0,05$) vode u fecesu zabilježili su pilići pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusnih skupina II i III, te pilići skupine III u odnosu na piliće skupine II.

Iz utvrđenih vrijednosti sadržaja sirovih bjelančevina u fecesu vidljivo je da je najveći sadržaj zabilježen kod pilića pokusne skupine III (36,03 %), potom kod pilića pokusne skupine I (33,84 %), nešto manje vrijednosti zabilježene su u fecesu kod pilića pokusne skupine II (33,72 %), dok je najmanja zabilježena vrijednost sirovih bjelančevina bila kod pilića kontrolne skupine (32,81 %). Vrijednosti sadržaja sirovih bjelančevina u fecesu pilića bile su i statistički značajne ($P < 0,05$) između pilića pokusne skupine III u odnosu na piliće pokusnih skupina I i II te pilića kontrolne skupine.

Analizom sadržaja sirovih masti u fecesu, najveće vrijednosti utvrđene su kod pilića pokusne skupine II (13,87 %), nešto manje vrijednosti sirovih masti u fecesu zabilježene su kod pilića pokusne skupine III (13,73 %), potom kod pilića pokusne skupine I (12,64 %), dok je najmanji postotak evidentiran kod pilića kontrolne skupine (12,58 %). Utvrđene razlike sadržaja masti fecesa pilića među skupinama nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$).

Pregledom rezultata sadržaja sirove celuloze u fecesu vidljivo je da je najveći sadržaj zabilježen kod pilića pokusne skupine I (17,97 %), što je bilo i statistički značajno ($P < 0,05$) u odnosu na piliće pokusnih skupina II i III (16,25 %; 16,14 %). Najmanje vrijednosti celuloze utvrđene su kod pilića kontrolne skupine (16,74 %).

Analizom sadržaja sirovog pepela u fecesu, utvrđene su najveće vrijednosti kod pilića pokusne skupine I (16,41 %), nešto manje vrijednosti sirovog pepela u fecesu zabilježene su kod pilića kontrolne skupine (16,06 %), potom značajno manje kod pilića pokusne skupine II (15,24 %), dok je najmanji sadržaj pepela evidentiran u fecesu pilića pokusne skupine III (15,20 %). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti sadržaja sirovog pepela u fecesu utvrđene su kod pilića pokusne skupine I i kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusnih skupina II i III.



Grafikon 12. Kemijska analiza fecesa pilića

4. RASPRAVA

4.1. Proizvodni pokazatelji

4.1.1. Tjelesna masa

Iz našeg istraživanja vidljivo je da su najbolje rezultate tjelesnih mase nakon prvog tjedna imali pilići pokusne skupine II (160,72 g), na kraju drugog tjedna pokusa kod pilića kontrolne skupine zabilježene su najveće vrijednosti (404,63 g), dok su na kraju trećeg tjedna pokusa najbolje vrijednosti utvrđene kod pilića pokusne skupine I (800,50 g). Od četvrtog tjedna pa do kraja pokusa najveću tjelesnu masu imali su pilići kontrolne skupine, i to na kraju četvrtog tjedna masu od 1384,11 g, nakon petog tjedna pokusa 1947,39 g)i na kraju šestog tjedna 2396,99 g. Iako je evidentno da su prosječne tjelesne mase pilića na kraju prvog tjedna i na kraju trećeg tjedna bile najbolje u pokusnoj skupini II odnosno u pokusnoj skupini I, ipak, prema rezultatima ovog istraživanja ne može se pouzdano tvrditi da upotreba caklastog endosperma kukuruza u hrani brojlera ima pozitivan utjecaj na tjelesnu masu pilića u cijelom razdoblju tova. Također, iz rezultata ovih istraživanja uočljivo je da su najbolje tjelesne mase, osim u prvom i trećem tjednu pokusa, ostvarene kod pilića kontrolne skupine, što potvrđuje prethodnu tvrdnju.

Na kraju trećeg tjedna statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti tjelesnih masa imali su pilići pokusnih skupina I i II te kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusne skupine III, što navodi na tvrdnju da zbog depresivnog učinka na tjelesnu masu ova najviša koncentracija caklastog endosperma kukuruza u hrani nije pogodno hranidbeno rješenje za piliće brojlere na početku tova. Nakon četvrtog tjedna statistički značajno veće vrijednosti tjelesnih masa ($P < 0,05$) postigli su pilići kontrolne i pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusne skupine III. Statistički značajne razlike javile su se i nakon petog tjedna kada su pilići kontrolne skupine imali značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti tjelesnih masa u odnosu na piliće pokusnih skupina II i III. Uspoređujući pokusne skupine, tjelesna masa pilića u trećoj je pokusnoj skupini imala najmanje vrijednosti tijekom cijelog pokusa. Dakle, upotreba caklastog endosperma kukuruza pri koncentraciji kao u pokusnoj skupini III (36,75 %; 38,40 %) u hrani pilića brojlera ne utječe pozitivno na tjelesnu masu pilića.

Milošević i sur. (2007.) analizirali su utjecaj primjene neekstrudiranog i ekstrudiranog kukuruznog stočnog brašna u hranidbi brojlerskih pilića. Kukuruz u smjesama zamijenjen je kukuruznim stočnim brašnom s udjelom od 50 % (pokusna skupina s ekstrudiranim i pokusna skupina s

neekstrudiranim kukuruznim stočnim brašnom) i 100 % (pokusna skupina s ekstrudiranim i pokusna skupina s neekstrudiranim kukuruznim stočnim brašnom). Prema njihovim rezultatima pilići s tretmanom od 100 % ekstrudiranog kukuruznog stočnog brašna postigli su statistički značajno veće završne tjelesne mase (2254 g) u odnosu na ostale pokusne (2103 g; 2112 g; 2173 g) i kontrolnu skupinu (2106 g).

Moritz i sur. (2005.) analizirajući utjecaj različitih postupaka obrade kukuruza (peletiranja i ekstrudiranja) na rezultate tjelesne mase brojlera do trećeg tjedna tova, s udjelom od 1/3, 2/3 i 3/3 peletiranog i ekstrudiranog kukuruza u ukupnim smjesama, zaključili su da su brojleri koji su u hrani imali peletirani kukuruz ostvarili rezultate tjelesne mase do trećeg tjedna tova u rasponu 585 – 624 g (ovisno o udjelu kukuruza u smjesi), dok su brojleri s ekstrudiranim kukuruzom u hrani ostvarili tjelesnu masu u rasponu 618 – 621 g. Skupine s peletiranim kukuruzom imale su veću tjelesnu masu u odnosu na kontrolne skupine, kao i skupine koje su u hrani imale ekstrudirani kukuruz.

4.1.2. Dnevni prirast

Dnevni prirast jedan je od važnih proizvodnih pokazatelja hranidbenih istraživanja. Analizirajući rezultate dnevnog prirasta pilića po skupinama kroz cijelo razdoblje tova, vidljivo je da su u prvom tjednu najveći dnevni prirast ostvarili pilići pokusne skupine II (17,11 g), u drugom tjednu tova najveći dnevni prirast zabilježen je kod pilića kontrolne skupine (35,10 g), a najbolje vrijednosti dnevnog prirasta pilića u trećem tjednu zabilježene su kod pilića pokusne skupine I (57,31 g). U četvrtom i petom tjednu pokusa najbolji prosječni dnevni prirast pilića ostvaren je kod pilića kontrolne skupine, i to u četvrtom tjednu 84,42 g, a u petom tjednu 80,47 g. Dnevni prirast pilića kontrolne skupine ostvaren u četvrtom tjednu pokusa predstavlja i najbolji ostvareni prirast za cijelo razdoblje trajanja pokusa. Na kraju pokusa, u šestom tjednu, najbolji dnevni prirast pilića ostvaren je kod pilića pokusne skupine II (67,97 g). Analizirajući kretanje prosječnog dnevnog prirasta pilića tijekom cijelog pokusnog razdoblja, uočljivo je da su najveće vrijednosti prirasta u drugom, četvrtom i petom tjednu pokusa bile kod pilića kontrolne skupine, dok su u prvom, trećem i šestom tjednu bile najveće kod pilića pokusnih skupina (pokusne skupine I i II i III). Dok ove razlike u prvom tjednu nisu bile statistički značajne, u trećem i šestom tjednu bile su i statistički značajne.

Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti dnevnog prirasta u trećem tjednu postigli su pilići pokusnih skupina I i II te kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusne skupine III. I u četvrtom

tjednu pokusa statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti dnevnog prirasta postigli su pilići kontrolne skupine u odnosu na piliće svih pokusnih skupina. Međutim, u četvrtom tjednu značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti dnevnog prirasta postigli su i pilići pokusnih skupina I i III u odnosu na piliće pokusne skupine II.

Tek je u šestom tjednu povećana koncentracija caklastog škroba kukuruza u hrani pilića pokusnih skupina dala bolje rezultate u pogledu dnevnog prirasta pilića. Tako su statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti dnevnog prirasta postigli pilići pokusne skupine II u odnosu na piliće kontrolne i pokusne skupine I. U završnom tjednu tova i u pokusnoj skupini III dnevni su prirasti bili veći nego kod pilića kontrolne skupine, ali razlike nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$). Dakle, u šestom tjednu pokusa koncentracija od 50 % i 75 % caklastog škroba kukuruza imala je pozitivan učinak na dnevni prirast u odnosu na piliće hranjene s 25 % caklastog škroba kukuruza, kao i na piliće kontrolne skupine. S obzirom da su dnevni prirasti kod pilića pokusnih skupina bili bolji samo u prvom, trećem i šestom tjednu pokusa i da nisu imali kontinuitet, nije moguće pouzdano tvrditi da povećani udio caklastog škroba kukuruza povećava dnevni prirast pilića u određenom razdoblju tova. Pozivajući se na iste rezultate dnevnih prirasta i razlike među pokusnim skupinama, nije moguće pouzdano tvrditi kojem hranidbenom tretmanu, s obzirom na različit udio caklastog škroba, treba dati prednost u hranidbi tovnih pilića.

U završnom tjednu tova primjetno je i opadanje prirasta kod kontrolne i svih pokusnih skupina pilića. U proizvodnji brojlera posljednjih godina korišteni hibridi dostižu sve veće završne tjelesne mase i zbog toga se u praktičnim uvjetima proizvodnje tov brojlera najčešće završava s 35. danom starosti brojlera ili se tada vrši djelomična depopulacija objekta (ovisno od ciljanoj završnoj tjelesnoj masi brojlera). Pretpostavka je, da bi ova pojava mogla biti razlog nižeg prosječnog prirasta pilića u posljednjem tjednu našeg istraživanja.

U ovom istraživanju praćeno je i kretanje prosječnog dnevnog prirasta po razdobljima tova, tj. period od 1. do 3.tjedna, od 3. do 6. tjedna te skupno od 1. do 6. tjedna. Praćenje prirasta po razdobljima navodi na zaključak da su u prvom razdoblju (1. – 3. tjedan) najveći prosječni dnevni prirast ostvarili pilići kontrolne skupine (35,95 g), približno slične vrijednosti zabilježene su kod pilića pokusnih skupina I i II, dok su najniže vrijednosti u promatranom razdoblju zabilježene kod pilića pokusne skupine III (34,17 g). U drugom razdoblju tova (3. – 6. tjedan) ponovo su pilići kontrolne skupine ostvarili najveći prosječni dnevni prirast (76,37 g). Isto je uočljivo i pri pregledu rezultata o prosječnom dnevnom prirastu za cijelo razdoblje tova (1. – 6. tjedan). Pilići kontrolne skupine imali su najveći prosječni dnevni prirast (56,16 g), a najniži prosječni dnevni prirast ostvaren je kod pilića

pokusne skupine III (54,16 g). Razlike koje su zabilježene među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Milošević i sur. (2007.) analizirajući utjecaj primjene neekstrudiranog i ekstrudiranog kukuruznog stočnog brašna u hranidbi brojlerskih pilića kao zamjenu za kukuruz s udjelom od 50 % (pokusna skupina s ekstrudiranim i pokusna skupina s neekstrudiranim kukuruznim stočnim brašnom) i 100 % (pokusna skupina s ekstrudiranim i pokusna skupina s neekstrudiranim kukuruznim stočnim brašnom), zaključili su da nije bilo značajnih razlika među skupinama u ostvarenom dnevnom prirastu. Kod pilića kontrolne skupine ostvareni dnevni prirast, gledano kroz cijelo razdoblje pokusa, bio je 50,13 g, dok je kod pokusne skupine s udjelom od 100 % ekstrudiranog i neekstrudiranog kukuruznog stočnog brašna iznosio 50,08 g; 53,66 g, a kod pokusne skupine s udjelom od 50 % ekstrudiranog i neekstrudiranog kukuruznog stočnog brašna iznosio je 50,29 g; 51,73 g.

Picoli i sur. (2014.) ispitivali su utjecaj škroba iz manioke na prosječan dnevni prirast pilića. Pokus je izveden na 510 tovnih pilića, a škrob manioke dodavali su pokusnim skupinama pilića u količinama od 2, 4, 6, 8 i 10 %. Iz njihovih je rezultata vidljivo da nije bilo pozitivnog učinka na prosječan dnevni prirast pilića.

Milošević i sur. (2006.) u svom su istraživanju analizirali utjecaj nutritivne vrijednosti kukuruznog stočnog brašna koje sadrži dio endosperma, klicu i omotač na proizvodne pokazatelje brojlerskih pilića u tovu, pa tako i na prosječan dnevni prirast. Kukuruzno stočno brašno bilo je zamjena kukuruzu u dvije pokusne skupine i to s udjelom od 50 % u jednoj i 100 % u drugoj pokusnoj skupini. Prema njihovim rezultatima dnevni prirasti bili su skoro ujednačeni kod svih skupina pilića. Ostvareni prosječni dnevni prirasti bili su na nivou od oko 50 g. Kod pilića kontrolne skupine prosječni dnevni prirast bio je 50,13 g, a kod pokusnih skupina pilića 50,72 g (skupina s udjelom kukuruznog stočnog brašna od 50 %) i 50,08 g (skupina pilića s udjelom kukuruznog stočnog brašna od 100 %).

Batal i Parsons (2004.) istraživali su učinke različitih izvora ugljikohidrata na proizvodne pokazatelje tovnih pilića te utvrdili veći dnevni prirast pilića pri hranidbi s neobrađenim kukuruznim škrobom u odnosu na toplinski obrađeni kukuruzni škrob.

Rude (2008.) u svom istraživanju učinka želatiniziranog škroba nastalog tijekom procesa peletiranja kukuruza na proizvodne pokazatelje brojlera zaključuje da viši postotak želatiniziranog škroba u hrani pilića daje pozitivne rezultate. Naime, kod pokusnih skupina pilića brojlera s udjelom želatiniziranog škroba od 35 % u smjesama evidentirani su značajno bolji prirasti, dok su kod skupina s udjelom želatiniziranog škroba od 21 % prirasti bili znatno niži.

Suprotno prethodnom, u istraživanju *Cramer i sur. (2003.)* zaključeno je da upotrebom želatiniziranog škroba u omjeru od 10 do 35 % u hranidbi brojlera nije bilo pozitivnog učinka na prirast.

4.1.3. Konzumacija hrane

Iz naših rezultata o prosječnoj dnevnoj konzumaciji hrane po tjednima vidljivo je da su u prvom, drugom, petom i šestom tjednu najbolju konzumaciju hrane imali pilići pokusne skupine II. Ipak, razlike u konzumaciji hrane među pilićima pokusne skupine II i drugih skupina nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$). U prvom tjednu najbolja konzumaciju hrane kod pilića pokusne skupine II iznosila je 22,37 g, dok su najnižu prosječnu dnevnu konzumaciju hrane imali pilići kontrolne skupine (21,51 g).

U drugom tjednu tova nastavio se trend potrošnje hrane po skupinama kao u prvom tjednu. Ponovo su najveće količine hrane dnevno u prosjeku konzumirali pilići pokusne skupine II (50,66 g), dok su najmanje vrijednosti zabilježene kod pilića pokusne skupine III (49,28 g).

U trećem tjednu vrijednosti potrošnje hrane po skupinama se mijenjaju. Naime, najveću prosječnu dnevnu potrošnju hrane ostvarili su pilići pokusne skupine I (85,47 g), dok je najmanja konzumacija evidentirana kod pilića pokusne skupine III (75,09 g). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti prosječne dnevne konzumacije hrane postigli su pilići pokusnih skupina I i II te kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusne skupine III.

U četvrtom tjednu pokusa pilići kontrolne skupine ostvarili su najbolje vrijednosti konzumacije hrane (139,61 g). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti prosječne dnevne konzumacije hrane postigli su pilići kontrolne i pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusne skupine II.

U petom i šestom tjednu pokusa uočljivo je da su najbolje vrijednosti prosječne dnevne konzumacije hrane zabilježene ponovo kod pilića pokusne skupine II (peti tjedan 181,28 g; šesti tjedan 205,14 g), dok su najniže vrijednosti prosječne dnevne konzumacije hrane u petom i šestom tjednu ostvarene kod pilića pokusne skupine I (164,52 g; 160,19 g). Ove razlike u vrijednostima konzumacije hrane po skupinama u petom i šestom tjednu nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$).

U svom istraživanju *Moritz i sur. (2005.)* analizirali su utjecaj različitih postupaka obrade kukuruza (peletiranja i ekstrudiranja) na proizvodne karakteristike brojlera do trećeg tjedna ishrane. Peletirani i ekstrudirani kukuruz zamijenjen je u smjesama s neprerađenim s udjelom od 1/3, 2/3 i 3/3 u

ukupnim smjesama. Ovo istraživanje istovremeno je predstavljalo i analizu utjecaja različite razine želatinizacije škroba, s obzirom da do ove pojave dolazi pri spomenutim postupcima obrade kukuruza (peletiranjem i ekstrudiranjem). Zaključeno je da su skupine s peletiranim kukuruzom imale nižu konzumaciju hrane. U odnosu na omjer jednog ili drugog kukuruza u smjesama nije bilo značajne razlike među pokusnim skupinama, ali u odnosu na kontrolnu skupinu razlike su se javile te su tako pilići brojleri svih pokusnih skupina imali veću konzumaciju hrane i veću tjelesnu masu. Autori su zaključili i da želatinizirani škrob pozitivno utječe na proizvodne rezultate brojlera.

Rude (2008.) u svom istraživanju učinka želatiniziranog škroba nastalog tijekom procesa peletiranja kukuruza na proizvodne pokazatelje brojlera zaključuje da viši postotak želatiniziranog škroba u hrani daje pozitivne rezultate. Naime, kod pokusnih skupina brojlera s udjelom želatiniziranog škroba od 35 % u smjesama evidentirana je niža potrošnja hrane, dok je kod skupina s udjelom želatiniziranog škroba od 21 % potrošnja hrane bila znatno viša.

Ako se konzumacija hrane promatra kao proizvodni pokazatelj koji daje informaciju o kompoziciji krmiva i hranjivih tvari u hrani te zbog toga i njihove prihvatljivosti od strane životinje, tada se veća konzumacija hrane kod pilića pokusnih skupina (II i I) tijekom većeg dijela tova može tumačiti kao utjecaj hranidbenog tretmana. Iako bez statističke značajnosti, evidentno je trend veće konzumacije hrane kroz četiri tjedna bio kod pilića pokusne skupine II te u ovom slučaju pokazuje da pri 50 % zamijene caklastog škroba s prekrupom cijelog zrna kukuruza pilići reagiraju povećanjem konzumacije hrane.

4.1.4. Konverzija hrane

Konverzija hrane kao jedan od četiri proizvodna pokazatelja pruža uvid u stupanj iskorištenja konzumirane hrane. Na temelju dobivenih rezultata o konverziji hrane kod pokusnih pilića vidljivo je da su vrijednosti varirale po skupinama tijekom cijelog razdoblja tova. Vrijednost konverzije hrane u prvom tjednu bila je najbolja kod pilića kontrolne skupine (1,27 kg/kg), a najlošija kod pilića pokusne skupine II (1,31 kg/kg).

U drugom tjednu pokusa konverzija hrane kod pilića pokusnih skupina I i III te kod pilića kontrolne skupine bila je ujednačena (1,44 kg/kg), a manja kod pilića pokusne skupine II (1,46 kg/kg).

Najbolju konverziju u trećem tjednu imali su pilići pokusne skupine III (1,45 kg/kg), a najlošiju pilići pokusne skupine II (1,51 kg/kg).

U četvrtom tjednu pokusa značajno niže vrijednosti, tj. najbolju konverziju hrane ostvarili su pilići pokusne skupine III i kontrolne skupine (1,65; 1,64 kg/kg), dok je najlošiji utrošak hrane za kilogram prirasta bio kod pilića pokusne skupine I (1,72 kg/kg). Statistički značajno veću ($P < 0,05$) konverziju hrane postigli su pilići pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusne skupine III i kontrolne skupine.

U petom tjednu najbolja konverzija evidentirana je kod pilića pokusne skupine I (2,05 kg/kg), lošija kod pilića kontrolne skupine (2,10 kg/kg), dok je kod pilića pokusne skupine II zabilježena najlošija konverzija (2,29 kg/kg). Statistički značajno veću ($P < 0,05$) konverziju hrane postigli su pilići pokusne skupine II u odnosu na piliće pokusne skupine I i kontrolne skupine.

U šestom tjednu pokusa najniže i vrlo ujednačene vrijednosti konverzija hrane evidentirane su kod pilića pokusnih skupina II i III (2,49; 2,48 kg/kg), dok je najveća konverzija hrane zabilježena kod pilića kontrolne skupine (2,62 kg/kg).

Milošević i sur. (2006.) u svom istraživanju analizirali su utjecaj nutritivne vrijednosti kukuruznog stočnog brašna na konverziju hrane brojlerskih pilića u tovu. Gledano kroz cijelo razdoblje tova, najbolja konverzija bila je kod pilića kontrolne skupine (1,91 kg/kg), dok je kod pilića pokusnih skupina bila lošija (1,93; 1,97 kg/kg). Nepovoljnu konverziju autori tumače većom finoćom čestica stočnog brašna u odnosu na prekrupu kukuruza.

Okanović (2012.) je ispitivao efikasnost upotrebe ekstrudiranog kukuruza na prinos i kvalitetu mesa u ishrani brojlera na 3000 hibrida Ross 308 i zaključio da je bilo pozitivnog utjecaja na konverziju hrane. Pokusna skupina pilića, hranjena s ekstrudiranim kukuruzom, ostvarila je bolju konverziju hrane, a konverzija za cijelo vrijeme trajanja tova bila je kod pokusnih skupina pilića 2,04 kg/kg prirasta, dok je kod kontrolnih skupina imala vrijednost od 2,13 kg/kg prirasta.

Slično našem istraživanju, kao alternativnu zamjenu za kukuruz, *Picoli i sur. (2014.)* ispitivali su utjecaj škroba manioke na proizvodne pokazatelje pilića i prema njihovim rezultatima nije bilo pozitivnog učinka na proizvodne pokazatelje.

Milošević i sur. (2007.) pratili su konverziju hrane u pokusu u kojemu su kukuruz zamijenili s 50 i 100 % neekstrudiranog i ekstrudiranog kukuruznog stočnog brašna u hranidbi brojlerskih pilića. Konverzija hrane bila je dosta ujednačena i kretala se od 1,91 kg/kg kod kontrolne skupine do 1,97 kg/kg kod skupina s udjelom od 100 % kukuruznog stočnog brašna. Nije bilo statistički značajne razlike među skupinama.

Batal i Parsons (2004.) istraživali su učinke različitih izvora ugljikohidrata na proizvodne pokazatelje tovnih pilića te utvrdili bolju konverziju hrane pri hranidbi s konvencionalnim kukuruznim škrobom u odnosu na toplinski obrađeni kukuruzni škrob.

Kao ni potrošnja hrane, niti vrijednosti konverzije nisu imale kontinuirani trend tijekom razdoblja trajanja pokusa u nekoj skupini, nego je iskorištenje hrane u dva tjedna (1. i 4. tjedan) bilo najbolje kod pilića kontrolne skupine, u drugom tjednu vrijednosti su bile ujednačene, a u trećem, petom i šestom tjednu konverzija je bila najbolja u pokusnim skupinama (pokusna III i I).

Iako bez statističke značajnosti, hranidbeni tretman sa 75 % caklastog škroba kukuruza (pokusna skupina III) pokazao je tijekom tri tjedna najbolje iskorištenje hrane, što se može tumačiti dijelom utjecaja sastava i strukture čestica hrane, a dijelom i manjom količinom konzumacije hrane.

4.2. Biokemijska analiza krvi pilića

U ovom istraživanju praćeni su određeni biokemijski pokazatelji iz krvi pilića i to: glukoza ukupne bjelančevine, trigliceridi, kolesterol, kalcij, fosfor i željezo; te moguća promjena njihovog sadržaja u krvi pojedinih skupina pilića s obzirom na različite hranidbene tretmane.

Tako su u ovom istraživanju najveće vrijednosti glukoze zabilježene kod pilića pokusne skupine I (14,95 mmol/l), a najmanje kod pilića kontrolne skupine (12,93 mmol/l). Zabilježene razlike nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$). Ujednačena i sporija razgradnja škroba osigurava ravnomjerniju razinu glukoze u krvi, što takvu hranu čini kvalitetnijom i energetski vrjednijom u organizmu životinje. U našem istraživanju razina glukoze kod pokusnih skupina bila je poprilično ujednačena, osobito kod pilića pokusne skupine I i pokusne skupine III, što se može tumačiti kao utjecaj sporije razgradnje rezistentnog škroba kukuruza. Sporija probavljivost škroba pozitivno utječe na priraste zbog postupnog otpuštanja glukoze te se tako postiže ujednačena opskrba životinja proteinima i energijom, što je i bio slučaj u našem istraživanju jer su se u četvrtom tjednu javile značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti dnevnog prirasta kod pilića pokusnih skupina I i III, kod kojih je i razina glukoze bila dosta ujednačena.

Ukupne bjelančevine u ovom istraživanju bile su najveće kod pilića pokusne skupine I (39,50 g/l), nešto manje vrijednosti ukupnih bjelančevina zabilježene su u krvi pilića pokusne skupine II (39,16 g/l), dok su najmanje vrijednosti evidentirane kod pilića kontrolne skupine (30,66 g/l). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti ukupnih bjelančevina u krvi imali su pilići pokusnih

skupina II i I u odnosu na piliće kontrolne skupine. Može se pretpostaviti da je u tim skupinama bio veći udio aleurona iz kukuruza koji se normalno nalazi odmah ispod ovojnice. Na temelju rezultata moguće je zaključiti da upotreba caklastog (rezistentnog) škroba u hrani utječe na razinu ukupnih bjelančevina i to u hrani pilića pokusnih skupina kod kojih je prekrupa cijelog zrna kukuruza zamijenjena s caklastim škrobom kukuruza s 25 i 50 %, dok ostaje nejasno zašto se to nije dogodilo pri još većem povećanju udjela caklastog škroba.

Razina triglicerida bila je najveća u krvi pilića pokusne skupine III (0,58 mmol/L), dok su najmanje bile u krvi pilića kontrolne skupine (0,24 mmol/L). Razlike u vrijednosti triglicerida u krvi među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Razina kolesterola u krvi pilića bila je najveća kod pilića pokusne skupine I (2,92 mmol/L), a potpuno ujednačena i najmanja kod pilića pokusne II i kontrolne skupine (2,44 mmol/L). Zabilježene razlike i u razini kolesterola u krvi među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Pilići pokusne skupine I u ovom su istraživanju imali su najveću vrijednost kalcija (3,11 mmol/l), dok su pilići kontrolne i pokusne skupine II imali najmanje i približne vrijednosti (2,97; 2,91 mmol/l). Razlike u razini kalcija u krvi među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Sadržaj fosfora u krvi pilića bio je najveći kod pilića pokusne skupine II (2,55 mmol/l), a najmanji i vrlo ujednačen kod pilića pokusnih skupina I i III (2,35; 2,34 mmol/l). Zabilježene razlike u koncentraciji fosfora u krvi među skupinama, također, nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

Vrijednosti željeza u krvi pilića bile su najveće kod pilića kontrolne skupine (22,35 μmol/l), dok su najniže vrijednosti evidentirane kod pilića pokusne skupine II (16,31 μmol/l). Zabilježene razlike u razini željeza u krvi među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05).

U suprotnosti s našim rezultatima su rezultati istraživanja *Robertsona i sur. (2003.); Heacocka (2004.)* i *Yamade (2005.)* u kojima je zaključeno da hrana s povećanim udjelom rezistentnog škroba već nakon 24 sata mijenja osjetljivost inzulina i metabolizam masnih kiselina, što smanjuje razinu glukoze u krvi. U ovom istraživanju nije došlo do smanjenja razine glukoze u krvi, naprotiv sve pokusne skupine su imale višu razinu glukoze u krvi od kontrolne skupine.

Isto tako, suprotno našim rezultatima, *Robertson (2012.)* u pokusu izvedenom na svinjama koje su hranjene visokim udjelom rezistentnog škroba bilježi nizak nivo glukoze u krvi. Slično su zaključili i *van Kempen i sur. (2010.) te van der Meulen i sur. (1997.*) koji su također nizak nivo glukoze tumačili sporom probavljivošću škroba.

Giuberti i sur. (2012.) iznijeli su podatke da se maksimalna koncentracija glukoze u plazmi kretala 15,0 – 64,2 mg/dl kod svinja koje su u obroku imale visok sadržaj rezistentnog škroba.

Rezultati ovog istraživanja o razini triglicerida suglasni su s rezultatima *Picoli i sur. (2014.),* koji su ispitivali utjecaj škroba manioke na sadržaj glukoze, triglicerida, ukupnog kolesterola i kolesterola u krvi u pokusu na 510 tovnih pilića. U svom istraživanju zaključili su da je došlo do veće koncentracije triglicerida kod pokusnih skupina pilića, dok se ostali pokazatelji nisu razlikovali od kontrolnih skupina pilića.

U literaturi se mogu naći oprečni rezultati djelovanja rezistentnog škroba na metaboličke aktivnosti. S obzirom da kukuruz sadrži različite oblike rezistentnog škroba koji ima različite učinke na probavu i antioksidativne kapacitete *(Yang i sur., 2017.),* teško je sa sigurnošću znati koji dio je utjecao na metaboličku aktivnost. U našem istraživanju svi pokazatelji ukazuju da pri nekoj razini povećanja udjela rezistentnog škroba dolazi do povećanja apsorpcije i koncentracije metabolita, koji su pokazatelji energetskog statusa. To se može objasniti povoljnim djelovanjem ovog škroba na rast poželjnih bakterijskih vrsta čija prisutnost onemogućava vezanje patogenih bakterija. Taj pozitivni učinak ima za posljedicu bolju metaboličku aktivnost prisutnih komenzalnih vrsta (*Bacteroides, Prevotella, Bifidobacterium Lactobacillus* i drugi), koje omogućavaju stvaranje više kratkolančanih masnih kiselina koje su preteče za sintezu glukoze i masti *(Silvi i sur., 1999). Li i Chen (2017.)* tvrde da rezistentni škrob promovira ciklus limunske kiseline i osigurava dovoljno energije za bakterije crijeva, čime se poboljšava metabolizam masti, aminokiselina i glukoze, što poboljšava metabolički status. *Sun i sur. (2016.)* utvrdili su da rezistentni škrob iz krumpira povećava koncentraciju glukoza-6 fosfata, što je u skladu s ovim istraživanjem u kojemu je evidentirana povišena koncentracija u krvi. Isti autori navode da rezistentni škrob snažno utječe na sintezu proteina i utilizaciju aminokiselina, metabolizam masti, ciklus pentoza-fosfata, metabolizam nukleotida, što potvrđuju i naši rezultati viših vrijednosti proteina i triglicerida u serumu.

4.3. Klaonička svojstva pilića

U ovom istraživanju praćen je i veći broj klaoničkih pokazatelja, tj. utjecaj caklastog škroba (endosperma) kukuruza u hrani pilića na promjene vrijednosti ovih pokazatelja.

Tako je u ovom istraživanju tjelesna masa pred klanje bila najveća kod pilića kontrolne skupine (2630,00 g), dok je najmanja ostvarena tjelesna masa pred klanje bila kod pilića pokusne skupine III (2463,20 g).

U ovom istraživanju masa klasične obrade bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (2150,70

g), dok je najmanja bila kod pilića pokusne skupine III (2028,52 g). Prema podacima o masi klasične obrade može se zaključiti da nije bilo utjecaja caklastog škroba kukuruza na povećanje mase jer su pilići s najvećim udjelom ove komponente u hrani ostvarili najmanju masu klasične obrade.

Najbolji randman u našem istraživanju ostvarili su pilići pokusne skupine III (82,35 %), nešto lošiji, ali vrlo ujednačen pilići pokusne skupine II i kontrolne skupine (81,86; 81,84 %), dok su najlošiji randman imali pilići pokusne skupine I (81,59 %). Na temelju dobivenih rezultata može se tvrditi da najveći udio caklastog škroba u smjesama za hranu pilića (75 %), daje najbolje rezultate u pogledu randmana pilića iako zabilježene razlike pilića pokusne skupine III, s najvećim udjelom caklastog škroba u smjesi, nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$) u odnosu na druge skupine pilića.

Randman mase za peći (obrade za peći) najbolju je vrijednost zabilježio kod pilića pokusne skupine III (76,69 %), dok su najlošiji randman obrade za peći imali pilići pokusne skupine I (75,93 %).

Randman mase za roštilj (obrade za roštilj), gledano u relativnim vrijednostima, bio je najbolji kod pilića pokusne skupine II (68,51 %), dok je najlošiji bio kod pilića pokusne skupine I (67,63 %).

U ovom istraživanju relativan udio masti bio je najveći kod pilića pokusne skupine III (1,00 %), dok je meso pilića pokusnih skupina II i I imalo približno ujednačen udio masti (0,84; 0,82 %).

Relativan udio želuca bio je potpuno ujednačen kod pilića kontrolne i pokusne skupine III i iznosio je 0,21 %, dok su pilići pokusnih skupina I i II imali isto tako ujednačen udio želuca (0,20 %).

Masa prsa bila je najveća kod pilića kontrolne skupine (630,78 g), a približno jednaka masa prsa zabilježena je kod pilića pokusnih skupina I i III (577,88; 571,72 g). Dakle, nije zapažen pozitivan utjecaj caklastog škroba kukuruza na masu prsa. Relativan udio prsa u odnosu na trup bio je najveći kod pilića kontrolne skupine (24,06 %), dok je najmanji udio prsa zabilježen kod pilića pokusne skupine I (22,86 %).

Relativan udio bataka bio je najveći kod pilića pokusne skupine II (9,65 %), dok je najmanji udio bataka zabilježen kod pilića kontrolne skupine (9,40 %). Ipak, zabilježene razlike nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$).

U ovom istraživanju relativan udio zabataka bio je najveći kod pilića pokusne skupine III (11,85 %), dok je najmanji udio zabataka zabilježen kod pilića pokusne skupine I (11,56 %).

Relativan udio krila u trupu bio je najveći kod pilića kontrolne skupine (7,61 %), dok je najmanji udio krila zabilježen kod pilića pokusne skupine III (7,50 %).

Udio leđa, gledano u postotku na masu trupa, bio je najveći kod pilića pokusne skupine III (8,04 %), dok je najmanji udio leđa zabilježen kod pilića pokusne skupine I (7,75 %).

U ovom istraživanju relativan udio zdjelice bio je najveći i potpuno ujednačen kod pilića pokusnih skupina I i II (7,50 %), dok je najmanji zabilježen kod pilića pokusne skupine III (7,42 %).

pH vrijednost mesa i tempratura u ovom su istraživanju mjereni dva puta, prvi puta 45 minuta nakon klanja, a drugi puta 24 sata nakon klanja. U prvom mjerenju pH vrijednosti (nakon 45 minuta) najveća vrijednost zabilježena je u mesu pilića pokusne skupine II (6,07), dok je najmanja vrijednost prvog mjerenja zabilježena u mesu pilića kontrolne skupine (5,85). U drugom mjerenju pH vrijednosti (nakon 24 sata) najviša vrijednost bila je u mesu pilića pokusne skupine III (5,90), dok je najniža vrijednost drugog mjerenja zabilježena u mesu pilića pokusne skupine II (5,85). Vrijednosti pH_1 kao i pH_2 u svim skupinama bile su ujednačene i kretale se u granicama normalnih vrijednosti, što znači da hranidbeni tretmani nisu imali negativan učinak na ovo tehnološko svojstvo mesa. Ipak, uočljivo je također da su vrijednosti pH_1 značajnije smanjene u drugom mjerenju (24 sata nakon klanja) kod pilića svih triju pokusnih skupina, što može biti posljedica hranidbenih tretmana. Vrijednosti pH_2, odnosno pojačano sniženje pH, nastaje pojačanom postmortalnom glikolizom pri čemu se u mesu nakuplja veća količina mliječne kiseline koja utječe na sniženje pH.

U ovom istraživanju temperatura mesa mjerena 45 minuta nakon klanja bila je najveća u mesu pilića pokusne skupine III (24,48 ºC), dok je najmanja izmjerena bila u mesu pilića pokusne skupine I (23,01 ºC). Temperatura mesa mjerena 24 sata nakon klanja bila je apsolutno ujednačena u mesu svih promatranih skupina i iznosila je 5 ºC.

Milošević i sur. (2007.) u pokusu u kojem su kukuruz zamjenili s 50 i 100 % neekstrudiranim i ekstrudiranim kukuruznim stočnim brašnom u hranidbi brojlerskih pilića zaključili su da nije bilo učinka na randman te da su oni bili ujednačeni po skupinama.

Suprotno rezultatima ovog istraživanja rezultati su istraživanja *Okanovića (2012.)* gdje je ispitivan utjecaj upotrebe ekstrudiranog kukuruza na prinos i kvalitetu mesa u hrani brojlera. Autor je zaključio da je udio abdominalne masti bio manji kod pokusnih skupina pilića (1,58 %) u odnosu na kontrolne skupine (1,93 %).

Milošević i sur. (2006.) u svom istraživanju utjecaja kukuruznog stočnog brašna na kvalitetu trupova i sadržaj abdominalne masti brojlerskih pilića u tovu zaključuju da nije došlo do pozitivnog utjecaja ispitivanog hraniva na ove pokazatelje te da razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne.

Razlike u sadržaju abdominalne masti u trupovima su se pojavile, ali su bile minimalne u pokusu *Miloševića i sur. (2007.)* u kojem su kukuruz zamjienili s 50 i 100 % neekstrudiranim i ekstrudiranim kukuruznim stočnim brašnom u hranidbi brojlerskih pilića. Nije bilo statistički značajne

razlike među skupinama.

Sukladno rezultatima ovog istraživanja su i rezultati koje je proveo *Okanović (2012.)* ispitujući utjecaj upotrebe ekstrudiranog kukuruza na prinos i kvalitetu mesa u hrani brojlera. U ovom istraživanju vidljivo je da je masa najznačajnijih dijelova trupa bila veća kod pokusne skupine brojlera. Masa prsa brojlera hranjenih hranom s ekstrudiranim kukuruzom (696,6 g) bila je veća je od mase prsa brojlera kontrolne skupine (657,6 g). Isti autor navodi i da je masa bataka pokusne skupine pilića (569,2 g) bila veća od mase bataka pilića kontrolne skupine (528,2 g). Udio prsa kod brojlera hranjenih s ekstrudiranim kukuruzom bio je veći (35,77 %) u odnosu na kontrolne skupine (35,64 %), isto tako i udio bataka kod pokusnih skupina pilića (28,87 %) bio je veći u odnosu na piliće kontrolne skupine (28,42 %).

Glamočlija (2013.) u svom istraživanju tvrdi da kod hibrida Ross udio prsa u odnosu na masu trupa prosječno iznosi oko 28,2 %, udio leđa 25,8 %, udio krila 11,5 %, udio bataka sa zabatkom 29,6 %.

Zhang i Barbut (2005.) u svom istraživanju navode da prvo mjerenje pH treba obaviti 15 – 30 minuta nakon klanja jer se smatra da je izmjerena vrijedost pH u tom trenutku indikator kvalitete mesa. Autori nadalje smatraju da ako je vrijednost niža od 5,7, to ukazuje da se radi o PSE mesu (*Pale, Soft, and Exudative* – blijedo, meko i vodenasto), a ako je vrijednost pH viša od 6,5, to ukazuje na pojavu DFD mesa (*Dark, Firm and Dry* – tamno, tvrdo i suho). Iz pregleda njihovih rezultata vidljiva je prosječna pH vrijednost DFD mesa prsa mjerena 15 minuta nakon klanja od 6,23 za DFD meso; 5,54 za PSE meso i 5,91 za meso uobičajene kvalitete.

Medić i sur. (2009.) ističu da je za pojavu PSE prsnih mišića karakteristična niska konačna vrijednost pH (< 5,6).

Iz pregleda literature vidljivo je da prosječna pH vrijednost za ohlađeno meso prsa plića iznosi 5,86 *(Madruga i Mottram, 1995.*); 5,72 *(Silva i sur., 2002.)* i 5,39 *(Wattanachant i sur., 2004.),* a za meso bataka i zabataka 6,44 *(Madruga i Mottram, 1995.)*; 6,30 *(Silva i sur., 2002.)* i 6,62 (*Wattanachant i sur., 2004.),* što je vrlo približno rezultatima u našem istraživanju.

Prema podacima *Gardzielewska i sur. (2005.),* pH vrijednost mesa pilećih prsa šest sati nakon klanja imalo je sljedeće vrijednosti; 5,84 – 6,04, a poslije 24 sata 5,42 – 5,60, dok je meso bataka 24 sata poslije klanja imalo pH 6,62 – 6,72.

El Rammouz i sur. (2004.) mjerili su pH tri minute nakon klanja i dobili vijednost 6,48, dok su *Liu i sur. (2004)* proveli više mjerenja pH – dva sata nakon klanja (6,06), četiri sata nakon klanja (6,02), šest sati nakon klanja (5,98) i 24 sata nakon klanja (5,98).

Gardzielewska i sur. (2005.) u svom su istraživnju utvrdili slične vrijednosti pH šest sati nakon klanja u rasponu od 5,84 do 6,04, a nakon 24 sata od 5,2 do 5,60.

4.4. Kemijski sastav mesa zabatka i prsa, boja kože i mesa pilića

U ovom istraživanju analiziran je i kemijski sastav mesa zabatka i prsa, boja kože i mesa pilića hranjenih različitim udjelom caklastog škroba.

4.4.1. Kemijski sastav mesa zabatka

Kod mesa zabatka postotak vode bio je najveći u mesu pilića pokusne skupine II (75,0 %), dok je najmanji postotak vode imalo meso pilića kontrolne skupine (74,4 %). Sadržaj masti u mesu zabatka bio je najveći kod pilića kontrolne skupine (9,90 %), a najmanji sadržaj masti evidentiran je u mesu pilića pokusne skupine II (3,89 %). Iako vrijednosti masti u mesu zabatka nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$) među pojedinim skupinama, ipak su vrijednosti svih triju pokusnih skupina bile manje nego kod pilića kontrolne skupine te je moguće tvrditi da caklasti endosperm kukuruza u hrani ima učinak na smanjenje sadržaja masti u mesu zabatka.

Najveći sadržaj pepela u mesu zabatka imalo je meso pilića pokusne skupine I (1,04 %), dok je najmanji postotak zabilježen kod pilića kontrolne skupine (1,00 %).

Najveći sadržaj bjelančevina u mesu zabatka utvrđen je kod pilića pokusne skupine II (20,06 %), a najmanji je zabilježen u mesu pilića pokusne skupine I (19,08 %).

Najveći kalo kuhanja zabilježen je u mesu pilića pokusne skupine I (31,07 %), dok je najmanji kalo zabilježen u mesu pilića pokusne skupine II (27,41 %). Statistički značajno veću ($P < 0,05$) vrijednost kala kuhanja imalo je meso pilića pokusne skupine I u odnosu na meso pilića kontrolne i pokusne skupine II, te meso pilića kontrolne skupine u odnosu na meso pilića pokusne skupine II.

U mesu pilića kontrolne skupine utvrđene su najveće vrijednosti mekoće mesa (3,69), dok je najmanja vrijednost bila zabilježena u mesu pilića pokusne skupine II (2,91).

Okanović (2012.) je u svom istraživanju provedenom na 3000 pilića hibrida Ross 308 s primjenom ekstrudiranog kukuruza u pokusnim skupinama pilića utvrdio veći sadržaj vode (75,93 %) i bjelančevina (17,26 %) u mesu bataka brojlera koji su u hrani imali ekstrudirani kukuruz u odnosu na sadržaj vode (73,03 %) i bjelančevina (16,76 %) u mesu bataka kontrolne skupine. U istom istraživanju autor navodi da je sadržaj masti u mesu bataka kontrolne skupine (9,24 %) bio veći u odnosu na

pokusne skupine (5,87 %), a sadržaj ukupnog pepela približno isti u svim skupinama, što je u suglasnosti s našim rezultatima.

4.4.2. Kemijski sastav mesa prsa

Iz rezultata kemijskog sastava mesa pilećih prsa uočljivo je da je postotak vode bio najveći u mesu pilića pokusne skupine III (74,45 %), dok je najmanji postotak vode zabilježen u mesu pilića kontrolne skupine (73,93 %).

Sadržaj masti u mesu prsa bio je najveći kod pilića pokusne skupine I (1,12 %), dok su nešto manje, a gotovo iste vrijednosti zabilježene u mesu prsa pilića pokusnih skupina II i III (0,97; 0,96 %).

Meso prsa pilića pokusne skupine II imalo je najveći sadržaj pepela u svom sastavu (1,14 %), dok je najmanji postotak zabilježen kod pilića kontrolne skupine (1,12 %), međutim vrijednosti su bile dosta slične među pojedinim skupinama.

Najveći sadržaj bjelančevina imalo je meso prsa pilića pokusne skupine III (31,11 %), a najmanji je zabilježen u mesu pilića pokusne skupine I (23,61 %).

U ovom istraživanju najveći kalo kuhanja u mesu prsa zabilježen je kod pilića pokusne skupine III (27,78 %), dok je najmanji kalo zabilježen u mesu prsa pilića pokusne skupine II (20,15 %).

U mesu prsa pilića pokusne skupine I utvrđene su najveće vrijednosti mekoće mesa (3,10), dok je najmanja zabilježena vrijednost bila u mesu pilića pokusne skupine III (2,59). Ova vrijednost mekoće mesa pilećih prsa kod pilića pokusne skupine III bila je i statistički značajna u odnosu na piliće kontrolne i pokusnih skupina I i II. Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti kala kuhanja imalo je meso prsa pilića pokusne skupine I u odnosu na meso pilića kontrolne i pokusne skupine II, te meso pilića kontrolne skupine u odnosu na meso pilića pokusne skupine II.

Rezultati istraživanja koje je proveo *Oktanović (2012.)* u suglasnosti su s rezultatima ovog istraživanja. *Oktanović (2012.)* je pri ispitivanju utjecaja upotrebe ekstrudiranog kukuruza na prinos i kvalitetu mesa u hrani brojlera utvrdio niži sadržaj vode (73,66 %) i bjelančevina (22,58 %) u mesu prsa pilića kontrolne skupine. Također, slični su rezultati i sadržaja slobodne masti u mesu prsa I ukupnog pepela, pri čemu je sadržaj slobodne masti u mesu prsa kontrole skupine (2,42 %) veći u odnosu na pokusnu skupinu (1,40 %), a sadržaj ukupnog pepela približno je isti u svim skupinama.

Rezultati ovog istraživanja u skladu su s podacima koje donose *Ristić i sur. (2007.),* koji zaključuju da meso prsa u odnosu na batak sadrži više proteina (23,6 % : 19,6 %), a manje masti (0,33

% : 1,33 %). Ipak, sadržaj masti pilećih prsa u ovom pokusu bio je značajno veći u kontrolnoj, ali i u pokusnim skupinama u odnosu na referentne rezultate ovog autora.

Slične rezultate našima predstavili su i *Van Heerden i sur. (2002.)* u mesu prsa brojlera hibrida Ross 308, Cobb te Ross 788, pri čemu su utvrdili prosječno 74,01 % vode, 2,91 % masti, 23,29 % bjelančevina i 1,11 % pepela, a u mesu bataka sa zabatkom 72,47 % vode, 8,91 % masti, 19,16 % bjelančevina i 1,0 % pepela.

Northcutt (1997.) navodi da na prihvatljivost mesa značajan utjecaj imaju teksturna svojstva, posebno mekoća i sočnost, pa se povećanjem mekoće povećava i ukupna prihvatljivost proizvoda *(Cavitt i sur., 2004.).* Tekstura mesa određuje se na cijelom komadu termički tretiranog mesa. Preporučena temperatura za pripremu pilećeg mesa za ocjene teksture treba biti između 75 °C i 80 °C. Nakon obrade neophodno je da se meso ohladi pri temperaturi od 24 do 28 °C ili da se ostavi preko noći pri temperaturi od 2 do 5 °C *(Petracci i Baeza, 2007.).*

U mišićima prsa sadržano je više proteina u odnosu na batake sa zabatcima, ali i znatno manje masti. Mast peradi sadrži veći udio nezasićenih masnih kiselina pa je razlog tome bolja probavljivost za ljude u odnosu na masti nekih drugih vrsta domaćih životinja. Meso bataka i zabataka sadrži za 17 – 48 % manje kolesterola u odnosu na meso prsa, koje sadrži u prosjeku 40,9 – 58,2 mg kolesterola na 100 g mesa *(Kralik i sur., 2011.).*

Iz rezultata koje donosi *Ristić (2007.)* kemijski sastav mesa prsa brojlera ispitivanih hibrida (ASA, AA, Hybro, Lohmann, Ross, Shaver, Pilch, Peterson i Cobb) iznosi: 74,9 ± 0,7 % vode, 23,6 ± 0,7 % bjelančevina, 0,6 ± 0,38 % masti i 1,2 ± 0,1 % pepela, dok je u mesu bataka taj iznos: 75,4 ± 1,1 %, vode, 19,6 ± 0,9 % bjelančevina, 3,88 ± 1,33 % masti, 1,1 ± 0,1 % pepela.

Baltić i sur. (2003.) navode da meso peradi sadrži prosječno oko 21 % ukupnih proteina, 1,85 – 9,85 % masti, 70,6 – 78,2 % vode i oko 1 % mineralnih tvari, a prosječna energetska vrijednost mesa peradi je 700 kJ na 100 g mesa. Iz pregleda literature zapaža se da meso bataka sa zabatkom sadrži uvijek više masti nego meso prsa *(Ristić i sur., 2008.; Krischek i sur., 2011.).*

Marcu i sur. (2009.) analizirali su učinak različitog nivoa sirovih proteina i energije u obrocima pilića na kemijski sastav mesa prsa, bataka i zabataka. Sadržaj vode i proteina u mesu prsa, bataka i zabataka nije se razlikovao među skupinama, ali su se javile razlike u sadržaju masti.

Ivanović (2003.) u istraživanju koje je obuhvaćalo analizu utjecaja probiotika na pokazatelje kvalitete i higijenske ispravnosti pilećeg mesa zaključuje da meso prsa sadrži 71,73 – 72,98 % vode, 23,38 – 23,91 % bjelančevina, 2,33 – 3,32 % masti i 1,06 – 1,08 % pepela, a tamno meso 66,22 – 71,98 % vode, 18,24 – 19,43 % bjelančevina, 8,68 – 13,67 % masti i 0,88 – 0,92 % pepela.

4.4.3. Boja kože i mesa prsa

Iz rezultata o boji kože pilića u ovom istraživanju vidljivo je da su pilići pokusne skupine II imali navjeći indeks L* vrijednosti (70,63), dok je najmanji L* indeks zabilježen kod pilića pokusne skupine I (67,92).

Vrijednosti a* indeksa bile su najveće kod pilića pokusne skupine I (3,90), dok je najmanji zabilježen kod pilića pokusne skupine II (3,29).

b* indeks bio je najveći kod pilića pokusne skupine II (6,51), dok su najmanje vrijednosti zabilježene kod pilića kontrolne skupine (4,26). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti b* indeksa boje kože imali su pilići pokusnih skupina I, II i III u odnosu na piliće kontrolne skupine.

Iz pregleda rezultata o boji mesa prsa vidljivo je da su najveći L* indeks imali pilići pokusne skupine II (56,07), dok je najmanji indeks L* izmjeren u mesu prsa pilića pokusne skupine III (53,88).

Utvrđeno je da je a* indeks bio najveći kod pilića kontrolne skupine (4,79), dok je najmanji izmjeren a* indeks boje mesa prsa izmjeren kod pilića pokusne skupine II (1,36).

Najveći b* indeks boje mesa prsa izmjeren je kod pilića pokusne skupine II (4,29), a najmanji b* indeks boje mesa prsa izmjeren je kod pilića kontrolne skupine (2,09). Razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$).

Najčešća L* vrijednost mesa pilića iznosi oko 51 (3 sata poslije klanja), odnosno 52 (24 sata poslije klanja) *(Woelfel i sur., 2002.).*

Kralik i sur. (2013.) navode u istraživanju u kojem su uspoređeni tehnološki pokazatelji kvalitete prsnog mišićnog tkiva tri hibrida brojlerskih pilića: Ross 308, Cobb 500 i Hubbard Classic da je boja prsnog mišića bila je najmanja (L* vrijednost) kod pilića Hubard Classic (53,86), a kod pilića Ross 308 i Cobb 500 izmjerene su veće L* vrijednosti (55,12 odnosno 54,36; $P > 0,05$). Značajno veća a* vrijednost utvrđena je kod pilića Hubbard Classic u odnosu na piliće hibrida Ross 308. Utvrđene su i razlike u b* vrijednostima. Pilići hibrida Cobb 500 i Hubbard Classic imali su značajniji stupanj žutila u mesu u odnosu na pileće Ross 308 (8,27 : 8,17 : 5,88).

Prema *Qiao i sur. (2001.)* granične vrijednosti za boju mesa prsiju kod pilića su: svjetlije od normalnog ($L^* > 53$), normalno ($48 < L^* < 53$) i tamnije od normalnog ($L^*<48$).

Isti autori navode vrijednosti za boju mesa prsiju izmjerenu 24 sata nakon klanja pilića: tamno L* 45,68, normalno L* 51,32 i svijetlo L* 55,95.

Različiti autori imaju različite stavove o graničnim vrijednostima boje mesa, pa tako *Woelfel i sur. (2002.)* navode granične vrijednosti za „normalno“ pileće meso prsa L* 52,15, dok je ta vrijednost

za PSE meso L* 59,81.

Na temelju prosječnih vrijednosti triju pokazatelja boje kože i mesa prsa pilića (prsa) može se tvrditi da je povećana vrijednost b* indeksa boje kože i mesa prsa u svim pokusnim skupinama posljedica hranidbenih tretmana, a osobito pri mjerenju boje kože gdje su razlike bile i statistički značajne. Vrijednosti L* indeksa mjerene na koži i mesu pokazale su trend najvećih vrijednosti u pokusnim skupinama, ali s obzirom da vrijednosti nisu bile i statistički značajne, ne može se sa sigurnošću tvrditi da je na ovaj pokazatelj boje utjecao hranidbeni tretman. Prema navodima referentne literature, meso prsa pilića s vrijednošću L* indeksa > 53 pripada kategoriji svjetlijeg mesa (kategoriji BMV-mesa), a u ovom su pokusu vrijednosti L* 53,88 – 56,07.

4.5. Vitamin A u mesu pilića

U ovom istraživanju, analizirajući antioksidativni status krvi i mesa pilića, praćen je i sadržaj vitamina A u mesu pilića. Tako je najveći sadržaj vitamina A u mesu evidentiran u mesu pilića kontrolne skupine (626,46 μg/kg), dok je nešto manji zabilježen u mesu pilića pokusne skupine III (604,233 μg/kg). Sadržaj vitamina A u mesu pilića pokusne skupine II bio je 571,60 μg/kg, dok je najmanji zabilježen u mesu pilića pokusne skupine I (511,98 μg/kg). Zabilježene razlike u sadržaju vitamina A u mesu pilića među skupinama nisu bile i statistički značajne (P > 0,05). U pogledu sadržaja vitamina, meso brojlera sadrži značajne količine vitamina B-kompleksa kao što su: tiamin (B_1), riboflavin (B_2), niacin (PP), piridoksin (B_6), cijanokobalamin (B_{12}), kao i vitamine topive u mastima; te sadrži i vitamine A, D i E *(Šević, 2016.)*, ali u manjim količinama *(Marangoni i sur., 2015.).*

Iako je znano da caklasti endosperm sadrži oko 74 %, a brašnasti trostruko manje (oko 23 %) ukupnih karotenoida endosperma, prema dobivenim vrijednostima sadržaja vitamina A u mesu pilića, može se zaključiti da upotreba caklastog (rezistentnog) škroba u hrani pilića nije utjecala na povećenu razinu ovog vitamina u mesu pilića. U ovom je pokusu najveći sadržaj ovog vitamina utvrđen u mesu pilića kontrolne skupine čija se smjesa temeljila na prekrupi cijelog zrna kukuruza. Iz svega se nameće pitanje je li povećani udio caklastog škroba u pokusnim skupinama bio razgrađen mikrobiološkom aktivnošću mikroflore u debelom crijevu gdje povećana resorpcija ovih biološko djelatnih tvari nije bila moguća. S obzirom da se radi o kontroliranom pokusu i optimalnom obroku, postignuta je dobra opskrbljenost obroka vitaminom A pa istražene varijacije udjela caklastog škroba nisu dale značajnije razlike. Smatramo da bi prirodni izvor vitamina A iz frakcije caklastog kukuruza imao veći utjecaj u uvjetima nedovoljne količine vitamina ili njegove smanjene dostupnosti.

4.6. Antioksidativni status krvi pilića

Pri određivanju antioksidativnog statusa krvi pilića u ovom našem istraživanju analizirane su aktivnosti triju enzima: SOD-a, GPX-a i katalaze. U našem istraživanju najveću vrijednost SOD-a imali su pilići kontrolne skupine (1,07), dok je najmanja evidentirana vrijednost bila kod pilića pokusne skupine I (0,60). Pilići kontrolne skupine imali su i najveću vrijednost GPX-a (8131,16), a najmanja vrijednost GPX-a evidentirana je, ponovo, kod pilića pokusne skupine I (6482,83).

Isto je bilo i s rezultatima vrijednosti katalaze. Najveća je bila kod pilića kontrolne skupine (1715,13), dok je najmanja vrijednost bila kod pilića pokusne skupine I (1418,54). Sve zabilježene razlike u vrijednostima enzima među skupinama nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$).

Ozbey i Esen (2007.) ističu da je analiza pokazatelja krvi veoma važna kod ovakvih istraživanja jer se tako dobiva jasnija slika o stanju antioksidativnog sustava organizma. Isti autori smatraju da proučavanje varijacija krvnih pokazatelja i aktivnosti enzima postavlja važan temelj za proučavanje pokazatelja rasta i proizvodnju jaja kod peradi. *Grbeša (2016.)* iznosi da kukuruz kao bogat izvor fitonutrijenata ima najveću antioksidativnu aktivnost među žitaricama. Fitonutrijenti su sadržani u svim dijelovima zrna. Tako se fenoli, dijetna vlakna i fitinska kiselina nalaze u omotaču, karotenoidi i rezistentni škrob u endospermu, a esencijalne masne kiseline, fitosteroli i vitamin E u klici. Zbog svega navedenog smatra se da hranidba kukuruzom ili određenim njegovim frakcijama unapređuje opće zdravstveno stanje životinja.

Povećanje udjela caklastog škroba u obroku pilića nije značajno povećalo aktivnost antioksidativnih enzima, pa se može zaključiti da u tim skupinama nije bilo većeg stresa niti potrebe za aktivacijom antioksidativne zaštite ili testirane količine nemaju utjecaj na aktivnost antioksidativnih enzima.

4.6.1. Antioksidativni status mesa pilića

U ovom istraživanju, prateći antioksidativni status krvi i mesa, analizirane su vrijednosti TBARS-a (pokazatelja užeglosti mesa) u mesu pilića u dva navrata: prvo mjerenje (u svježem mesu) i drugo mjerenje nakon sedam dana. U prvom mjerenju (u svježem mesu) najveće su vrijednosti bile kod pilića kontrolne skupine (0,098 mg MAL/kg), potom su niže zabilježene vrijednosti kod pilića pokusne skupine III (0,078 mg MAL/kg), još niže vrijednosti imalo je meso pilića pokusne skupine I (0,068 mg

MAL/kg), dok su najniže zabilježene vrijednosti u prvom mjerenju bile u mesu pilića pokusne skupine II (0,065 mg MAL/kg). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti TBARS-a u prvom mjerenju postigli su pilići kontrolne skupine u odnosu na piliće pokusnih skupinea I i II.

U drugom mjerenju TBARS-a (nakon sedam dana) najviše vrijednosti zabilježene su u mesu pilića pokusne skupine II (0,095 mg MAL/kg), nešto niže u mesu pilića pokusne skupine I (0,08 mg MAL/kg), pilići kontrolne skupine imali su vrijednost TBARS-a 0,068 MAL/kg, dok su značajno niže vrijednosti evidentirane u mesu pilića pokusne skupine III (0,048 mg MAL/kg). Statistički značajno veća ($P < 0,05$) razlika u vrijednosti TBARS-a 7 u mesu utvrđena je kod pilića pokusne skupine II u odnosu na piliće pokusne skupine III, ali i značajno veća kod pilića pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusne skupine III.

Cortinas i sur. (2005.) analizirali su TBARS kod brojlera Ross hibrida u različitim vremenskim intervalima poslije klanja radi praćenja stanja kakvoće pilećeg mesa. U ovom istraživanju TBARS je mjeren u sirovom mesu, u smrznutom sirovom mesu, u kuhanom mesu i u mesu smrznutom nakon kuhanja. TBARS vrijednosti u sirovom mesu pilića bile su niske, ali tijekom kuhanja i hlađenja značajno su se povećale. Lipidna oksidacija u kuhanom mesu i smrznutom mesu bataka nakon kuhanja bila je 12 odnosno 24 puta veća od oksidacije u sirovom mesu bataka. Naši rezultati sukladni su s prethodnim kada se promatraju pilići pokusnih skupina I i II jer je u tim skupinama vrijednost TBARS-a bila manja u svježem mesu, a nakon čuvanja (pri drugom mjerenju) se povećela. *Bošković (2016.)* navodi da ne postoji pravilnik niti standard kojim se propisuje maksimalno dozvoljena količina malondialdehida u mesu. Ipak, iz pregleda relevantne literature vidljivo je da postoje različiti podaci o količinama malondialdehida, pri čemu se senzornom analizom mogu detektirati neprijatni mirisi i užeglost mesa. *Insausti i sur. (2001.)* u svom su istraživanju zaključili da se pri TBK vrijednosti od 5 mg ili višoj MDA/kg detektira oksidacija u goveđem mesu. Suprotno njima, *Campo i sur. (2006.)* kao gornju granicu prihvatljivosti goveđeg mesa preporučuju TBA vrijednost od 2 mg MDA/kg. Za janjeće meso kao granicu prihvatljivosti *Rippoll i Muñoz (2011.)* predložili su vrijednosti od 1 mg MDA/kg, dok je za svinjsko meso ta granica 0,5 mg MDA/kg *(Dunshea i sur., 2005.)*. *Ruiz i sur. (2001.)* ističu da na senzorna svojstva mesa peradi velik utjecaj ima akumulacija aldehida, ketona, alkohola i laktona koji nastaju razgradnjom lipohidroperoksida.

U publikaciji Hrvatske agencije za hranu skupina autora ističe da užeglost mesa peradi počinje s 0,4 – 0,6 mg MDA/kg uzorka (mesa). Maksimalne TBARS vrijednosti koje se često koriste za svježe proizvode su 0,7 – 1,0 mg MDA/kg *(Medić i sur., 2011.)*. Isti autori navode da TBARS vrijednosti iznad 1 neki proizvođači smatraju neprihvatljivima jer ukazuju na užeglost. Prema iznesenim

graničnim vrijednostima publikacije Hrvatske agencije za hranu, u ovom istraživanju meso pilića imalo je vrlo nisku vrijednost MDA, što je daleko ispod vrijednosti karakterističnih za užeglo meso. Naime, u ovom istraživanju najviša vrijednost TBARS-a u prvom mjerenju (u svježem mesu) bila je kod pilića kontrolne skupine (0,098 mg MAL/kg), a u drugom mjerenju (nakon sedam dana) u mesu pilića pokusne skupine II (0,095 mg MAL/kg), što je svakako značajno ispod granice 0,4 – 0,6 mg MDA/kg.

U literaturi postoje brojni pokusi koji dokazuju zaštitni efekt različitih antioksidanata (vitamina E, selena i drugih) na užeglost mesa *(Naziroglou i sur., 2000.; Sahin i sur., 2001.).* Negativne posljedice lipidne oksidacije u hrani mogu se prevenirati upotrebom antioksidansa, kao što je *α*-tokoferol (α-TOC). Ovaj dodatak hrani sprječava oksidaciju lipida i tako povećava rok trajanja mesa *(Lin i sur., 1989.; Ahn i sur., 1995.; De Vinne i Dirinck, 1996.; Bou i sur., 2001.; Grau i sur., 2001. a, b).* Stoga je od velikog komercijalnog interesa da se procjeni zaštitni učinak *α*-Toc-a tijekom procesa skladištenja i kuhanja mesa peradi *(Ahn i sur., 1995.; King i sur., 1995.; Ruiz i sur., 1999.; Grau i sur., 2001. a, b).* Pored toga, dodatak *α*-Toc-a dozvoljava obogaćivanje pilećeg mesa ovim dodatkom *(Miller i Huang, 1993.; O'Neill i sur., 1998.; Bou i sur., 2004.).*

Slično našem istraživanju, neki su autori analizirali učinke primjene prirodnih antioksidanata u hrani domaćih životinja na oksidativnu stabilnost mesa ili mesnih prerađevina *(Tang i sur., 2000.; Botsoglou i sur., 2002.; Mason i sur., 2005.; Haak i sur., 2006.; O'Grady i sur., 2006.; Goni i sur., 2007.).* Tako su i *Smet i sur. (2008.)* proveli istraživanje s ciljem da se ispita učinak dodataka hrani brojlera u vidu biljnih ekstrakata bogatih prirodnim antioksidansima na oksidativnu stabilnost mesa. Kod različitih antioksidativnih tretmana u hrani, TBARS vrijednosti značajno su se povećale s vremenom čuvanja mesa, ali su i dalje ostale niske u svježem mesu (0,8). Poslije osam mjeseci zamrzavanja, TBARS vrijednosti ostale su prilično male kod različitih antioksidativnih tretmana, oko 0,25, iako je primjećeno značajno povećanje TBARS vrijednosti za vrijeme čuvanja na hladnom. Neki tretmani antioksidantima rezultirali su najnižim vrijednostima TBARS-a koje su ostale gotovo nepromijenjene tijekom čuvanja na hladnom ili su te vrijednosti vrlo malo povećane poslije zamrzavanja. *Smet i sur. (2008.)* u svojim rezultatima donose da je bilo više oksidativne zaštite kada su prirodni oksidansi primijenjeni u većim količinima. Slično tome potvrđuju i *Lau i King, (2003.)* te *Coetzee i Hoffman (2001.)* u svojim istraživanjima gdje su veće TBARS vrijednosti primijećene s povećanjem doze antioksidansa. To je u suprotnosti s rezultatima *Tanga i sur. (2000.)* koji su uočili jasno antioksidativno djelovanje koncentracije već od 100 do 300 mg antioksidansa/kg hrane. Prirodni antioksidansi kao dodaci hrani, a u svrhu zaštite od oksidacije, smatraju se manje efikasnim od tretmana sintetičkim antioksidansima.

Utvrđene manje vrijednosti TBARS-a u mesu pokusnih pilića potvrdile su, iako samo kod svježeg mesa, da je caklavi kukuruz u hrani pokusnih skupina pilića imao pozitivan učinak na antioksidativni status mesa. Iz zamrznutog mesa nakon sedam dana skladištenja može se potvrditi da samo tretman s najvišom koncentracijom caklavog kukuruza poboljšano djeluje na antioksidativni status mesa pilića.

4.7. Mikrobiološka analiza sadržaja slijepog crijeva pilića

U ovom istraživanju praćen je broj bakterija u slijepom crijevu pilića i to: broj enterokoka, enterobakterija i laktobacila. Iz rezultata je vidljivo da su enterokoki bili najbrojniji kod pilića pokusne skupine III (7,04), manji broj bakterija imali su pilići pokusne skupine II (6,20), potom pilići kontrolne skupine (6,11), dok je najmanji broj enterokoka zabilježen kod pilića pokusne skupine I (5,85). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti broja enterokoka imali su pilići pokusne skupine III u odnosu na piliće pokusnih skupina I i II te kontrolne skupine.

Broj enterobakterija u crijevu pilića bio je najveći kod pilića pokusne skupine III (7,65), nešto manji kod pilića pokusne skupine I (7,31), potom kod pilića pokusne skupine II (7,04), a najmanji broj enterobakterija u crijevu imali su pilići kontrolne skupine (6,87).

Laktobacili su bili najbrojniji u crijevu pilića pokusne skupine III (8,01), potom su nešto manji, a dosta ujednačen broj bakterija imali pilići pokusne skupine I i kontrolne skupine (7,93; 7,90), dok je najmanji broj laktobacila bio u crijevu pilića pokusne skupine II (7,76).

Šević (2016.) je u istraživanju analizirao utjecaj hranidbe brojlera s dodatkom različitih fitogenih aditiva na mikrobiološki sadržaj crijeva. Prema tim rezultatima vidljivo je da je najveći prosječan broj bakterija *E. coli* i *Enteroccocus* spp. bio kod brojlera kontrolne skupine, a najmanji kod brojlera pokusnih skupina u duodenumu, ileumu i cekumu. Prema istraživanju koje su proveli *Bird i sur. (2007.)* pri hrani svinja s povećanim količinama rezistentnog škroba povećava se koncentracija bifidobakterija i laktobacila u proksimalnom dijelu debelog crijeva u fecesu. Slično prethodnom navodu, *Brown i sur. (1997.)* su zaključili da je ukupno fekalno izlučivanje bifidobakterija bilo veće kod svinja koje su hranjene kukuruznim škrobom s visokim učešćem amiloze. Prema *Wongu i sur. (2006.)* laktobacili, kao i bifidobakterije od primarne su važnosti za očuvanje zdravlja probavnog sustava, kako ljudi, tako i životainja te uprkos tome što postoje dokazi da različiti izvori rezistentnog škroba imaju potencijalni prebiotski efekt na svinje, mehanizam kojim rezistentni škrob utječe na

raznolikost i populaciju mikroba nije još u potpunosti razjašnjen. *Grbeša (2004.)* iznosi kako veličina mljevenih čestica glavnih krmiva obroka i brzina probave škroba žitarica bitno određuju sklonost pilića prema nekim bolestima (nekrotičnom eneteritisu). Navodi i to da je za zdravlje pilića povoljnija krupnija meljava i sporoprobavljivi u odnosu na brzoprobavljivi škrob.

U literaturi se često mogu naći zaključci da rezistentni škrob stimulira rast korisnih bakterija kao što su: *Bifidobacterium, Lactobacillus, Eubacterium, Bacteroides, Enterobacter i Streptococcus*, što potvrđuje i ovo istraživanje jer je najveći broj svih analiziranih bakterija bio najveći kod pilića pokusne skupine III, koja je u hrani imala najveći udio caklastog škroba kukuruza. Pretpostavka je da ovaj povećan broj korisnih bakterija u crijevima pilića pokusnih skupina proistječe iz činjenice da se rezistentni škrob ne razgrađuje u tankim crijevima, nego u debelom i slijepom crijevu uz pomoć mikropopulacije. Ondje mikroorganizmi mliječno-kiselih bakterija razgrađenu glukozu iz škroba koriste za sintezu nižih masnih kiselina, najviše maslačne.

4.7.1. Kemijska analiza fecesa

U ovom istraživanju pri analizi fecesa najveća količina vode zabilježena je kod pilića kontrolne skupine (71,99 %). Prosječna vrijednost vode fecesa kod pilića kontrolne skupine bila je i statistički značajna ($P < 0,05$) u odnosu na sve tri pokusne skupine. Statistički značajno bolja vrijednost ($P < 0,05$) vode u fecesu zabilježena je kod pilića pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusnih skupina II i III te među pilićima pokusne skupine III u odnosu na piliće pokusne skupine II. Vrijednosti sadržaja sirovih bjelančevina u fecesu pilića bile su i statistički značajne ($P < 0,05$) između pilića pokusne skupine III (36,03 %) u odnosu na piliće pokusnih skupina I (33,84 %) i II (33,72 %) te pilića kontrolne skupine (32,81 %). Sadržaj sirovih masti u fecesu bio je najveći kod pilića pokusne skupine II (13,87 %), dok je najmanji postotak evidentiran kod pilića kontrolne skupine (12,58 %). Utvrđene razlike sadržaja masti fecesa pilića među skupinama nisu bile statistički značajne ($P > 0,05$). Najveći sadržaj sirove celuloze u fecesu zabilježen je kod pilića pokusne skupine I (17,97 %), što je bilo i statistički značajno ($P < 0,05$) u odnosu na piliće pokusnih skupina II i III (16,25 %; 16,14 %). Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti sadržaja sirovog pepela u fecesu utvrđene su kod pilića pokusne skupine I (16,41 %) i kontrolne skupine (16,06 %) u odnosu na piliće pokusnih skupina II (15,24 %) i III (15,20%). *Sun i sur. (2006.)* u svom istraživanju navode da rezistentni škrob može utjecati na smanjenje fekalne probavljivosti sirovih proteina uz povećanje fekalnog N kod svinja. Ovi autori smatraju da različiti

izvori rezistentnog škroba s jednakim sadržajem u obroku mogu i različito utjecati na iskorištenost hranljivih tvari.

Rideout i sur. (2008.) su u hranu svinja dodavali rezistentni škrob iz različitih izvora (kukuruznog i krumpirovog škroba). Prema njihovim rezultatima, svinje hranjene s dodatkom 100 g/kg krumpirovog škroba imale su nižu ukupnu probavljivost sirovih proteina u usporedbi s kontrolnom skupinom, dok kod svinja hranjenih s dodatkom 100 g/kg kukuruznog škroba nisu zabilježene razlike.

S obzirom na rezultate analize nutritivnih pokazatelja fecesa pilića, moguće je tvrditi da je povećan udio caklastog endosperma kukuruza imao utjecaj na iskoristivost hranjivih tvari. Na temelju povećane vrijednosti bjelančevina u fecesu pilića pokusnih tretmana dobiva se i odgovor zašto je izostao značajniji učinak caklastog endosperma na proizvodne rezultate pilića. Iako je povećan broj korisnih bakterija u crijevima očito pridonio boljem zdravstvenom statusu pilića pokusnih tretmana, izostao je i pojačan intenzitet razgradnje proteina zeina i granule škroba u caklastom endospermu koju obavija, što je rezultiralo manjim proteinskim i energetskim učinkom hrane pokusnih tretmana. Međutim, zbog veće količine škroba raspoloživog za razvoj korisnih bakterija u donjim dijelovima crijeva, došlo je do bolje formiranog fecesa, tj. manje vode u fecesu kod pokusnih skupina pilića.

5. ZAKLJUČAK

Na temelju istraživanja utjecaja caklastog (rezistentnog) endosperma kukuruza u hrani pilića brojlera na osnovne proizvodne pokazatelje, antioksidativni status krvi i mesa pilića, mikrobiološku analizu sadržaja crijeva, kvalitetu pilećih trupova i klaonička svojstva, kemijski sastav fecesa te biokemijske pokazatelje krvi, utvrdili smo pozitivan utjecaj na sljedeće pokazatelje:

- dnevni prirast, i to na kraju pokusa pri hranidbi s udjelom caklastog endosperma kukuruza od 50 %
- trend veće konzumacije hrane kroz četiri tjedna kod pilića koji su također imali udio caklastog endosperma kukuruza od 50 % u smjesama
- konverziju hrane u prvom dijelu pokusa pri hranidbenom tretmanu sa 75% caklastog škroba kukuruza
- razinu ukupnih bjelančevina u krvi, randman, relativan udio masti, relativan udio bataka, relativan udio zabataka, udio leđa, gledano u postotku na masu trupa te relativan udio zdjelice. Također, vrijednosti masti u mesu zabataka svih triju pokusnih skupina bile su manje nego kod pilića kontrolne skupine te je moguće tvrditi da caklasti endosperm kukuruza u hrani ima učinak na smanjenje sadržaja masti u mesu zabatka. Moguće je zaključiti i da je utjecaja bilo na sadržaj pepela u mesu zabatka, sadržaj bjelančevina u mesu zabatka, kao i sadržaj bjelančevina u mesu prsa pilića
- povećanu vrijednost b* indeksa kože i mesa prsa. Na temelju prosječnih vrijednosti triju pokazatelja, može se tvrditi da je povećana vrijednost b* indeksa kože i mesa prsa u svim pokusnim skupinama posljedica hranidbenih tretmana, a osobito pri mjerenju boje kože.
- vrijednosti TBARS-a jer se može tvrditi da je došlo do pozitivnog utjecaja na pokazatelje užeglosti mesa s obzirom na bolju stabilnost oksidacije lipida u mesu
- povećanje broja analiziranih bakterija (enterokoka, enterobakterija i laktobacila) u crijevima pilića.

Određeni kvalitativni pokazatelji kod pilića brojlera bili su bolji prilikom hranidbe s povećanim udjelima caklastog škroba kukuruza pa se može tvrditi da bi pri drugim koncentracijama i različitom vremenu primjene ove komponente u tovu pilića pozitivno djelovalo i na kvantitativne pokazatelje.

6. LITERATURA

1. Abd El-Khalek, E., Janssens, G.P.J. (2010.): Effect of extrusion processing on starch gelatinisation and performance in poultry. World Poult. Sci. J., 66: 53-63.
2. Abdel-Raheem, H.A., Sayed, A.N., Gazia, N.A., El-Maswar, Y.S. (2005.): Evaluation of full-fat soy beans and corn gluten meal as protein sources in broiler diets. Assiut. Vet. Med. J., 40-57.
3. Abdollahi, M.R., Ravindran, V., Svihus B. (2013.): Pelleting of broiler diets: An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. Animal Feed Science and Technology. 179: 1-23.
4. Adams C. A. (2004.): Nutricines in poultry production: focus on bioactive feed ingredients, Nutrition abstracts and reviews: Series B 74, 1-12, Nutritional Services department, Kemin Europa, Belgium.
5. Adeola, O. (2005.): Metabolisable energy and amino acid digestibility of high-oil maize, low-phytate maize and low-phytate soybean meal for broiler chicken. British Poultry Science, 607-614.
6. Ahn, D. U., Wolfe, F. H., Sim, J. S. (1995.): Dietary α-linolenic acid and mixed tocopherols, and packaging influences on lipid stability in broiler chicken breast and leg muscle. J. Food Sci., 5: 1013-1018.
7. Allen, C. D., Fletcher, D. L., Northcutt, J. K., Russell, S. M. (1998.): The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf life. Poultry Science, 77: 361 - 366.
8. Al-Marzooqi, W., Wiseman, J. (2009.): Effect of extrusion under controlled temperature and moisture conditions on ileal apparent amino acid and starch digestibility in peas determined with young broilers. Anim. Feed. Sci. Tech., 153: 113-130.
9. Andersen, H. J., Oksbjerg, N., Young, J. F., Therkildsen, M. (2005.): Feeding and meat quality - a future approach. Meat Science, 543-54.
10. Andrewartha, K. A., Caple, I. W. (1980.): Effects of changes nutritional copper on erythrocyte superoxide dismutase activity in sheep. Research in Veterinary Science, 28: 101-104.
11. Anton, M., Gatellier, P., Renerre, M. (1996.): Meat color and lipid oxidation. Meat Focus International, 5: 159-160.
12. Araujo, L. F., Janquerira, O. M., Araujo, C. S, S., Faria, D. E., Andreatti, M. O. (2004.): Different criteria of feed formulation for broilers aged 43 to 49 days. Brazilian J. Poultry Sci.,

6 : 61-64.

13. Arenas, F. A., Díaz, W. A., Leal, C. A., Pérez-Donoso, J. M., Imlay, J. A., Vásquez, C. C. (2010.): The Escherichia coli btuE gene, encodes a glutathione peroxidase that is induced under oxidative stress conditions. Biochemical and Biophysical Research Communications, 398: 4, 690 - 694.
14. Atapattu, N. S. B. M., Senevirathne, T. S. M. S. (2013.): Effects of increasing levels of dietary cooked and uncooked banana meal on growth performance and carcass pokazateljs of broiler chicken. Pak. Vet. J., 33 (2): 179-182.
15. Aydemir, T., Öztürk, R., Bozcaya, L. A., Tarhan, L. (2000.): Effects of antioxidant vitamins A, C, E and trace elements Cu, Se on CuZnSOD, GSH-Px, CAT and LPO levels in chicken erythrocytes. Cell Biochemistry and Function, 18: 109-115.
16. Babatunde, G. M. (1992.): Availability of banana and plantain products for animal feeding. In: Roots, Tubers, Plantations and Bananas in Animal Feeding. Proc FAO Expert Consultation, CIAT, Cali. Colombia, 251-276.
17. Babić, J., Milićević, D., Vranić, D., Lukić, M., Petrović, Z. (2014.): Uticaj sezone transporta na dobrobit brojlera i odabrane pokazatelje kvaliteta mesa brojlera. Tehnologija mesa, 55, 1, 46-53.
18. Babidis, V., Florou-Paneri, P., Kufidis, D., Christaki, E., Spais, A.B., Vassilopoulos, V. (2002.): The use of corn gluten meal instead of herring and meat meal in broiler diets and its effect on performance, carcass fatty acid composition and other carcass characteristics. Arch Geflugelkunde, 145-150.
19. Bach Knudsen, K. E. (2011.): Triennial growth symposium: effect of polymeric carbohydrates on growth and development in pigs. J. Anim. Sci., 89: 1965-1980.
20. Bach Knudsen, K. E., Hedemann, M. S., Lærke, H. N. (2012.): The role of carbohydrates in intestinal health of pigs. Anim. Feed Sci. Technol., 173: 41-53.
21. Baltić, Ž. M. (1993.): Kontrola namirnica. Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd.
22. Baltić, Ž. M., Dragićević, O., Karabasil, N. (2003.): Meso živine – značaj i potrošnja. Zbornik referata i kratkih sadržaja. 15. savetovanje veterinara Srbije, Zlatibor, 189-198.
23. Baras, J., Šušić, S. (1982.): Prehrambena tehnologija. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd.
24. Barbut, S., (2002.): Preservation by chilling, heating and other means. In: Poultry Products Processing. An Industry Guide, Boca Raton, FL: CRC Press, Chap.7.

25. Barbut, S., Zhang, L., Marcone, M. (2005.): Effects of pale Normal and Dark Chickens Poultry Breast Meat on Microstructure Extracable Proteins and Cooking of Marinated Fillets. Poult. Sci., 84: 797-802.
26. Bastić, LJ. (1986.): Sastav i termičko ponašanje intramuskularnih lipida M.semimembranosus svinja. Doktorska disertacija, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd.
27. Bašić, M., Cvrk, R., Sadadinović, J., Božić, M., Čorbo, S., Pucarević, M. (2010.): Utjecaj vrste masti u hrani za piliće na oksidativnu stabilnost lipida smrznutog pilećeg mesa tjekom skladištenja. Meso, XII, 7-8, 4, 231-236.
28. Batal, A. B., Parsons, C. M. (2004.): Utilization of various carbohydrate sources as affected by age in the chick. Poult. Sci., 83:1140-1147.
29. Bekrić, V. (1997.): Upotreba kukuruza. Institut za kukuruz „Zemun Polje", Beograd – Zemun.
30. Bekrić, V. (1999.): Industrijska proizvodnja stočne hrane. Institut za kukuruz „Zemun polje", Beograd – Zemun.
31. BeMiller, J. N., Whistler, R. L. (1996.): Carbohydrates. U: Food Chemistry. O. R. Fennema, MarcelDekker, Inc. New York, 191-204.
32. BeMiller, J. N., Whistler, R. L. (2009.): Starch: Chemistry & Technology, 3rd Ed. Academic Press, SAD, Kanada, UK.
33. Bihan-Duval, E., Milet, N., Remignon, H. (1999.): Broiler Meat Quality: Efect of Selection for Increased Carcass Quality and estimates of Genetic Pokazateljs. Poultry Science, 78: 822-6.
34. Bilgili, S. F., (2002.): Poultry meat processing and marketing - what does the future hold? Poultry international, 10: 41, 12-22.
35. Bird, A. R., Vuaran, M., Brown, I., Topping, D. L. (2007.): Two high-amylose maize starches with different amounts of resistant starch vary in their effects on fermentation, tissue and digesta mass accretion and bacterial populations in the large bowel of pigs. Br. J. Nutr., 97: 134-144.
36. Birt, D. F., Boylston, T., Hendrich, S., Lin Jane, J., Hollis, J., Li, L., McClelland, J., Moore, S., Phillips, G. J., Rowling, M., Schalinske, K., Scott, M. P., Whitley, E. M. (2013.): Resistant starch: promise for improving human health. Adv. Nutr., 4: 587-601.
37. Bjedov, S., Đukić-Stojčić, M., Perić, L., Žikić, D., Vukić-Vranješ, M., (2009.): Effect of probiotic on performance of broiler chickens. Contemporary Agriculture, 58: 1-2, 86- 91.

38. Bjedov, S., Ljubojević, D. B., Milošević, N., Stanaćev, V., Đukić, M. (2011.): Productin performance of meat type hybrids. Biotechnology in animal husbandry, Institut for animal husbandry, Zemun-Beograd. 27: 4, 1689-1696.
39. Blagojević, M., Pavlovski, Z., Škrbić, Z., Lukić, M., Milošević, N., Perić, L. (2009.): Uticaj genotipa brojlerskih pilića na kvalitet trupa u ekstenzivnom sistemu gajenja. Acta Veterinaria, 91-7.
40. Bošković, M. (2016.): Ispitivanje uticaja odabranih etarskih ulja na rast Salmonella spp. u mesu svinja pakovanog u vakum i modifikovanu atmosferu. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
41. Botsoglou, N. A., Christaki, E., Fletouris, D. J., Florou-Paneri, P.A., Spais, B. (2002.): The effect of dietary oregano essential oil on lipid oxidation in raw and cooked chicken during refrigerated storage. Meat Sci., 62: 259-265.
42. Bou, R., Guardiola, F., Grau, A., Grimpa, S., Manich, A., Barroeta, A., Codony, R. (2001.): Influence of dietary fat source, α-tocopherol, and ascorbic acid supplementation on sensory quality of dark chicken meat. Poult. Sci., 80: 1-8.
43. Bou, R., Guardiola, F., Tres, A., Barroeta, A. C., Codony, R. (2004.): Effect of dietary fish oil, and α-tocopheryl acetate and zinc supplementation on the composition and consumer acceptability of chicken meat. Poult. Sci., 83: 282-292.
44. Bozcaya, L.A., Özturk-Ürek, R., Aydemir, T., Tarhan, L. (2001.): Effects of Se, Cu and Se + vitamin E deficiency on the activities of CuZnSOD, GSH-Px, CAT and LPO levels in Chicken erythrocytes. Cell Biochemistry and Function, 19: 153-157.
45. Branković Lazić, I. (2015.): Uticaj primene konjugovane linolne kiseline u ishrani na proizvodne rezultate i kvalitet mesa brojlera. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
46. Brewer, S. (2004.): Irradiation effect on meat color- a review. Meat Science, 68: 1: 1-17.
47. Brito, A. B., Stringhini, J. H., Cruz, C. P., Xavier, S. A. G., Leandro, N. S. M., Cafe, M. B. (2005.): Effects of corn germ meal on broiler performance and carcass yield. Arch. Bras. Med. Vet. Zootech., 241-249.
48. Brown, I., Warhurst, M., Arcot, J., Playne, M., Illman, R. J., Topping, D. L. (1997.): Fecal numbers of bifidobacteria are higher in pigs fed bifidobacterium longum with a high amylose cornstarch than with a low amylose cornstarch. J. Nutr., 127: 1822-1827.
49. Buchanan, N. P., Lilly, K. G. S., Moritz, J. S,. (2010.): The effects of diet formulation,

manufacturing technique, and antibiotic inclusion on broiler performance and intestinal morphology. The Journal of Applied Poultry Research, 121-131.

50. Campo, M. M., Nute, G. R., Hughes, S. I., Enser, M., Wood, J. D., Richardson, R. I. (2006.): Flavour perception of oxidation in beef. Meat Science, 72: 303-311.
51. Carré, B. (2004.): Causes for variation in digestibility of starch among feedstuffs. World's Poult. Sci. J., 76-89.
52. Castanon, F., Han, Y., Parsons, C. M. (1990.): Protein quality and metabolizable energy of corn gluten feed. Poultry Sci., 1165-1173.
53. Castellini, C., Mugnai, C., Dal Bosco, A. (2002.): Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. Meat Science, 60: 219-225.
54. Caviti, L. C., Youm, G. W., Meullenet, J. E., Owens, C. M., Xiong, R. (2004.): Prediction of Poultry Meat Tenderness Using Razor Blade Shear, Allo- Kramer Shear and Sacromere Lenght. Journal of Food Science, 69: 1.
55. Chaijan, M. (2008.): Lipid and myoglobin oxidations in muscle foods. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 30: 47-53.
56. Chambers, J. R., (1990.): Genetics of growth and meat production in chickens. Poultry breeding and genetics Amsterdam, Elsevier, 599–643.
57. Champ, M. M. J., Molis, C., Flourie, B., Bornet, F., Pellier, P., Colonna, P., Galmiche, J. P., Rambaud, J. C. (1998.): Small intestinal digestion of partially resistant cornstarch in healthy subjects. Am. J. Clin. Nutr., 68: 705-710.
58. Chelikani, P., Fita, I., Loewen, P. C. (2004.): Diversity of structures and properties among catalases. Cellular and Molecular Life Sciences CMLS, 61: 2, 192-208.
59. CIE (1976.): Colorimetry: Official Recommendations of the International Commission on Illumination. Paris: Comisión Internationale de l'Èclairage (International Commission on Illumination). CIE No. 15, E-1.3.1.
60. Coetzee, G. J. M., Hoffman, L. C. (2001.): Effect of dietary vitamin E on the performance of broilers and quality of broiler meat during refrigerated and frozen storage. S. Afr. J. Anim. Sci., 31: 158-173.
61. Cook, S. I., Sellin, J. H. (1998.): Review article: short chain fatty acids in health and disease. Aliment Pharmacology & Therapeutics, 12: 499-507.
62. Cortinas, L., Barroeta, A., Villaverde, C., Galobart, J., Guardiola, F., Baucells, M. D. (2005.): Influence of the Dietary Polyunsaturation Level on Chicken Meat Quality: Lipid Oxidation.

Poultry Science, 84: 48-55.

63. Cramer, K. R., H. R. Wilson, J. S. Moritz, and R. S. Beyer. (2003.): Effect of sorghum-based diets subjected to various manufacturing procedures on broiler performance. J. Appl. Poult. Res., 12: 404-410.
64. Cresci, A., Orpianesi, C., Silvi, S., Mastrandrea, V., Dolara, P. (1999.): The effect of sucrose or starch-based diet on short chain fatty acids and faecal microflora in rats. Journal of applied microbiology, 86: 245-250.
65. Cristiane M.G Silva, Maria Beatriz A Gloria. (2002.): Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at +4˚C and in chicken based meat product. Food Chemistry, 78: 2, 241-248.
66. Cummings, J. H., Macfarlane, G. (1991.): The control and consequences of bacterial fermentation in the human colon. J. Appl. Bacteriol., 70: 443-459.
67. Cunningham, D. L., Combs, G. F., Saroka, J. A., La Vorgna, M. W. (1987.): Response to divergent selection for early growth of chickens fed a diet deficient in selenium. Poult. Sci., 66: 209-214.
68. Dadgar, S. (2010.): Effect of cold stress during transportation on post-mortem metabolism and chicken meat quality. Doctoral thesis, University of Saskatchewan, Canada.
69. De Schrijver, R., Vanhoof, K., Vande Ginste, J. (1999.): Nutrient utilization in rats and pigs fed enzyme resistant starch. Nutrition Research, 19 (9): 1349-1361.
70. De Winne, A., Dirinck, P. (1996.): Studies on vitamin E and meat quality. 2. Effect of feeding high vitamin E levels on chicken meat quality. J. Agric. Food Chem., 44: 1691-1696.
71. Deeb, N., Lamont, S. J., (2002.): Genetic Architecture of Growth and Body Composition in Unique Chicken Populations. The American Genetic Association, 93, 107-118.
72. Del Rio, D., Serafini, N., Pellegrini, N. (2002.): Selected methodologies to assess oxidative/antioxidant status in vivo. Nutrition Metabolism and Cardiovascular Diseases, 12: 343-351.
73. Del Rio, D., Stewart, A. J., Pellegrini, N. (2005.): A review of recent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 15: 316-328.
74. Domaćinović, M. (2006.): Hranidba domaćih životinja, Osnove hranidbe. Krmiva, Poljoprivredni fakultet Osijek.
75. Domaćinović, M., Antunović, Z., Džomba, E., Opačak, A., Baban, M., Mužic, S. (2015.):

Specijalna hranidba domaćih životinja. Poljoprivredni fakultet Osijek.

76. Đorđević, N., Dinić, B. (2011.): Proizvodnja smeša koncentrata za životinje. Institut za krmno bilje, Kruševac.
77. Đorđević, N., Grubić, G., Vitorović, D., Joksimović-Todorović, M., Jokić, Ž., Stojanović, B., Davidović, V. (2006.): Savremena dostignuća u pripremanju hrane i ishrani domaćih životinja. XVII inovacije u stočarstvu. Poljoprivredni fakultet Zemun, Biotehnologija u stočarstvu, 22 (poseban broj), 85-102.
78. Đorđević, N., Makević, M., Grubić, G., Jokić, Ž. (2009.): Ishrana domaćih i gajenih životinja. Poljoprivredni fakultet, Zemun.
79. Dransfield, E., Sosnicki, A. A., (1999.): Relationship between muscle growth and poultry meat quality. Poult Sci., 78: 743-746.
80. Drew, M. D., Schafer, T. C., Zijlstra, R. T. (2012.): Glycemic index of starch affects nitrogen retention in grower pigs. J. Anim. Sci., 90: 1233-1241.
81. Dröge, W. (2002.): Free radicals in the physiological control of cell function. Physiological Reviews, 82: 1, 47-95.
82. Đukić-Stojčić, M., Bjedov, S., Milošević, N., Tolimir, N. (2008.): Behavior of fast growing broilers in first weeks of age. Contemporary Agricurture, 57: 3-4, 21-26.
83. Dunshea, F. R., D'souza, D. N., Pethick, D. W., Harper, G. S., Warner, R. D. (2005.): Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. Meat Science, 71: 8-38.
84. Duthie, G., Campbell, F., Bestwick, C., Stephen, S., Russell, W. (2013.): Antioxidant effectiveness of vegetable powders on the lipid and protein oxidative stability of cooked turkey meat patties: Implications for health. Nutrients, 5: 1241-1252.
85. Džinić, N., Tomović, V., Petrović, L., Perić, L. (2006.): Uticaj dodatka Se različitog porekla u hranu za piliće na kvalitet Mm. pectoralis. Tehnologija mesa, 47(5-6): 199-203.
86. Eckhoff, S. R., Watson, S. A. (2009.): Corn and sorghum starches: Production. U Starch: Chemistry and technology (BeMiller J, Whistler R). Academic Press, USA, 373-439.
87. El Rammouz, R., Berri, C., Le Bihan-Duval, E., Babile, R., Fernandez, X. (2004.): Breed Differences in the Biochemical Determinism of Ultimate pH in Breast Muscles of Broiler Chickens-A Key Role of AMP Deaminase? Poultry Science, 83: 8, 1445 - 1451.
88. El-Khalek, E. A., Janssens, G. P. J. (2010.): Effect of extrusion processing on starch gelatinisation and performance in poultry. World's Poultry Science Journal, 53-63.

89. Enting, H., Pos, J., Weurding, R. E., Veldman, A. (2005.): Starch digestion rate affects Broiler Performance. Aust. Poult. Sci. Sump., 17: 17-20.
90. Farahat, G. S., Eissa, E. A., Balogh, K., Mézes, M. (2008. b): Glutathione peroxidase activity in different breeds and sexes of chickens during embryonic development up to peak of egg production. J. of Anim, and Feed Sci., 17: 588-599.
91. Farahat, G. S., Eissa, E. A., Mézes, M. (2008. a): Effect of genotype, heterosis and sex on body weight and red blood cell haemolysate and blood plasma glutathione peroxidase activity at the age of sexual maturity in chickens. J. Poult. Sci., 45:180-185.
92. Fellenberg, M. A., Speisky, H. (2006.): Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. World's Poultry Science Journal, 62. DOI: 10.1079/WPS200584.
93. Fidaleo, M. (2010.): Peroxisomes and peroxisomal disorders: the main facts. Experimental and Toxicologic Pathology, 62: 6, 615-625.
94. Filipović, S., Sakač, M., Ristić, M., Milošević, N., Filipović, J. (2006.): Tehnološki postupak proizvodnje kukuruznog stočnog brašna. Savremena poljoprivreda, 3-4: 75-80.
95. Fletcher, D. L. (1997.): Quality of Poultry Meat.Texture and Color. Proceedings Georgia International Poultry Course, Athens, GA.
96. Fletcher, D. L. (1999.): Broiler breast meat color variation, pH, and textura. Poult. Sci., 78:1323-1327.
97. Fletcher, D. L. (2006.): The relationship between breast muscle colour variation and meat functionality. Proceedings 12. European Poultry conference, Verona, Italy.
98. Florowski, T., Pisula, A., Slowinski, M., Orzechowska, B. (2006.): Processing suitability of pork from different breeds reared in Poland. Acta. Sci. Pol., Technologia Alimentaria, 5 (2): 55-64.
99. Food and agriculture organization of the United nations (www.fao.org) "Preparation of washed chicken red blood cells".
100. Fridovich, I. (1997.): Superoxide anion radical (O2.), superoxide dismutases and related matters. Journal of Biological Chemistry, 272: 18515-18517.
101. Fuentes-Zaragoza, E., Sánchez-Zapata, E., Sendra, E., Sayas, E., Navarro, C., Fernández-López, J., Pérez-Alvarez, J. A. (2011.): Resistant starch as prebiotic: a review. Starch/St¨arke, 63: 406-415.
102. Gadzirayi, C. T., Masamha, B., Mupangwa, J. F., Washaya, S. (2012.): Performance of Broiler

Chickens Fed on Mature Moringa oleifera Leaf Meal as a Protein Supplement to Soyabean Meal. Int. J. Poult. Sci., 11: 5-10.

103. Gardzielewska, J., Jabukowska, M., Tarasewicz, Z., Szczerbinska, L. (2005.): Meat quality of broiler quail fed on feeds with different protein content. Electronic Journal of Polish agricultural Universites, Animal Husbandry, 8: 1.
104. Gihan, S., Farahat, A. M., Abdel, A., Osman, A. M. R. (2009.): Breed differences and phenotypic correlations of antioxidant enzymes activities, some physiological pokazateljs and productive traits of chicken. Egypt. Poult. Sci., 29: 2, 623- 644.
105. Gilin T. (2003.): Poultry meat output to reach 143 MT by 2030. Poultry Internationale, 1 (42): 206.
106. Giuberti, G., Gallo, A., Cerioli, C., Masoero, F. (2012. a): In vitro starch digestion and predicted glycemic index of cereal grains commonly utilized in pig nutrition. Anim. Feed Sci., Technol., 174: 163-173.
107. Giuberti, G., Gallo, A., Masoero, F. (2012. b): Plasma glucose response and glycemic indices in pigs fed diets differing in in vitro hydrolysis indices. Animal, 6: 1068-1076.
108. Giuberti, G., Gallo, A., Masoero, F., Ferraretto, L. F., Hoffman, P. C., Shaver, R. D. (2014.): Factors affecting starch utilization in large animal food production system: a review. Starch/St¨arke, 66: 72-90.
109. Glamočlija, N. (2013.): Uporedna analiza mesnatosti trupova i odabranih pokazatelja kvaliteta mesa brojlera. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
110. Goni, I., Brenes, A., Centeno, C., Viveros, A., Saura-Calixto, F., Rebole´, A., Arija, I., Estevez, R. (2007.): Effect of dietary grape pomace and vitamin E on growth performance, nutrient digestibility, and susceptibility to meat lipid oxidation in chickens. Poult. Sci., 86: 508-516.
111. Grau, A., Codony, R., Grimpa, S., Baucells, M. D., Guardiola, F. (2001. a): Cholesterol oxidation in frozen dark chicken meat: influence of dietary fat source, and α-tocopherol and ascorbic acid supplementation. Meat Sci., 57: 197-208.
112. Grau, A., Guardiola, F., Grimpa, S., Barroeta, A. C., Codony, R. (2001. b): Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: Influence of dietary fat and α-tocopherol and scorbic acid supplementation. Poult. Sci., 80:1630 - 1642.
113. Grbeša, D. (2004.): Hranidbena potpora imunosti tovnih pilića. Praxis Veterinaria, 52: 1-2. 77-94.
114. Grbeša, D. (2008.): Bc hibridi kukuruza u hranidbi životinja. Bc Insitut za oplemenjivanje i proizvodnju bilja.

115. Grbeša, D. (2016.): Hranidbena svojstva kukuruza. Bc Institut, Zagreb.
116. Grbeša, D., Homen, B., Kis, G. (2005.): Influence of the corn endosperm type on the in vitro starch digestion rate in the small intestine of broiler chickens. World's Poultry Science Association (WPSA), Proceedings of the 15th European Symposium on poultry nutrition, Balatonfüred, Hungary, 503-506.
117. Gulati, M., Kohlman, K., Ladisch, M. R., Hespell, R., Bothast, R. J. (1996.): Assesment of ethanol production options for corn products. Bioresource Technology, 58: 253-264.
118. Haak, L., Raes, K., Smet, K., Claeys, E., Paelinck, H., De Smet, S. (2006.): Effect of dietary antioxidant and fatty acid supply on the oxidative stability of fresh and cooked pork. Meat Sci., 74: 476-486.
119. Halliwell, B., Gutteridge, J. M. C. (1989.): Free radicals, ageing and disease. Free Radicals in Biology and Medicine, second ed. Oxford University Press Inc., New York, USA.
120. Halliwell, B., Gutteridge, J. M. C. (1999.): Free Radicals in Biology and Medicine, third ed. Oxford University Press Inc., New York, USA.
121. Halliwell, B., Gutteridge, J. M. C. (2007.): Free Radicals in Biology and Medicine, fourth ed. Oxford University Press Inc., New York, USA.
122. Halušková, L. U., Valentovičová, K., Huttová, J., Mistrík, I., Tamás, L. (2009.): Effect of abiotic stresses on glutathione peroxidase and glutathione S-transferase activity in barley root tips. Plant Physiology and Biochemistry, 47: 11, 1069-1074.
123. Hansen, E., Juncher, D., Henckel, P., Karlsson, A., Bertelsen, G., Skibsted, L. H. (2004. a): Oksidative stability of chilled pork chops folowing long term freeze storage. Meat Science, 68: 2, 185-191.
124. Hansen, E., Lauridsen, L., Skibsted, L. H., Moawad, R. K., Andersen, M. L. (2004. b): Oxidative stability of frozen pork patties: Effect of fluctuating temperature on lipid oxidation. Meat Science, 68: 2.
125. Haralampu, S.G. (2000.): Resistant starch - a review of the physical properties and biological impact of RS3. Carbohydrate Polymers, 41: 285-292.
126. Has-Schoen, E., Škrtić, Z., Kralik, G. (2008.): Beneficial effects of different dietary oils on cholesterol level and fatty acids profile of turkey pectoral muscle. Italian J. of Animal Sci., 7: 2, 161-171.
127. Heacock, P. M., Hertzler, S. R., Wolf, B. (2004.): The glycemic, insulinemic, and breath hydrogen responses in humans to a food starch esterified by 1-octenyl succinic anhydride.

Nutrition Research, 24: 581-592.

128. Heijnen, M. L. A., Van Amelsvoort, J. M. M., Deurenberg, P., Beynen, A. C. (1996.): Neither raw nor retrograded starch lowers fasting serum cholesterol levels in healthy, normolipidemic subjects. American Journal of Clinical Nutrition, 312-318.
129. Hetland, H., Svihus, B., Krogdahl, Å. (2003.): Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. Br. Poult. Sci., 275-282.
130. Hetland, H., Svihus, B., Olaisen, V. (2002.): Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestiility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. Br. Poult. Sci., 416-423.
131. Hetland, H., Uhlen, A. K., Viken, K. H. K., Krekling, T., Svihus, B. (2007.): Hagberg falling number and the nutritional value of wheat in broiler chicken diets. Br. Poult. Sci., 12-20.
132. Higgins, J. A., Brown, I. L. (2013.): Resistant starch: a promising dietary agent for the prevention/treatment of inflammatory bowel disease and bowel cancer. Curr. Opin. Gastroenterol., 29: 190-194.
133. Holland, C. D. (1971.): Determination of Malonaldehyde as an Index of Rancidity of Nut Meats. J. Assoc. Off. Anal. Chem., 54, (5): 1024-1026.
134. Honfo F. G., Tenkouano, A., Coulibaly, O. (2011.): Banana and plantainbased foods consumption by children and mothers in Cameroon and Southern Nigeria: A comparative study. Afr. J. Food Sci., 5: 287-291.
135. Honikel, H. O., (2006.): Conversion of muscle to meat. In: Jenser WK, ed., Encyclopedia of Meat Science. New York: Elsevier, 314-318.
136. Insausti, K., Beriain, M. J., Purroy, A., Alberti, P., Gorraiz, C., Alzueta, M. J. (2001.): Shelf life of beef from local Spanish cattle breeds stored under modified atmosphere. Meat Science, 57: 273-281.
137. Ivanović, S. (2003.): Ispitivanje uticaja probiotika na odabrane pokazatelje kvaliteta i higijenske ispravnosti pilećeg mesa. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
138. Janisch, S., Krischek, C., Wicke, M. (2011.): Color values and other meat quality characteristics of breast muscles collected from 3 broiler genetic lines slaughtered at 2 ages. Poult. Sci., 90: 1774-1781.
139. Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C. (2000.): Resistant starches. Current opinion in

Gastroenterology, 16: 178-183.

140. Jensen, L.S. (2000.): Influence of pelleting on the nutritional needs of poultry. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 35-46.
141. Jovanović, R., Dujić, D., Glamočić, D. (2001.): Ishrana domaćih životinja. Stylos, Novi Sad.
142. Jovanović, S., Miladinović, D., Stamenković, T. (2004.): Proizvodnja živinskog mesa u svijetu i njene tendencije. Tehnologija mesa, 45, 5-6, 207-211.
143. Kijowski, J., Niewiarovicz, A., Kijawska-Biernat, B. (1982.): Biochemical and tehnological characteristics of hot chicken meat. Journal of Food Technology, 17: 553-560.
144. King, A. J., Uijttenboogaart, T. J., Vries, A. W. (1995.): α-Tocopherol, β-carotene and a scorbic acid as antioxidant in stored poultry muscle. J. Food Sci., 60: 1009-1012.
145. Kishowar, J., Alistair, P., Corrinne, MS. (2004.): Fatty acid composition, antioxidant and lipid oxidation in chicken breast from diffrerent production regimes. Int. J. Food Sci Technol., 39: 443-453.
146. Kralik, G., Adamek, Z., Baban, M., Bogut, I., Gantner, V., Ivanković, S., Katavić, I., Kralik, D., Kralik, I., Margeta, V., Pavličević, J., (2011.): Zootehnika. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku i Sveučilište u Mostaru.
147. Kralik, G., Has-Schon, E., Kralik, D., Šperanda, M. (2008.): Peradarstvo – biološki i zootehnički principi. Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku i Sveučilište u Mostaru.
148. Kralik, G., Škrtić, Z., Galonja, M., Ivanković, S. (2001.): Meso pilića u prehrani ljudi za zdravlje. Poljoprivreda, 7: 32-36.
149. Kralik, Z., Kralik, G., Grčević, M., Hanžek, D., Biazik, E. (2013.): Pokazatelji tehnoloških svojstava prsnog mišićnog tkiva različitih genotipova pilića. Zbornik radova 48. hrvatskog i 8. međunarodnog simpozija agronoma, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 755-759.
150. Krischek, C., Janisch, S., Gunther, R., Wicke, M. (2011.): Nutrient composition if broiler and turkey breast meat in relation to age, gender and genetic line of the animals. Journal of Food Safety and Food Quality, 3: 62, 73-104.
151. Kruidenier, L. A., Verspaget, H. W. (2002.): Oxidative stress as a pathogenic factor in inflammatory bowel disease-radicals or ridiculous? Alimentary Pharmacology and Therapeutics, 16: 12, 1997-2015.
152. Kumari Ramiah, S., Yong Meng, G., Ebrahimi, M. (2014.): Dietary conjugated linoleic acid alters oxidative stability and alleviattes plasma cholesterol content in meat of broiler chickens. The Scietific World Journal, DOI/ 10.1155/2014/949324.

153. Kuricova, S., Boldizarova, K., Gresakova, L., Bobcek, R., Lekvut, M., Leng, L. (2003.): Chicken Selenium Status When Fed a Diet supplemented with Se-Yeast. Acta Vet. Brno, 72: 339-346.
154. Kussaibati, R., Guillaume, J., Leclercq, B. (1982.): The effect of gut microflora on the digestibility of starch and proteins in young chicks. Annales de Zootechnie, 483-488.
155. Lau, D. W., King, A. J. (2003.): Pre- and post-mortem use of grape seed extract in dark poultry meat to inhibit development of thiobarbituric acid reactive substances. J. Agric. Food Chem., 51: 1602-1607.
156. Lawrie, R. A. (1998.): Meat Science. 6th ed. Cambridge, UK: Wood head Publishing.
157. Lesiow, T., Sazmanko, T., Korzeniowska, M., Bobak, L., Oziemblowski, M. (2009.): Influence of the season of the year on some technological pokazateljs and ultrastructure of PSE, normal and DFD chicken breast muscles. Proceedings XIX. European Symposium on the Quality of Poultry Meat. Turku, Finnland. 21-25.
158. Lia, G., Wanga, D., Yanga, R., Loganb, K., Chena, H., Zhanga, S., Skaggsa, M., Lloydb, A., Burnettb, W., Lauriea, J., Huntera, B., Dannenhofferc, J., Larkinsa, B., Drewsb, G., Wanga, X., Yadegaria, R. (2014.): Temporal patterns of gene expression in developing maize endosperm identified through transcriptome sequencing. PNAS, 111: 21, 7582-7587.
159. Lippens, M. (2001.): Influence of energy, protein, amino acids and management on breast meat and carass fat. Procedings of 13th European Syposium Poultry Nutrition, Blakenberghe. Belgium.
160. Liu, Y., Lyion, B. G., Windham, W. R., Lyon, C. E., Savage, E. M. (2004.): Principal component Analysis of Physical, Color and Sensory Characteristics of Chicken Breasts Deboned at Two, For, Six and Twenty-Four Hours Postmortem. Poultry Science, 83: 1, 101 - 108.
161. Ljubojević, D., Božić, A., Bjedov, S., Milošević, N., Stanaćev, V. (2011.): Efekat ekstrudiranog zrna kukuruza u ishrani na konformaciju trupova brojlera. Tehnologija mesa, 52 2: 205-211.
162. Ljubojević, D., Milošević , N., Bjedov, S., Stanaćev, V. (2011.): The nutritive value of extruded corn in nutrition of broiler chickens. Biotechnol. Anim. Husbandry, 27: 1733-1740.
163. Hubert W. Lopez M.D., Charles Coudray, Jacques Bellanger M.D., Marie-Anne Levrat-Verny, Christian Demigne, Yves Rayssiguier, Christian Remesy. (2000.): Resistant starch improves mineral assimilation in rats adapted to a wheat bran diet. Nutrition Research, 20 (1): 141-155.

164. Madruga, M. S., Mottram, D, S. (1995.): The effect of pH on the formation of Maillard-derived aroma volatiles using a cooked meat system. Journal of the Science of Food and Agriculture, 68, 305 - 310.
165. Marangoni, F., 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 & Nutrition Research, 59, DOI: 10.3402/fnr.v59.27606.
166. Marcu, A., Vacaru-Opris, I., Marcu, A. (2009.): The influence of feed protein and energy level on meat chemical composition from different anatomical regions at "Cobb 500" hybrid. lucraristiintifice. Zootehnie si Biotehnology, 42 (1): 147-150.
167. Marsman, G. J. P., Gruppen, H., vanderPoel, A. F. B., Kwakkel, R. P., Verstegen, M. W. A., Voragen, A. G. J. (1997.): The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chime characteristics in broiler chicks. Poultry Sci., 76: 864 872.
168. Martín-Sánchez, A. M., Chaves-López, C., Sendra, E., Sayas, E., Fenández-López, J., Pérez-Álvarez, J. Á. (2011.): Lipolysis, proteolysis and sensory characteristics of a Spanish fermented dry-cured meat product (salchichón) with oregano essential oil used as surface mold inhibitor. Meat science, 89: 35-44.
169. Mašić, B., Pavlovski, Z., Josipović, S., Vračar, S., Vitorović, D. (1989.): Uticaj sistema držanja na kvalitet trupa brojlera. Konformacija, randmani i abdominalna mast. IX Jugoslovensko savetovanje "Kvalitet mesa i standardizacija mesa stoke za klanje, peradi, divljači i riba", 290-295.
170. Mason, L. M., Hogan, S. A., Lynch, A., O'Sullivan, K., Lawlor, P. G., Kerry, J. P. (2005.): Effect of restricted feeding and antioxidant supplementation on pig performance and quality characteristics of longissimus dorsi muscle from Landrace and Duroc pigs. Meat Sci., 70: 307-317.
171. McCleary, B.V. (2003.): Dietary fibre analysis. Proc. Nutr. Soc., 62: 3-9.
172. McCord, J. M. (2000.): The evolution of free radiccals and oxidative stress. American Journal of Medicine, 108: 652-659.
173. McCord, J. M., Fridovich, I. (1988.): Superoxide dismutase: the first twenty years (1968-1988). Free Radical Biology and Medicine, 5: 5-6, 363-369.
174. McNab, J. M., Boorman, K. N. (2002.): Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value, CABI Publishing.

175. McNeal, W. D., Fletcher, D. L. (2003.): Effect of High Frequency Electrical stunning and Decapitation on Early Rigor Development and Meat Quality of Broiler Breast Meat. Poult. Sci., 82: 8, 1352-1355.
176. Medić, H., Kozačinski, L., Kušec, G., Pleadin, J., Škrtić, Z. (2011.): Znanstveno mišljenje o kvaliteti zamrznutog mesa peradi (pilećeg i purećeg). Hrvatska agencija za hranu.
177. Medić, H., Vidaček, S., Sedlar, K., Šatovic, V., Petrak, T. (2009.): Utjecaj vrste i spola peradi te tehnološkog procesa hlađenja na kvalitetu mesa. Meso, 11(4): 223-231.
178. Menoyo, D., Serrano, M. P., Barrios, V., Valencia, D. G., La´ızaro, R., Argente, J., Mateos, G. G. (2011.): Cereal type and heat processing of cereal affect nutrient digestibility and dynamics of serum insulin and ghrelin in weanling pigs. J. Anim. Sci., 89: 2793-2800.
179. Mercier, C., Linko, P., Harper, J. M. (1989.): Extrusion Cooking. AACC, St Paul, Minnesota.
180. Mézes, M., Eiben, Cs., Virág, Gy. (1994.): Determination of glutathione peroxidase enzyme activity in blood plasma, red blood cells and liver of rabbits. Correlation between the enzyme activity and some production traits (In Hungarian). In. Zs. Szendrő. Proceedings of the 6th Rabbit Breeding Day, PATE. Kaposvár, 121-126.
181. Mézes, M., Szalay, I., Vas, E. (1989.): Glutathione metabolism enzymes as possible markers for goose liver selection. Proceedings of the International Symposium on Current Problems of Avian Genetics. Smolenice, 114-118.
182. Michiels, C., Raes, M., Toussaint, O., Remacle, J. (1994.): Importance of Se-glutathione peroxidase, catalase, and Cu/Zn-SOD for cell survival against oxidative stress. Free Radical Biology and Medicine, 17: 235-248.
183. Milanović-Stevanović, M., Vuković, I., Kočovski, T. M. (2006.): Uticaj začinskog bilja na promene masti tokom zrenja i skladištenja fermentisanih kobasica. Tehnologija mesa, 47: 38-44.
184. Miller, E. L., Huang, Y. X. (1993.): Improving the nutritional value of broiler meat through increased n-3 fatty acid and vitamin E content. Proceedings of the 11th European Symposium on the Quality of Poultry Meat, Tours, France, 404-411.
185. Milošević, N., Perić, L., Lukić, M., Filipović, S. (2007.): Nutritive value of corn meal in Nutrition of fattening chickens. Biotechnology in Animal Husbandry, 23 (5-6), 535-542.
186. Milošević, N., Stanaćev, V., Kovčin, S. (2006.): Kukuruzno stočno brašno u ishrani pilića u tovu. Biotechnology in Animal Husbandry, 71-79.
187. Min, B. (2006.): Mechanisms of lipid peroxidation in meats from different animal species.

ProQuest.

188. Mizuno, Y. (1984.): Changes in superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, and glutathione reductase activity and thiobarbituric acid-reactive products levels in early stages of development in dystrophic chickens. Exp. Neurol., 84: 58-73.

189. Moritz, J. S., Parsons, A. S., Buchanan, N. P., Calvalcanti, W. B., Cramer, K. R., Beyer, R. S. (2005.): Effect of Gelatinizing Dietary Starch Through Feed Processing on Zeroto Three-Week Broiler Performance and Metabolism. J. Appl. Poult. Res., 14: 47-54.

190. Moritz, J. S., Parsons, A. S., Buchanan, N. P., Calvalcanti, W. B., Cramer, K. R., Beyer, R. S. (2005.): Effect of gelatinizing dietary starch through feed processing on zero-to threeweek broiler performance and metabolism. J. Appl. Poultry Res., 14: 47 54.

191. Muir, J. G., O'Dea, K. (1992.): Measurement of resistant starch: factors affecting the amount of starch escaping digestion in vitro. Anim. J. Clin Nutr., 56: 123-127.

192. Naficov, R. A., Beitz, D. C. (2007.): Carbohydrate and lipid metabolism in farm animals. J. Nutr., 137: 702-705.

193. Nazirogly, M., Sahin, K., Simsek, H., Aydileik, N., Ertas, O. N. (2000.): The effect of food withdrowal and darkening on lipid peroxidation of laying hens in high ambient temperatures. Dtsh. Tierarztl. Wschr., 107: 199-202.

194. Nikolova, N., Pavlovski, Z. (2009.): Major carcass parts of broiler chicken from different genotype, seks, age and nutrition system. Biotechnology in Animal Husbandry, 25(5-6): 1045-1054.

195. Nikolova, N., Pavlovski, Z., Milošević, N., Perić, L. (2008.): Kakvoća brojlerskih pilića Cobb 500 i Hubbard classic pri hranidbi krmnim smješama s nižom i višom razinom bjelančevina i energije. Krmiva, 50: 2, 79-88.

196. Nir, I., and Ptichi, I. **(**2001.): Feed particle size and hardness: Influence on performance, nutritional, behavioral and metabolic aspects. In: Proceedings of the 1st World Feed Conference, Utrecht, the Netherlands, 157-186.

197. Nir, I., Hillel, R., Ptichi, I., Shefet, G. (1995.): Effect of particle size on performance. 3. grinding pelleting interactions. Poultry Science, 771-783.

198. Northcutt, J. K. (1997.): Factors Affecting Poultry Meat Quality. The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences Cooperative Extension Service. Department of Poultry Science, Bulltin, 1157.

199. O'Grady, M. N., Maher, M., Troy, D. J., Moloney, A. P., Kerry, J. P. (2006.): An assessment of

dietary supplementation with thea catechins and rosemary extract on the quality of fresh beef. Meat Sci., 73: 132-146.

200. O'Neill, L. M., Galvin, K., Morrissey, P. A., Buckley, D. J. (1998.): Comparison of effects of dietary olive oil, tallow and vitamin E on the quality of broiler meat and meat products. Br. Poult. Sci., 39: 365-371.

201. Okanović, Đ., Džinić, N., Jokanović, M., Tomović, V., Filipovic, S. (2012.): Uticaj upotrebe ekstrudiranog kukuruza u hrani za brojlere na prinos i kvalitet mesa. Vet. glasnik., 66 (5-6) 355-365.

202. Okolie, N. P., Akioyamen, M. O., Okpoba, N., Okonkwo, C. (2009.): Malondialdehyde levels of frozen fish, chicken and turkey on sale in Benin City markets. African Journal of Biotechnology, 8: 6638-6640.

203. Olesen, M., Rumessen, J. J., Gudmand-Heryer, E. (1995.): Resistant starch has no measurable influence on gastric emptying, or on blood-cholesterol .In Proceedings of the Concluding Plenary Meeting of Euresta, ed. Asp N.- G., van Amelsvoort J. M. M. & Hautvast J. G. A. J. 144.

204. Ordonez, J.A., Cambero, M.I., Fernandez, L., Garcia, M.L., Garcia de Fernandez, G., de la Hoz, L., Selgas, M.D., (1998.): Caracteristicas generales de la carne y componentes fundamentales. In: Ordonez J. ed., Technologia de los Alimentos. vol. II, Alimentos de Origen Animal. Madrid, Spain: Sintesis, 170-187.

205. Ozbey, O., Esen, F. (2007.): The effects of breeding systems and stocking density on some blood pokazateljs of Rock partridges (Alectoris graeca). Poult. Sci., 86: 420-422.

206. Öztürk-ürek, R., Bozkaya, L.A., Tarhan, L. (2001.): The effects of some antioxidants vitamin - and trace elements- supplemented diets on activities of SOD, CAT, GSH-Px and LPO levels in chicken tissues. Cell Biochemistry and Function, 19: 125-132.

207. Paunović, N., Anđić, J., Baletić, M. (2001.): Ispitivanje prihvatljivosti banjalučke slanine mladih nerastova. Tehnologija mesa, 42: 1-2, 13-23.

208. Pavlovski, Z., Lukić, M., Cmiljanić, R., Škrbić, Z. (2006.): Konformacija trupova pilića. Biotehnologija u stočarstvu, 22: 3-4, 83-97.

209. Pavlovski, Z., Mašić, B. (1983.): Konformacija trupova pilića. Zbornik referata sa VII jugoslovenskog savetovanja o problemima kvaliteta mesa i standardizacije. Bled, 115-125.

210. Pearson, A. M., Love, J. D., Shortland, F. B. (1983.): Wormed- over flavor in meat, poultry and fish. Adv. Food. Res., 34: 1.

211. Petracci, M., Baeza, E. (2011.): Harmonization of methodology of assessment of poultry meat quality features. World's Poultry Science Journal, 67: 137-151.
212. Petričević, V., Lukić, M., Škrbić, Z., Pavlovski, Z., Stojanović, Lj. (2012.): The effect of using comercial mikstures of diferent nutritive value on performance and economical eficiency of broiler production. The first international symposium on animal science, November 8-10th, Beograd.
213. Petričević, V., Pavlovski, Z., Škrbić, Z., Lukić, M., (2011.): The effect of genotype on production and slaughter properties of broiler chickens. Biotecnology in Animal Husbundry, 27: 2, 171-183.
214. Petrović, V., Mercinčák, S., Popelka, P., Nollet, L., Kováč, G. (2009.): Effect of dietary supplementation oft race elements on the lipid peroxidation in broiler meat assessed after a refrigerated and frozen storage. Journal of Animal and Feed Sci., 18: 499-507.
215. Picoli, K. P., Murakami, A. E., Nunes, R. V., do Amaral Duarte, C. R., Eyng, C., Ospina-Rojas, I. C. (2014.): Cassava starch factory residues in the diet of slow-growing broilers. Trop Anim Health Prod., 1371-81.
216. Pravilnik o kvalitetu mesa pernate živine. (1981.): Službeni list SFRJ br. 1.
217. Pravilnik o kvalitetu zaklanih svinja i kategorizaciji svinjskog mesa. (1985.): Sl. list SFRJ, br. 2/85, 12/85 i 24/86.
218. Pravilniku o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih, hemijskih i mikrobioloških analiza stočne hrane. (1987.): Sl. list SFRJ br. 15.
219. Qiao, M., Fletcher, D. L., Smith, D. P., Northcutt, J. K. (2001.): The Effect of Broiler Breast Meat Color on pH, Moisture, Water-Holding Capacity, and Emulsification Capacity. Poultry Science, 80: 676-680.
220. Radosavljević, M., Milašinović M. (2008.): ZP maize hybrids as a raw material in the starch production. Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, 191-195.
221. Radosavljević, M., Milašinović, M., Pajić, Z., Filipović, M. (2009.): Škrob u hrani za životinje. XIII međunarodni simpozijum Tehnologija hrane za životinje, Zbornik radova, 20-28.
222. Radović V., Karović D., Okanović Đ., Filipović S., Kormanjoš Š., (2008.): Uticaj mineralnih adsorbenata, dodatih u hranu, na neke proizvodne rezultate brojlera. Tehnologija mesa, 5-6, 271-275.
223. Ranhotra, G. S., Gelroth, J. A., Glaser, B. K. (1996.): Effect of Resistant Starch on Blood and

Liver Lipids in Hamsters. Cereal Chemists, 176-178.

224. Ravindran, V., Blair, R. (1993.): Feed resources for poultry production in Asia and the Pacific. III. Animal protein surces, World's Poultry Science Jurnal, 49: 219-235.

225. Regmi, P. R., Matte, J. J., Van Kempen, T. A. T. G., Zijlstra, R. T. (2010.): Starch chemistry affects kinetics of glucose absorption and insulin response in swine. Livest. Sci., 134: 44-46.

226. Reza Gheisari, H., Aminlari, M., Shahram Shekarforoush, S. (2009.): A comparative study of the biochemical and functional properties of camel and cattle meat during frozen storage. Veterinarski arhiv, 79: 51-68.

227. Richards, M. P., Modra, A. M., Li, R. (2002.): Role of deoxyhemoglobin in lipid oxidation of washed cod muscle mediated by trout, poultry and beef hemoglobins. Meat science, 62: 157-163.

228. Rideout, T. C., Liu, Q., Wood, P., Fan, M. Z. (2008.): Nutrient utilisation and intestinal fermentation are differentially affected by the consumption of resistant starch varieties and conventional fibres in pigs. Br. J. Nutr., 99: 984-992.

229. Ripoll, G., Joy, M., Muñoz, F. (2011.): Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the shelf life of modified atmosphere packaged light lamb meat. Meat science, 87: 88-93.

230. Rishell, W.A. (1997.): Breeding and genetics-historical pesperctive. Poultry science, 76: 8, 1057-1061.

231. Ristić, M. (2007.): Hemijski sastav mesa brojlera u zavisnosti od porekla i godine proizvodnje. Tehnologija mesa, 5-6: 203-207.

232. 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.

233. Ristić, M., Damme, K. (2013.): Significance of pH value for meat quality of broilers: Influence of breed lines. Veterinarski glasnik, 67 (1-2): 67-73.

234. Ristić, M., Damme, K., Freudenreich, P. (2005.): Uticaj fitogenih dodataka stočnoj hrani na kvalitet mesa živine. Tehnologija mesa, 46 (1-2): 51-5.

235. Ristić, M., Freudenreich, P., Damme, K. (2008.): Hemijski sastav živinskog mesa – poređenje brojlera, kokoši, ćuraka, pataka i gusaka. Tehnologija mesa, 49: 3-4, 94-99.

236. Robertson, M. D. (2012.): Dietary-resistant starch and glucose metabolism. Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care, 15: 362-367.

237. Robertson, M. D., Currie, J. M., Morgan, L. M., Jewell, D. P., Frayn K. N. (2003.): Prior short-term consumption of resistant starch enhances postprandial insulin sensitivity in healthy

subjects. Diabetologia, 46: 659-665.

238. Rodić, V., Perić, L., Milošević, N., Supić, N. (2003.): Konkurentnost pilećeg mesa iz ekstenzivnog sistema držanja. Agroekonomika, 119-125.

239. Rondelli, S., Martinez, O., García, PT. (2003.): Sex effect on productive pokazateljs, carcass and body fat composition of two commercial broilers lines. Brazilian Journal of Poultry Science, 5(3): 169-173.

240. Rude, C. M. (2008.): Effects of corn starch on growth performance of broiler chicks during the early growth period. Kansas State University.

241. Ruiz, J. A., Guerrerro, L., Arnau, J., Guardia, M. D., Esteve-Garcia, E. (2001.): Descriptive sensory analysisof meat from broilers fed diets containing vitamin E or beta-carotene as antioxidants and different supplemental fats. Poultry Science, 80: 976-982.

242. Ruiz, J. A.,. Pe´rez-Vendrell, A. M., Esteve-Garcı´a, E. (1999.): Effect of β-carotene and vitamin E on peroxidative stability in leg meat of broilers fed different supplemental fats. J. Agric. Food Chem., 47: 448-454.

243. Sagum, R., Arcot, J. (2000.): Effect of domestic processing methods on the starch, non-starch polysaccharides and in vitro starch and protein digestibility of three varieties of rice with varying levels of amylose. Food Chem., 70: 107 111.

244. Sahin, K., Sahin, N., Ondrect, M., Kucuk, O. (2001.): Protective role of suplemental vitamin E on lipid peroxidation, vitamins E, A and some mineral concentrations of broilers reared undre heat stress. Vet. Med.-Czech., 46: 140-144.

245. Sajilata, M. G., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R. (2006.): Resistant starch: a review. Comp. Rev. Food Sci. Food Saf., 5: 1-17.

246. Salakova, A., Strakova, E., Valkova, V., Buchtova, H., Steinhauserova, I. (2009.): Quality Indicators of Chicken broiler Raw and Cooked Meat Depending on Their Sex. ActaVeterinaria. Brno, 78:497-504.

247. Sams, A. R., Janky, D. M. (1991.): Characterization of rigor mortis development in four broiler muscles. Poultry Science, 70: 1003-1009.

248. Sauvant, D. Tran, G. (2004.): Corn distillers. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.

249. Savković, T., Džinić, N., Tojagić, S. (2008.): Začinsko bilje kao dodatak u ishrani brojlera i senzorni kvalitet mesa. Tehnologija mesa, 49: 75-81.

250. Savković, T., Ristić, M., Jokanović, M., Tojagić, S. (2006.): Aromatične biljke kao aditivi

ishrani brojlera. Živinarstvo, 11.

251. Scheideler, S. E. (2006.): Corn processing Co-Products manual, A Revievof current research on distillers grains and corn gluten, Project of the Nebraska Corn Board and the University of Nebraska-Lincoln, Institute of Agriculture and Natural Resources.

252. Schwiertz, A., Lehmann, U., Jacobasch, G., Blaut, M. (2002.): Influence of resistant starch on the SCFA production and cell counts of butyrate-producing Eubacterium spp. In the human intestine. Journal of Applied Microbiology, 93: 157-162.

253. Šefer, D., Marković, R., Nedeljković-Trailović, J., Petrujkić, B., Radulović, S., Grdović, S. (2015.): Primena biotehnologije u ishrani životinja. Vet. glasnik, 69: (1-2), 127-137.

254. Šević, K. (2016.): Ispitivanje uticaja odabranih fitogenih stimulatora rasta na proizvodne rezultate i kvalitet mesa brojlera. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.

255. Shen, Y., Engberg, R., Jakobsen, K. (1992.): On the requirement of vitamin E in fast and slow growing chickens experiments with broiler and leghorn type chickens. J. Anim. Phys. Anim. Nutr., 67: 113-122.

256. Sichak, S. P., Dounce, A. L. (1986.): Analysis of the peroxidatic mode of action of catalase. Archives of Biochemistry and Biophysics, 249: 2, 286-295.

257. Singh, J., Dartois, A., Kaur, L. (2010.): Starch digestibility in food matrix: A review. Trends Food Sci. Technol., 168-180.

258. Singh, N., Kaur, A., Shevkani, K. (2014.): Maize: Grain Structure, Composition, Milling, and Starch Characteristics. U Maize: Nutrition Dynamics and Novel Uses (Chaudhary DP, Kumar S, Langyan S, ur.). Springer, New Delhi. 65-76.

259. Škrtić, Z., Kralik, G., Hanžek, D. (2005.): The influence of different fat sources on fattening of turkeys and composition of fatty acids in breast muscles. Italian Journal of Anim. Sci., 4: 3, 91-94.

260. Smet, K., Raes, K., Huyghebaert, G., Haak, L., Arnouts, S., De Smet, S. (2008.): Lipid and Protein Oxidation of Broiler Meat as Influenced by Dietary Natural Antioxidant Supplementation. Poultry Science, 87: 1682-1688.

261. Spiehs, M. J., Whitney, M. H. Shurson, G. C. (2002.): Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produced from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. J. Anim. Sci., 2639-2645.

262. Spurlock, M. E., Savage, J. E. (1993.): Effects of dietary protein and selected antioxidants on

fatty hemorrhagic syndrome induced in Japanese quails. Poult. Sci., 72: 2095-2105.

263. Stanaćev, V., Kovčin, S., Filipović, S., Milošević, N., Božić, A. (2007.): Ekstrudirano zrno uljane repice u ishrani tovnih pilića. Savremena poljoprvreda, 1-2, 69-75.

264. Strakova, E., Jelinek, P., Suchy, P., Antoninova, M. (2002.): Spectrum of amino acids in muscles of hybrid broilers during prolonged feeding. Czech. J. Anim. Sci., 47 (12): 519 - 526.

265. Strugar, V., Milošević, N., Perić, L., Filipović, S. (2006.): Ekstrudirano kukuruzno stočno brašno u ishrani pilića u tovu, Savremena poljoprivreda. 223-228.

266. Šubarić, D., Babić, J., Ačkar, Đ. (2012.): Modificiranje škroba radi proširenja primjene. Radovi Zavoda za znanstveni i umjetnički rad u Požegi, 1: 247-258.

267. Suchy, P., Jelinek, P., Strakova, E., Hucl, J (2002.): Chemical composition of muscles of hybrid broiler chicken during prolonged feeding. Czech J. Anim. Sci., 47 (12): 511-518.

268. Sun, T., Lærke, H. N., Jørgensen, H., Bach Knudsen, K. E. (2006.): The effect of extrusion cooking of different starch sources on the in vitro and in vivo digestibility in growing pigs. Anim. Feed Sci. Technol., 131: 66-85.

269. Surai, P. F. (2002.): Selenium in poultry nutrition 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. World's Poultry Science Journal, 58: 333-347.

270. Svihus, B. (2011.): The gizzard: function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. World's Poult. Sci. J., 207-224.

271. Svihus, B., Hetland, H. (2001.): Ileal starch digestibility in growing broiler chickens fed on a wheat-based diet is improved by mash feeding, dilution with cellulose or whole wheat inclusion. Br. Poult. Sci., 633-637.

272. Svihus, B., Hetland, H. (2001.): Ileal starch digestibility in growing broiler chickens fed on a wheat-based diet is improved by mash feeding, dilution with cellulose or whole wheat inclusion. Br. Poult. Sci., 42: 633-637.

273. Svihus, B., Kløvstad, K. H., Perez, V., Zimonja, O., Sahlström, S., Schüller, R. B.,Jeksrud, W. K., Prestløkken, P. (2004.): Nutritional effects of pelleting of broiler chicken diets made from wheat ground to different coarsenesses by the use of roller mill and hammer mill. Anim. Feed Sci. Technol., 281-293.

274. Svihus, B., Uhlen, A. K., Harstad, O. M. (2005.): Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch: A review. Anim. Feed Sci. Technol., 122: 303-320.

275. Tang, S. Z., Kerry, J. P., Sheehan, D., Buckley, D. J., Morrissey, P. A. (2000.): Dietary tea

catechins and iron-induced lipid oxidation in chicken meat, liver and heart. Meat Sci., 56: 285-290.

276. Tarladgis, B. C., Pearson, A. M., Dugan, L. R. (1964.): Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination oxidative rancidity in foods. II Formation of the TBA malonaldehyde complex without acid-heat treatment. J. Sci. Food Agric., 15 (9): 602-607.

277. Tarladgis, B. C., Pearson, A. M., Dugan, L. R. (1964.): Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination oxidative rancidity in foods. II Formation of the TBA malonaldehyde complex without acid-heat treatment. J. Sci. Food Agric., 15 (9): 602-607. Holland CD (1971). Determination of Malonaldehyde as an Index of Rancidity of Nut Meats J. Assoc. Off. Anal. Chem., 54 (5): 1024-1026.

278. Taylor, R. D., Jones, G. P. (2004.): The incorporation of whole grain into pelleted broiler chicken diets. Poultry Science, 45 (2): 237-246.

279. Tesoriere, L., D'Arpa, D., Butera, D., Pintaudi, A. M., Allegra, M., Livrea, M. A. (2002.): Exposure to malondialdehyde induces an early redox unbalance preceding membrane toxicity in human erythrocytes. Free radical research, 36: 89-97.

280. Tester, R. F., Qi, X., Karkalas, J. (2006.): Hydrolysis of native starches with amylases. Anim. Feed Sci. Technol., 39-54.

281. Thomas, D. V., Ravindran, V., Ravindran, G. (2008.): Nutrient digestibility and energy utilisation of diets based on wheat, sorghum or maize by the newly hatched broiler chick. Br. Poult. Sci., 429-435.

282. Thompson, D. B. (2000.): Strategies for the manufacture of resistant starch. Trends in Food Science and Technology, 11: 245-253.

283. Topping, D. L., Fukushima, M., Bird, A. R. (2003.): Resistant starch as a prebiotic and synbiotic: state of art. Proceedings of the Nutrition Society, 62: 171-176.

284. Torres, J., Mu˜noz, L. S., Peters, M., Montoya, C. A. (2013.): Characterization of the nutritive value of tropical legume grains as alternative ingredients for small-scale pork producers using in vitro enzymatic hydrolysis and fermentation. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr., 97: 1066-1074.

285. Valko, M., Morris, H., Cronin, M. T. (2005.): Metals, toxicity and oxidative stress. Current Medicinal Chemistry, 12: 1161-208.

286. Van der Meulen, J., Bakker, G. C., Bakker, J. G., de Visser, H., Jongbloed, A. W., Everts, H. (1997.): Effect of resistant starch on net portal-drained viscera flux of glucose, volatile fatty acids, urea, and ammonia in growing pigs. J. Anim. Sci., 75: 2697-2704.

287. Van Heerden, S.M., Schonfeldt, H.C., Smith, M.F., Jansen van Rensburg, D.M., (2002.): Nutrient Content of South African Chickens. Journal of Food Composition and Analysis, 15: 47-64.

288. Van Kempen, T. A. T. G., Regmi, P. R., Matte, J. J., Zijlstra, R. T. (2010.): In vitro starch digestion kinetics, corrected for estimated gastric emptying, predict portal glucose appearance in pigs. J. Nutr., 140: 1227-1233.

289. Viljoena, H. F., de Kocka, H. L., Webbb, E. C. (2002.): Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. Meat Science, 61: 181-185.

290. Volodkevich, N. N. (1938.): Apparatus for measurement of chewing resistance or tenderness of foodstuffs. Food Res., 3: 221-225.

291. Vukmirović, Đ. (2015.): Uticaj pokazatelja mlevenja i peletiranja na granulaciju i fizičke karakteristike peletirane hrane za životinje. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu Tehnološki fakultet.

292. Wang, X., Brown, I. L., Khaled, D., Mahoney, M. C., Evans, A. J., Conway P. L. (2002.): Manipulation of colonic bacteria and volatile fatty acid production by dietary high amylose maize (amylomaize) starch granules. Journal of Applied Microbiology, 93: 390-397.

293. Warris, P. D. (2000.): Meat Science, An Introductory Text, CABI Publishing CAB International.

294. Wattanachant, S., Benjakul, S., Ledward, D. A. (2004.): Composition, Color and Texture of Thai Indigenous and Broiler Chicken Muscles. Poultry Science, 83: (1) 123 - 128.

295. Weurding, R. E. (2002.): Kinetic of starch digestion and performance of broiler chickens. Ph.D.Thesis, Wageningen Institute of Animal Science, Animal Nutrition Group, Wageningen University, The Netherlands, 155.

296. Weurding, R.E., Enting, H., Vestegen, M. W. A. (2003.): The effect of site of starch digestion on performance of broiler chickens. Animal Feed Science and Technology, 175-184.

297. Wilkins, L. J., Brown, S. N., Philips, A., Warriss, P. D. (2000.): Variation in the colour of broiler breast fillets in the UK. British Poultry Science, 41: 308 - 312.

298. Wilkinson, W.S., Barbee,, C. (1998.): The relative value of xanthophyll from corn gluten meal, alfalfa, coastal bermudagrass and pearl millet for broiler pigmentation. Poult Sci., 1579-1587.

299. Williams, B. A., Bosch, M. W., Boer, H., Verstegen, M. W. A., Tamminga, S. (2005.): An in vitro batch culture method to assess potential fermentability of feed ingredients for

monogastric diets. Anim. Feed Sci. Technol., 123-124.

300. Wiseman, J. (2006.): Variations in starch digestibility in non-ruminants. Anim. Feed Sci. Technol., 130: 66-77.

301. Woelfel, R. L., Owens, C. M., Hirschler, E. M., Martinez-Dawson, R., Sams A. R. (2002.): The Characterization and Incidence of Pale, Soft, and Exudative Broiler Meat in a Commercial Processing Plant. Poultry Science, 81: 579-584.

302. Wong, J. M. W., de Souza, R., Kendall, C. W. C., Eman, A., Jenkins, D. J. A. (2006.): Colonic health: fermentation and short chain fatty acids. J. Clin. Gastroenterol., 40: 235-243.

303. Yang C. C, Chen T. C. (1993.): Effect of refrigerate storage, pH adjustment, and marinade on color of raw and microwave cooked chicken meat. Poult. Sci., 72: 355-362.

304. Yang, G. C., Qiang, W., Morehouse, K. M., Rosenthal, I., Ku, Y., Yurawecz, P. (1991.): Determination of hydroperoxides in edible oils by electron spin resonance thiobarbituric acid assay, and liquid chromatography-chemiluminescence techniques. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 39: 896-898.

305. Yuji, Y., Seio, H., Shigeru, N., Takashi, T., Yoshitaka, K., Akira, N., Osami, K. (2005.): Effect of bread containing resistant starch on postprandial blood glucose levels in humans. Bioscience, Biotechnology, Biochemistry, 69 (3): 559-566.

306. Zelenka, J., Ceresnakova, Z. (2005.): Effect of age on digestibility of starch in chickens with different growth rate. Czech J. Anim. Sci., 411-415.

307. Zhang Z. Y., Jia G. Q., Zuo J. J., Zhang Y., Lei J., Ren L., Feng D. Y. (2012.): Effects of constant and cyclic heat stress on muscle metabolism and meat quality of broiler breast fillet and thigh meat. Poultry Science, 91 (11): 2931-7.

308. Zhang, L., Barbut, S. (2005.): Rheological characteristics of fresh and frozen PSE, normal and DFD chicken breast meat. Br. Poult. Sci., 46: 687-693.

309. Zijlstra, R. T., Jha, R., Woodward, A. D., Fouhse, J.,Van Kempen, T. A. T. G. (2012.): Starch and fiber properties affect their kinetics of digestion and thereby digestive physiology in pigs. J. Anim. Sci., 90: 49-58.

7. SAŽETAK

Škrob ima važnu ulogu u hranidbi domaćih životinja te tako i u hranidbi peradi. U zrnu kukuruza 98 % škroba potječe iz endosperma. Smatra se da perad bolje iskorištava hibride s većim udjelom caklastog nego brašnastog endosperma. Cilj je ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj caklastog (rezistentnog) škroba kukuruza u hrani pilića brojlera na: osnovne proizvodne pokazatelje, antioksidativni status krvi i mesa pilića, mikrobiološku analizu sadržaja crijeva, kvalitetu pilećih trupova i klaonička svojstva, kemijski sastav fecesa te biokemijske pokazatelje krvi. Istraživanje je provedeno na brojlerskim pilićima teškog linijskog hibrida Ross 308 jednofaktorijalnim pokusom s četiri tretmana hranjenja. Biološki pokus proveden je na ukupno 480 pilića raspoređenih u četiri skupine, tri pokusne i jednu kontrolna. Tov je trajao 42 dana. Pilići kontrolne skupine hranjeni su sa 100 % udjela prekrupe cijelog zrna kukuruza, dok su pokusne skupine imale različit udio kukuruzne prekrupe zamijenjene frakcijom caklastog škroba kukuruza i to u omjeru od P1 – 25 %, P2 – 50 % i P3 – 75 %. Dobiveni rezultati obrađeni su statističkim paketom StatSoft, Inc. (2014) STATISTICA version 12. Osnovni proizvodni pokazatelji, tjelesna masa, dnevni prirast, konzumacija hrane i konverzija hrane nisu u potpunosti potvrdili postavljenu hipotezu. Uz promjenjivi trend vrijednosti tjelesnih masa tijekom pokusa između kontrolne i pokusnih skupina, završna tjelesna masa bila je najbolja u kontrolnoj skupini, što ipak nije bilo statistički značajno ($P > 0,05$) u odnosu na pokusne skupine pilića. Vrijednosti dnevnih prirasta također su se mijenjale tijekom pokusa po skupinama, a statistički značajne razlike vrijednosti ($P < 0,05$) dnevnog prirasta utvrđene su u trećem, četvrtom i šestom tjednu pokusa. Prosječne dnevne konzumacije hrane tijekom pokusa bile su, osim u četvrtom tjednu u kontrolnoj skupini, bolje kod pilića pokusnih skupina. Konverzija hrane u prva tri tjedna bila je ujednačena među skupinama, dok su samo u četvrtom kontrolna skupina i pokusna skupina III, a u petom tjednu pokusna skupina I i kontrolna skupina imale i statistički značajne bolje vrijednosti ($P < 0,05$) u odnosu na piliće drugih pokusnih skupina. Kod biokemijske analize krvi pilića statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti zabilježene su kod ukupnih bjelančevina u krvi i to kod pilića pokusnih skupina II i I u odnosu na piliće kontrolne skupine. Među brojnim praćenim klaoničkim pokazateljima nisu utvrđene statistički značajne razlike. Kod analize kemijskog sastava mesa zabatka zapažene su statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti kala kuhanja kod mesa pilića pokusne skupine I u odnosu na meso pilića kontrolne i pokusne skupine II te kod mesa pilića kontrolne skupine u odnosu na meso pilića pokusne skupine II. Pri analizi kemijskog sastava mesa prsa statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti kala kuhanja imalo je meso prsa pilića kontrolne te pokusnih skupina I i II u odnosu na meso prsa pilića pokusne skupine III. Statistički značajno veće ($P < 0,05$)

vrijednosti b* pokazatelja boje kože imali su pilići pokusnih skupina I, II i III u odnosu na piliće kontrolne skupine. Najveća koncentracija vitamina A utvrđena je u mesu pilića kontrolne skupine, međutim zabilježene razlike nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$). Praćenjem antioksidativnog statusa krvi pilića i praćenjem aktivnosti enzima, utvrđeno je da su najveće vrijednosti aktivnosti SOD-a, GPX-a i katalaze imali pilići kontrolne skupine, međutim razlike među skupinama nisu bile i statistički značajne ($P > 0,05$). Vrijednosti TBARS-a u prvom mjerenju bile su statistički značajno veće ($P < 0,05$) kod mesa pilića kontrolne skupine u odnosu na meso pilića pokusnih skupina I i II, dok su u drugom mjerenju ove vrijednosti bile statistički značajno veće ($P < 0,05$) kod mesa pilića pokusne skupine II u odnosu na piliće pokusne skupine III, ali i pokusne skupine I u odnosu na piliće pokusne skupine III. Statistički značajno veće ($P < 0,05$) vrijednosti broja enterokoka imali su pilići pokusne skupine III u odnosu na piliće pokusnih skupina I i II te kontrolne skupine. Pri kemijskoj analizi fecesa javila se statistički značajna razlika ($P < 0,05$) za pokazatelje sadržaja vode, sirovih bjelančevina, sirove celuloze i sirovog pepela. U ovom istraživanju pozitivan utjecaj kod pilića pokusnih skupina odnosio se na sljedeće pokazatelje: dnevni prirast (na kraju pokusa), veću konzumacije hrane kroz četiri tjedna, konverziju hrane u prvom dijelu pokusa, razinu ukupnih bjelančevina, randman i neke klaoničke pokazatelje, vrijednost b* indeksa kože i mesa prsa, vrijednosti TBARS-a i broja analiziranih bakterija u crijevima pilića.

8. SUMMARY

Starch plays an important role in the feeding of domestic animals, as well as in the feeding of poultry. In a maize grain 98% of starch originates from the endosperm. It is believed that the poultry makes better use of hybrids with a higher proportion of vitreous, than the floury endosperm. The aim of this study was to determine the impact of vitreous (resistant) maize starch in broilers feeding on: basic product indicators, anti-oxidative blood and chicken meat status, microbiological analysis of intestinal contents, chicken meat quality and slaughtering properties, chemical composition of faeces and biochemical blood indicators. The study was conducted on the Ross 308 heavy chain hybrid broiler chickens in a single-factorial experiment with a total of four feeding treatments. The biological experiment was conducted in a total of 480 chickens, divided into four groups, three experimental and one control. Feeding lasted for 42 days, controlling chicken were fed with a 100% share of whole grain corn, while experimental groups had a different proportion of corn cake replaced with a vitreous maize starch fraction, in a proportion of P1-25%, P2-50% and P3-75%. The obtained results were processed with the statistical package StatSoft, Inc. (2014) STATISTICA version 12. The basic production indicators, body weight, daily increase, food consumption and food conversion did not fully confirm the hypothesis. With a variable trend in body mass values during experiments between control and experimental groups, the final body weight was the best in the control group, which was not statistically significant ($P > 0.05$) compared to experimental groups of chickens. Daily growth values also changed during group experiments, and statistically significant value differences ($P < 0.05$) of daily increase were found in the third, fourth and sixth week of the experiment. The average daily consumption of food during the experiment was, except for the 4th week in the control group, better in the chickens of the experimental groups. Food conversion in the first three weeks was uniform between the groups, while only in the fourth (control and experimental III), and in the fifth week (experimental I and control), there were statistically significantly better values ($P < 0.05$) compared to chickens of other experimental groups. In the biochemical analysis of chicken blood, statistically significantly higher ($P < 0.05$) values were recorded in total blood protein in the chickens of the experimental group II and I, compared to the control group chicken. No statistically significant differences have been reported among the numerous monitored slaughtering indicators. In the analysis of the chemical composition of thighs meat, there were statistically significantly higher ($P < 0.05$) values of cooking mire in chicken meat of experimental group I compared to chicken meat of the control and experimental group II and in chicken meat of the control group compared to chicken meat of the experiment group II. When analysing the chemical composition of the chicken breasts, statistically

significantly higher (P <0.05) values of the cooking mire had chicken breast of control and experimental groups I and II in comparison to chicken breast meat of experimental group III. Statistically significantly higher (P <0.05) values of the b * skin colour index had chickens of the experimental groups I, II and III in comparison to chickens of control group. The highest vitamin A concentration was determined in the chicken meat of the control group, but the observed differences were not statistically significant (P>0.05). In determining the antioxidative status of chicken blood monitored by enzyme activity, it was found that the highest values of SOD, GPX and catalase activity had chickens of the control group, however, the differences between the groups were not statistically significant (P> 0.05). TBARS values in the first measurement were statistically significantly higher (P <0.05) in chicken meat of the control group in relation to chicken meat of experimental groups I and II, while in the second measurement these values were statistically significantly higher (P <0,05) in chicken meat of experimental group II compared to chickens of experimental group III, but also in experimental group I compared to chicken of the experimental group III. Statistically significantly higher (P <0.05) values of the *Enterococci* number had chickens of experimental group III compared to chickens of experimental groups I and II and control group. In the chemical analysis of the faeces, a statistically significant difference (P <0.05) was obtained for the indicators: water content, raw protein content, raw cellulose and raw ash. In this study, a positive effect on chickens of experimental groups was related to the following factors: daily intake (at the end of the experiment), increased food consumption over four weeks, food conversion in the first part of the experiment, total protein level, randman and some slaughtering indicators, the value of b*index of skin and white meat, the values of TBARS and the number of analysed bacteria in the chicken intestines.

ŽIVOTOPIS

Mirjana Delić-Jović rođena je 16. 12. 1981. godine u Banjoj Luci. Nakon osnovne škole 2000. godine završava srednju Poljoprivrednu školu u Banjoj Luci. Diplomirala je 2008 godine na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci, smjer *stočarstvo*, na temu „Biotehnološki metod - kloniranje“. Magistrirala je na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci na studijskoj grupi *Hrana i ishrana domaćih životinja* 2014. godine na temu „Uticaj prebiotika u ishrani prasadi na proizvodne karakteristike i sadržaj *Escherichia coli* u fecesu“. Doktorski studij smjera *Hranidba životinja i tehnologija stočne hrane* na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku upisuje 2014. godine. Od 2011. godine zaposlena je na Fakultetu za ekologiju Univerziteta za poslovne studije u zvanju asistenta u nastavi, a od 2014. godine u zvanju višeg asistenta. Objavila je 18 znanstvenih i stručnih radova. Sudjelovala je u nekoliko projekata, *Tempus* projektu i u dvogodišnjem *Horizon 2020* projektu te u aktivnostima “Evropska noć istraživača BiH 2016.” i “Evropska noć istraživača BiH 2017.”. Sudjelovala je i u organizaciji znanstveno-stručnih skupova. Prošla je obuku za pisanje EU projekata agencije APRIORI World 2016. godine i član je uredničkog odbora časopisa “Poslovne studije” od 2017. godine. Udana je i majka dvije kćeri, Sofije i Dunje.