

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

Vedran Bertić

**PROIZVODNI I ZDRAVSTVENI UČINCI KUKURUZNOG TROPA
(DDGS) KAO ALTERNATIVNOG PROTEINSKOG KRMIVA U TOVU
PILIĆA**

DOKTORSKI RAD

Osijek, 2025.

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

Vedran Bertić

**PROIZVODNI I ZDRAVSTVENI UČINCI KUKURUZN OG TROPA
(DDGS) KAO ALTERNATIVNOG PROTEINSKOG KRMIVA U TOVU
PILIĆA**

DOKTORSKI RAD

Osijek, 2025.

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

mr. sc. Vedran Bertić

**PROIZVODNI I ZDRAVSTVENI UČINCI KUKURUZNOG TROPA
(DDGS) KAO ALTERNATIVNOG PROTEINSKOG KRMIVA U TOVU
PILIĆA**

Doktorski rad

Mentor: prof. dr. sc. Zvonimir Steiner

**Javna obrana doktorske disertacije održana je 11. srpnja 2025. godine pred
Povjerenstvom za obranu:**

- 1. izv. prof. dr. sc. Danijela Samac, izvanredni profesor Fakulteta agrobiotehničkih
znanosti Osijek, predsjednik**
- 2. doc. dr. sc. Mario Ronta, docent Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, član**
- 3. doc. dr. sc. Bruna Tariba, docent Agronomskog fakulteta u Zagrebu, član**

Osijek, 2025.

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

mr. sc. Vedran Bertić

**PROIZVODNI I ZDRAVSTVENI UČINCI KUKURUZN OG TROPA
(DDGS) KAO ALTERNATIVNOG PROTEINSKOG KRMIVA U TOVU
PILIĆA**

Doktorski rad

Mentor: prof. dr. sc. Zvonimir Steiner

**Javna obrana doktorske disertacije održana je 11. srpnja 2025. godine pred
Povjerenstvom za obranu:**

- 1. izv. prof. dr. sc. Danijela Samac, izvanredni profesor Fakulteta agrobiotehničkih
znanosti Osijek, predsjednik**
- 2. doc. dr. sc. Mario Ronta, docent Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, član**
- 3. doc. dr. sc. Bruna Tariba, docent Agronomskog fakulteta u Zagrebu, član**

Osijek, 2025.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Doktorski rad

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Poslijediplomski sveučilišni (doktorski) studij: Poljoprivredne znanosti

Smjer: Hranidba životinja i tehnologija stočne hrane

UDK: 636.085.42:636.5

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti

Znanstveno polje: Poljoprivreda

Grana: Hranidba životinja

**Proizvodni i zdravstveni učinci kukuruznog tropa (ddgs) kao alternativnog proteinskog krmiva u tovu
pilića**

mr. sc. Vedran Bertić

Disertacija je izrađena na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Mentor: Prof. dr. sc. Zvonimir Steiner

Destilirano zrncvlje žitarica s otopinom (DDGS) alternativni je sastojak u hranidbi peradi. Međutim, DDGS ima visoke koncentracije neškrobnih polisaharida što ograničava njegovo uključivanje u hranidbu brojlera. Cilj ovoga istraživanja bio je procijeniti utjecaj dodatka DDGS-a u hranidbu brojlera od 0 do 42 dana dobne starosti. Istraživanje je provedeno na ukupno 360 pilića muškog spola, s 3 rastuće razine DDGS-a (0, 15 i 25%). Analizirani su kvantitativni i kvalitativni pokazatelji pilećeg mesa, acido-bazne ravnoteže krvi i biokemijski pokazatelji u krvi brojlera. Utjecaj DDGS-a u hranidbi pilića kvantificiran je kao financijski pokazatelj opravdanosti njegove primjene. Rezultati istraživanja pokazuju sljedeće: najbolji rezultati tovnih karakteristika pilića postignuti su u kontrolnoj skupini (najveća prosječna završna masa, najveći postotak zabataka sa zabatacima i postotak prsa te udio mase trupa u živoj tjelesnoj masi). Prema dobivenim pokazateljima, korištenje nusproizvoda iz proizvodnje etanola (DDGS) kao dodatka smjesama na razini od 25 % ima veliko ekonomsko opravdanje..

Broj stranica: 127

Broj slika: 13

Broj tablica: 34

Broj literaturnih navoda: 172

Jezik izvornika: hrvatski

Ključne riječi: DDGS, brojleri, hranidba, acido-bazni status, biokemijski pokazatelji

Datum obrane: 11. srpnja 2025.

Povjerenstvo za obranu:

1. **izv. prof. dr. sc. Danijela Samac** –predsjednik
2. **doc. dr. sc. Mario Ronta** – član
3. **doc. dr. sc. Bruna Tariba** –član

Disertacija je pohranjena u:

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

PhD thesis

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Postgraduate university study: Agricultural sciences

Course: Animal Nutrition and Forage Technology

UDK: 636.085.42:636.5

Scientific Area: Biotechnical Sciences

Scientific Field: Agriculture

Branch: Animal Nutrition

Production and health effects of dried distillers grains with solubles as an alternative protein feed in fattening chickens

mr. sc. Vedran Bertić

Thesis performed at Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Supervisor: Prof. dr. sc. Zvonimir Steiner

Distillers' dried grains with solubles (**DDGS**) is an alternative ingredient in poultry diets. However, DDGS has high concentrations of non-starch polysaccharides, which limits its inclusion in broiler diets. The objective of this trial was to evaluate the effect of inclusion level of DDGS in broiler diets from 0 to 42 D of age, total of 360 sexed male chickens, with 3 increasing levels of DDGS (0, 15 and 25 %). Quantitative and qualitative indicators of chicken meat, blood acid-base status, and biochemical indicators of broiler blood were analyzed. Finally, the impact of DDGS in chicken feeding was quantified as a financial indicator of the justification of its application. The results of the study show the following: the best results of chicken fattening characteristics were achieved in the control group (the highest average final weight, the highest percentage of drumsticks with drumsticks and percentage of breast, and the proportion of carcass weight in live weight). According to the indicators calculated in this way, the use of by-products from ethanol production (DDGS) as an additive to mixtures at the level of 25% has great economic justification.

Number of pages: 127

Number of figures: 13

Number of tables: 34

Number of references: 172

Original in: croatian

Key words: DDGS, broilers, nutrition, acid-base status, biochemical indicators

Date of the thesis defense: July 11th, 2025.

Reviewers:

1. **PhD Danijela Samac, associate professor** – president
2. **PhD Mario Ronta, assistant professor** – member
3. **PhD Bruna Tariba, assistant professor** – member

Thesis deposited in:

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

KAZALO

1. UVOD	1
2. Pregled literature.....	5
2.1. Osobitosti proizvodnje pilećeg mesa	5
2.2. Tovna obilježja Ross 308	11
2.3. Značenje hranidbe kod uzgoja tovnih pilića	15
2.4. Tehnologija proizvodnje DDGS-a	22
2.4.1. Suhi postupak	22
2.4.2. Mokri postupak.....	23
2.4.3. Uporaba DDGS-a u hranidbi	25
2.4.4. DDGS kao potencijalno hranivo u hranidbi tovnih pilića	26
2.4.5. Utjecaj DDGS-a na proizvodne pokazatelje tovnih pilića.....	30
2.4.6. Utjecaj aditiva i DDGS-a na vrijednosti krvnih pokazatelja tovnih pilića	31
2.4.7. Utjecaj DDGS-a na ponašanje, zdravstveno stanje i mortalitet tovnih pilića.....	34
2.4.8. Hematološki i biokemijski pokazatelji u krvi.....	35
2.4.9. Acido-bazni status krvi peradi	38
2.5. Cilj istraživanja	43
3. MATERIJAL I METODE RADA	44
3.1. Plan i provedba istraživanja	44
3.2. Smještaj i hranidba pilića	46
3.3. Proizvodni pokazatelji tovnih pilića.....	47
3.4. Hematološka analiza	47
3.5. Analiza kvalitete pilećih trupova i mesa	48
3.6. Ponašanje, zdravstveno stanje i mortalitet tovnih pilića.....	50
3.7. Statistička obrada podataka	50
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	51
4.1. Proizvodni, klaonički i pokazatelji kvalitete mesa pilića	51
4.1.1. Prosječni tjedni prirast	51
4.1.2. Prosječne vrijednosti prirasta pilića u tovu.....	58
4.2. Rezultati istraživanja kvalitete trupova pilića	66
4.2.1. Rezultati utvrđivanja mase i udjela dijelova pilećih trupova	67
4.3. Rezultati istraživanja pokazatelja kvalitete mišićnog tkiva.....	73

4.3.1. Tehnološka svojstva trupa	73
4.3.2. Acido-bazni status	81
4.3.3. Biokemijski pokazatelji krvi brojlera	87
4.4. Cijena koštanja.....	90
5. RASPRAVA.....	94
5.1. Prosječni tjedni prirast.....	94
5.2. Prosječne vrijednosti prirasta pilića u tovu.....	96
5.3. Rezultati istraživanja kvalitete trupova pilića	98
5.4. Rezultati istraživanja pokazatelja kvalitete mišićnog tkiva.....	100
5.5. Acido-bazni status	102
5.6. Biokemijski pokazatelji krvi brojlera	104
5.7. Cijena koštanja.....	107
6. ZAKLJUČCI	108
7. LITERATURA	110
8. SAŽETAK.....	124
9. SUMMARY.....	126
ŽIVOTOPIS.....	128

POPIS KRATICA

a*	stupanj crvenila
ALB	albumini
ALT	alanin-aminotransferaza
AST	aspartat-aminotransferaza
AP	alkalna fosfataza
ATN	antitoksični nutritiv
b*	stupanj žutila
B1	tiamin
B2	riboflavin
B12	cijankobaltamin
*BZ	batak sa zabatakom
CK	kreatin kinaza
DDGS	destilirano zrnavlje žitarica s otopinom
DEB	elektrolitička ravnoteža
GGT	gama-glutamiltransferaza
GLO	globulini

GUK	glukoza
Hb	hemoglobin
Kol	kolesterol
Kv	koeficijent varijacije
L*	stupanj svjetloće
LAP	leucin aminotransferaza
P	meso prsa
PCV	stanični volumen
PP	niacin
s	standardna devijacija
TEC	broj eritrocita
TČS	tvrdo, čvrsto i suho
WDDGS	destilirano zrnavlje pšenice s otopinom
TLC	broj leukocita

1. UVOD

Proizvodnja mesa peradi značajno doprinosi svjetskim prehrambenim sustavima pružajući pristupačne i hranjive bjelančevine milijardama ljudi. Industrija je tijekom posljednjih nekoliko desetljeća doživjela visoki rast vođen sve većom potražnjom, tehnološkim napretkom i integracijom globalnih tržišta. Međutim, peradarska proizvodnja suočava se s izazovima poput klimatskih promjena, epidemije bolesti i gospodarskih poremećaja, koji imaju velike utjecaje na održivost i ekonomsku otpornost. Svjetska proizvodnja mesa peradi neprestano raste, s predviđenim rastom od 2 % u 2025. godini, dostižući 104,9 tona (Abbas i sur., 2025). Ovaj rast potaknut je rastućom potražnjom za pristupačnim i hranjivim izvorima proteina, posebno u zemljama u razvoju.

Intenzivna peradarska proizvodnja zasniva se na hibridima visokog genetskog potencijala koji u vrlo kratkom vremenu osiguravaju vrijedne animalne proizvode (meso i jaja) i prema Domaćinoviću (2006) veće su biološke vrijednosti za čovjeka od hrane biljnog porijekla. Na svjetskom tržištu, a i u nas, velika je potražnja za pilećim mesom, posebice brojlerima (tovljeni pilići u dobi od 6 tjedana, težine oko 2 kg).

Proizvodnja peradi u Republici Hrvatskoj ima dugu tradiciju, a njen organizirani razvoj datira od 1961. godine kada su se na kombinatu „Belje“ u Baranji izgradili prvi objekti za njihov uzgoj. Broj peradi krajem 1980-ih godina bio je 16,51 milijun, da bi od 1991. godine do 1996. godine imao trend pada (10,99 milijuna), a potom opet bilježio trend porasta (Kralik i sur., 2008). Savić i sur. (2007) iznose podatke Centra za peradarstvo prema kojima se u Hrvatskoj godišnje uzgaja oko 600 tisuća rasplodnih nesilica teških hibrida, utovi se oko 40 milijuna pilića i oko 1,2 milijuna pura. Pored toga, uzgaja se i oko 22 tisuće rasplodnih nesilica lakih linijskih hibrida te oko 1,7 milijuna konzumnih nesilica, s tim da proizvodni kapaciteti nisu u potpunosti iskorišteni.

Meso peradi značajno je zastupljeno u ljudskoj prehrani jer se odlikuje visokom proteinskom vrijednosti i smatra se dijetetskim proizvodom (Kralik i sur., 2008). U razdoblju od 1970. do 2005. godine proizvodnja mesa peradi i jaja povećavala se brže od proizvodnje goveđeg i svinjskog mesa (Windhorst, 2006). Rast peradarske proizvodnje bio je osobito

izražen u razdoblju od 1995. do 2005. godine u kojem je svjetska proizvodnja mesa peradi povećana za oko 53 % (Scanes, 2007).

U ukupnoj potrošnji svih vrsta mesa najrazvijenijih država svijeta, meso peradi zauzima najveći udio, a prema Janječiću (2011) za to ima više razloga: vrlo kratko trajanje tova, visoka koncentracija žive mase peradi u peradnjaku (iskoristivost prostora), veliki reproduksijski potencijal, učinkovita konverzija hrane, nutritivna vrijednost mesa, relativno niža prodajna cijena od ostalih vrsta mesa te prikladnost mesa peradi za suvremeni način ishrane ljudi, tzv. „brza hrana – fast food“. Drugi su čimbenici cijena i trendovi u prehrani. Današnji trendovi u prehrani zagovaraju manji unos masnoća. Usporedbom nutritivne vrijednosti mesa – meso peradi je podjednako bogato proteinima (20,5 g/100 g) kao i govedina, svinjetina te janjetina. Proteinima je izdašnije jedino pureće meso (21,9 g/100 g). Masnoća se u mesu peradi ne pohranjuje intramuskularno kao kod ostalih vrsta mesa, nego potkožno (Janječić, 2005), zbog čega se meso peradi često promovira kao dio tzv. „zdravoga načina“ prehrane, a njegova konzumacija nije ograničena vjerskim običajima, kao što je to slučaj kod svinjetine ili govedine u nekim dijelovima svijeta.

Potrošnju i proizvodnju mesa peradi u većini razvijenih zemalja u zadnjih desetak godina pratio je trend povećanja. Isti trend zabilježen je i u Hrvatskoj. Peradarstvo u Hrvatskoj, naročito industrijskoga tipa, desetljećima je vertikalno ustrojeno kroz uzgoj rasplodne peradi, proizvodnju rasplodnih jaja, jednodnevne peradi te uzgoj pilića i peradi za klanje (Bobetić, 2011). U Hrvatskoj je uzgoj peradi prisutan još od 15. stoljeća (Gajčević i sur., 2006). Proizvodnja peradi sudjeluje s oko 7 % u ukupnoj vrijednosti hrvatske poljoprivrede, odnosno s 18 % u vrijednosti stočarske proizvodnje (Žutinić i Raguž-Đurić, 2008).

Proizvodi sintetizirani u životinjskom organizmu lakše se iskorištavaju i veće su biološke vrijednosti za čovjeka u usporedbi s biljnom hranom (Domaćinović, 2006). Današnja proizvodnja mesa peradi visoko je industrijalizirana i ne zahtijeva veliku količinu prirodnih resursa (zemljišta i vode), a komparativne prednosti kratki su proizvodni ciklusi i brzi obrt kapitala u odnosu na ostale stočarske proizvodnje, što utječe i na pristupačnu cijenu mesa. U odnosu na druge proizvodnje mesa, domaća proizvodnja mesa peradi s visokim udjelom (preko 90 %) zadovoljava domaću potrošnju i smatra se samodostatnom (Grgić i sur., 2015).

Posljednjih desetljeća proizvodnja mesa peradi u znatnom je porastu, pa su i znanstveni izazovi vezani uz ekonomičniju i konkurentniju proizvodnju više prisutni. Na području Republike Hrvatske intenzivna peradarska proizvodnja ima dugu tradiciju i zauzima značajno mjesto u ukupnoj stočarskoj proizvodnji. Proizvodnja je bazirana na hibridima visokog genetskog potencijala koji mogu u kratkom vremenskom razdoblju osigurati tržišno vrijedne prehrambene proizvode, meso i jaja.

Peradarska proizvodnja u hrvatskoj poljoprivredi sudjeluje s oko 7 %, odnosno s udjelom od 18 % u vrijednosti stočarske proizvodnje (Žutinić i Raguž-Đurić, 2008). Prema procjenama stručnjaka, Republika Hrvatska ima dovoljne kapacitete za peradarsku proizvodnju, no oni nisu dostatno iskorišteni i neodgovarajuće su strukture zbog nedostatka cjelovite tržišne infrastrukture i neodgovarajućeg poslovnog povezivanja gospodarstava (Raguž-Đurić i sur. 2006). Prema istim autorima u prethodnom desetogodišnjem razdoblju (1993. – 2003.) u Republici Hrvatskoj godišnje je proizvedeno prosječno 86,2 tisuće tona prirasta peradi i 825 milijuna jaja. Rezultati kvantitativne analize u razdoblju 2005. – 2009. godine u Hrvatskoj pokazuju da se broj peradi povećao za 8 %, a ukupna vrijednost hrvatskog izvoza peradarskih proizvoda iznosila je oko 144 milijuna US \$. Hrvatska s proizvodnjom od 37,8 tisuća tona u 2009. godini zauzima 97. mjesto među 204 zemlje s tom proizvodnjom, a po proizvodnji kokošjih jaja nalazi se na 50. mjestu u skupini od 109 zemalja. U ukupnoj vrijednosti svjetskog izvoza peradarskih proizvoda Hrvatska sudjeluje s 0,1 %, a u uvozu s 0,3 %.

Procjenjuje se da u intenzivnoj peradarskoj proizvodnji troškovi hrane sudjeluju s oko 70 % u ukupnim troškovima tova pilića pa je za ekonomičnu proizvodnju potrebno maksimalno optimizirati obrok i prilagoditi ga tako da udovoljava svim nutritivnim zahtjevima.

Najnoviji rezultati ukupne europske konzumacije mesa peradi prema AVEC-u (Association of Poultry Processors and Poultry Trade in the EU Countries) pokazuju trend rasta od 21 % između 2012. i 2022. godine. Također, do 2022. godine u zemljama EU i dalje se postepeno povećava potrošnja mesa peradi *per capita* od 24,02 kg, postepeni je pad potrošnje svinjskog mesa od 1 % (na 40,74 kg), te rast potrošnje goveđeg mesa za 3 % (na 15,78 kg) izraženo u CWE (Carcass Weight Equivalent).

Nedavna istraživanja pokazuju da se i u posljednjem desetljeću proizvodnja i potrošnja peradarskih proizvoda značajno povećala, ali će budući trendovi u peradarskom sektoru biti pod jakim utjecajem globalnog tržišta, preferencije potrošača i zahtjeva za osiguranjem standarda kakvoće i sigurnosti proizvoda, te dobrobiti i zdravlja životinja (Jez i sur., 2011). Meso peradi

postaje jedan od najvažnijih izvora životinjskih bjelančevina u smislu zdravstvenih prednosti, troškova i učinkovitosti proizvodnje. Genetskom selekcijom i kvalitetnim programima hranidbe brojlera povećan je prinos mesa i sama učinkovitost proizvodnje brojlera. Brojne studije pokazale su da odgovarajućom hranidbom možemo povećati kvalitetu mesa i definiciju trupa tovni pilića (Choi i sur., 2023).

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Osobitosti proizvodnje pilećeg mesa

Trend povećanja proizvodnje i potrošnje mesa peradi u svijetu i u nas prate i znanstvena istraživanja vezana uz ekonomičnost i rentabilnost te proizvodnje. Porast broja proizvedenih grla peradi u razdoblju 2017. – 2023. godina prema podacima Državnog zavoda za statistiku prikazan je u sljedećoj tablici:

Tablica 1. Trend porasta broja grla peradi u Republici Hrvatskoj

Godina	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	2023.
tis. '000	10 399	11 413	12 747	13 057	12 096	10 917	10 744

(Izvor: Državni zavod za statistiku)

U Republici Hrvatskoj intenzivna proizvodnja pilećeg mesa čini 70 % od ukupne proizvodnje, dok 30 % potreba pokriva tradicijski (poluintenzivni) način uzgoja za vlastite potrebe. Do pada proizvodnje mesa peradi došlo je 2005. godine zbog pojave H₅N₁ virusa koji je doveo do eutanazije značajnog broja peradi u nekim zemljama svijeta pa i kod nas (Gajčević i sur., 2006). Pojava ove bolesti ipak nije smanjila konzumaciju pilećeg mesa, što pokazuje kolika je sklonost potrošača prema mesu peradi, kako u svježem stanju tako i u obliku prerađevina. Prema piramidi „zdrave prehrane“ pileće meso se nalazi u vrlo visoko pozicioniranoj skupini namirnica zajedno s jajima, orašastim plodovima, mahunarkama i ribom (Galović, 2011). Kakvoća mesa generički je pojam koji se razvijao dolaskom novih znanstvenih spoznaja i analitičkih metoda, a ponajviše povećanjem zahtjeva potrošača. Hammond (1952) je definirao kakvoću mesa kao ono što potrošač želi (uzimajući u obzir geografske i klimatske razlike), a Kramer (1962) kao značajku po kojoj se proizvodi međusobno razlikuju, što utječe na prihvaćenost proizvoda od strane potrošača.

Na kvalitetu pilećeg mesa utječe niz vanjskih i unutarnjih čimbenika, a posebno mjesto pripada utjecaju hranidbe koja ima zadatak zadovoljiti uzdržne i produktivne potrebe životinja unošenjem svih potrebnih hranjivih i biološki vrijednih tvari u njihov metabolizam. Pri tome je nužno poznavati potrebne koncentracije metaboličke energije i sirovih proteina, aminokiselina, minerala i vitamina kako bi se odredio pravilan odnos hranjivih tvari u krmnoj smjesi za perad.

Tako se hranidbom pilića obrocima koji su bogati polinezasićenim masnim kiselinama može utjecati i na ugradnju poželjnih masnih kiselina u mišićno tkivo peradi (Scaife i sur., 1994), a dodatkom antioksidanasa (karotenoidi, vitamin C, selen) poboljšati oksidativnu sposobnost mesa (Kralik i sur., 2008).

Prema svom sastavu pileće meso je biološki vrijedna namirnica s vrlo povoljnim sastavom aminokiselina, malim udjelom masti i visokom probavljivošću (Tablica 2).

Tablica 2. Kemijski sastav i energetska vrijednost u 100 g pilećeg mesa (Kulier, 1996)

Hranjive tvari	Piletina s kožom	Kuhana piletina	Pečena piletina	Pileća prsa
Energija (kcal)	189,00	170,00	196,00	155,00
Voda (g)	69,00	66,00	62,00	70,00
Bjelančevine (g)	17,10	20,50	24,50	21,50
Masti (g)	13,40	9,90	10,80	6,90
Minerali (g)	0 – 8	3,60	3,00	1,50

Meso peradi lakše je probavljivo za ljude jer ima veći udio nezasićenih masnih kiselina nego meso ostalih vrsta domaćih životinja. Kvaliteta pilećeg mesa povezana je s njegovim kemijskim sastavom koji ovisi o vrsti peradi (Tablica 3), pasmini, dobi, spolu i dijelu trupa, a značajno je povezan s režimom hranidbe pilića.

Tablica 3. Kemijski sastav mesa različitih vrsta peradi (Lesiów, 2006)

Vrsta mesa	Hranjive tvari, %							
	Voda		Bjelančevine		Masti		Pepeo	
	P	BZ	P	BZ	P	BZ	P	BZ
Piletina	74,36	73,21	22,80	19,14	1,58	6,65	1,26	1,05
Puretina	72,74	72,24	23,36	19,54	1,63	4,84	1,18	1,09
Meso patke	76,82	75,80	21,20	20,90	1,31	2,00	0,99	0,80
Meso guske	72,36	71,55	22,48	20,38	3,11	6,51	1,18	1,00

P = meso prsa, BZ = bataka sa zabatakom

Iz podataka se vidi da je meso prsa bogatije bjelančevinama i sadrži manje masti od mesa bataka sa zabatakom. Aminokiselinski sastav mišića genetski je određen i ne može se mijenjati, ali je sastav masti pod utjecajem hranidbe. Naime, koncentracija masnih kiselina u tkivu u visokoj je korelaciji s njihovom koncentracijom u hrani, a pilići mogu iz jednostavnih prekursora (kao glukoza i aminokiseline) sintetizirati zasićene (SFA) i mononezasićene (MUFA) masne kiseline. Višestruko nezasićene masne kiseline (VNMK) su esencijalne pa se hranom moraju unositi u organizam peradi (Kralik i sur., 2008).

Pileće meso prema ostalim vrstama mesa ima povoljan sastav aminokiselina za ljudsku prehranu zbog visokog udjela višestruko nezasićenih masnih kiselina, ali i rizik da tijekom skladištenja dođe do razlaganja frakcija lipida (Cortinas i sur., 2005). Oksidacija lipida može dovesti do promjena senzorskih svojstava mesa, oksidacijske užglosti, gubitka okusa, čvrstoće tkiva te tvorbe potencijalno toksičnih spojeva (Bašić i sur., 2010).

Meso pilića razlikuje se od mesa ostalih domaćih životinja i po sastavu mineralnih tvari (sadržaj K, Na, Fe, Zn i P). Tako bijelo meso (prsa) pilića sadrži više kalija i magnezija od tamnog mesa (batak i zabatak) koje je bogatije natrijem, cinkom i željezom. (Kralik i sur., 2001). Uz kolesterol, nutricionisti smatraju da sadržaj masti u mesu može biti faktor rizika aterogeneze u ljudi, a sadržaj masti više je vezan uz meso peradi, dok kolesterolom obiluje žumanjak jajeta (Lopez-Ferrer i sur., 2011). Prema istraživanjima Kralik i sur. (2008) sadržaj kolesterola u tamnom mesu (batak sa zabatacima) za 15 – 50 % je viši od sadržaja kolesterola u bijelom mesu prsa. Upravo zbog svog sastava bijelo meso preporuča se djeci i bolesnicima s gastrointestinalnim i krvožilnim problemima (Janječić, 2005).

Nema jedinstvene definicije koja bi u cijelosti opisala značajke kvalitetnog mesa jer se njena interpretacija može bazirati na subjektivnim i objektivnim mjerilima, ili kao zbir subjektivnih i objektivnih pokazatelja koja se mogu razlikovati, odnosno različito vrednovati na određenom tržištu. Subjektivna procjena povezana je s pozitivnom percepcijom, dok objektivna zahtijeva neutralno opisivanje kvalitetnih svojstava, a obavlja se primjenom destruktivnih i nedestruktivnih metoda. Smatra se da izgled, tekstura, sočnost, miris i okus, pripadaju u najvažnija svojstva mesa koja utječu na prosudbu potrošača prije i nakon kupovine proizvoda od mesa (Cross i sur., 1986).

Pokazatelji koji se najviše koriste u određivanju kvalitete mesa su:

- boja (L^* , a^* i b^* vrijednosti)
- sadržaj hranjivih tvari (bjelančevine, masti, aminokiseline, kolesterol, masne kiseline, vitamini, minerali, pepeo i voda)
- tehnološka svojstva mesa (temperatura, pH vrijednosti, električna provodljivost mišićnog tkiva, sposobnost otpuštanja vode „drip loss“, sposobnost vezanja vode s.p.v.)
- senzorska svojstva mesa (miris, okus, čvrstoća ili nježnost mišićnih vlakana).

Meso pilića bogato je i vitaminima B skupine: tiaminom (B_1), riboflaminom (B_2), niacinom (PP), pirodoksinom (B_6), cijankobaltaminom (B_{12}) te vitaminima topljivim u mastima (A, D i

E). Vitamin E značajan je jer sudjeluje u zaštiti lipidnih struktura membrana, a time i na stabilnosti masti (Grashorn, 2007).

Jedan od čimbenika kvalitete mesa je sadržaj i sastav masnih kiselina lipida koji utječe na oksidativnu stabilnost mesa. Zamrzavanjem mesa povećava se rizik njegovog oštećenja oksidativnim procesima, što se može smanjiti dodavanjem antioksidanata u krmne smjese te time osigurati oksidativnu stabilnost masti tijekom klaoničke obrade i skladištenja (Marcinčák i sur., 2005).

Janječić (2006) navodi da potrošači kvalitetu mesa organoleptički najčešće procjenjuju prema boji te bi svježe meso pilećih prsa trebalo imati svijetlo ružičastu boju, a meso bataka sa zabatakom tamno ružičastu boju. Problem u plasmanu izaziva pojava BMV (blijedo-mekano-vodnjikavo) mesa do koje dovodi postmortalna glikoliza kada se glikogen u mišićima naglo razgrađuje uz nakupljanje mliječne kiseline i dovodi do pada pH vrijednosti, a koji može pasti ispod pH 6 već 45 minuta nakon klanja. Tada dolazi do denaturacije bjelančevina i smanjenja njihove sposobnosti hidratacije. Pojavu blijede boje izaziva nakupljanje vode u međustaničnim prostorima uslijed čega meso postaje mekano, a njegova površina vlažna.

Vrijednost pH mesa djeluje na kvalitativna svojstva mesa: boju, sposobnost zadržavanja mesnog soka, okus, nježnost i održivost, a njegova vrijednost u stanju mirovanja mišića iznosi 7,0 – 7,2. Po prestanku životnih funkcija, u nedostatku kisika dolazi do anaerobioze i pada pH vrijednosti koja u mesu normalnih svojstava iznosi 5,5 – 5,7. Ako do ovog pada dolazi brzo (mjerenje nakon 45 minuta), pretpostavlja se da meso neće imati dobra preradbena svojstva (BMV – blijedo, mekano i vodnjikavo meso). Visoke vrijednosti pH (>6,0) također nisu poželjne u mesu jer dovode do pojave TČS (tvrdo, čvrsto i suho). Optimalni pH mesa je 5,5 pri kojem su mikroorganizmi inhibirani, započinju procesi zrenja te dolazi do formiranja karakteristične nježne teksture (Honikel, 2004).

Svojstva mesa koja je moguće kvantificirati, poput pH vrijednosti, sposobnosti zadržavanja vode, otpornosti na presijecanje, gubitka mesnog soka („otkapavanje“), sadržaja kolagena, topljivosti proteina i drugo, od osobitog su značaja za mesnu industriju pri proizvodnji visokovrijednih proizvoda od mesa (Allen i sur., 1998).

Promjene kvalitete mesa mogu biti uzrokovane reakcijom životinja na povećani fizički i psihički napor koji dovode do povećanja glikolize i stvaranja velikih količina mliječne kiseline,

odnosno metaboličke acidoze. Posljedično se naglo smanjuje pH u mišićima 45 minuta *post mortem* i dolazi do otpuštanja kalcijevih iona (Ca^{2+}) iz sarkoplazmatskog retikuluma (Küchenmeister i sur., 2000). Ioni kalcija aktiviraju rad ATP-aze i ubrzavaju razgradnju ATP-a što dovodi do oslobađanja topline i denaturiranja bjelančevina u mišićnom tkivu koja se manifestira pojavom „otvorene“ muskulature i smanjene sposobnosti vezanja vode (Denbrough, 1998). Denaturacija bjelančevina dovodi do promjene mišićnog tkiva i blijede boje mesa (Monin i sur., 2004).

Boja mesa procjenjuje se kroz tri vrijednosti CIE L^* , CIE a^* i CIE b^* , a granične CIE L^* vrijednosti razlikuju se prema navodima pojedinih autora (Tablica 4).

Tablica 4. L^* vrijednosti za boju mesa pilećih prsa (Smith i Nortchutt, 2009)

Autori	Boja mišića (L^* vrijednost)		
	Svijetlo	Normalno	Tamno
Flatcher i sur. (2000)	50,80	47,60	45,40
Qiao i sur. (2001)	56,00	51,30	47,50
Petracci i sur. (2004)	57,50	53,50	48,30
Zhang i Barbut (2005)	57,50	50,20	43,00

Kakvoća pilećeg mesa u zemljama EU osnova je za određivanje njegove namjene i utječe na postignutu cijenu te se prati s velikim zanimanjem. S obzirom na to da se u EU zemljama s razvijenim peradarstvom pokazatelji kakvoće intenzivno koriste i u selekciji, sustavno bilježenje podataka o kakvoći mesa predstavlja osnovu za brzo unapređenje peradarske proizvodnje i u Hrvatskoj. Prema Senčiću (2011), mogućnosti porasta proizvodnje i potrošnje mesa peradi u našoj zemlji još uvijek nisu potpuno iskorištene, premda 90 % ukupno proizvedenog mesa u našim uvjetima čini pileće meso.

2.2. Tovna obilježja Ross 308

Prema američkoj klasifikaciji, brojleri imaju 15 – 20 % masti, od čega unutrašnje (trbušne) masti 2 – 3 %. Prve farme na kojima su se počeli uzgajati brojleri grade se u SAD-u 1920. godine. Brojleri se uzgajaju namjenski za prehranu. Poznati su po tome što mogu brzo rasti, imaju visoki odnos konverzije hrane i nisku razinu aktivnosti. Brojleri često dostignu konačnu masu pred klanje od 2 – 3 kg u roku od samo pet tjedana (Damerow, 1995).

U proizvodnji pilića Republike Hrvatske intenzivna proizvodnja na velikim peradarskim farmama osigurava 70 % proizvodnje, dok 30 % potreba pokriva tradicijski (poluintenzivni) način uzgoja. Intenzivan tov pilića traje od 30 do 40 dana u kojem se vremenu postiže tjelesna masa od 1,8 do 2,5 kg, uz konverziju hrane 1,7 – 2,0 kg i mortalitet 2 – 5 %.

Uspješnost i rentabilnost proizvodnje tovnih pilića ponajviše ovisi o dobrom odabiru hibrida koji bi trebali u što kraćem razdoblju imati bolje iskorištenje hrane, veću otpornost, veći udio mesa u trupu i bolju kvalitetu trupa u odnosu na čistu pasminu pilića (Kralik i sur., 2008).

Na našem tržištu najčešće se nalaze linijski hibridi: Ross (kompanija Aviagen), Hubbard (kompanija Hubbard), Cobb (kompanija Cobb-Vantress) i Lohmann namjenjeni isključivo za tov, te ne mogu poslužiti u daljnjoj reprodukciji. Proizvodna obilježja za tri hibrida pilića prikazana su u Tablici 5.

Tablica 5. Proizvodna obilježja teških linijskih hibrida

Obilježje	Ross 308	Cobb 500	Hubbard classic
Tjelesna masa s 35 dana	2,11	2,06	2,12
Tjelesna masa s 42 dana	2,76	2,73	2,74
Tjelesna masa s 49 dana	3,40	3,36	3,36
Konverzija s 35 dana	1,58	1,56	1,62
Konverzija s 42 dana	1,72	1,71	1,77
Konverzija s 49 dana	1,86	1,84	1,92

Izvor: <http://www.hubbardbreeders.com/products.php?id=7>,
http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross308BroilerPerfObj2012R1.pdf,
[http://67.43.0.82/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500-broiler-performance-nutrition-supplement-\(english\).pdf](http://67.43.0.82/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500-broiler-performance-nutrition-supplement-(english).pdf)

Hibrid Ross 308 odlikuje se dobrim proizvodnim obilježjima, robustan je, brzorastući brojler koji efikasno koristi hranu i daje dobar prinos mesa. Dizajniran je tako da zadovolji potrebe proizvođača i zahtjeve krajnjeg potrošača, a od tri navedena hibrida pokazuje najbolji prirast tjelesne mase (Tablica 5).

Osnova tova brojlera je na linijskim hibridima namijenjenim za proizvodnju mesa, tzv. teškim linijskim hibridima. Neke pasmine, kao i srednje i spororastući hibridi, nisu pogodni za intenzivan tov. Oni se koriste za neki od vidova alternativne proizvodnje pilećeg mesa koji su bliži ekstenzivnim uvjetima uzgoja i organskoj proizvodnji.

Za uspješnu brojlersku proizvodnju moraju se poštivati određeni principi kao što su: izbor specijaliziranih linijskih hibrida visokog genetičkog potencijala, primjena svih propisanih

veterinarskih i zoohigijenskih mjera i držanje životinja u suvremenim objektima s kontroliranom mikroklimom.

Tov brojlera traje od 5 do 6 tjedana, s odmorom između turnusa 2 – 3 tjedna (minimalno 14 dana) što osigurava od 5 do 7 turnusa godišnje. U ovim uvjetima postiže se završna tjelesna masa oko 2,5 – 2,7 kg sa 6 tjedana, uz konverziju hrane 1,7 – 1,8 kg hrane za kg prirasta i mortalitet do 5 % (Tablica 6).

Tablica 6. Proizvodna obilježja pilića Ross 308 tijekom tova

Dan uzgoja	Tjelesna masa (g)	Dnevni prirast (g)	Prosječni dnevni prirast (g)	Dnevno konzumiranje hrane (g)	Kumulativno konzumiranje hrane (g)	Konverzija hrane (g)
0	42	-	-	-	-	-
7	185	28	20,48	35	166	0,893
14	473	51	41,12	69	538	1136
21	916	72	63,19	110	182	1291
28	1479	86	80,55	152	2122	1434
35	2113	93	90,56	187	3331	1576
42	2768	93	93,57	215	4757	1714
49	3407	89	91,22	233	6311	1861
56	4002	81	84,96	243	8020	2004
63	4531	71	75,64	244	9730	2142
70	4978	58	63,80	234	11405	2291

Izvor: Avigen (2012):Ross 308 Broiler:Performance Objectives,
[https://www.google.hr/webhp?sourceid=ant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Izvor%3A+Avigen+\(2012\)%3ARoss+308+Broiler%3APerformance+Objectiveschrome-inst](https://www.google.hr/webhp?sourceid=ant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Izvor%3A+Avigen+(2012)%3ARoss+308+Broiler%3APerformance+Objectiveschrome-inst)

Prema rezultatima nekih istraživanja značajan utjecaj na tov pilića ima njihov spol. Između muških i ženskih pilića iste dobi utvrđene su značajne razlike u stopi rasta, masi po tjednima tova i završnoj masi, kao i u kvaliteti trupova. Pokazalo se da muški pilići rastu brže i da bolje iskorištavaju hranu (Nikolova, 2006., Kralik i sur., 2007). Rezultati pokazuju da muški pilići postižu oko 15 % veću tjelesnu masu od ženskih pilića, uz manju konverziju hrane.

Hranidba Ross 308 (kompanija Aviagen) tovnih pilića, slično ostalim hibridima, ovisi o tome hrane li se pilići odvojeno po spolu ili zajedno. Krmne smjese za perad (starter, grover i

finišer) mješavine su ugljikohidratnih krmiva te bjelančevinastih krmiva (biljnog ili životinjskog podrijetla), uz vitaminsko-mineralne dodatke. Obroci se normiraju uz praćenje energetske i hranjive vrijednosti krmiva (Domaćinović, 1999).

Pandurević (2014) je ispitala utjecaj genske osnove na proizvodne rezultate tova prateći rezultate uzgoja Cobb 500 i Hubbard hibrida pilića. U svim mjerenjima obavljenim po tjednima tova pilići linije Hubbard imali su statistički značajno ($P < 0,01$) veću prosječnu masu od Cobb hibrida, dok su pilići Cobb hibrida imali povoljniju konverziju hrane za 0,04 kg.

Kralik i sur. (2007) provodili su istraživanja svojstava tovnosti i kakvoće mesa na 120 pilića hibrida Ross 308 i Cobb 500 s ciljem da se utvrdi utjecaj genetske osnove i spola, kao i njihova interakcija. Utvrđen je statistički visoko značajan ($P < 0,01$) utjecaj spola na mase pilića 28., 35. i 42. dana tova. Muški pilići imali su statistički visoko značajno ($P < 0,001$) teže: trupove, prsa, batak sa zabatacima, krila i leđa u odnosu na ženske piliće. Utvrđen je statistički značajno ($P < 0,05$) veći udio mišića bataka i zabataka u trupu kod muških u odnosu na ženske piliće. Ženski pilići imali su statistički značajno veći ($P < 0,05$) udio kože u trupu od muških pilića. Ross 308 pilići imali su statistički značajno ($P < 0,05$) veći udio prsa u trupu u odnosu na Cobb 500 piliće. U prsnom mesu muških pilića utvrđena je veća vrijednost pH₁ izmjerena unutar 45 minuta nakon klanja ($P < 0,01$), kao i veća vrijednost pH₂ te električne provodljivosti izmjerenih 24h nakon klanja ($P < 0,01$). Cobb 500 pilići imali su statistički značajno nižu pH₂ vrijednost ($P < 0,05$) nego Ross 308 pilići. Također je statistički visoko značajan ($P < 0,001$) utjecaj hibrida pilića na izmjerene L* vrijednosti, dok je spol pilića statistički značajno ($P < 0,05$) utjecao na *a i *b vrijednosti.

Proizvodne rezultate slobodno uzgojenih Ross i Sasso pilića ispitali su Janječić i sur., (2003) da bi utvrdili isplativost ovog tipa proizvodnje. U istraživanju je korišteno 250 jednodnevnih Ross 308 i 250 jednodnevnih Sasso T44 pilića. Autori su utvrdili da su Ross pilići u dobi od 56 dana postigli prosječnu tjelesnu masu od 2456,9 g uz konverziju hrane od 1,89, dok su Sasso pilići u istoj dobi postigli prosječnu tjelesnu masu od 1785,15 g i konverziju hrane od 2,30. Mortalitet je kod Ross pilića na kraju istraživanja bio niži (2,8 %), a kod Sasso pilića iznosio je 4,4 %. Klaoničkom obradom pokazalo se da su veći udio krila, bataka, zabataka i leđa imali Sasso pilići oba spola u odnosu na Ross piliće, dok je udio prsa i filea kod oba spola Ross pilića bio veći u odnosu na Sasso piliće. Ukupni troškovi proizvodnje kod Ross pilića iznosili su 51,06 % od ukupnih prihoda, a kod Sasso pilića 64,92 %.

Kralik i sur. (2013) uspoređivali su tehnološke pokazatelje kvalitete prsnog mišićnog tkiva tri genotipa (Ross 308, Cobb 500 i Hubbard Classic) brojerskih pilića. Od tehnoloških svojstava praćeni su pH₁ i pH₂, boja prsnog mišića, otpuštanje mesnog soka (%), gubitak vode kuhanjem (%) i tekstura (N). Istraživanju su obavljena na 60 pilića, odnosno 20 pilića po genotipu. Pilići su tovljeni 42 dana, a hranjeni su komercijalnim smjesama starter do 21. dana, te finiše od 21. do 42. dana tova. Intenzitet crvenila mišićnog tkiva prsa prikazan kao vrijednost a* bio je statistički značajno veći kod mišića prsa pilića Hubbard Classic (3,06) u odnosu na piliće genotipa Ross 308 (1,69). Utvrđene su i razlike u vrijednostima b* koja predstavlja stupanj žutila. Pilići genotipa Cobb 500 i Hubbard Classic imali su izraženiji stupanj žutila mesa u odnosu na piliće Ross 308 (8,27;8,17;5,88). Kod ostalih ispitivanih svojstava tehnološke kvalitete mišića prsa (pH₁ i pH₂, L*, otpuštanje mesnog soka, gubitak vode kuhanjem i tekstura) između različitih genotipova pilića nisu nađene statistički značajne razlike.

2.3. Značenje hranidbe kod uzgoja tovnih pilića

Utjecaj hranidbe na kvalitetu brojerskih pilića Cobb 500 i Hubbard Classic istraživali su Nikolova i sur. (2008) i ustanovili da proizvodni pokazatelji u tovu ovise o genetičkom potencijalu pilića te o uvjetima držanja, hranidbe i dužini trajanja tova. U hranidbi su koristili dvije različite energetske-bjelančevinaste krmne smjese: jedna s višim sadržajem energije i nižom razinom bjelančevina i druga s nižim sadržajem energije, ali višom razinom bjelančevina. Rezultati su pokazali da spol značajno utječe na završnu masu trupova pilića pri čemu su muški pilići bili značajno ($P < 0,05$) teži od ženskih, imali su statistički značajnu veću masu prsa, bataka i zabataka te veći udio bataka u trupu. Genotip je imao utjecaja na osnovne dijelove trupa, jer su pilići genotipa Cobb 500 imali značajno veći udio prsa od Hubbard pilića. Statistički značajan utjecaj ($P < 0,01$) na randman imala je interakcija genotipa i hranidbe, a najveće randmane imali su pilići Cobb 500 hranjeni prvim tretmanom.

Dosković i sur. (2012) ispitivali su utjecaj enzima proteaze kao dodatka hrani sa sniženom razinom proteina na proizvodne osobine, masu obrađenog trupa i mjere konformacije trupa kod brzorastućeg hibrida Cobb 500 i spororastućeg hibrida – Master Gris. Tov pilića trajao je 49 dana. Značajan je bio utjecaj genotipa i spola na masu obrađenih trupova i sve ispitivane mjere konformacije, dok je utjecaj različitih razina bjelančevina, uz dodatak enzima proteaze, bio značajan samo kod hibrida Master Gris.

Bou i sur. (2005) proučavali su utjecaj hranidbe brojlera na sastav i potrošačku prihvatljivost pilećeg mesa. Tjedan dana prije klanja umjesto ribljeg ulja dodavali su masti iz drugih izvora (životinjske masti, laneno ulje), Zn (0,300 i 600 mg/kg), Se (0 i 1.2 mg/kg) i pratili promjene sastava masnih kiselina u pilećem mesu. Laneno ulje kao dodatak krmnoj smjesi povećalo je sadržaj n-3 višestruko nezasićenih kiselina (PUFA) u mesu, a Se koji je primijenjen u dva oblika (mineralni Na-selenit i selenom obogaćeni kvasac) imao je pozitivan utjecaj na povećanje njegovog sadržaja u mesu samo u organskom obliku.

Minerali u tragovima kao što su bakar (Cu), željezo (Fe), mangan (Mn) i cink (Zn) koji se koriste u premiksima i gotovim krmnim smjesama imaju visoki pozitivan utjecaj na probavne, fiziološke i biosintetičke procese u organizmu, a također i na rast (Bao i sur., 2009). Kod poremećaja opskrbe mineralnim tvarima dolazi do pojave promjena na nekim organima i/ili tkivima životinja. Tim promjenama organizam se može u određenoj mjeri uspješno štititi nekim mehanizmima prilagođavanja (promjenom stupnja resorpcije, skladištenjem, te povećanim izlučivanjem), a sama pojava ove samokontrole naziva se homeostaza minerala (Domaćinović 2006). Isti autor navodi i potrebe nekih mikroelemenata u hranidbi peradi koje iznose: za željezo 80 – 120 mg/kg hrane, bakar 18 mg/kg, cink 40 – 70 mg/kg, mangan 50 mg/kg te selen 0,2 – 0,3 mg/kg hrane. Ranija istraživanja pokazuju da slično smanjenju i prekomjerna potrošnja minerala u hranidbi peradi može uzrokovati oksidacijski stres (Surai, 2002).

Jedan od dodataka obrocima peradi koji se u novije vrijeme ponovo intenzivno ispituje je i nusproizvod iz industrije alkohola - DDGS. To je materijal dobiven nakon kondenzacije i sušenja u procesu proizvodnje konzumnog etanola ili etanola kao izvora energije. Pri tome, suhi destilacijski ostatak (DDG) u kombinaciji s kondenzatom dobivenim uparavanjem rijetkog destilacijskog ostatka koji sadrži topiva vlakna, glicerol i slično daje DDGS (Slika 2). Proizvod se obično suši na 10 – 12 % vlage koja je neophodna za potrebnu stabilnost. Pri višoj vlazi se stvaraju grude, a niža uzrokuje pretjerano prašenje. Očuvanje hranjivih sastojaka u velikoj mjeri ovisi o visini temperature sušenja jer pri previsokim temperaturama DDGS poprima smeđu boju i ima izrazito nepovoljan omjer proteina koji se pri previsokim temperaturama denaturiraju. Istraživanja provedena radi utvrđivanja metaboličke energije DDGS-a pokazala su da od 17 različitih uzoraka DDGS-a iz 6 postrojenja za proizvodnju etanola dobivene vrijednosti variraju od 2490 – 3190 kcal/kg sa srednjom vrijednosti od 2820 kcal/kg i koeficijentom varijacije od 6,4 % (Shurson, 2010).

Sadržaj sirovih proteina varira od 24 do 30 % (koeficijent variranja 3,72 %, uz 0,85 % lizina i 0,55 % metionina (Hossan, 2010). Sama tehnologija proizvodnje znatno određuje konačan sadržaj aminokiselina. Oscilacije u sadržaju lizina i metionina koje predstavljaju najčešće limitirajuće aminokiseline vezane su uz tehnologiju obrade i sušenja nusproizvoda o kojima ovisi degradacija i iskoristivost aminokiselina u cjelini. Autor zaključuje da bi te vrijednosti bile konstantnije ako bi se primjenjivala slična tehnologija proizvodnje etanola.

Slika 1. Uzorci DDGS-a različitog podrijetla



Izvor: www.ksgrains.com

U proizvodnji etanola dobivaju se dva proizvoda: tekuće otopljene tvari i ostatak zrna. Svaki od njih može biti odvojeno osušen, ali ako se pomiješaju zajedno, tada nastaje proizvod poznat kao DDGS. Eksperimentalna istraživanja koja su provodili Hunt i sur. (1997) pokazala su da DDGS kao sastojak stočne hrane ima umjereni sadržaj bjelančevina i razinu energije sličnu sojinoj sačmi. Kao jedini izvor proteina u hranidbi, DDGS sadrži ograničene koncentracije triptofana, arginina i lizina (Parsons i sur., 1983).

Kako pri destilaciji žitarice prolaze proces zagrijavanja zbog sušenja proizvoda, postoji zabrinutost za probavljivost aminokiselina, posebice zbog grijanja lizina u prisutnosti šećera. To potvrđuje manji broj literaturnih citata. Combs i Bossard, (1969) našli su da je dostupnost lizina u pokusu s hranidbom pilića bila u rasponu od 71 – 93 %. Parsons i sur. (1983) utvrdili su nešto nižu dostupnost (66 %), također ispitujući rast pilića, a u pokusima s hranidbom pijetlova utvrđena je dostupnost lizina na razini 82 %.

Interes za iskorištenjem ovog nusproizvoda pojavio se u Americi zahvaljujući proizvodnji viskija iz žitarica, primarno iz kukuruza, a manje iz drugih žitarica. Povećanjem broja peradi u SAD-u, prvenstveno pilića i purica, ovo je postao potencijalni dodatak hrani u peradarstvu. Kada je vlada SAD-a pokazala interes za proizvodnju alternativnih goriva, proizvođači etanola povećali su svoje kapacitete što je rezultiralo i povećanom proizvodnjom DDGS-a. Podaci pokazuju da je 2002. godine oko 2 do 3 milijuna tona DDGS-a proizvedeno u Sjevernoj Americi (Shurson, 2003), a Food and Agricultural Policy Research Institute procjenjuje da je ta proizvodnja u 2014. godini bila na razini 43 miliona tona DDGS-a. Iz jednog kilograma zrna kukuruza može se dobiti gotovo 0,32 g etanola i 0,33 kg nusproizvoda koji se može iskoristiti u proizvodnji DDGS-a (MsAllon i sur., 2000). Industrija pića nije bila jedini izvor DDGS-a, biljke za proizvodnju etanola također su producirale ovaj sastojak. U posljednje vrijeme proizvodnja etanola povećana je u SAD-u jer je etanol čišće gorivo, daje više energije nego nafta, te je djelomično obnovljivi resurs.

Światkiewich i Korelski (2008) navode da je koncentracija hranjivih tvari u DDGS-u povećana 2 – 3 puta prema njihovom sadržaju u žitaricama iz kojih je proizveden, te da je glavni problem u korištenju DDGS-a za perad visoka varijabilnost hranjivih tvari i njihova probavljivost. Autori ističu da se prema rezultatima istraživanja iz različitih laboratorija koji se odnose na primjenu DDGS-a kao komponente hrane za perad ovaj sastojak može prihvatiti kao dio obroka na razini 5 – 8 % u starter obrocima za brojlera i purice, a 12 – 15 % u završnom razdoblju uzgoja za brojlera i purice, kao i za nesilice.

Proizvodnja etanola povećavala se do kraja 1990-ih izgradnjom novih postrojenja. Iz tih postrojenja, koja su mogla kvalitetnijim načinom sušenja i fermentacijom kukuruza dobivati DDGS koji je zadovoljavao puno više standarde kvalitete nego onaj dobiven u industriji pića, nazivamo DDGS „nove generacije“. Fizikalna svojstva, kemijski sastav i probavljiva vrijednost DDGS-a može varirati ovisno o sirovinama za proizvodnju alkohola, vođenju procesa proizvodnje, a ponajviše o temperaturi sušenja (Cromwel i sur., 1993).

Najčešće se kao supstrat za fermentaciju u proizvodnji alkohola koristi kukuruz, a sorte kukuruza prilagođene su ciljnom proizvodu, kao i tehnologije proizvodnje. Nusproizvod iz moderne proizvodnje alkohola referira se kao „nova generacija“ DDGS-a (*NG-DDGS*). Zrno

kukuruza sadrži oko 20 mg/kg ksantofila (žuti pigment) pa je DDGS dobar izvor ovog pigmenta koji utječe na boju mesa i kože pilića, te boju žumanjka. Istraživanja Shursona (2010) pokazuju da koncentracija pigmenata u DDGS-u ovisi o temperaturi sušenja (ne smije doći do pregrijavanja) te se kreće od 8,58 – 36,72 mg/kg. DDGS je dobar izvor energije, aminokiselina i minerala, a može predstavljati i bogat izvor vitamina topivih u vodi, biološki aktivnih tvari kao što su nukleotidi, oligosaharidi, inozitol, glutamin i nukleinske kiseline. Svi ovi sastojci imaju povoljan utjecaj na imunološki odgovor tijela i opće zdravstveno stanje domaćih životinja. Salim i sur. (2010) u trogodišnjem razdoblju analizirali su sastav DDGS-a uvezenog iz SAD u Koreju, te prikazali njegov prosječni sastav i statistička odstupanja (Tablica 7).

Tablica 7. Kemijski sastav kukuruznog DDGS-a (2006. – 2009. godina)

Sastojak	Prosjek	Min – Max	CV, %	n
Vlaga, %	11,10	8,47 – 14,16	8,92	395
Sirovi proteini, %	27,15	23,17 – 30,41	3,72	395
Masti, %	10,67	7,8 – 12,17	6,94	395
Sirova vlakna, %	621	5,07 – 10,61	7,25	393
Pepeo, %	4,54	2,60 – 6,58	10,79	352
Škrob, %	8,12	3,93 – 12,33	16,26	352
Karoten, mg/kg	8,58	4,64 – 16,97	36,48	16
Ksantofil, mg/kg	36,72	23,26 – 54,40	25,05	16

CV, % = koeficijent variranja, n = broj ispitanih uzoraka

Izvor: Salim i sur. (2010)

DDGS predstavlja značajan izvor aminokiselina, energije i fosfora u obrocima peradi. Vrijednosti metaboličke energije kreću se od oko 2860 kcal ME/ kg pa do 3100 kcal ME/kg. DDGS je bogat izvor fosfora (0,65 – 0,78 %) čija je iskoristivost za perad na razini 54 – 68 % (Stein i sur., 2005).

Dale i Batal (2005) u svom izvještaju navode da udio sirovih bjelančevina u kukuruznom DDGS-u varira između 24 % i 29 %. Autori su mjerili udio sirovih bjelančevina u 395 uzoraka DDGS-a uvezenog iz SAD-a. Prosjek sirovih bjelančevina bio je 27,15 % (raspon od 23,87 – 30,41 %) s koeficijentom variranja 3,72 %.

Spiehs i sur. (2002) ispitivali su sadržaj hranjivih sastojaka u DDGS-u iz deset pogona za proizvodnju etanola u Minnesoti i Dakoti te utvrdili da je udio sirovih bjelančevina na razini 30,2 %, lizina 0,85 %, a metionina 0,55 %. Zanimljivo je da su najveća variranja između raznih uzoraka DDGS-a zabilježena upravo kod udjela aminokiselina važnih za perad, lizina i metionina. Razlike u tehnologiji proizvodnje utječu na varijacije unutar jedne sorte kukuruza gotovo jednako kao i razlike između različitih sorti kukuruza. Oscilacije u sadržaju lizina i metionina, najčešće limitirajućih aminokiselina upućuju na potrebu razvijanja tehnologije obrade i sušenje tog nusproizvoda radi smanjenja procesa degradacija i povećanja iskoristivosti aminokiselina u cjelini.

Laboratorijska analiza kukuruznog DDGS-a u SAD-u pokazala je kako on može biti dobar izvor fosfora (0,76 %), cinka (57,26 mg/kg), kalija (0,91 mg/kg) te drugih minerala. Prema Spiehs i sur. (2002) koncentracija fosfora jako varira (0,59 % do 0,95 %) ponajviše zbog velike razlike u njegovom udjelu u različitim hibrida kukuruza i različitim količinama zaostalog škroba u DDGS-u. Na variranje u sastavu DDGS-a može utjecati i sama tehnologija proizvodnje etanola.

Osim što je DDGS dobar izvor energije, aminokiselina i minerala, on je dobar izvor vitamina te drugih hranjivih sastojaka prisutnih u kukuruзу koji se koristi u proizvodnji etanola. Još su D'Ercole i sur. 1939. godine utvrdili da je DDGS dobar izvor riboflavina i tiamina te nekih biološki aktivnih sastojaka poput nukleotida, oligosaharida, glutamina i nukleinskih kiselina koji imaju blagotvoran učinak na imunološki sustav i zdravlje životinja.

U proizvodnji etanola se iz 100 kg kukuruza dobiva veća masa nusproizvoda (32 kg ugljičnog dioksida i 32 kg kukuruznog tropa s otopinom – DDGS-a) nego etanola (36 kg). Trop je odlična hrana za životinje jer kvasci tijekom fermentacije pretvore samo škrob kukuruza u etanol pa se za 2 – 4 puta povećava sadržaj proteina (30 %), esencijalnih aminokiselina (12,68 %), ulja (10 %), vlakana (10 %) i minerala (5,2 %). Trop sadrži energiju kao ječam i proteina kao suncokretova sačma. Dodatno, trop je odličan izvor dostupnog fosfora (79 % za perad i 90 % za svinje) i ksantofila (40 mg/kg) za perad. Visoki udio tropa u hrani životinja ograničavaju njegov varijabilni i neuravnoteženi sastav, moguća pregorenost i mogući sadržaj mikotoksina (Grbeša, 2006).

Fiene i sur. (2006. ističu da DDGS danas postaje visoko dostupno krmivo koje dobiva svoju primjenu u formulacijama stočne hrane za perad. Autori također upozoravaju na važnost poznavanja sadržaja hranjiva u ovom dodatku kako bi se u potpunosti iskoristila njegova vrijednost za hranidbu te daju prikaz zastupljenosti ukupnih i probavljivih aminokiselina u DDGS-u. Navode da je probavljivost lizina vrlo promjenjiva i jedan je od ključnih faktora koji mora biti utvrđen radi pravilnog doziranja DDGS-a kao dodatka hrani. Rezultati njihovog rada pokazuju da probavljivost lizina može varirati čak 30 %, ovisno o proizvođaču.

Walugembe (2013) je u svojoj disertaciji obrađivao problematiku učinka hrane visokog sadržaja vlakana na sadržaj nižih masnih kiselina (SCFA) i mikrobnu ekologiju crijeva tovnih pilića i nesilica. Svi starter-obroci formulirani su prema NRC (1994) standardima, a kao izvor vlakna korišten je kukuruz i sojina sačma (SGS), te DDGS i pšenične mekinje. Eksperiment je bio dvofaktorijalni s dvije razine vlakana (niža i viša) i dvije linije pilića, hranjenih od 1. do 21. dana. Muški pilići Ross 308 i Hy-linije W36 bili su smješteni u kavezima u kontroliranim uvjetima sa slobodnim pristupom hrani i vodi. Prosječni dnevni prirast (ADG), prosječni dnevni unos hrane (ADFI) i učinkovitost hrane (FE) izračunati su po danima hranjenja u razdoblju od 1. – 12. i 1. – 21. dana. Na kraju izvođenja pokusa prikupljeni su uzorci izlučevina radi određivanja dušika, metaboličke energije i probavljivosti vlakana, dok je u uzorcima sadržaja slijepog crijeva određena mikrobiološka ekologija. Rezultati pokazuju da je hrana s većim sadržajem vlakana značajno smanjila dnevni prirast brojlera za razdoblja 1. – 12. i 1. – 21. dana, ali nije utjecala na nesilice. Analiza nižih masnih kiselina u slijepom crijevu ukazuje na porast koncentracije octene kiseline ($P = 0,02$) i propionske kiseline ($P < 0,01$) u tovnih pilića i značajno smanjenje maslačne kiseline ($P = 0,03$) kod ishrane s povećanim sadržajem vlakana u obrocima. Autor zaključuje da je dodatak s visokim sadržajem vlakana prikladan u starter-smjesama za nesilice, ali ne i za toвне piliće.

2.4. Tehnologija proizvodnje DDGS-a

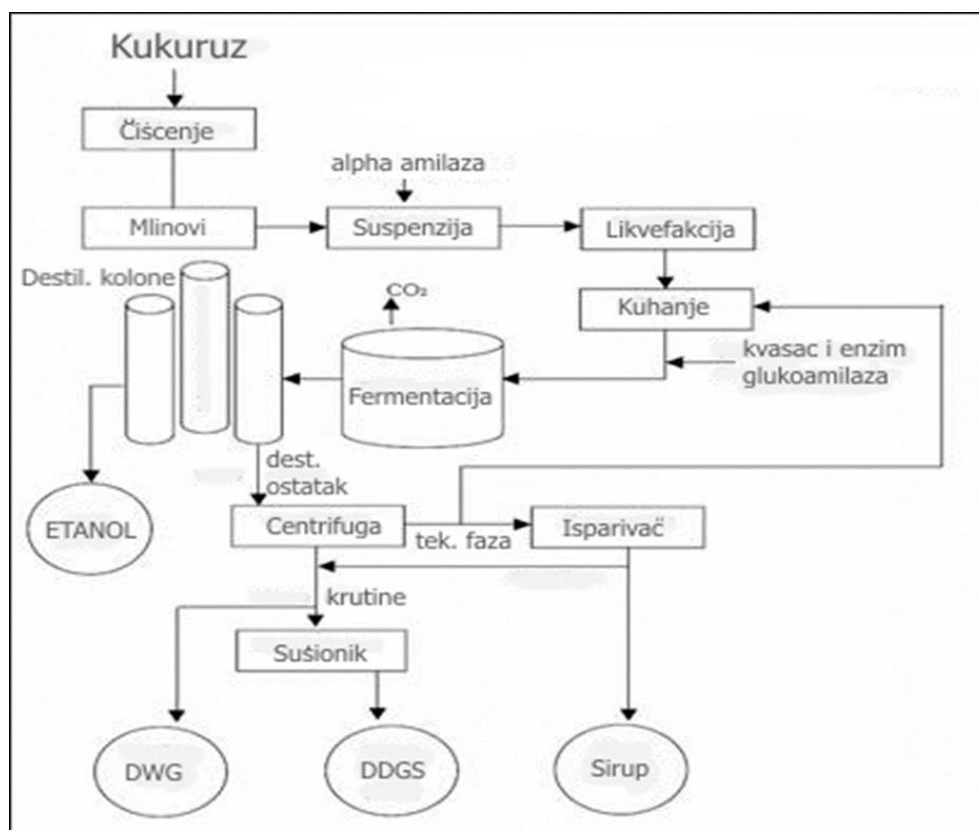
Doering i Hurt (2006) izražavaju zabrinutost zbog širenja industrije bio-goriva, koje bi moglo utjecati na poskupljenje krme. S druge strane, porastom industrije etanola povećavaju se zalihe DDG-a i DDGS-a koje moraju naći svoju primjenu u poljoprivredi, najlogičnije kao dodatci stočnoj hrani. Autori predviđaju da će se s obzirom na visoke cijene nafte, koje će vjerojatno u budućnosti nastaviti rasti, industrija bio-goriva brzo proširiti i postati dio nacionalne energetske politike svake zemlje. U poljoprivredi se stoga mogu očekivati promjene u korištenju zemljišta i strukturi sjetve i postupni prijelaz na korištenje više kukuruza i soje za bio-goriva. Proizvodnja DDGS-a može se odvijati suhim ili mokrim postupkom, o čemu ovisi njegov sastav i kvaliteta.

Suhi kukuruzni trop s otopinom (eng. DDGS – Dried distillers grains with solubles) je nusproizvod proizvodnje etanola. Najčešća sirovina od koje se proizvodi etanol je kukuruz. Od 1 kg kukuruza dobije se 0,32 kg etanola i 0,33 kg DDGS-a (McAloon i sur., 2000). Kemijski sastav DDGS-a razlikuje se između pojedinih tvornica etanola (Spiehs i sur., 2002), ovisno o tehnologiji proizvodnje.

2.4.1. Suhi postupak

Postupak započinje čišćenjem kukuruza od stranih tvari, zatim njegovom meljavom u mlinu čekićaru, a brašno i komponente koje se pri tome dobiju, ne odvajaju se. Brašno se miješanjem sa svježom i recikliranom vodom prevodi u suspenziju u kojoj se škrob dodatkom enzima alfa amilaze uz paru razlaže u dekstrine (Shematski prikaz 4, Slika 3), koji uz kvasac pomoću enzima glukoamilaze nastale dekstrine fermentacijom u destilacijskim kolonama prevode u etanol. Destilacijski ostatak odlazi na centrifugiranje gdje se krutine odvajaju od tekuće faze. Ako se krutine ne suše, dobiveni nusproizvod je DWGS – vlažni nusproizvod, a sušenjem u sušioniku dobiva se DDGS – suhi nusproizvod. Iz tekuće se faze preko isparivača odvaja sirup koji je bogat otopljenim hranjivim tvarima, ali zbog konzistencije koja podsjeća na melasu i nije praktičan za hranidbu pa se najčešće miješa s DWG-om prije sušenja, što povećava njegovu kvalitetu.

Slika 2. Shematski prikaz suhog procesa



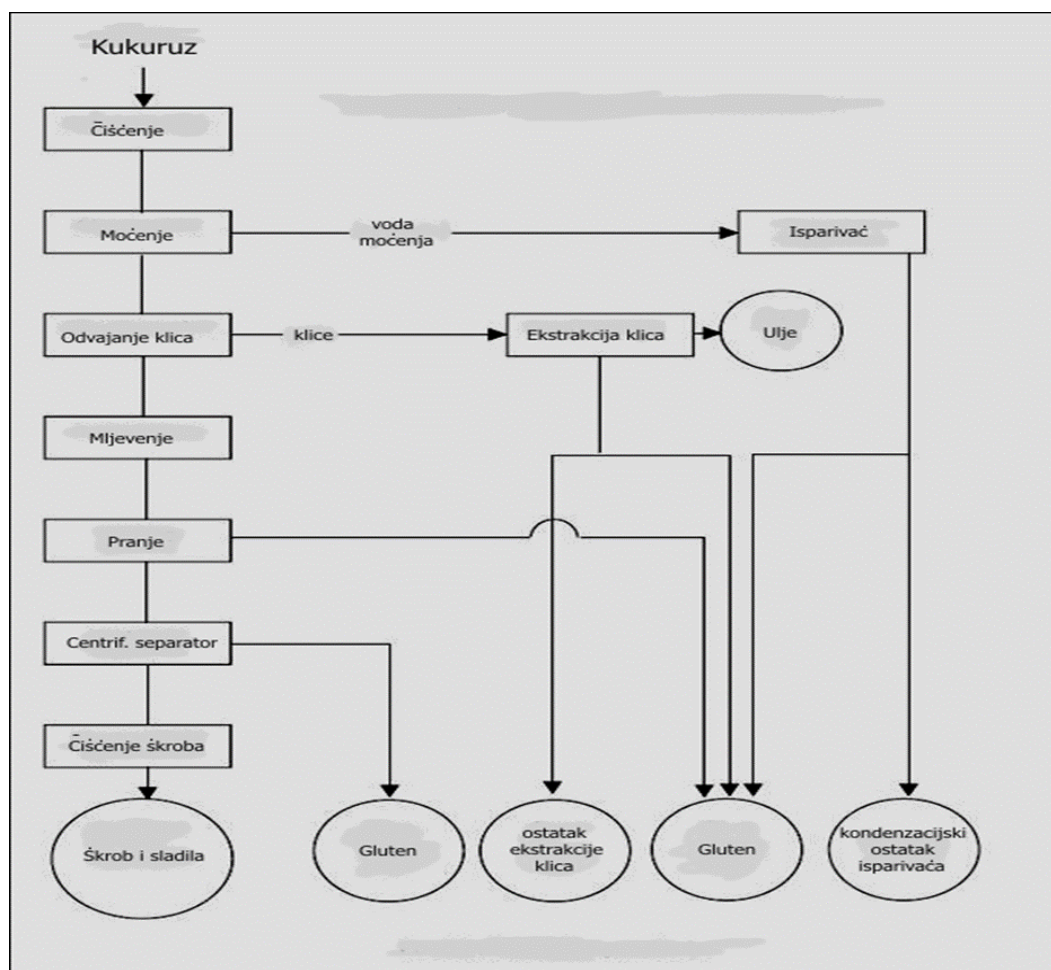
Izvor: Sinčić D. (2008): „Tehnologija dobivanja etanola iz kukuruza“

Od 100 kg kukuruza suhim postupkom dobije se 41 litra etanola, 32,5 kg DDGS-a i 32,5 kg CO_2 .

2.4.2. Mokri postupak

Mokri postupak ili proces s mokrom meljavom započinje čišćenjem i močenjem kukuruza i razdvajanjem u komponente, od kojih samo frakcija škroba prolazi proces fermentacije (Slika 2). Namakanje kukuruza traje 24 – 48 sati, nakon čega se odvajaju klice koje se koriste za proizvodnju kukuruznog ulja. Tekućina u kojoj se namakao kukuruz koncentrira se u isparivaču i plasira na tržištu kao gluten. U daljnu proizvodnju ulazi samo frakcija škroba iz koje se fermentacijom proizvodi alkohol, postupkom vrlo sličnom suhom postupku.

Slika 3. Shematski prikaz mokrog procesa



Izvor: Sinčić D. (2008): „Tehnologija dobivanja etanola iz kukuruza“

Od 100 kg kukuruza mokrim se postupkom dobije 57,2 kg etanola i sirup, 27,2 kg glutena i 2,5 kg ulja, a ostatak čine kvasac i CO₂. Proizvod dobiven mokrim postupkom naziva se WDG ili vlažni nusproizvod i obično sadrži 30 – 35 % suhe tvari i većinu vlakana, masti, proteina i minerala kao i sam kukuruz (Shurson, 2010). Odstranjena tekućina se kondenzira i dobiva se proizvod koji je dobar izvor proteina, energije i vitamina, ali ima konzistenciju melase što otežava njegovu primjenu, pa se ponovo miješa s WDG-om i dobiva se WDGS.

Prednosti ovog proizvoda su niža cijena suhe tvari po jedinici proizvoda, veća energetska vrijednost i to što se dobro miješa s već gotovim obrokom, a limitirajući čimbenik u primjeni vlažnog nusproizvoda je činjenica da sadrži oko 65 % vode što poskupljuje transport na udaljenosti preko 100 km.

2.4.3. Uporaba DDGS-a u hranidbi

Istraživanja primjene DDGS-a u hranidbi peradi započela su u prošlom stoljeću. Suhi ostatak destilacije (DDS) ili DDGS korišteni su u obrocima na niskim razinama, obično uključeni na razini nižoj od 10 %. Couch i sur. (1957) otkrili su da uključivanje 5 % DDGS-a povećava stopu rasta purica na razini 17 – 32 %.

Potter (1966) je ispitivao uključivanje DDGS-a u hranidbene obroke purica starih 8 tjedana, uz podešavanje razine lizina. Utvrdio je da se slična tjelesna masa purica postiže uključivanjem do 20 % DDGS-a, ali da pri tome dolazi do pogoršanja konverzije hrane.

Day i sur. (1972) izvijestili su o povećanju tjelesne težine brojlera primjenom DDS-a i DDGS-a u hranidbi s dodatkom DDGS-a 2,5 i 5,0 %. Primjenom u hranidbi purica isti autori utvrdili su poboljšanje njihovih reproduksijskih svojstava.

Manley i sur. (1978) dokazali su da 3 % DDGS-a poboljšava proizvodnju jaja u kokoši. U hranidbi s niskim udjelom fosfora DDGS je osobito vrijedan dodatak za poboljšanje proizvodnje jaja.

Alenier i Combs (1981) ističu da je za ishranu pilića poželjno da obroci sadrže 10 % DDGS-a ili 15 % DDS-a više od obroka složenih od kukuruza i soje bez DDGS-a, dok Cantor i Johnson (1983) nisu dokazali pozitivan utjecaj dodatka DDGS-a kao dodatka u hranidbi mladih pilića.

Prema izvješću Noll i sur. (2001), destilacijom sušene žitarice s otopljenom tvari (DDGS) ima primjenu u komercijalnoj hranidbi peradi na razini od 5 % ili manje, a autor navodi da praktična primjena DDGS-a zahtijeva njihovu eksperimentalnu provjeru.

Premda se prema ranijim istraživanjima DDGS pokazao kao relativno konzistentan produkt (Noll i sur., 2003), udio lizina u DDGS-u može znatno varirati. Ergul i sur. (2003) su ispitivanjima lizina u 20 uzoraka utvrdili varijabilnost rezultata 0,59 – 0,89 % uz iskoristivost 59 – 84 %, Batal i Dale (2006) koncentraciju lizina 0,39 – 0,86 % (iskoristivost 46 – 76 %), a Fastinger i sur. (2006) koncentraciju lizina 0,48 – 0,75 % i razinu iskoristivosti 65 – 82 %. Varijabilnost rezultata autor pripisuje različitom sastavu zrna kukuruza, kemijskim promjenama nastalim tijekom procesa proizvodnje etanola te uvjetima sušenja. Prema izvješću Noll i sur. (2006) o primjeni DDGS-a u hranidbi peradi, njegov utjecaj ovisi o sastavu i kvaliteti proizvoda.

O primjeni DDGS-a u stočarstvu izvještava Grbeša (2006) koji navodi da trop sudjeluje u hrani svinja s oko 20 %, a kod suprasnih krmača i do 50 %, dok više razine tropa smanjuju kakvoću potrbušne masti. Najviši dopušteni udjel DDGS-a u hrani brojlerskih pilića je 10 %, a kod kokoši i pura 15 %. Ksantofili iz tropa daju poželjnu zlatnu boju jajima i koži peradi, a visoka razina natrija ograničava njegov viši udio u hrani peradi. Proteini tropa imaju najvišu hranjivu vrijednost u hranidbi preživača (goveda, ovaca i koza), a krave hranjene s 20 % DDGS-a u suhoj tvari imaju istu mliječnost i sličan sastav mlijeka kao one hranjene sojinom sačmom. Junad u tovu hranjena s do 30 – 50 % DDGS-a ima ukusno meso kao i kada je hranjena drugim izvorima proteina. Ukusnost ograničava udio tropa u hrani konja na 20 %, nedostatak lizina i triptofana na 10 % u hrani psića, a 15% u hrani pasa. Autor također upućuje na to da trop povoljno djeluje na zdravlje probavnog trakta svinja, krava i junadi.

2.4.4. DDGS kao potencijalno hranivo u hranidbi tovnih pilića

Waldroup i sur. (2007) navode da je primjena DDGS-a započela kasnih 1930-ih kada su proizvođači hrane počeli inkorporirati DDGS u stočne obroke, ali prije toga, to je bio nusproizvod s ograničenom vrijednosti (Scott, 1970). D'Ercole (1939) je izvijestio da DDGS sadrži „neidentificirane faktore rasta“ što je dovelo do opsežnog istraživanja o uporabi DDGS-a u hranidbi peradi.

Waldroup i sur. (1981) uključili su DDGS do 25 % u obroke za brojlere, ali s obzirom na lizin i razinu energije, efekta nije bilo. Bez podešavanja energije rast pilića se zadržao, unos kalorija po prirastu bio je sličan u svim tretmanima, međutim, došlo je do smanjene konverzije hrane.

Parsons i sur. (1983) utvrdili su da DDGS može zamijeniti do 40 % proteina sojine sačme, uz podešavanje sadržaja lizina. Unatoč rezultatima navedenih istraživanja, nutricionisti su neodlučni oko uključivanja visokih razina DDGS-a u obroke. Brine ih niža energija (manje škroba) i veći sadržaj vlakana, te činjenica da visoke hranidbene razine mogu ograničiti postizanje visokih performansi mesa peradi.

U izvješću Cromwella i sur. (1993) objavljeni su rezultati ispitivanja 9 različitih uzoraka DDGS-a, testiranih u hranidbi pilića. Najveće variranje u sastavu zabilježeno je u sadržaja lizina koji se kretao od 0,43 do 0,89 %.

Premda se DDGS najčešće proizvodi iz zrna kukuruza, on se može dobiti i iz drugih žitarica, primjerice pšenice i ječma. U usporedbi s proizvodom iz kukuruza, DDGS dobiven iz pšenice sadrži više proteina (36 – 39 %) i sirovih vlakana, čiji udio iznosi oko 8 % (Ortin i Yu, 2009, Oryschak i sur., 2010).

Stein i sur. (2005) navode da DDGS predstavlja značajan izvor aminokiselina, energije i fosfora u obrocima peradi, a vrijednosti metaboličke energije kreću se od 2860 – 3100 kcal/kg. Autori ističu da je DDGS bogat izvor fosfora (0,65 - 0,78 %), čija iskoristivost za perad iznosi 54 – 68 %.

Dale i Batal (2005) iznose podatke o hranjivoj vrijednosti DDGS-a prema kojima on u prosjeku sadrži 90 % suhe tvari, od čega 27 % pripada proteinima 9,5 % je udio ulja, vlakna 9 %, a od mineralnih tvari je udio Ca 0,33 %, ukupnog P 0,75 % (iskoristivi dio 0,49 %), te Na 0,10 – 0,45 %. Energetska vrijednost u prosjeku je 2800 kcal/kg. Autori preporučuju primjenu DDGS-a u hranidbi brojlera i nesilica, na razini 10 % udjela u obroku.

Većina istraživanja provedena su s DDGS-om iz industrija pića koji je nekonzistentan i čiji sastav ovisi o vrsti žitarica korištenih za fermentaciju u proizvodnji alkohola. Mali je broj istraživanja posvećen primjeni DDGS-a u hranidbi peradi. Isto tako, industrijska proizvodnja peradi jako se promijenila zbog napretka u genetici i hranidbi u odnosu na vrijeme kada su započela prva istraživanja primjene DDGS-a (Sloan, 1941; Matterson, 1949).

Choi i sur. (2008) istraživali su utjecaj primjene DDGS-a u hranidbi brojlera na ove pokazatelje: cijenu koštanja smjese, tjelesnu masu i kvalitetu mesa i nisu ustanovili nikakav negativni utjecaj.

Ghazalah i sur. (2011) naglašavaju da se prilagodbom receptura krmnih smjesa, u koje se ugrađuju alternativna, lokalno dostupna krmiva poput DDGS-a, može pozitivno utjecati na ekonomičnost proizvodnje mesa, odnosno smanjenje cijene koštanja stočne hrane.

Shurson je 2010. godine proveo istraživanja radi utvrđivanja metaboličke energije DDGS-a na 17 različitih uzoraka iz 6 postrojenja za proizvodnju etanola te utvrdio varijabilnost u njihovoj energetske vrijednosti od 2490 – 3190 kcal/kg. Također je zaključio da bi vrijednosti bile konstantnije kada bi se primjenjivala slična tehnologija proizvodnje etanola.

Lumpkins (2002) u svom istraživanju radi procjenu uporabne vrijednosti DDGS-a u tovu peradi i procjenjuje bioraspoloživost lizina i fosfora iz tog izvora. Na temelju rezultata zaključuje da se 6 % DDGS-a može sigurno upotrijebiti u početnoj hranidbi brojlera kao starter i može se povećati do razine od 12 % za vrijeme uzgoja, kao i u završnom razdoblju. Iskoristivost lizina iz DDGS-a procijenjena je na 80 %, a fosfora na 61 %.

Światkiewicz S., Koreleski J. (2008) navode da se zbog svoje visoke hranjive vrijednosti i kvalitete, koja je vezana uz tehnologiju blagog sušenja pri preradi, DDGS dobiven iz moderne industrije etanola može koristiti kao sirovina za nepreživače s dobrim rezultatima. Glavni problem u korištenju DDGS-a za perad je visoka varijabilnost hranjivih tvari i njihova probavljivost. Na temelju rezultata ispitivanja u različitim laboratorijima pokazalo se da je DDGS prihvatljiv sastojak obroka peradi i može se sigurno koristiti na razini 5 – 8 % u starter obrocima za brojlera i purice, a 12 – 15 % u završnom razdoblju uzgoja za brojlera i purice, kao i za nesilice.

Salim i sur. (2010) napisali su pregledni rad u kojem su prikazali trenutno stanje znanja o nutritivnim vrijednostima različitih DDGS proizvoda iz kukuruza i preporuke za njegovo korištenje u obrocima za kokoši nesilice, brojlere i purane, kao i utjecaj tog proizvoda na okoliš. Zaključili su da unatoč velikim razlikama nutritivnih svojstava kukuruznog DDGS-a porijeklom iz različitih izvora, on predstavlja dobar izvor kvalitetnih sastojaka važnih u hranidbi peradi. Kao primjer autori navode rezultate ispitivanja mineralnog sastava DDGS-a prema različitim izvorima (Tablica 8).

Tablica 8. Razlike koncentracija makro i mikroelemenata u DDGS-u (Salim i sur., 2010)

Element	Izvor					
	NRC (1994)	Spiehs i sur. (2002)	Batal and Dale (2003)	Parsons i sur. (2006)	Waldroup i sur. (2007)	Salim i sur. (2010)
Ca %	0,17	0,05	0,29	0,03	0,07	0,04
P %	0,72	0,79	0,68	0,73	0,77	0,76
Na %	0,48	0,21	0,25	0,11	0,20	0,17
Mg %	0,19	0,30	0,28	-	-	-
K %	0,65	0,84	0,91	-	0,85	0,91
S %	0,30	0,48	0,84	-	0,84	-
Cu mg/kg	57,00	5,20	10,0	-	-	3,86
Zn mg/kg	80,00	96,70	61,0	-	-	57,26
Fe mg/kg	280,00	106,50	149,0	-	-	81,54
Mn mg/kg	24,00	14,00	22,0	-	-	10,37

Izvor: Salim i sur., (2010)

Veliki doprinos poznavanju uporabne i hranidbene vrijednosti DDGS-a u hranidbi brojlera dali su Wang i suradnici kroz nekoliko godina istraživanja. Zaključili su da je preporučljiva razina DDGS-a dobivenog iz kukuruza 15 % u krmnoj smjesi za brojlere, purice i patke. Autori također navode da je kod viših razina DDGS-a potrebno podešavati aminokiselinski sastav (za lizin, metionin, cistin i treonin) i energetska vrijednost obroka (Wang i sur. 2007a, 2007b, 2007c, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d).

2.4.5. Utjecaj DDGS-a na proizvodne pokazatelje tovnih pilića

Koncept peradarske proizvodnje mijenja se sukladno željama potrošača te potrebama prerađivačke industrije. Još prije nekoliko desetaka godina, ponuda pilećeg mesa odnosila se gotovo u cijelosti na cijele pileće trupove spremne za pečenje u komadu, dok danas postoji potreba za ponudom pojedinih dijelova trupa. Zbog toga je danas u tovu pilića nadasve važno osiguranje kvalitete pilećeg mesa i to pojedinih dijelova trupa, prsa i pilećeg filea bez kosti, bataka i zabataka (Steiner i sur., 2014).

Nekoliko je čimbenika koji bitno utječu na izgled i kvalitetu spomenutih dijelova pilećeg trupa, a to su: genotip tovnih pilića, spol, dob, zdravstveno stanje, hranidba, tjelesna masa pilića te dužina razdoblja gladovanja prije žrtvovanja (Rondelli, Martinez i García, 2003.; Nikolova i Pavlovski, 2009).

Steiner i sur. (2013) istraživali su mogućnost uporabe nusproizvoda tvornica etanola (DDGS) u tovu pilića. Pokus se sastojao od tri skupine jednodnevnih tovnih pilića (3x40) tip Cobb 500 kojima je u krmnu smjesu dodavana različita razina DDGS-a (0, 15 i 25 %), od početka do kraja tova. Pokus je trajao 42 dana. Praćena je tjelesna masa pilića, utrošak hrane te iskoristivost hrane za kg prirasta. Utvrđene su statistički značajne ($P > 0,01$) razlike između skupina u prirastu, gdje je kontrolna skupina imala najviši prirast. Utrošak hrane za kg prirasta bio je viši u pokusnim skupinama (11 – 15 %) u odnosu na kontrolnu skupinu. Cijena koštanja kg prirasta, što se hrane tiče, bila je najniža u pokusnoj skupini (88,75 %) u odnosu na kontrolnu skupinu.

Wang i sur. (2007) provodili su pokuse s procjenom utjecaja razine „nove generacije“ DDGS-a (0, 5, 10, 15, 20 i 25 %) na iskoristivost aminokiselina u hranidbi brojlera. Najbolji rezultati u kvaliteti mesa postignuti su na razini 15 – 20 % DDGS-a u obrocima.

Utjecaj dodatka DDGS-a krmnim smjesama za brojlere na prirast polovica i boju mesa domaćih pilića ispitali su Lu i Chen (2015). Prema njihovim rezultatima dodavanje 20 % DDGS-a nije imalo negativni utjecaj na prirast, konverziju hrane, kvalitetu mesa i metabolizam masti i proteina, a imalo je pozitivan učinak na boju trbušne masti i kože. Autori su zaključili da je DDGS dobra alternativna hrana za piliće i da treba poticati njegovu primjenu u praksi.

Parsons je 2006. godine ispitivao hranidbenu vrijednost DDGS-a primjenom konvencionalnih i modificiranih metoda u ishrani pilića. Provodio je pokuse za procjenu sastava hranjivih tvari i probavljivosti različitih komercijalnih uzoraka DDGS-a, te učinka različitih metoda prerade i dodataka hrani za životinje na bioraspoloživost P i nutritivnu vrijednost DDGS-a za perad. Hranjivi sastav znatno je varirao između uzoraka DDGS-a, s najvećim variranjem sadržaja Ca i Na te probavljivog lizina. Srednja vrijednost bioraspoloživosti P u 9 uzoraka DDGS-a iznosila je 79 %, a varirala je od 62 do 102 %. Povećana je s dodatnom termičkom obradom, pri čemu se snižava kvaliteta proteina, posebice probavljivost lizina. Veličina čestica DDGS-a nije imala utjecaja, dok su enzim fitaza i limunska kiselina doveli do povećanja bioraspoloživosti fosfora. Dvije nove tehnologije obrade, modificirano suho mljevenje i brzo uklanjanje klica i vlakna, dovele su do povećanja proteina i smanjena masti i vlakna u DDGS-u i imale su različite učinke na sadržaj lizina.

2.4.6. Utjecaj aditiva i DDGS-a na vrijednosti krvnih pokazatelja tovnih pilića

Hematološke analize krvi daju osnovne podatke o kompletnom zdravstvenom statusu životinja. Za svaku životinjsku vrstu potrebni su specifični referentni intervali za odgovarajuću interpretaciju rezultata hematoloških analiza jer su njihove vrijednosti različite u prvim mjesecima života u odnosu na odrasle životinje. Na promjenu vrijednosti utječe starosna dob životinje, pasmina, način ishrane, različit sustav držanja, geografsko područje, temperatura ambijenta, te godišnja doba i važni su faktori u interpretaciji rezultata (Knowles i sur., 2000).

Kolawole i sur. (2011) istraživali su utjecaj hranidbe različitim količinama pogače palminoga sjemena na hematološke parametre u tovu nigerijskih domaćih pilića. Šezdeset pilića u dobi od 9 tjedana nasumce je raspodijeljeno u 5 hranidbenih skupina po četiri pileta, u tri ponavljanja. Sastavljeno je pet izoproteinskih (17 % sirovih bjelančevina) grover smjesa koje su sadržavale 2813 - 3070 kcal ME/kg s različitim udjelima pogače (od 10, 15, 20 i 25%), kao zamjenom za kukuruz i soju u smjesama 2., 3., 4. i 5., dok je smjesa 1. bez udjela pogače (0 %), bila kontrola. Pilići su dobivali hranu i vodu *ad libitum* deset tjedana. Hematokriti, hemoglobin, crvene krvne stanice, trombociti, heterofil i eozinofil imali su slične vrijednosti ($p > 0,05$) u svim skupinama pilića, ali su promjene u bijelim krvnim stanicama ($15,95$ do $19,53 \times 10^6/\text{mm}^3$), limfocitima (60,00 do 67,00 %) i monocitima (0,67 do 2,00 %) bile statistički značajne ($P < 0,05$). Hematološki parametri bili su u granicama normale za zdrave piliće, a dodatak pogače

palminoga sjemena do 25 % u hranu nigerijskih domaćih pilića nije negativno utjecao na hematološke pokazatelje.

NseAbasi i sur. (2014) ističu važnost utvrđivanja hematoloških čimbenika kao načina da se klinički ispita i utvrdi uloga fizioloških i prehrambenih pokazatelja na metabolizam i zdravlje životinja. Naime, promjene u vrijednostima hematoloških pokazatelja dobro indiciraju reakciju životinja na utjecaj ispitivanih parametara.

Khan i Zafar (2005) proveli su ispitivanja primjene dodavanja estradiol valerata (sintetski estrogen) dozama obroka tovni pilića na njihovu hematološku sliku. Studija je rađena na brojlerima starim 100 dana uz primjenu estrogena iniciranog u volumenima 1 ml, 3 ml i 5 ml subkutano u vrat. Dobivena je značajna razlika u hematološkim pokazateljima između kontrole i tretiranih pilića na razini $P < 0,05$.

Nworgu i sur. (2007) ispitivali su utjecaj ekstrakta bundeve (FPLE) kao aditiva u hranidbi pilića (0, 30, 60, 90 i 120 ml/l vode) na hematološke pokazatelje u pilića. Pokus je trajao 56 dana, a provodio se na 120 dana starim Anak pilićima, u tri ponavljanja. FPLE ekstrakt je bogat proteinima (21,31 %), sadrži 10,97 % pepela u čijem sastavu ima osobito Ca, P, Mg i Fe i relativno malo vlakana, tanina i oksalata. Autori su utvrdili da dodatak ovog aditiva značajno povećava tjelesnu težinu, konverziju hrane te vrijednosti hemoglobina i eritrocita (RBC) u krvi. Tretmani su imali značajno pozitivan učinak na vrijednosti kolesterola (CH), uree, natrija i kalija u krvi u odnosu na kontrolu. Autori prema rezultatima istraživanja preporučuju dodavanje 60 i 120 ml FPLE / l vode u intervalima od 4 dana radi poboljšanog unosa hrane, prirasta na tjelesnoj masi i boljoj hematološkoj slici pilića.

Utjecaj probiotika na tova svojstva i biokemijske pokazatelje krvi tovnih pilića ispitivali su Domaćinović i sur. 2004. godine. Istraživanjem je obuhvaćeno 150 jednodnevnih pilića hibrida Ross, raspoređenih u dvije pokusne i jednu kontrolnu skupinu. U skupinu P_1 iniciran je navedeni probiotik u koncentraciji 0,05 %, a u skupinu P_2 u koncentraciji 0,10 %. Tijekom izvođenja biološkog dijela pokusa praćena su osnovna tova svojstva i biokemijski pokazatelji u krvnom serumu pilića. Statističkom obradom tovnih pokazatelja utvrđen je pozitivan učinak probiotika PDFM[®] jer su u pokusnim skupinama dobivene veće završne tjelesne mase, na razini $P < 0,01$. Povećana masa rezultat je veće konzumacije hrane u pokusnim skupinama, za 8,4 % u P_1 i 12,4 % u P_2 . Rezultati biokemijskih pretraga također opravdavaju upotrebu primijenjenog

probiotika u tovu pilića, a autori za praksu preporučuju koncentraciju 0,05 % ispitivanog probiotika (PDFM®) u prvom dijelu, a 0,10 % u drugom dijelu tova pilića brojlera.

Vrlo aktualni dodatak hranidbenim obrocima životinja je alumosilikat zeolit. Njegovu primjenu i utjecaj na hematološke pokazatelje u pilića ispitivao je Prvulović (2011). Prema rezultatima ispitivanja primjene antitoksičnog nutritiva (ATN), preparata na bazi prirodnih aluminosilikata, u ishrani pilića (5 g/kg hraniva), tijekom 3 ili 6 nedjelja, dobiveno je niz značajnih rezultata. Svi hematološki i biokemijski parametri određivani u serumu i homogenatu jetre pokazali su da ATN ne remeti normalne biokemijske procese i ne ugrožava vitalne fiziološke funkcije pilića. Također aktivnost glutathion S-transferaza, enzima detoksikacije i parametra toksičnosti, nije povećana u grupi pilića s dodatkom ATN-a u hrani. Dodatak ATN-a izazvao je promjene u kemijskom sastavu mesa, povećanje sadržaja proteina i smanjenje lipida u bijelom mesu, te količine pepela u bijelom i crvenom mesu. Istovremeno nije utvrđen utjecaj ATN-a na prirast životinja, ni na konverziju hrane, ali pri dužem, šestotjednom uzgoju došlo je do povećanih relativnih masa pojedinih organa digestivnog trakta.

Youssef i sur. (2013) procjenjivali su učinke DDGS-a kao sastojka hrane za brojlere. Navode da je to za perad vrijedan izvor energije, bjelancevina, vitamina topivih u vodi i minerala. Ova studija provedena je tijekom ljetne sezone, a ocjenjivao se utjecaj razine DDGS-a na hematološke i histološke pokazatelje. Istraživanjima je obuhvaćeno ukupno 160 jednodnevnih Cobb pilića koji su nasumce podijeljeni u četiri grupe i četiri ponavljanja s po deset pilića. Eksperimentalni obroci (starter, grover i finiše) miješani su s DDGS-om na razinama 0, 5, 10 i 15 %, uz istu energetska vrijednost i isti sadržaj dušika. Praćeni su unosi hrane, tjelesna težina pilića, konverzija hrane i značajke polovica ispitanika, zatim pH vrijednosti, dužina gastrointestinalnog trakta (probavnog sustava), koncentracija glukoze, hematološki parametri (Hb, Ht % i H / L omjer), te su obavljena histološka ispitivanja tankog crijeva, jetre i gušterače. Rezultat je pokazao da je DDGS neznatno ($p \leq 0,05$) utjecao na produktivne pokazatelje, kvalitetu polovica i Ht %, ali je uključivanje DDGS-a u hranidbu značajno ($p \leq 0,05$) smanjilo koncentraciju glukoze, H / L omjer i pH vrijednost, te poboljšao histološku sliku tankog crijeva, jetre i gušterače. Autori su zaključili da razine DDGS-a do 15 % u hranidbi brojlera nemaju štetnih učinaka na brzini rasta i karakteristike trupova, te ističu da ovaj dodatak hranidbi poboljšava hematološke i histološke pokazatelje brojlera.

2.4.7. Utjecaj DDGS-a na ponašanje, zdravstveno stanje i mortalitet tovnih pilića

Schwartz (2010) je u svojoj disertaciji ispitivala utjecaj enzima u hrani tovnih pilića i purica na njihovu kvalitetu života i zdravlje, posebice gastrointestinalne probleme. Autorica ističe da probavljivost krmiva izravno utječe na zdravlje probavnog trakta i čimbenike rasta tovnih pilića i purica. Navodi da DDGS kao dodatak obrocima ima svoje ekonomsko opravdanje, jer je potencijalno značajan izvor enzima koji povećavaju energetske učinkovitost hrane, posebice kada se koristi u niskoenergetskim obrocima. Isto tako, uključivanje fitaze dovodi do povećanja dostupnosti fosfora, smanjuje troškove hrane anorganskim fosforom, te smanjenje fekalne emisije fosfora. Pokus je izvođen u 5 varijanti, s obrocima bez dodataka, dodavanjem DDGS-a i dodavanjem enzima. Rezultati su pokazali da povećanje dodatka DDGS-a do 15 % za brojere i purice može osigurati njihovu kvalitetu života i dobru probavljivost hrane, bez dodavanja enzima (amilaza, peptidaza, ksilanaza i proteaza). U nekim varijantama dodatak dijetetskih enzima povećavao je i učinak DDGS-a.

Loar i sur. (2010) procjenjivali su učinak dodatka DDGS-a (0 i 8 %) u starteru za brojere (0 – 14 dana). Nakon tog perioda muški pilići (Ross × Ross 308) su od 14. – 28. dana hranjeni različitim razinama DDGS-a (0, 7, 5, 15, 22,5 ili 30 % DDGS). Ispitan je učinak dodatka na rast brojlera, relativnu težinu jetre, viskozitet crijeva i koncentraciju nekih mikroorganizama (*Clostridium perfringens* i *Escherichia coli*) u crijevima. Razina DDGS-a u hrani tijekom starter faze (0 i 8 %) nije imala učinka na brojere stare 14. ili 28. dana. Povećavanje DDGS razine uključene tijekom faze rasta pilića rezultiralo je linearnim smanjenjem ($P < 0,001$) prirasta polovica i relativne mase jetre ($P < 0,001$). Bolje pokazatelje tehnološke kvalitete dali su pilići koji su u startu konzumirali obroke s dodatkom 8 % DDGS-a nego kontrolni pilići. Rezultati također pokazuju da konverzija hrane, smrtnost, viskoznost crijeva i koncentracije *Escherichia coli* nisu bili pod utjecajem dodatka DDGS-a u obrocima. Autori zaključuju da DDGS (razina 22,5 % i više) ima bolji učinak kada se kasnije uključuje u hranidbu nakon 14 dana starosti pilića.

2.4.8. Hematološki i biokemijski pokazatelji u krvi

Na biokemijske pokazatelje u krvi pilića utječe niz vanjskih i unutarnjih čimbenika. Kraljević i sur. (1998) istraživali su učinak ozračivanja pilića gama-zračenjem na aktivnost aspartat aminotransferaze (AST), alanin aminotransferaze (ALT) i leucin aminotransferaze (LAP) u krvnoj plazmi kako bi utvrdili da li aktivnost istraživanih enzima može poslužiti kao dodatni test za dijagnozu funkcionalnog oštećenja jetre uzrokovanog gama-zračenjem. U tu su svrhu bili ozračeni pilići, hibridi teške pasmine Jata, oba spola, stari pedeset dana, dozom od 7,23 Gy gama zračenja. Krv za analizu uzimana je iz krilne vene 1., 3., 5., 7., 9. i 15. dana poslije ozračivanja. Aktivnost AST, ALT i LAP u krvnoj plazmi određivana je spektrofotometrijski koristeći gotove kompletne reagensije proizvođača Boehringer Mannheim GmbH. Na kraju pokusa sve su životinje bile žrtvovane te su, kao i one koje su uginule tijekom pokusa, bile patomorfološki i patohistološki istražene. Dobiveni su rezultati pokazali da je aktivnost sva tri enzima bila smanjena tijekom cijelog pokusnog razdoblja, ali je statistički značajan pad zabilježen samo kod aktivnosti AST i LAP. Zaključeno je da oba enzima mogu poslužiti kao dodatni test za funkcionalna oštećenja jetre uzrokovana vanjskim gama ozračivanjem.

Ista grupa autora u nastavku je istraživala učinak ozračivanja pilećih jaja malom dozom gama-zračenja sedmog dana inkubacije na aktivnost aspartat-aminotransferaze (AST) i na alanin-aminotransferaze (ALT) u krvnoj plazmi pilića izležanih iz tih jaja. Pilići koji su izleženi iz neozačenih jaja poslužili su kao kontrola i držani su pod istim uvjetima kao i pilići iz pokusne skupine. Krv za analizu uzimana je iz srca i krilne vene 1, 3, 5, 7, 10, 20, 30. i 42. dana pokusa. Aktivnost oba enzima u krvnoj plazmi pokusnih pilića bila je statistički značajno povećana 5. dana pokusa, a smanjena 6. dana pokusa. Dobiveni rezultati pokazali su da ozračivanje jaja malom dozom gama-zračenja tijekom inkubacije također utječe na aktivnost obiju transferaza u krvnoj plazmi pilića izležanih iz tih jaja (Kraljević i sur., 2005).

Afolabi i sur. (2011) su istraživali utjecaj hranidbe različitim količinama pogače palminoga sjemena na hematološke parametre u tovu nigerijskih domaćih pilića. Šezdeset pilića u dobi od 9 tjedana nasumice je raspodijeljeno u 5 hranidbenih skupina po četiri pileta u tri ponavljanja. Sastavljeno je pet izoproteinskih (17 % sirovih bjelančevina) grover smjesa koje su sadržavale 2813 – 3070 kcal ME/kg s različitim udjelima pogače (od 10, 15, 20 i 25 %), kao zamjenom za kukuruz i soju u smjesama 2., 3., 4. i 5.. Smjesa 1., bez udjela pogače (0 %), bila

je kontrola. Pilići su dobivali hranu i vodu *ad libitum* deset tjedana. Hematokriti, hemoglobin, crvene krvne stanice, trombociti, heterofil i eozinofil imali su slične vrijednosti ($p > 0,05$) u svim skupinama pilića, ali su promjene u bijelim krvnim stanicama (15.95 do $19.53 \times 10^6 / \text{mm}^3$), limfocitima ($60,00$ do $67,00 \%$) i monocitima ($0,67$ do $2,00 \%$) bile signifikantne ($P < 0.05$). Hematološki parametri bili su u granicama normale za zdrave piliće. Dodatak pogače palminoga sjemena do 25% u hranu nigerijskih domaćih pilića nije negativno utjecao na hematološke pokazatelje.

Bahman i sur. (2011) uspoređivali su neke hematološke i biokemijske pokazatelje odraslih autohtonih kokoši i odraslih industrijski uzgojenih tovnih brojlera (Ross 308). Od hematoloških analiza rađene su: diferencijalni WBC zbroj, ukupni broj bijelih krvnih stanica (WBC) i volumen stanica (PCV) u postocima, a od biokemijskih: ukupne bjelančevine, alkalne fosfataze, alkalne transferaze, kalcij, fosfor, magnezij, glukoza, trigliceridi i kolesterol. Razlike među hematološkim parametrima nisu bile značajne, osim za PCV % za Ross 308 (32.60 ± 2.32) i autohtone kokoši (35.50 ± 2.22) ($P < 0,016$). Usporedba biokemijskih parametara, pokazala je značajne razlike samo za vrijednosti kolesterola i glukoze između autohtonih i Ross-308 kokoši. Vrijednosti glukoze u Ross-308 kokoši bile su veće od autohtonih ($274,50 \pm 33,22 \text{ mg / dl}$ i $245,60 \pm 28,11 \text{ mg / dl}$) ($P < 0,026$). Osim toga, vrijednost kolesterola u Ross 308 bila je veća nego u autohtonih kokoši nesilica ($181.50 \pm 33.22 \text{ mg / dl}$ i $152,60 \pm 28,11 \text{ mg / dl}$) ($P < 0,026$). Cijela studija pokazala je da su volumen stanica, glukoza i kolesterol bili značajno različiti između autohtonih i Ross 308 kokoši. Autohtone kokoši imale su viši PCV i niži kolesterol i glukozu nego Ross 308 kokoši. Ostali hematološki i biokemijski parametri između autohtonih i Ross 308 brojlera nisu imali značajne razlike.

Simaraks i sur. (2004) ispitivali su hematološke i biokemijske karakteristike krvi autohtonih tajlandskih pilića zbog zdravstvenih problema koji su bili glavni uzrok ograničavanja njihove populacije. Analiziran je serum muških i ženskih pilića (ukupno 60 jedinki). Rezultati su pokazali da sadržaj K varira $5,3 \pm 0,8 \text{ mmol/L}$; Na $155,9 \pm 3,1 \text{ mmol/L}$, a Ci $116,9 \pm 2,7 \text{ mmol/L}$. Kod biokemijskih pokazatelja u serumu ukupni protein, glukoza, alkalne fosfataze, mokraćne kiseline, kalcij i kolesterol varirali su $4,6 \pm 1,0 \text{ mg/dl}$, $190.2 \pm 29.8 \text{ mg/dl}$, $235,9 \pm 68,6 \text{ U/L}$, $5.0 \pm 1.9 \text{ mg/dl}$, $10,4 \pm 1,2 \text{ mg/dl}$ i $102,4 \pm 30,8 \text{ mg/dl}$. Osim toga, koncentracija hemoglobina, upakiranog volumena stanica i eozinofila bili su značajno viši kod muških nego ženskih autohtonih kokoši ($P < 0,05$), a limfociti su bili viši kod ženskih jedinki

($P < 0,05$). Biokemijskih vrijednosti u serumu za kalij, natrij, ukupni protein i mokraćne kiseline ženskih autohtonih pilića bile su znatno više od muških jedinki ($P < 0,05$).

Albokhadaim (2012) ističe da su hematološki i biokemijski pokazatelji potrebni u dijagnostici dobro istraženi, ali su slabije poznati utjecaji spola, starosti i hranidbe pilića na njihov status. Zato je provodio svoja istraživanja na lokalnim saudijskim kokošima da utvrdi utjecaj spola i starosti na neke pokazatelje u krvi. Ukupno 80 kokoši različite dobi i spola u ljetnoj sezoni bile su podijeljene u 4 skupine (muški pilići stari 1 i 3 mjeseca, po 20 u grupi) te ženski pilići iste starosne dobi, također po 20 komada. U plazmi izdvojenoj iz krvi određeni su hematološki i biokemijski pokazatelji. Pokazalo se da ukupni broj eritrocita (TEC), leukocita (TLC) i stanični volumen (PCV) značajno su ($p \leq 0,05$) veći u mužjaka nego ženki pilića i nisu ovisni o starosti, dok razlike u hemoglobinu i ostalim pokazateljima nisu bile statistički značajne.

Utjecaj dodataka obrocima za brojlera na biokemijske pokazatelje u krvi brojlera ispitivao je i Apata D. F. (2011). Kao zamjenu za kukuruz dodavao je voćno brašno fermentirano uz pomoć *Aspergillus Niger* (FTCM), te pratio brzinu rasta brojlera, probavljivost hrane i biokemijske pokazatelje u krvnom serumu. Pokus je izveden na 180 pilića podijeljenih u 5 skupina, s 5 hranidbenih tretmana (0, 20, 40, 60 i 80 % FTCM), u 3 ponavljanja, po 42 dana uzgoja. Više razine FTCM-a (>40 %) utjecale su na smanjenu probavljivost dušika, sirovih vlakana i masti. Koncentracije ukupnih proteina, albumina i globulina značajno su smanjene ($P < 0,5$) kod brojlera hranjenih s 80 % dodatka FTCM. Istovremeno, tretmani nisu utjecali na sadržaj kolesterola, kreatinina i glukoze ($P < 0,5$) u krvnom serumu brojlera. Aktivnost aspartata, alanin-aminotransferaza i alkalne fosfataze značajno ($P < 0,5$) se povećao pri višim razinama FTCM. Rezultati pokazuju da FTCM može zamijeniti i do 40 % kukuruza u hranidbi tovnih pilića bez štetnog učinka na performanse rasta ili biokemijskih pokazatelja u krvi (Tablica 9).

Tablica 9. Utjecaj dodatka FTCM na biokemijske pokazatelje u krvi brojlera

Sastojak	Razina dodavanja FTCM				
	Kontrola	20	40	60	80
Ukupni proteini (gl^{-1})	41,00	42,70	42,00	38,70	35,70
Albumin (gl^{-1})	16,50	17,00	16,20	14,10	13,80
Globulin (gl^{-1})	24,50	25,70	25,80	24,60	21,90
Kreatinin (mgdl^{-1})	0,33	0,35	0,36	0,41	0,50
Glukoza (mmol/ L^{-1})	4,10	4,70	4,80	3,90	3,70
Kolesterol (mmol/ L^{-1})	1,50	1,40	1,40	1,30	1,10
AST (IUI^{-1})	69,70	70,50	72,40	78,60	94,00
ALT (IUI^{-1})	9,50	9,90	9,60	12,70	14,30
AP (IUI^{-1})	106,20	110,00	113,00	114,50	129,00

Izvor: Apata, D. F. (2011)

2.4.9. Acido-bazni status krvi peradi

Acido-bazna ravnoteža, zapravo označava regulaciju koncentracije vodikovih iona u tjelesnim tekućinama. Vrlo mala odstupanja od normalne vrijednosti mogu uzrokovati velike promjene u brzini kemijskih reakcija u stanici. Regulacija koncentracije vodikovih iona jedan je od najvažnijih procesa u održavanju homeostaze.

Nastanak acidoze ili alkaloze sprječava se acido-baznim puferskim sustavima, podražajem centra za disanje ili utjecajem bubrega na izlučivanje mokraće. Puferi se prilikom promjene pH vrijednosti odmah spajaju s bilo kojom kiselinom ili lužinom. Centar za disanje prema potrebi poveća ili smanji disanje s čime utječe na brzinu uklanjanja ugljičnog dioksida iz tjelesnih tekućina pomoću kojeg vraća koncentraciju vodikovih iona prema normalnim vrijednostima. Bubrezi reguliraju pH izlučivanjem kisele ili alkalične mokraće prema potrebi.

Na acido-bazni status utječu unutarnji i vanjski čimbenici, uključujući hranidbu, vremenske uvjete i metabolizam. Acido-baznu ravnotežu održavaju puferi koji sprječavaju trenutačne promjene pH, procesima neutralizacije kiselina i baza nastalih u procesima metabolizma. Na ravnotežu utječe i disanje, pri čemu se kod promjene pH mijenja alveolarna ventilacija (izdisanje CO_2), te bubrezi koji reguliraju acido-bazni status reapsorcijom karbonata.

Razinu hidrogenkarbonatnih iona reguliraju bubrezi, a razinu CO_2 disanje. Acido-bazni poremećaji izazvani promjenama izvanstanične koncentracije hidrogenkarbonatnih iona su metabolički poremećaji (alkaloza ili acidoza). Acidoza uzrokovana povećanim PCO_2 je respiracijska acidoza, a alkaloza uzrokovana smanjenim PCO_2 respiracijska alkaloza. Ovaj pufer je najvažniji izvanstanični pufer.

U stanicama je slabije zastupljen i fosfatni pufer koji se sastoji se od H_2PO_4 i HPO_4 iona, te mu je pH 6,8 što je blizu pH krvi, ali je njegov udio samo 8 % u krvi i nema veći utjecaj u izvanstaničnoj tekućini. Ovaj pufer važan je u tekućini bubrežnih kanalića jer se fosfat u kanalićima izrazito koncentrira (resorbira se više vode od fosfata) i pH tekućine se približava pH fosfatnog pufera (mokraća je blago kisela). Koncentracija fosfata je veća u unutar staničnoj tekućini i pH je također nešto niži. Najviše zastupljen tjelesni pufer je proteinski pufer, posebice u stanicama. Promjene staničnog pH razmjerne su promjenama izvanstaničnog pH, ali za postizanje ravnoteže treba i nekoliko sati jer H^+ ioni i hidrogenkarbonatni ioni slabo difundiraju kroz membranu (osim kroz membranu eritrocita), dok CO_2 difundira puno brže. Proteinski puferi imaju pH sličan pH krvi. Brzi učinak na sprječavanje velikih promjena pH ima fiziološki-respiracijski pufer. Ako se poveća koncentracija CO_2 , raste i PCO_2 , H_2CO_3 i H^+ ioni. Alveolarna ventilacija može ukloniti višak CO_2 i tako smanjiti PCO_2 . Dišni sustav ima bitnu ulogu u mijenjanju pH, a promjene ventilacije po jedinici promjene pH mnogo su veće pri sniženim razinama pH. Povišeni pH se ne može kompenzirati disanjem jer smanjenjem ventilacije pada parcijalni tlak kisika, što potiče ventilaciju. Dišni sustav ima dva puta veću snagu od svih kemijskih pufera u izvanstaničnoj tekućini.

Poremećaji acido-baznog statusa (acidoze i alkaloze) su pojave koje mogu ugroziti zdravlje životinja i ekonomičnost proizvodnje. Pri respiracijskoj i metaboličkoj *acidozi* smanjen je omjer $\text{HCO}_3^-/\text{H}^+$, postoji višak H^+ iona i reapsorpcija HCO_3^- iona je potpuna, a ostatak H^+ iona spaja se sa amonijskim i fosfatnim puferom. Kod metaboličke acidoze smanjena je koncentracija HCO_3^- iona u izvanstaničnoj tekućini i javlja se suvišak H^+ iona. Nastaje kod unošenja kiselina hranom, pretjeranog stvaranja kiselina u tijelu, smanjenog izlučivanja kiselina bubrezima i pri gubljenju baza iz tijela. Kod respiracijske acidoze suvišak H^+ iona nastaje zbog povećanog PCO_2 . Kompenzacijski odgovor je dodavanje novih HCO_3^- iona u krv čime se

smanjuje učinak povećanog PCO_2 . Može nastati kod oštećenih dišnih centara i kod smanjene plućne sposobnosti, a kompenziraju je tjelesne tekućine i bubrezi.

Tijekom alkaloze raste omjer $\text{HCO}_3^-/\text{H}^+$ u izvanstaničnoj tekućini i dolazi do povećanja pH, a HCO_3^- ioni se izlučuju mokraćom. Respiracijsku alkalozu uzrokuje sniženi PCO_2 (hiperventilacija), pri čemu dolazi do smanjenog izlučivanja H^+ iona, te pada koncentracije HCO_3^- iona u plazmi. Metaboličku alkalozu uzrokuje povećana koncentracija HCO_3^- iona u plazmi, a kompenzira se hipoventilacijom (Gayton, 1995). Acido-bazni metabolizam ne ovisi samo o hrani, već i o vodi za piće. Znanstvena istraživanja pokazuju da prirodne mineralne vode, zahvaljujući alkalnom utjecaju mineralnih kationa (natrija, magnezija, kalcija, kalija) i hidrogenkarbonata mogu pozitivno utjecati na acido-baznu ravnotežu (Rylander, 2008., Burckhardt, 2008).

Najbolji pokazatelj poremećaja regulacijskog sustava, koji mogu ugroziti život životinja (degradacija bjelančevina i enzima) je izvanstanična koncentracija H^+ iona u krvi, koja se precizno može analitički izmjeriti (Wojtas i sur., 2013, Goel i Calvert, 2012). Homeostaza se postiže samo u ravnotežnom odnosu unosa i uklanjanja H^+ iona u tijelu, a na promjenu acido-baznog statusa utječe unos aniona i kationa u organizam, od kojih najveći utjecaj imaju Na^+ , K^+ i Cl^- . Od kationa najveći je utjecaj K^+ koji smanjuje antagonizam arginina i lizina i koji je neophodan za sintezu proteina, te održavanju unutarstanične homeostaze, enzimatskih reakcije, osmotskog tlaka i acido-bazne ravnoteže. Na^+ i Cl^- imaju važnu ulogu u izvanstaničnom prostoru te u regulaciji acido-bazne ravnoteže. Promjene u acido-baznom statusu mogu se povezati i sa hranidbom životinja, čije nutritivne potrebe ovise o njihovom uzrastu (Antunović i sur., 2012). Tako npr. preporuke kalija mogu varirati od 0,21 do 0,73 % i za natrij i klor od 0,12 do 0,43 % i od 0,12 do 0,53 % (Teeter, Smith, 1986).

Mushtaq i sur. (2013) ispitivali su zahtjeve pilića za dodatkom klorida u hrani, te utjecaj oblika i količine soli na tehnološke karakteristike i biokemijske pokazatelje krvi u brojlera. Pokus je bio 4x2 faktorijalni, sa 4 razine (0,31, 0,45, 0,59 i 0,73 %) i dva izvora klorida (NH_4Cl i CaCl_2). Ispitano je 1472 pilića uz osam hranidbenih tretmana u četiri ponavljanja, sa po 46 jedinki u repetitiji. Program hranidbe odvijao se kroz 4 faze, od predstartera: (1. – 10. dan), do finišera (34. do 42. dan). Praćeni su pokazatelji: kationi, aniona, pH, otopljeni kisik (DO), temperatura, električna vodljivost (EC), analizirane su ukupno otopljene krute tvari (TDS) i

slanosti u vodi za piće. Utvrđen je pozitivan utjecaj CaCl_2 na pH krvi i na koncentraciju glukoze u krvi, te na povećanje prirasta mesa prsa pilića, dok je NH_4Cl pogoršao navedene parametre ($p \leq 0.001$). Niže koncentracije klorida u obrocima dale su bolje rezultate od povišenih, posebice s povećanjem starosti brojlera.

Olanrewaju i sur. (2006) provodili su pokuse kojima su proučavali utjecaj stresa na acido-baznu ravnotežu u krvi pilića. Infuzijom su dodavali adrenokortikotropni hormon (ACTH) putem fiziološke otopine, a promjene u krvi pratili su 4., 7. i 14. dan od početka infuzije. ACTH tretman je povisio koncentraciju glukoze, triglicerida i kolesterola u plazmi, parcijalni tlak CO_2 , odnos aniona, kortikosteron, koncentraciju hemoglobina u krvi i HCO_3^- , te smanjio parcijalni tlak O_2 , koncentracije Na^+ , K^+ , i Cl^- , dok pH vrijednosti krvi, i koncentracije Ca^{2+} u plazmi nisu bili pod utjecajem ACTH tretmana. Rezultati pokazuju da je infuzija ACTH dovodi do promjene acido-baznog statusa u plazmi, zajedno s promjenama drugih metaboličkih varijabli u krvi. Međutim, ACTH tretman nije prevenirao homeostatsku regulaciju acido-bazne ravnoteže, na što indicira konstantna vrijednost pH krvi. Došlo je, međutim, do povećane potreba za O_2 potrebnog za održavanje glukoneogene proizvodnje energije, što je kod pilića dovelo do povećanja eritropoeze. Ovaj adaptivni proces osigurao je veći broj eritrocita i stoga veću količina cirkulirajućeg hemoglobina za osiguranje kisika potrebnog za metabolizam. Hranidba može utjecati i na acido-baznu ravnotežu (homeostazu) u krvi životinja, odnosno pH krvi. Naime, pri većim promjenama pH vrijednosti, proteini se denaturiraju, a enzimi gube svoje katalizatorske sposobnosti, te može doći do niza poremećaja u metabolizmu, a može završiti i letalnim ishodom. Olanrewaj i sur. (2007) ispitivali su utjecaj elektrolitičkih sredstava (DEB) na nižoj i višoj razini (174 mEq/kg i 241 mEq/kg) na acido-baznu ravnotežu brojlera, te ustanovili da viša razina elektrolita signifikantno povećava razinu Na^+ i Ca^{2+} u krvi i smanjuje antistresnu kondiciju tovnih pilića.

Oviedo-Rondón i sur. (2001) proveli su dva eksperimenta na Coob pilićima radi utvrđivanja potrebe u Na^+ i Cl^- u hranidbi, te njihovog utjecaja na elektrolitičku ravnotežu (DEB) i na acido-baznu ravnotežu u krvi brojlera. Jednodnevni pilići su distribuirani po potpuno slučajnom rasporedu u šest tretman i pet repeticija sa po 50 pilića u eksperimentalnoj jedinici. Koncentracija natrija i klora u kontroli je iznosila 0,10 %, a povećavala se za 0,05 % po varijanti do 0,35 %. S povećanjem koncentracije Na dolazilo je do linearnog povećanja koncentracije

plinova u arterijskoj krvi što ukazuje na alkalni efekt natrija. Najpovoljnijom se pokazala razina od 0,28 % Na, te 0,25 % Cl u obroku.

Koliko je velik značaj acido-bazne ravnoteže u peradarstvu pokazuje činjenica da je Kanadsko nacionalno vijeće za peradarstvo još 2008. godine upozorilo svoje proizvođače da je za uspješnu i ekonomičnu peradarsku proizvodnju potrebno posebnu pozornost posvetiti ispitivanju i praćenju acido-bazne ravnoteže i stanja elektrolita (DEB) u krvi pilića.

2.5. Cilj istraživanja

Za konkurentnu proizvodnju pilećeg mesa na europskom tržištu korisno je svako istraživanje čiji rezultati mogu smanjiti cijenu koštanja krmne smjese, a da se pri tome ne utječe na pad proizvodnosti i zdravlje tovnih pilića te kvalitetu njihovih trupova i mesa. Jedan od trendova u svijetu je i uvođenje DDGS-a (suhi ostatak digestije u proizvodnji bioplina i nus proizvoda industrije alkohola) kao alternativnog proteinskog krmiva u tov pilića.

Cilj naših istraživanja bio je utvrđivanje utjecaja različitih razina DDGS-a u krmnim smjesama tovnih pilića na:

- proizvodne pokazatelje (tjelesna masa, dnevni prirast, konzumacija hrane, konverzija hrane pilića)
- vrijednosti odabranih hematoloških pokazatelja pilića
- kvalitetu pilećih trupova i mesa pilića
- ponašanje, opće zdravstveno stanje i mortalitet pilića
- ekonomsku opravdanost upotrebe ovoga krmiva.

Istraživanja u svijetu, ponajviše u Americi, ukazuju na mogućnosti primjene DDGS-a kao aditiva u hranidbi tovnih pilića, ali učinci tog dodatka nisu jednoznačni i zahtijevaju provjere u domaćim uvjetima proizvodnje. Naša ispitivanja provedena su s ciljem utvrđivanja kako ovaj nusproizvod danas aktualne proizvodnje alternativnih izvora energije može naći korisnu primjenu u tovu brojlera, te kako njegovo dodavanje obrocima utječe na navedene parametre kvaliteta i kvantiteta pilećeg mesa.

3. MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Plan i provedba istraživanja

Istraživanja proizvodnih i zdravstvenih učinaka DDGS-a u tovu pilića provedena su na ukupno 360 jednodnevnih seksiranih muških pilića linijskog hibrida Ross 308 na obiteljskom gospodarstvu na području Slavonije i Baranje. Tjelesna masa jednodnevnih Ross 308 pilića varirala je od 38 – 44 g, a pilići su bili podijeljeni u tri skupine (40 pilića u svakoj skupini), od kojih je jedna kontrolna (K), a druge dvije su pokusne skupine (P1 i P2). Pokus je izveden u tri ponavljanja, a svaki turnus trajao je 6 tjedana, odnosno 42 dana (Tablica 10).

Tablica 10. Shema pokusa

Skupine pilića	Broj pilića na početku istraživanja	Način hranidbe pilića
K	40 x 3 ponavljanja	Standardna krmna smjesa
P1	40 x 3 ponavljanja	Krmna smjesa s 15 % DDGS-a
P2	40 x 3 ponavljanja	Krmna smjesa s 25 % DDGS-a

K – kontrolna skupina – razina DDGS-a u obrocima 0 %, P₁ skupina - razina DDGS-a u obrocima 15 %, P₂ skupina - razina DDGS-a u obrocima 25 %

Pilići su držani na podu, na drvenoj strugotini. Od 1. – 21. dana pilići su hranjeni smjesom starter, a od 22. – 42. dana smjesom finiše (Tablica 11) čija je nutritivna vrijednost prikazana u Tablici 12. Sastav obroka za sve tri skupine bio je izbalansiran u udjelu proteina, esencijalnih aminokiselina, energiji i koncentraciji kalcija i fosfora.

Tablica 11. Sirovinski sastav krmnih smjesa za tov pilića po skupinama

KRMIVO	K			P ₁			P ₂		
	0–15 dana	15–30 dana	30–42 dana	0–15 dana	15–30 dana	30–42 dana	0–15 dana	15–30 dana	30–42 dana
Kukuruz-z	41,49	48,36	52,86	36,55	45,2	48,97	36,4	42,56	46,33
Soja puno.	55	48	44	45	36	32,48	35	28,5	24,6
DDGS				15	15	15	25	25	25
Biljno ulje						0,42			0,8
MKF	1	1,2	0,8	0,8	1,1	0,6	0,7	1	0,5
Vapnenac	1,5	1,4	1,4	1,6	1,5	1,5	1,7	1,6	1,6
Sol	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
VAM	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Lizin					0,11	0,04	0,13	0,22	0,15
Met.+Cis.	0,21	0,24	0,14	0,25	0,29	0,19	0,28	0,32	0,22

MKF – monokalcij fosfat; VAM – vitaminsko mineralni dodatak; Met.+ Cis. – metionin + cistein

Tablica 12. Nutritivna vrijednost krmnih smjesa

Kemijski sastav	K			P1			P2		
	0–15 dana	15– 30 dana	30– 42 dana	0–15 dana	15– 30 dana	30– 42 dana	0–15 dana	15– 30 dana	30– 42 dana
Sirove bjelančevine (%)	22,02	21,16	20,25	22,57	21,11	20,29	22,06	21,20	20,25
ME (kcal)	3205	3204	3223	3168	3161	3212	3138	3130	3207
Lizin (%)*	1,45	1,3	1,22	1,33	1,24	1,1	1,31	1,25	1,1
Metionin (%)*	0,97	0,95	0,86	0,98	0,96	0,87	0,97	0,96	0,87
Triptofan (%)*	0,29	0,26	0,25	0,28	0,24	0,23	0,26	0,23	0,21
Ca (%)	0,92	0,91	0,87	0,9	0,91	0,84	0,9	0,91	0,85
P (%)	0,63	0,66	0,61	0,64	0,67	0,61	0,63	0,67	0,61

Izračun sukladno vrijednostima NRC-a

Na kraju svakog turnusa (42. dana) pilići su žrtvovani, a njihovi trupovi podvrgnuti analitičkim mjerenjima kvantitavnih i kvalitativnih pokazatelja. Tjedno je praćen pojedinačni prirast te utrošak hrane.

3.2. Smještaj i hranidba pilića

Sve pokusne skupine tovljene su u istim smještajnim uvjetima tijekom provođenja istraživanja, pri čemu su temperatura, vlaga i osvjetljenje održavani na razinama koje su optimalne i preporučene za uzgajani hibrid. Na samom početku provođenja pokusa obavljeno je vaganje seksiranih muških jednodnevnih pilića. Oni su potom metodom slučajnog odabira podijeljeni u 3 pokusne skupine smještene u odjeljke na podnoj površini, a svaka je imala izvor svjetla, hranilicu i pojilicu istog volumnog kapaciteta. Grupe su bile međusobno odvojene žičano-drvenom ogradom visine 60 cm. Preventivne zoohigijenske mjere provodile su se kroz cijeli tijek istraživanja. Redovito se održavala čistoća, kako unutrašnjih tako i vanjskih objekata.

Kemijska analiza krmnih smjesa obavljena je u Laboratoriju za hranidbu i fiziologiju životinja na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek.

3.3. Proizvodni pokazatelji tovnih pilića

U sklopu ispitivanja proizvodnih pokazatelja pilića obavljeno je sljedeće:

- a) Pojedinačna kontrola tjelesne mase pilića, po tjednima tova
- b) Izračunavanje prosječnog dnevnog prirasta pilića
- c) Izračunavanje konzumacije hrane pilića (g/dan)
- d) Izračunavanje konverzije hrane za kg prirasta (kg/kg)

Individualna tjelesna masa pilića kontrolirana je 1., 7., 14., 21., 28., 35. i 42. dan provođenja pokusa. Pilići su vagani na elektronskoj vagi Avery Berkel Fx 220. Prema dobivenim rezultatima mjerenja utvrđena je prosječna tjelesna masa pilića, a na temelju razlike tjelesnih masa određen je prosječni tjedni porast za svaku skupinu.

Potrošnja hrane po skupinama kontrolirala se svaki tjedan, a konverzija hrane izračunata je prema ukupno potrošenoj hrani i ukupnom prirastu i to za svakih 7 dana tova, kao i za ukupno vrijeme trajanja pokusa.

3.4. Hematološka analiza

Uzimanje uzorka krvi obavljeno je 21. dana tova. Metodom slučajnog izbora odabrano je 36 pilića iz svake grupe (12 pilića po ponavljanju) i izvađena im je krv iz nadlaktične vene (*V. cutanea ulnaris*). Za biokemijske analize i određivanje acido-baznog statusa uzeto je po 3 ml krvi u epruvete s litij heparinom kao antiokoagulansom.

Od hematoloških pokazatelja određene su vrijednosti: AST (aspartat-aminotransferaza), ALT (alanin-aminotransferaza), glukoza, urea, ukupni proteini, albumin, željezo, kolesterol, trigliceridi i kalcij pomoću automatskog biokemijskog analizatora Beckman Coulter AU 400.

Pokazatelji acido-bazne ravnoteže (pCO_2 , pO_2 , HCO_3^- act, HCO_3^- std, BE (b), BE (ecf), ct (CO_2) u krvi brojlera određeni su na acido-baznom analizatoru Rapid Lab 348, Bayer, Germany.

3.5. Analiza kvalitete pilećih trupova i mesa

Nakon završenog tova i po proteku 10 sati gladovanja iz svake skupine žrtvovano je po 10 pilića. Šurenje je obavljeno nakon iskrvarenja i uginuća pilića. Poslije skidanja perja izvađeni su unutrašnji organi (postupak evisceracije). Izvedena je klaonička obrada trupova i njihovo hlađenje.

Klaonička obrada trupa i hlađenje (4 °C) izvedeni su prema Pravilniku o tržišnim standardima za meso peradi (NN 78/11., 67/12.). Rasijecanje trupa na osnovne dijelove kao „pripremljeni za roštilj” izvedeno je sukladno postupku navedenom u Uredbi komisije (EZ-a) br. 543/2008.

Postupkom ove obrade dobiva se pile očišćeno od perja, bez glave i vrata, bez unutrašnjih organa (osim pluća i bubrega) i bez donjeg dijela nogu.

Nakon žrtvovanja izvagana je masa trupova na električnoj vagi te su odvojeni i izvagani osnovni dijelovi trupa:

- batak sa zabatakom
- krila
- prsa
- leđa s trticom.

Batak sa zabatakom potpuno je odvojen od trupa kružnim rezom koji počinje kod kranijalnog ruba zabataka, a završava na kaudalnom dijelu iza stidne kosti.

Krila su od trupa odvojena rezom od predjela zglobove površine ramene i gavraneve kosti, a ona se sastoje iz tri dijela: „mali batak“, srednji dio krila i vrh (završni dio) krila.

Prsa su odvojena rezom koji počinje kod dorzalnog ruba vrha hrskavičnog dijela prsne kosti (*cartilago xiphoidea*), a završava u predjelu ramenog zgloba (*scapulo humarilis*), čime se prsa odvajaju od leđnog dijela trupa.

Leđa s trticom preostala su nakon odvajanja bataka sa zabatak, te krila i prsa od trupa pileta. Matematički je izračunat udio osnovnih dijelova trupa u ukupnoj masi trupa prema jednadžbi:

$$\text{Udio dijela trupa (\%)} = \text{udio dijela trupa (g)} / \text{masa trupa (g)}$$

Randman pilećih trupova dobiven je iz razlike između završne i klaoničke mase izražene u gramima i izražen je kao postotak klaoničke mase prema završnoj masi. Prinosi svakog pojedinog dijela trupa iskazani su u masenim udjelima (g), te relativno u %-tnim udjelima.

U svim uzorcima određeni su fizikalno-kemijski pokazatelji kvalitete mesa:

- pH₁ vrijednost koja se mjeri unutar 45 minuta nakon klanja pilića
- pH₂ vrijednost, izmjerena 24 sata nakon klanja
- sposobnost zadržavanja vode
- boja kože i mesa
- kemijska analiza prsiju i bataka sa zabatacima (suha tvar, sirovi proteini, sirove masti, sirova vlakna i pepeo).

Mjerenje pH reakcije obavljeno je uz pomoć digitalnog pH-metra Minolta MP 120 B. Sposobnost zadržavanja vode određena je metodom kompresije (*Grau i Hamm 1953*), a boja kože i mesa primjenom kromametra Minolta CR 410. Prema metodi *Grau i Hamm* sposobnost zadržavanja vode procjenjuje se na bazi površine ovlaženog filter-papira oko uzorka komprimiranog mesa.

Boja kože izražava se pomoću tri vrijednosti: CIE L* za stupanj svjetloće; CIE a* za stupanj crvenila i CIE b* za stupanj žutila, koje su određene uz pomoć instrumenta Minolta Chromametar CR 410. Boja mišićnog tkiva prsa izražena je također pomoću tri vrijednosti; CIE L* za stupanj svjetloće, CIE a* za stupanj crvenila i CIE b* za stupanj žutila.

Kemijske analize u uzorcima mesa bataka sa zabatacima i prsa (suha tvar, sirovi proteini, sirove masti, sirova vlakna i pepeo) obavljene su standardnim laboratorijskim metodama u Laboratoriju za hranidbu i fiziologiju životinja Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek.

3.6. Ponašanje, zdravstveno stanje i mortalitet tovnih pilića

Kroz cijelo razdoblje istraživanja praćeno je ponašanje, zdravstveno stanje i mortalitet pilića. Podatci su se vodili i bilježili tjedno. Za procjenu ponašanja pratila se pojava međusobnog kljućanja, čupanje perja te razina aktivnosti pilića (niska ili visoka). Pokazatelji zdravstvenog stanja bili su: pojava proljeva, respiratorne smetnje ili pojava ozljeda kod pilića.

3.7. Statistička obrada podataka

Rezultati su obrađeni programom STATISTICA (inačica 12 StatSoft Inc). Razlike između srednjih vrijednosti provjerene su metodom GLM (General Linear Model) na razinama značajnosti $P < 0,05$ i $P < 0,01$. Na osnovi utroška hrane i prirasta tjelesne mase određena je konverzija hrane za prirast te cijena obroka i kg prirasta pokusnih skupina u odnosu na kontrolnu skupinu.

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

4.1. Proizvodni, klaonički i pokazatelji kvalitete mesa pilića

Od proizvodnih pokazatelja praćene su prosječne vrijednosti žive mase pilića u tovu, prosječni dnevni prirast, konverzija hrane. Klaonički pokazatelji praćeni su preko udjela dijelova pilećeg trupa u ukupnoj masi trupa i udjela mase trupa u živoj masi. Od pokazatelja kvalitete praćena su tehnološka svojstva trupa i mesa pilića, acido-bazni status, biokemijski pokazatelji krvi brojlera i praćena je cijena koštanja.

4.1.1. Prosječni vrijednosti žive mase pilića

Tablica 13 prikazuje vrijednosti žive mase pilića u tovi prema pokusnim skupinama. Vrijednosti počinju s masom jednodnevnog pileta i završetka svakog tovnog tjedna. Ukupno imamo šest tjedana tova. Nakon prvog tjedna tova najveću prosječnu masu imaju pilići iz pokusne skupine 2 (102,10 g), a sa 100,50 g najniža vrijednost je u prvoj pokusnoj skupini. Nakon prvog tjedna tova nema statistički značajnih razlika u masi između skupina. Drugi tjedan tova završava sa statistički značajnim razlikama ($P < 0,01$) između kontrolne skupine koja ima najveću masu pilića od 273,20 g i pokusne skupine 1 i 2. Najnižu vrijednost postigla je pokusna skupina 2 sa 222,10 g. Mase pilića su se nakon trećeg tjedna tova udvostručile i kontrolna je skupina završila s masom od 603,50 g i imala je statistički značajnu ($P < 0,01$) višu vrijednost u odnosu na dvije pokusne skupine. Najnižu masu imali su pilići iz pokusne skupine 1 (500,00 g) koja je statistički značajno niža ($P < 0,05$) u odnosu prema pokusnoj skupini 2 s vrijednostima od 538,00 g. Trend statistički značajno ($P < 0,01$) više završne mase kontrolne skupine nastavio se i nakon četvrtog i petog tjedna tova. Završetak tova, koji je trajao 6 tjedana, prate slične vrijednosti. Kontrolna skupina je završila sa statistički značajno ($P < 0,01$) višom vrijednosti u odnosu prema pokusnim skupinama 1 i 2. Završna masa pilića u tovu kod kontrolne skupine iznosila je 2120,00 g, prati je pokusna skupina 2 sa 1943,70 g, a najnižu završnu masu imali su pilići iz pokusne skupine 1.

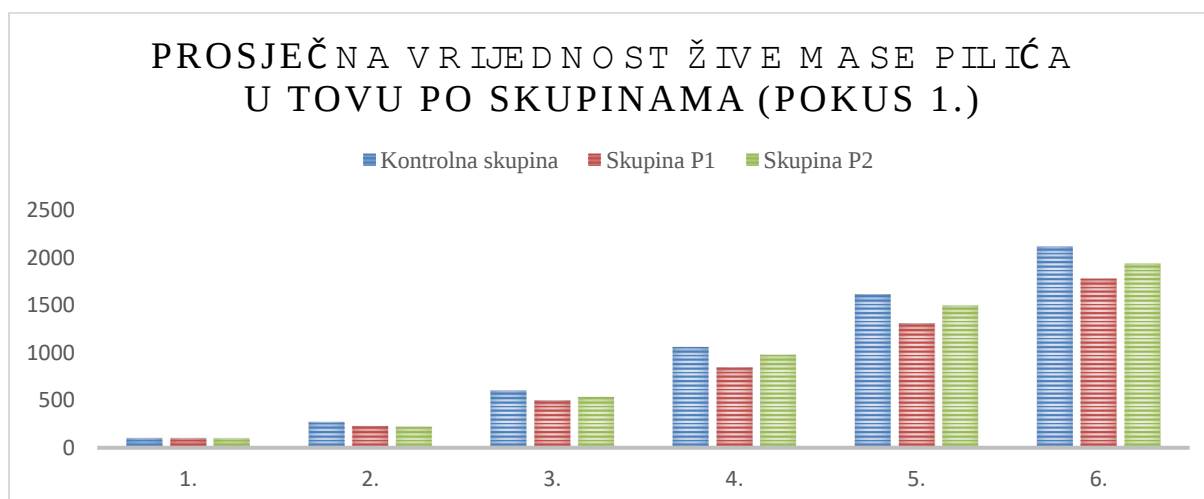
Tablica 13. Prosječne vrijednosti ($\bar{x}$) žive mase pilića u tovu (g) po skupinama u 1. pokusu (N = 120)

Tjedan tova	Pokusne skupine		
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$
1.	101,10 $\pm$ 14,80	100,50 $\pm$ 11,10	102,10 $\pm$ 10,40
2.	273,20 ^A $\pm$ 40,90	230,20 ^B $\pm$ 34,80	222,10 ^B $\pm$ 39,60
3.	603,50 ^A $\pm$ 70,00	500,00 ^{B; a} $\pm$ 76,70	538,00 ^{B; b} $\pm$ 62,70
4.	1063,40 ^A $\pm$ 100,50	847,90 ^B $\pm$ 133,00	980,00 ^B $\pm$ 123,70
5.	1617,60 ^A $\pm$ 154,30	1311,30 ^B $\pm$ 197,30	1500,10 ^B $\pm$ 186,40
6.	2120,00 ^A $\pm$ 205,80	1780,70 ^B $\pm$ 262,40	1943,70 ^B $\pm$ 282,10

^{ABC} $P < 0,01$; ^{abc} $P < 0,05$; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

Grafikon 1 prikazuje da sve tri skupine postižu rast mase kroz tov, s blagom prednošću kontrolne skupine u završnim fazama. Eksperimentalne skupine s DDGS-om ne zaostaju značajno, što može upućivati na to da upotreba DDGS-a kao alternativnog proteinskog krmiva može biti konkurentna standardnoj hranidbi.

Grafikon 1. Prosječna vrijednost žive mase pilića u tovu po skupinama (Pokus 1)



Ponavljanje tova (pokus 2), u trajanju od šest tjedana, gdje su istraživani pilići podijeljeni u kontrolnu i dvije pokusne skupine s prikazom vrijednosti žive mase pilića po tjednima tova možemo pregledati u Tablici 14. Vaganjem pilića nakon 7 dana tova vidimo statistički značajnu razliku ($P < 0,05$) između više mase pilića u pokusnoj skupini 2 i kontrolne skupine s najnižom

masom nakon 7 dana tova. Nakon drugog tjedna tova pokusna skupina 2 opet završava s najvišom masom žive mase pilića u odnosu na kontrolnu i pokusnu skupinu 1, ali razlika između skupina nema statistički značajnu razliku. Sljedeće mjerenje nakon 21. dana tova prikazuje promjenu u masi pilića između skupina. Najvišu vrijednost ima kontrolna skupina s 847,48 g. Nešto nižu vrijednost ima pokusna skupina 2 (838,15 g), a statistički značajno ($P < 0,05$) nižu, u odnosu na kontrolnu i pokusnu skupinu 2, ima pokusna skupina 1 (791,54 g). Do kraja tova nastavlja se trend statistički značajne ($P < 0,01$) više mase pilića kontrolne skupine prema ostalim skupinama. Pokusna skupina 2 je prema vrijednosti prosječne mase pilića odmah iza kontrolne skupine, osim nakon vaganja na kraju 5. tjedna gdje pokazuje nižu vrijednost mjerenja u odnosu na pokusnu skupinu 1.

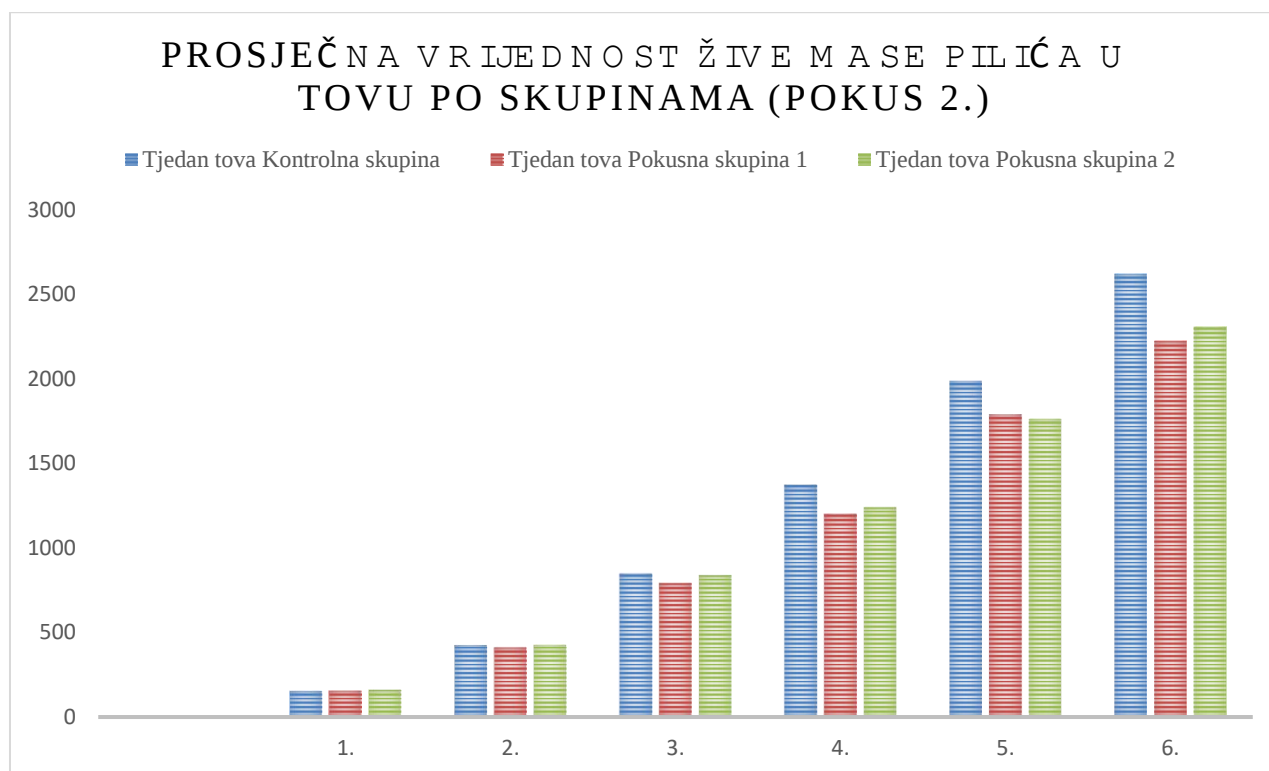
Tablica 14. Prosječne vrijednosti ($\bar{x}$) žive mase pilića u tovu (g) po skupinama u 2. pokusu (N = 120)

Tjedan tova	Pokusne skupine		
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$
1.	152,18 ^a $\pm$ 17,13	155,13 $\pm$ 16,28	160,77 ^b $\pm$ 12,35
2.	422,95 $\pm$ 50,37	409,49 $\pm$ 53,17	425,38 $\pm$ 47,52
3.	847,48 ^a $\pm$ 101,22	791,54 ^b $\pm$ 103,68	838,15 ^a $\pm$ 94,35
4.	1372,00 ^A $\pm$ 145,24	1198,97 ^B $\pm$ 172,01	1238,72 ^B $\pm$ 131,37
5.	1985,28 ^A $\pm$ 220,70	1785,97 ^B $\pm$ 263,30	1761,49 ^B $\pm$ 184,03
6.	2620,18 ^A $\pm$ 274,03	2221,97 ^B $\pm$ 300,66	2307,82 ^B $\pm$ 263,11

^{ABC} $P < 0,01$; ^{abc} $P < 0,05$; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

Rezultati drugog ponavljanja prikazani u grafikonu 2. pokazuju sličan trend kao i u pokusu 1. — pilići hranjeni alternativnim proteinskim krmivom imaju dobar rast, ali u završnim fazama tova ipak ostvaruju nešto niže prosječne mase u usporedbi s kontrolnom skupinom.

Grafikon 2. Prosječna vrijednost žive mase pilića u tovu po skupinama (Pokus 2)



U Tablici 15 prikazane su vrijednosti mase pilića u tovu po skupinama nakon trećeg pokusa. Prvi tjedan tova završava sa statistički značajno ($P < 0,05$) višom masom pilića u kontrolnoj skupini u odnosu na pokusnu skupinu 2. Pokusna skupina 1 nije imala statistički značajne razlike prema ostalim pokusnim skupinama. Nakon drugog tjedna mijenja se odnos mase pilića između skupina. Najvišu masu od 334,60 g ima pokusna skupina 2 koja je statistički značajna ($P < 0,05$) prema nižim masama pilića u kontrolnoj skupini (311,40 g) i pokusnoj skupini 1 (312,90 g). Trend se nastavlja i nakon trećeg tjedna tova. Sa 635,30 g, pokusna skupina 2 ima statistički značajno ($P < 0,01$) višu masu u odnosu prema kontrolnoj i P1 skupini. Ista razlika među skupina nastavlja se i nakon 7 dana, osim razlike između kontrolne i P1 skupine gdje je s masom od 1006,70 g kontrolna skupina pokazala višu vrijednost u odnosu na P1 skupinu (988,90 g). Peti tjedan tova pokazuje statistički značajne razlike ($P < 0,01$) između kontrolne i P2 skupine koje s višim vrijednostima mase pilića završavaju tjedni tov u odnosu na najnižu vrijednost ostvarenu prilikom vaganja pokusne skupine 1. Završetak šestog tjedna tova pilića prikazuje kontrolnu skupinu s najvišom vrijednosti mase pilića koja ima statistički značajno višu vrijednost ($P < 0,05$) prema P1 skupini, dok P2 skupina s 2082,20 g nije pokazala statistički značajnu razliku.

Tablica 15. Prosječne vrijednosti ($\bar{x}$) žive mase pilića u tovu (g) po skupinama u 3. pokusu (N = 120)

Tjedan tova	Pokusne skupine		
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$	$\bar{x} \pm Sd$
1.	148,50 ^a $\pm$ 15,70	142,40 $\pm$ 16,50	139,50 ^b $\pm$ 17,60
2.	311,40 ^a $\pm$ 33,70	312,90 ^a $\pm$ 36,40	334,60 ^b $\pm$ 53,20
3.	558,80 ^A $\pm$ 73,30	567,40 ^A $\pm$ 66,40	635,30 ^B $\pm$ 100,80
4.	1006,70 ^A $\pm$ 116,50	988,90 ^A $\pm$ 128,40	1090,40 ^B $\pm$ 154,20
5.	1576,80 ^A $\pm$ 192,30	1464,00 ^B $\pm$ 163,70	1586,20 ^A $\pm$ 197,50
6.	2146,00 ^a $\pm$ 248,50	2009,10 ^b $\pm$ 215,60	2082,20 $\pm$ 237,30

ABC $P < 0,01$; abc $P < 0,05$; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

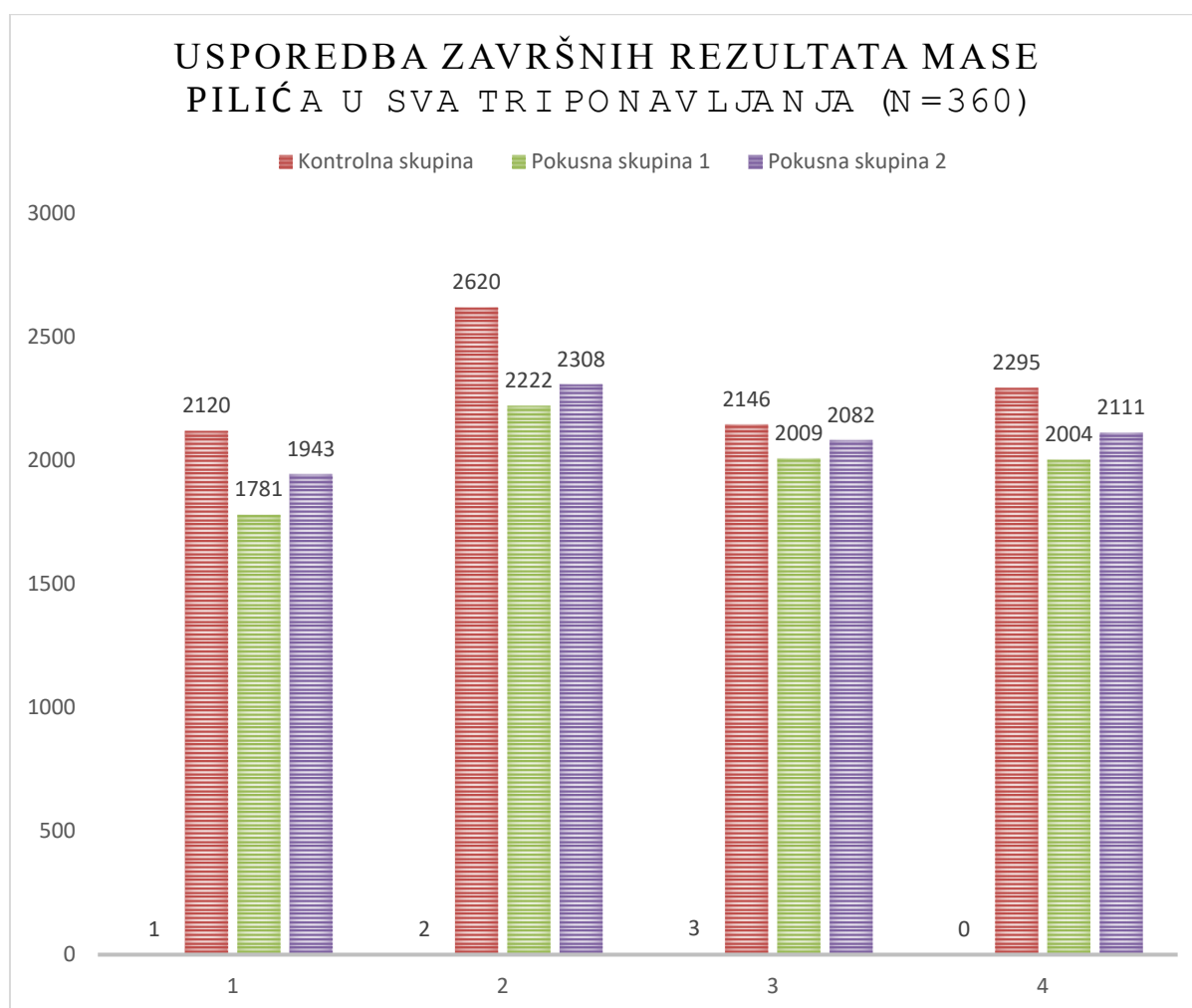
Tablica 16. Usporedba završnih rezultata mase pilića u sva tri ponavljanja (N = 360)

Pokus	Kontrolna skupina (g)	Pokusna skupina 1 (g)	Pokusna skupina 2 (g)
1.	2120,00 ^A	1780,70 ^B	1943,70 ^B
2.	2620,18 ^A	2221,97 ^B	2307,82 ^B
3.	2146,00 ^a	2009,10 ^b	2082,20
Prosjek	2295,33	2003,92	2111,24

^{ABC} $P < 0,01$, ^{abc} $P < 0,05$

Usporedba završnih rezultata mase pilića u sva tri ponavljanja prikazana je u Tablici 17. Kontrolna skupina imala je u sva tri ponavljanja višu vrijednost mase pilića, nego što su to imale P1 i P2 skupine. U prvom istraživanju završna masa kontrolne skupine (2120,00 g) statistički je značajna ($P < 0,01$) u odnosu na P1 i P2 skupinu koje su završile tov s 1780,00 g, odnosno 1943,70 g. Drugo istraživanje pokazuje slične rezultate. Kontrolna skupina opet ima statistički značajniju ($P < 0,01$) višu završnu masu u odnosu na P1 i P2 skupinu. Završna masa pilića u drugom istraživanju je najviša (2620,18 g) u odnosu prema ostalim završnim masama kontrolne skupine u sva tri ponavljanja. Kod drugog pokusa sve skupine pokazale su više završne mase u odnosu prema prvom i trećem ponavljanju. Završna masa od 2146,00 g prikazana u trećem pokusu kontrolne skupine statistički je značajna ($P < 0,05$) samo u odnosu na pokusnu skupinu 1 (2009,10 g). P2 skupina ima završnu od 2082,20 g koja nije statistički značajna ni prema kontrolnoj niti prema P1 skupini. Prosjek završne mase pilića kontrolne skupine najviši je i iznosi 2295,33 g, prati ga P2 skupina s 2111,24 g, a najniža je kod P1 skupine i iznosi 2003,92 g.

Grafikon 3. Usporedba završnih rezultata mase pilića u sva tri ponavljanja



U grafikonu 3 kod usporedbe sva tri ponavljanja, kontrolna skupina ima ujednačeno najveće završne mase u sva tri ponavljanja (grafikon 3.), npr. u 2. ponavljanju 2620 g. Pokusne skupine (1 i 2) imaju niže završne mase u odnosu na kontrolnu skupinu, ali s određenim varijacijama među ponavljanjima. Pokusna skupina 2 učestalo postiže nešto bolje rezultate od pokusne skupine 1 (kao u 2. i 3. ponavljanju).

4.1.2. Prosječne vrijednosti prirasta pilića u tovu

Prosječne vrijednosti prirasta pilića prikazane po tjednima tova, prvoj polovici i drugoj polovici tova te prosjek svih šest tjedna tova možemo pregledati u Tablici 17. U prvom tjednu tova najviša vrijednost prirasta utvrđena je kod pokusne skupine 2 (62,1 g), za kojom slijedi kontrolna skupina sa 61,13 g i s najnižom vrijednosti prirasta pokusna skupina 1 (60,6 g). Između navedenih skupina nije utvrđena značajna statistička razlika. Drugi tjedan tova obilježava statistički značajno ($P < 0,01$) najviši prirast kod kontrolne skupine s 172,0 g po tjednu. Slijedi je pokusna skupina 1 sa 129,6 g pa tek onda pokusna skupina 2 sa 120,0 g. Statistički značajno najviši prirast ($P < 0,01$) prikazan je kod kontrolne skupine u odnosu na pokusne skupine 1 i 2. Vaganjem pilića nakon trećeg tjedna tova najviša prosječna vrijednost prirasta utvrđena je kod kontrolne skupine (330,4 g), nešto nižu masu prilikom vaganja imala je pokusna skupina 2 (315,9 g) te najnižu s 269,8 g pokusna skupina 1. Između navedenih vrijednosti utvrđene su statistički značajne razlike ($P < 0,01$) pri čemu je najnižu vrijednost imala pokusna skupina 1 u odnosu na ostale dvije skupine. Nakon četvrtog tjedna tova kontrolna skupina nastavlja trend najviše vrijednosti prosječne mase s 459,9 g. Nešto niža prosječna vrijednost prirasta izmjerena je u pokusnoj skupini 2 (442,1 g), dok je najniža vrijednost mase utvrđena kod pokusne skupine 1 (347,9 g). Kao i nakon trećeg tjedna tova, između skupina utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,01$) između najniže vrijednosti kod pokusne skupine 1 prema kontrolnoj i pokusnoj skupini 2. Nastavlja se trend najviše prosječne mase pilića kod kontrolne skupine i nakon petog tjedna tova (554,3 g). Niža prosječna masa utvrđena je kod pokusne skupine 2 (520,1 g), a najniža vrijednost kod pokusne skupine 1 s prosjekom mase od 463,4 g. Utvrđena vrijednost prosječne mase prirasta između skupina ima statistički značajne razlike ($P < 0,01$), odnosno između pokusne skupine 1 s najnižom vrijednosti prema ostalim pokusnim skupinama. Između više prosječne vrijednosti prirasta kontrolne skupine i niže vrijednosti pokusne skupine 2 također je utvrđena statistički značajna razlika ($P < 0,05$). Trend najviše prosječne mase pilića (502,4 g) kod kontrolne skupine nastavlja se i u zadnjem tjednu tova (6. tjedan). Niža vrijednost utvrđena je u pokusnoj skupini 1 (469,3 g), a najniža vrijednost kod skupine 2 (443,5 g). Između navedenih vrijednosti utvrđene su statistički značajne razlike između kontrolne skupine i pokusne skupine 2 ($P < 0,01$) pri čemu je kontrolna skupina imala višu vrijednost, dok se P1 skupina nije statistički značajno razlikovala od ostale dvije skupine. Prosječne vrijednosti prirasta pilića u prva tri tjedna tova prikazuje najviše vrijednosti prirasta kod kontrolne skupine (563,6 g), niže vrijednosti izmjerene su kod pokusne skupine 2 (498,0 g), a najniže vrijednosti kod pokusne skupine 1 (460,1 g). Između navedenih

vrijednosti prirasta utvrđene su statistički značajne razlike ($P < 0,01$) između kontrolne skupine s najvišom vrijednosti i P2 i P1 skupine s nižim vrijednostima. Statistički značajna razlika ($P < 0,05$) utvrđena je i između pokusne skupine 1 i pokusne skupine 2 s višom vrijednosti prirasta kod pokusne skupine 2. Zadnja tri tjedna tova pilića nastavlja se trend s najvišim prirastom izmjerenim kod kontrolne skupine (1516,4 g). Nešto niži prosječni prirast ima pokusna skupina 2 (1405,7 g), a najniži prirast je izmjeren kod pokusne skupine 1 (1280,6 g). Između skupina utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,01$). Statistički značajna razlika ($P < 0,05$) bila je i između P1 i P2 skupine, gdje je pokusna skupina 1 imala nižu vrijednost prirasta. Prosječna vrijednost prirasta svih šest tjedana tova završava s najboljim rezultatima izmjerenim u kontrolnoj skupini (2018,8 g), pokusna skupina 2 (1841,6 g) imala je slabije rezultate prirasta, a s najslabijim rezultatima prikazana je pokusna skupina 1 (1680,1 g). Prosječne vrijednosti prirasta izmjerene tijekom cijelog tova (0. – 6.) pokazuju najbolje rezultate kod kontrolne skupine (2018,8 g), slabiji rezultati su izmjereni kod pokusne skupine 2 (1841,6 g), a najslabiji rezultati izmjereni su kod pokusne skupine 1 (1680,1 g). Za prikazane vrijednosti prosječnog prirasta pilića u tovu (0. – 6. tjedan) utvrđene su statistički značajne razlike ($P < 0,01$) između svih skupina, od najviše vrijednosti kontrolne skupine, nešto slabijih rezultata P2 skupine i najniže vrijednosti pokusne skupine 1.

Tablica 17. Prosječne vrijednosti ($\bar{x}$) prirasta (g) pilića u tovu po pokusnim skupinama u 1. pokusu (N = 120)

Tjedan tova	Pokusne skupine		
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
0. – 1.	61,13 $\pm$ 14,9	60,6 $\pm$ 11,1	62,1 $\pm$ 10,5
1. – 2.	172,0 ^A $\pm$ 26,9	129,6 ^B $\pm$ 24,0	120,0 ^B $\pm$ 29,3
2. – 3.	330,4 ^A $\pm$ 28,0	269,8 ^B $\pm$ 43,1	315,9 ^A $\pm$ 25,4
3. – 4.	459,9 ^A $\pm$ 34,3	347,9 ^B $\pm$ 58,7	442,1 ^A $\pm$ 62,7
4. – 5.	554,3 ^{A; a} $\pm$ 55,8	463,4 ^B $\pm$ 70,1	520,1 ^{A; b} $\pm$ 65,4
5. – 6.	502,4 ^A $\pm$ 55,9	469,3 $\pm$ 70,3	443,5 ^B $\pm$ 98,9
0. – 3.	563,6 ^A $\pm$ 68,4	460,1 ^{B; a} $\pm$ 76,8	498,0 ^{B; b} $\pm$ 62,7
3. – 6.	1516,4 ^A $\pm$ 139,1	1280,6 ^{B; a} $\pm$ 188,2	1405,7 ^{B; b} $\pm$ 221,1
0. – 6.	2018,8 ^A $\pm$ 191,8	1680,1 ^B $\pm$ 251,6	1841,6 ^C $\pm$ 272,0

^{ABC} P < 0,01; ^{abc} P < 0,05; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

Pokazatelji prosječne vrijednosti prirasta pilića u tovu u 2. pokusu prikazani su u Tablici 18. Prvi tjedan tova završava sa statistički višom vrijednosti prirasta (P < 0,05) u P2 skupini u odnosu na 112,18 g prirasta kontrolne skupine. Pokusna skupina 1 ima nešto viši prirast (115,13 g) od kontrolne skupine, ali nije statistički značajna razlika. U drugom tjednu tova kontrolna skupina ima najvišu vrijednost prirasta u odnosu na pokusne skupine 1 i 2. Statistički značajna razlika (P < 0,05) utvrđena je samo između kontrolne i P1 skupine, dok je P2 skupina imala neznatno niži prirast u odnosu na kontrolnu skupinu. Treći tjedan tova nastavlja se a višim prirastom kontrolne skupine (424,53 g). Najnižu vrijednost prirasta opet ima pokusna skupina 1 (382,05 g) koja je statistički značajno niža (P < 0,05) u odnosu na kontrolnu i P2 skupinu. Prilikom sljedećeg mjerenja (4. tjedan) kontrolna skupina (524,53 g) ima statistički najviši prirast (P < 0,01) u odnosu prema ostalim pokusnim skupinama (407,44 g, 400,56 g). Trend najviše vrijednosti prirasta (613,28 g) kod kontrolne skupine nastavlja se i u 5. tjednu tova. Slijede ju pokusna skupina 1 (587,00 g) te pokusna skupina 2 s 522,77 g tjednog prirasta. Pokusna skupina 2 imala je najniži statistički značajan prirast (P < 0,01) prema kontrolnoj i P1 skupini. Nakon zadnjeg tjedna tova (6. tjedan) nastavlja se trend najviše vrijednosti prirasta kod kontrolne skupine (621,33 g), nakon koje slijedi pokusna skupina 2 s nešto slabijim rezultatom

(546,33 g) te pokusna skupina 1 (436,00 g) s najslabijim rezultatom. Za prosječne vrijednosti prirasta nakon završenog tova pilića utvrđene su statistički značajne razlike ($P < 0,01$) između pokusne skupine 1 koja je imala najslabiji rezultat u odnosu na ostale skupine. Također, između boljih rezultata kontrolne skupine i nešto slabijih rezultata pokusne skupine 2 (6. tjedan) utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,05$). Prosjek prirasta u prva tri tjedna tova pokazuje nam najviše vrijednosti prirasta kod kontrolne skupine (807,48 g), nešto niže vrijednosti izmjerene su kod pokusne skupine 2 (798,15 g), a najslabiji rezultati zabilježeni su kod pokusne skupine 1 (751,54 g). Između prosječne vrijednosti prirasta (0. – 3. tjedan) pokusnih skupina utvrđene su statistički značajne razlike ($P < 0,01$) između viših vrijednosti prirasta kod kontrolne skupine u odnosu na slabiji prosječni rezultat prirasta kod pokusne skupine 1. Pokusna skupina 2 nije imala statistički značajne razlike u prirastu prema ostalim pokusnim skupinama. Rezultati tova, odnosno prosječnog prirasta, u drugoj polovici tova (3. – 6.) prikazuju trend najboljeg rezultata postignutog kod kontrolne skupine (1641,70 g), niže vrijednosti su kod pokusne skupine 2 (1469,67 g), a nešto slabiji rezultati izmjereni su kod pokusne skupine 1 (1430,44 g). Statistički značajne razlike ($P < 0,01$) utvrđene su između viših vrijednosti prirasta kod kontrolne skupine prema slabijim rezultatima kod pokusne skupine 1 i 2. Prosječne vrijednosti prirasta tova pilića (0. – 6. tjedan) prikazuju kontrolnu skupinu s 2449,18 g prosječne završne mase kao skupinu s najvišom vrijednosti, nešto niži rezultati izmjereni su kod pokusne skupine 2 (2267,82 g), a najniža vrijednost izmjerena je kod pokusne skupine 1 (2181,97 g). Između navedenih skupina statistički značajno bolje rezultate ($P < 0,05$) imala je kontrolna skupina prema rezultatima ostale dvije pokusne skupine.

Tablica 18. Prosječne vrijednosti ($\bar{x}$) prirasta (g) pilića u tovu po pokusnim skupinama u 2. pokusu (N = 120)

Tjedan tova	Pokusne skupine		
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
0 – 1.	112,18 ^a $\pm$ 17,13	115,13 $\pm$ 16,28	120,77 ^b $\pm$ 12,35
1. – 2.	270,78 ^a $\pm$ 33,80	254,36 ^b $\pm$ 37,35	264,62 $\pm$ 35,37
2. – 3.	424,53 ^a $\pm$ 52,90	382,05 ^b $\pm$ 51,24	412,77 ^a $\pm$ 48,79
3. – 4.	524,53 ^A $\pm$ 53,42	407,44 ^B $\pm$ 72,00	400,56 ^B $\pm$ 42,07
4. – 5.	613,28 ^A $\pm$ 87,02	587,00 ^A $\pm$ 113,62	522,77 ^B $\pm$ 56,22
5. – 6.	621,33 ^{A, a} $\pm$ 163,12	436,00 ^B $\pm$ 94,22	546,33 ^{A, b} $\pm$ 87,92
0 – 3.	807,48 ^A $\pm$ 101,22	751,54 ^B $\pm$ 103,68	798,15 $\pm$ 94,35
3. – 6.	1641,70 ^A $\pm$ 653,65	1430,44 ^B $\pm$ 200,10	1469,67 ^B $\pm$ 170,55
0 – 6.	2449,18 ^a $\pm$ 636,95	2181,97 ^b $\pm$ 300,66	2267,82 ^b $\pm$ 263,11

ABC P < 0,01; abc P < 0,05; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

Vrijednosti prirasta po tjednima tova u 3. pokusu prikazani su u Tablici 19. Prosječna vrijednost prirasta u prvom tjednu tova relativno je ujednačena između kontrolne i pokusnih skupina (108,45 g, 102,38 g i 99,50 g). Između navedenih vrijednosti nisu utvrđene statistički značajne razlike. Povećane razlike prirasta između skupina pojavljuju se već u drugom tjednu. Pokusna skupina 2 prikazuje najvišu vrijednost prirasta (195,10 g), nešto manja vrijednost je u P1 skupini (170,6 g), a najniža vrijednost (162,93 g) izmjerena je u kontrolnoj skupini (162,93 g). Između P2 skupine i kontrolne skupine utvrđena je značajna statistička razlika (P < 0,01) pri čemu je P2 skupina imala višu vrijednost prirasta, dok je pokusna skupina 1 imala statistički značajno nižu vrijednost (P < 0,05) od P2 skupine. Trend više vrijednosti prirasta u pokusnoj skupini 2 nastavlja se i na kraju trećeg tjedna tova. Kontrolna skupina ima najnižu vrijednost (247,40 g), nešto viša vrijednost izmjerena je kod P1 skupine (254,43 g) dok je P2 skupina imala statistički značajno višu vrijednost (P < 0,05) prema navedenim skupinama. Nastavak tova (4. tjedan) donosi povećanje vrijednosti prirasta kontrolne skupine u odnosu prema pokusnim skupinama 1 i 2. Nešto niža vrijednost kontrolne skupine (447,88 g) prema P2 skupini (455,10 g) nema statistički značajne razlike, dok P1 skupina (421,53 g) prikazuje statistički značajno nižu (P < 0,05) vrijednost prema pokusnoj skupini 2. Povećanje vrijednosti prirasta u kontrolnoj skupini (570,15 g) prema ostalim skupinama (475,15 g, 495,85 g) mjerimo u petom

tjednu tova. Utvrđene vrijednosti rezultirale su statistički značajnim razlikama ($P < 0,01$) između viših vrijednosti prirasta kontrolne skupine i nižim vrijednostima u pokusnim skupinama 1 i 2. Isti trend nastavlja se i u 6. tjednu tova. S 569,18 g prirasta kontrolna skupina ima najvišu vrijednost prema pokusnoj skupini 1 i kontrolnoj skupini (545,05 g, 496,0 g). Kod utvrđenih vrijednosti navedenog pokazatelja statistički značajno nižu vrijednost ($P < 0,01$) ima P2 skupina prema P1 i kontrolnoj skupini. Prosječna vrijednost prirasta utvrđena u prva tri tjedna tova prikazuje više vrijednosti prirasta pokusne skupine 2 (595,25 g) u odnosu prema kontrolnoj i P1 skupini (518,78 g, 527,35 g). Između navedenih vrijednosti utvrđene su statistički značajne razlike između kontrolne i P1 skupine ($P < 0,01$) prema višim vrijednostima pokusne skupine 2. Završna tri tjedna tova (3. – 6. tjedan) prikazuju promjenu u vrijednostima prirasta između skupina. Kontrolna skupina pokazuje bolje rezultate prirasta (1587,20 g) u odnosu na preostale dvije skupine (1441,73 g, 1446,95 g) između kojih je utvrđena statistički značajna razlika ($P < 0,01$). Najvišu vrijednost prirasta u cjelokupnom tovu (0. – 6. tjedan) imala je kontrolna skupina (2105,98 g), za kojom slijedi pokusna skupina 2 (2042,20 g) te pokusna skupina 1 (1969,08 g). Između navedenih vrijednosti značajna statistička razlika ($P < 0,01$) utvrđena je između kontrolne i pokusne skupine 1 pri čemu je pokusna skupina 1 imala niže vrijednosti prirasta u svih šest tjedana tova. Pokusna skupina 2 nema statistički značajnu razliku u odnosu na ostale dvije skupine.

Tablica 19. Prosječne vrijednosti ($\bar{x}$) prirasta (g) pilića u tovu po pokusnim skupinama u 3. pokusu (N = 120)

Tjedan tova	Pokusne skupine		
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
0 – 1.	108,45 $\pm$ 15,68	102,38 $\pm$ 16,50	99,50 $\pm$ 17,64
1. – 2.	162,93 ^A $\pm$ 18,73	170,6 ^a $\pm$ 20,29	195,10 ^{B,b} $\pm$ 35,96
2.– 3.	247,4 ^a $\pm$ 40,29	254,43 ^a $\pm$ 31,38	300,65 ^b $\pm$ 49,41
3. – 4.	447,88 $\pm$ 46,38	421,53 ^a $\pm$ 50,83	455,10 ^b $\pm$ 58,08
4.– 5.	570,15 ^A $\pm$ 79,14	475,15 ^B $\pm$ 50,83	495,85 ^B $\pm$ 50,15
5. – 6.	569,18 ^A $\pm$ 62,74	545,05 ^A $\pm$ 57,82	496,0 ^B $\pm$ 53,01
0 – 3.	518,78 ^A $\pm$ 73,30	527,35 ^A $\pm$ 66,37	595,25 ^B $\pm$ 100,82
3. – 6.	1587,20 ^A $\pm$ 178,41	1441,73 ^B $\pm$ 151,52	1446,95 ^B $\pm$ 142,59
0 – 6.	2105,98 ^A $\pm$ 248,53	1969,08 ^B $\pm$ 215,58	2042,20 $\pm$ 237,27

^{ABC} P < 0,01; ^{abc} P < 0,05; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

Tablica 20. Usporedba završnih rezultata prirasta pilića u tovu (g) u sva tri pokusa (N = 360)

Istraživanje	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
1.	2018,8 ^A	1680,1 ^B	1841,6 ^C
2.	2469,74 ^A	2066,85 ^B	2147,05 ^B
3.	1997,5 ^a	1866,7 ^b	1942,7 ^a
Prosjek	2162,01	1871,22	1977,12

Usporedba završnih rezultata prirasta pilića u tovu (tri pokusa) prikazana je u Tablici 20. U prvom istraživanju imamo rezultate koji prikazuju statistički značajne razlike ($P < 0,01$) između sve tri pokusne skupine. Kontrolna skupina imala je najvišu vrijednost završne mase (2018,80 g) u odnosu na pokusnu skupinu 2 (1841,60 g) i prema pokusnoj skupini 1 (1680,10 g) s najnižom vrijednosti. U drugom istraživanju kontrolna skupina također ima najvišu prosječnu vrijednost završne mase pilića (2469,74 g) u odnosu na pokusne skupine 1 i 2. Prosječna masa pilića kontrolne skupine značajno je viša ($P < 0,01$) u odnosu na završnu masu pokusne skupine 1 (2066,85 g) i prosječnu masu pokusne skupine 2 (2147,05 g). Između pokusnih skupina hranjenih s udjelom DDGS-a u krmnoj smjesi nema statistički značajne razlike. Kontrolna skupina u trećem istraživanju nastavlja trend najviše vrijednosti završne mase pilića (1997,50 g), ali u odnosu prema prva dva istraživanja (1. istraživanje 2018,80 g, 2. istraživanje 2469,74 g) ima najnižu vrijednost završne mase. Pokusna skupina 2 u trećem istraživanju ima nešto nižu vrijednost (1942,70 g) završne mase pilića u odnosu prema rezultatima kontrolne skupine, a trend najniže vrijednosti se nastavlja, pa tako pokusna skupina 1 (1866,70 g) završava tov s najslabijim rezultatom. Statistički značajne razlike ($P < 0,05$) dobivene su između kontrolne skupine i pokusne skupine 2 prema rezultatima dobivenim u pokusnoj skupini 1. Prosjek sva tri istraživanja prikazuje završne vrijednosti mase pilića u tovu gdje je kontrolna skupina imala najviše vrijednosti s 2162,01 g, pokusna skupina 2 s nešto nižom prosječnom vrijednosti od 1977,12 g i pokusna skupina 1 s najnižom prosječnom vrijednosti završne mase od 1871,22 g.

4.2. Rezultati istraživanja kvalitete trupova pilića

Na kvalitetu pilećeg mesa utječe niz vanjskih i unutarnjih čimbenika, posebno hranidba, koja zahtijeva poznavanje unosa metaboličke energije svih sastojaka i odnosa hranjivih tvari u krmnoj smjesi (Scaife i sur., 1994).

Ocjena kvalitete mesa može se bazirati na subjektivnim i objektivnim mjerilima, a smatra se da su izgled, tekstura, sočnost, miris i okus najvažnija svojstva mesa koja utječu na prosudbu potrošača prije i nakon kupovine proizvoda od mesa (Cross i sur., 1986).

4.2.1. Rezultati utvrđivanja mase i udjela dijelova pilećih trupova

Pokazatelji kvalitete trupova u ovim istraživanjima podrazumijevaju odnos mase trupova i mase osnovnih dijelova trupova (Tablice 21, 22 i 23).

Tablica 21. Udio dijelova pilećeg trupa (%) u ukupnoj masi trupa te udio mase trupa (%) u živoj masi u prvom ponavljanju (N = 120)

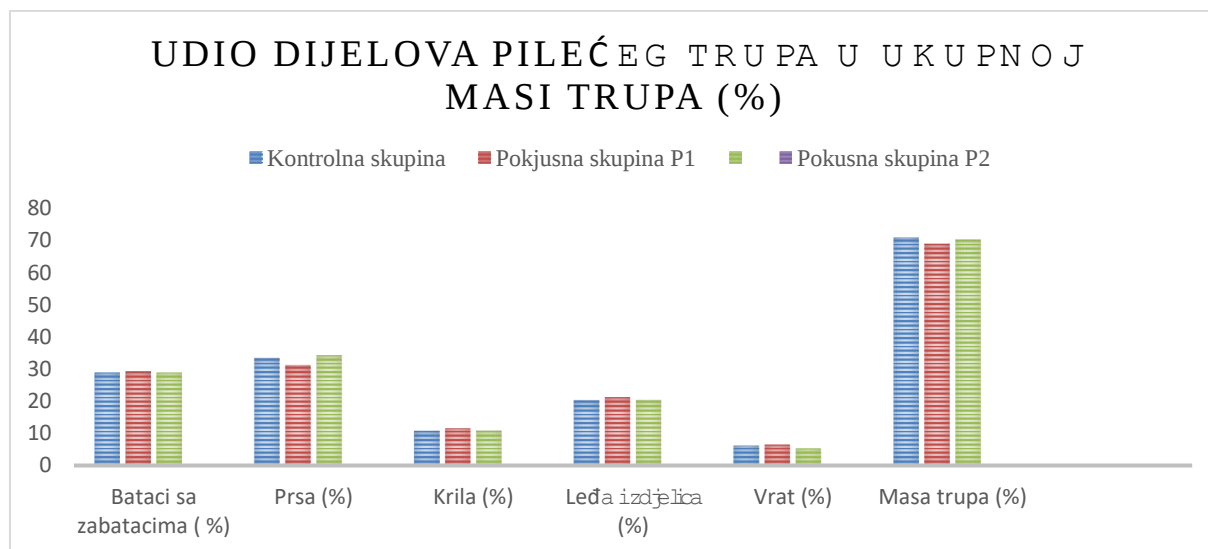
Pokazatelji kvalitete trupa	Pokusne skupine		
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
Bataci sa zabatacima (%)	28,94 $\pm$ 1,61	29,30 $\pm$ 1,97	28,94 $\pm$ 1,01
Prsa, (%)	33,54 ^a $\pm$ 2,22	31,27 ^{A; b} $\pm$ 2,58	34,31 ^B $\pm$ 1,92
Krila, (%)	10,89 ^A $\pm$ 0,40	11,58 ^{B; a} $\pm$ 0,59	11,01 ^b $\pm$ 0,59
Leđa i zdjelica, (%)	20,37 $\pm$ 1,84	21,31 $\pm$ 1,25	20,44 $\pm$ 1,14
Vrat, (%)	6,26 ^A $\pm$ 0,49	6,54 ^A $\pm$ 0,51	5,30 ^B $\pm$ 0,68
Masa trupa, (%)	70,98 ^A $\pm$ 1,34	68,95 ^{B; a} $\pm$ 1,42	70,41 ^b $\pm$ 1,23

^{ABC} P < 0,01; ^{abc} P < 0,05; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

Pokazatelji kvalitete trupa, odnosno udjeli dijelova pilećeg trupa i udio mase trupa u živoj masi prikazani su u Tablici 21. Pokusna skupina 1 ima najviši udio bataka sa zabatakom (29,30 %) u odnosu prema drugim skupinama između kojih nema statistički značajne razlike. Udio prsa najviši je u P2 skupini (34,31 %), kontrolna skupina imala je 33,54 %, a najnižu vrijednost imala je P1 skupina 31,27 %. Iz navedenih vrijednosti možemo vidjeti statistički značajnu (P < 0,01) razliku između više vrijednosti P2 skupine u odnosu prema P1 skupini. Kontrolna skupina s 33,54 % udjela prsa u ukupnoj masi trupa ima statistički značajnu (P < 0,05) razliku prema P1 skupini s udjelom od 31,27 %. Udio krila najviši je (11,58 %) u P1 skupini i ima statistički značajnu razliku (P < 0,01) u odnosu na 10,89 % udjela u kontrolnoj skupini. Nešto nižu vrijednost (11,01 %) ima P2 skupina u odnosu prema P1 skupini koja je isto statistički značajna (P < 0,05). Postotni udio leđa i zdjelice u ukupnoj masi trupa nema značajne razlike između pokusnih skupina. Najveći udio ima P1 skupina (21,31 %), zatim P2 skupina (20,44 %) i najniži udio ima kontrolna skupina s 20,37 %. Razlike između udjela vrata u trupu su statistički značajne (P < 0,01) između kontrolne i P1 skupine (6,26 %, 6,54 %) u odnosu na nižu vrijednost P2 skupine (5,30 %). Najviši udio mase trupa u živoj masi ima kontrolna skupina (70,98 %)

koja je statistički značajno viša u odnosu prema P1 skupini s udjelom od 68,95 %, dok je udio mase trupa P2 skupine statistički značajno viši ($P < 0,05$) naprema P1 skupini.

Grafikon 4. Udio dijelova pilećeg trupa u ukupnoj masi trupa (%)



Grafikon 4. prikazuje udio pojedinih dijelova pilećeg trupa (izražen u postocima) u ukupnoj masi trupa za tri skupine pilića (kontrolnu i dvije pokusne). Bataci sa zabatacima imaju vrlo sličan udio u sve tri skupine (~30 %). Prsa imaju nešto veći udio u pokusnoj skupini P2 (~35 %) te nešto manji u kontrolnoj i pokusnoj skupini P1 (~33–34 %). Udio mase krila slični su u sve tri skupine (~10 %). Leđa i zdjelica imaju nešto viši udio u pokusnoj skupini P1, ali razlike su vrlo male (~20 %). Udio Vrata je sličan (~3–4 %), odnosno, bez većih razlika među skupinama. Masa trupa je Gotovo jednaka u sve tri skupine (~70 %).

U Tablici 22 prikazani su udjeli dijelova pilećeg trupa u ukupnoj masi trupa u 2. pokusu. Pokusna skupina 1 imala je najvišu vrijednost udjela bataka sa zabatacima (28,39 %) u ukupnoj masi trupa. Slijedi je pokusna skupina 2 sa 28,39 % i kontrolna skupina (28,12 %) koja je imala najnižu vrijednost (28,12 %). Između navedenih vrijednosti udjela bataka sa zabatacima u ukupnoj masi trupa između skupina nisu utvrđene statistički značajne razlike. Udio prsa u ukupnoj masi trupa najviši je kod kontrolne skupine (35,96 %), nešto nižu vrijednost ima pokusna skupina 2 s 34,13 %, a najniža vrijednost je izmjerena kod pokusne skupine 1 (34,03 %). Statistički značajno viši ($P < 0,01$) udio prsa u masi trupa utvrđen je kod kontrolne skupine u odnosu na pokusne skupine 1 i 2. Utvrđena vrijednost udjela krila u ukupnoj masi trupa bila

je najviša kod pokusne skupine 1 (11,91 %), nešto nižu vrijednost imala je P2 skupina (11,62 %), dok je najniža vrijednost izmjerena kod kontrolne skupine (11,13 %). Statistički značajnu višu vrijednost ($P < 0,01$) imala je pokusna skupina 1 u odnosu prema kontrolnoj skupini, dok je između kontrolne skupine s nižom vrijednosti udjela krila prema P2 skupini utvrđena statistički značajna razlika ($P < 0,05$). Postotni udio leđa i zdjelice u ukupnoj masi trupa bio je najviši kod pokusne skupine 1 (19,39 %), nešto nižu vrijednost imala je pokusna skupina 2 (19,10 %), te najnižu (18,98 %) kontrolna skupina. Utvrđena vrijednost udjela leđa i zdjelica u ukupnoj masi trupa nije imala statistički značajne razlike između skupina. Najviša vrijednost udjela vrata prema ukupnoj masi trupa izmjerena je kod pokusne skupine 2 (6,77 %), niža vrijednost udjela vrata prikazana je kod P1 skupine (6,11 %), dok je najnižu vrijednost imala kontrolna skupina (5,81 %). Između navedenih vrijednosti utvrđene su statistički značajne razlike pri čemu je značajno viša vrijednost ($P < 0,01$) izmjerena kod P2 skupine u odnosu na ostale dvije. Najvišu vrijednost mase trupa u živoj masi imala je kontrolna skupina (69,16 %), nešto nižu vrijednost imala je pokusna skupina 2 (68,48 %) te najnižu vrijednost ima pokusna skupina 1 (66,87 %). Između kontrolne skupine i pokusne skupine 1, statistički značajno višu ($P < 0,01$) masu trupa ima kontrolna skupina, dok pokusna skupina 2 ima statistički značajno višu ($P < 0,05$) vrijednost prema pokusnoj skupini 1.

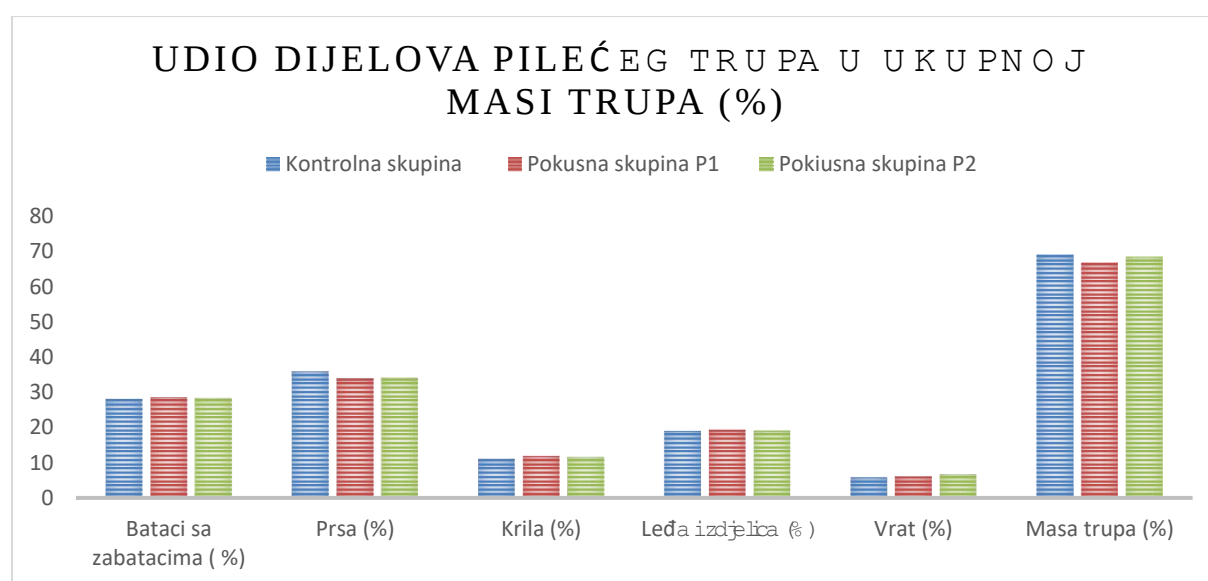
Tablica 22. Udio dijelova pilećeg trupa (%) u ukupnoj masi trupa te udio mase trupa (%) u živoj masi u 2. ponavljanju (N = 120)

Pokazatelji kvalitete trupa	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
Bataci sa zabatacima, (%)	28,12 $\pm$ 0,94	28,55 $\pm$ 0,76	28,39 $\pm$ 1,01
Prsa, (%)	35,96 ^A $\pm$ 1,30	34,03 ^B $\pm$ 1,73	34,13 ^B $\pm$ 1,07
Krila, (%)	11,13 ^{A; a} $\pm$ 0,42	11,91 ^B $\pm$ 0,61	11,62 ^b $\pm$ 0,59
Leđa i zdjelica, (%)	18,98 $\pm$ 1,05	19,39 $\pm$ 1,28	19,10 $\pm$ 1,22
Vrat, (%)	5,81 ^A $\pm$ 0,73	6,11 ^A $\pm$ 0,67	6,77 ^B $\pm$ 0,38
Masa trupa, (%)	69,16 ^A $\pm$ 1,64	66,87 ^{B; a} $\pm$ 1,78	68,48 ^b $\pm$ 1,17

^{ABC} $P < 0,01$; ^{abc} $P < 0,05$; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

Grafikon 5 prikazuje udio pojedinih dijelova pilećeg trupa u ukupnoj masi trupa i masu trupa u ukupnoj živoj masi u 2. ponavljanju. Masa trupa u ukupnoj živoj masi ima visok i vrlo ujednačen udio u sve tri skupine (~70 %). Udio prsa je nešto viši u kontrolnoj skupini (~37 %), dok je u pokusnim skupinama P1 i P2 nešto niži (~35–36 %). Bataci sa zabatacima, udio je gotovo identičan u sve tri skupine (~28–29 %). Krila imaju stabilan udio (~10 %), bez značajnih razlika. Leđa i zdjelica imaju vrlo slične udjele (~19–20 %) u svim skupinama, dok je udio vrata nizak (~3–4 %), bez razlika među skupinama.

Grafikon 5. Udio dijelova pilećeg trupa u ukupnoj masi trupa (%)



U Tablici 23 prikazan je udio pilećeg trupa u ukupnoj masi u trećem ponavljanju te udio mase trupa u živoj masi. Udio bataka sa zabatacima imao je najvišu vrijednost kod kontrolne skupine (32,8 %), pokusna skupina 1 imala je nešto nižu vrijednost (30,7 %), dok je najniža vrijednost izmjerena kod pokusne skupine 2. Između skupina nije utvrđena statistički značajna razlika. Kontrolna skupina ima i najvišu vrijednost udjela prsa u ukupnoj masi trupa (34,0 %). Nešto niže vrijednosti ima pokusna skupina 2 s 31,2 %, a pokusna skupina 1 s 29,9 % ima najnižu vrijednost udjela prsa. Statistički značajno višu vrijednost ($P < 0,01$) ima kontrolna skupina u odnosu na pokusnu skupinu 1. Pokusna skupina 2 prikazuje statistički značajno nižu vrijednost ($P < 0,05$) u odnosu na kontrolnu skupinu, a prema nešto nižoj vrijednosti udjela prsa kod pokusne skupine 1 nema statistički značajne razlike. Najviša vrijednost udjela krila u ukupnoj masi izmjerena je kod pokusne skupine 1 (13,40 %), nešto nižu vrijednost imala je pokusna skupina 2 (12,80 %), a najniža vrijednost izmjerena je kod kontrolne skupine (12,32 %).

%). Između niže vrijednosti udjela krila u kontrolnoj skupini i više vrijednosti kod pokusne skupine 1 utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,01$). Pokusna skupina 2 nije imala značajnu statističku razliku prema ostale dvije skupine. Udio leđa i zdjelice u pokusnoj skupini 2 pokazuje najviše vrijednosti (19,70 %), nešto niže vrijednosti izmjerene su u kontrolnoj skupini (19,06 %), a najniže vrijednosti prikazane su kod pokusne skupine 1 (19,00 %). Postotni udjeli leđa i zdjelice u ukupnoj masi trupa između skupina nisu pokazala statistički značajne razlike između skupina. Najvišu vrijednost udjela vrata u ukupnoj masi trupa imala je pokusna skupina 1 (7,00 %). Niža vrijednost izmjerena je kod kontrolne skupine (6,68 %), a najniža vrijednost kod pokusne skupine 2 (6,60 %). Za izračunate vrijednosti udjela vrata statistički značajno višu vrijednost ($P < 0,01$) imala je pokusna skupina 1 prema kontrolnoj i pokusnoj skupini 2. Između pokusne skupine 2 i kontrolne skupine nije bilo statistički značajnih razlika. Najvišu vrijednost udjela mase trupa u živoj masi imala je kontrolna skupina (71,40 %), zatim pokusna skupina 2 (70,90 %), a najniža je vrijednost izmjerena kod pokusne skupine 1 (66,80 %). Kontrolna skupina i pokusna skupina 2 imale su slične vrijednosti, dok je pokusna skupina 1 imala statistički značajno nižu vrijednost ($P < 0,01$) prema navedenim skupinama.

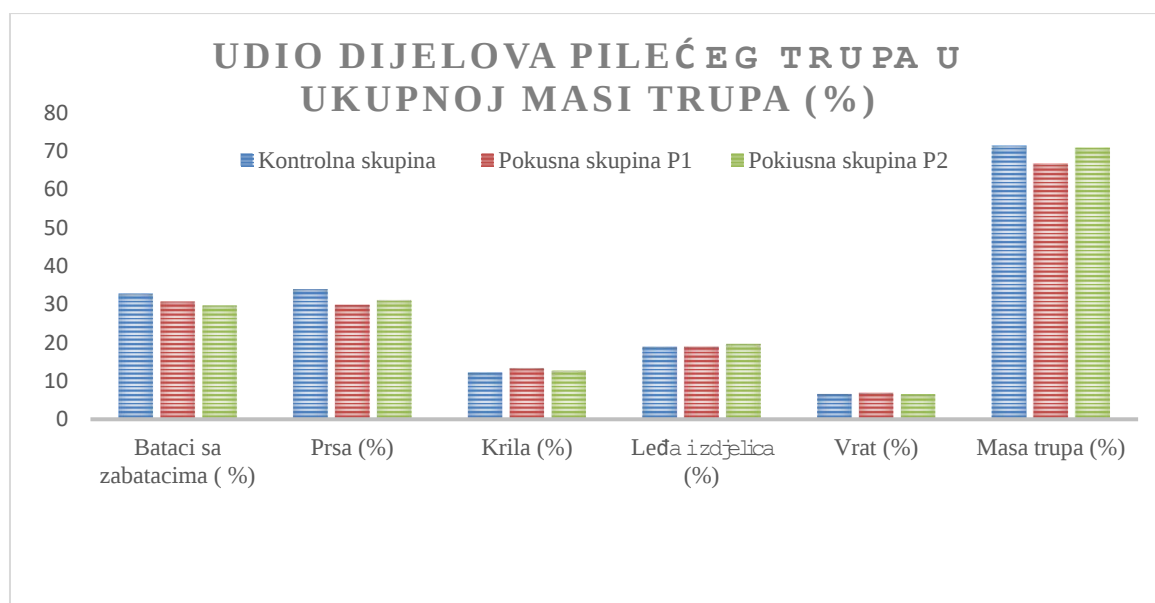
Tablica 23. Udio dijelova pilećeg trupa (%) u ukupnoj masi trupa te udio mase trupa (%) u živoj masi u 3. ponavljanju ($N = 120$)

Pokazatelji kvalitete trupa	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
Bataci sa zabatacima, (%)	32,80 $\pm$ 16,60	30,70 $\pm$ 1,90	29,70 $\pm$ 1,30
Prsa, (%)	34,00 ^{A; a} $\pm$ 1,50	29,90 ^B $\pm$ 4,30	31,20 ^b $\pm$ 1,90
Krila, (%)	12,32 ^A $\pm$ 0,50	13,40 ^B $\pm$ 1,10	12,80 $\pm$ 0,60
Leđa i zdjelica, (%)	19,06 $\pm$ 1,40	19,00 $\pm$ 1,30	19,70 $\pm$ 1,10
Vrat, (%)	6,68 ^B $\pm$ 0,70	7,00 ^A $\pm$ 0,60	6,60 ^B $\pm$ 0,60
Masa trupa, (%)	71,40 ^A $\pm$ 4,80	66,80 ^B $\pm$ 7,20	70,9 ^A $\pm$ 10,00

ABC $P < 0,01$; abc $P < 0,05$; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

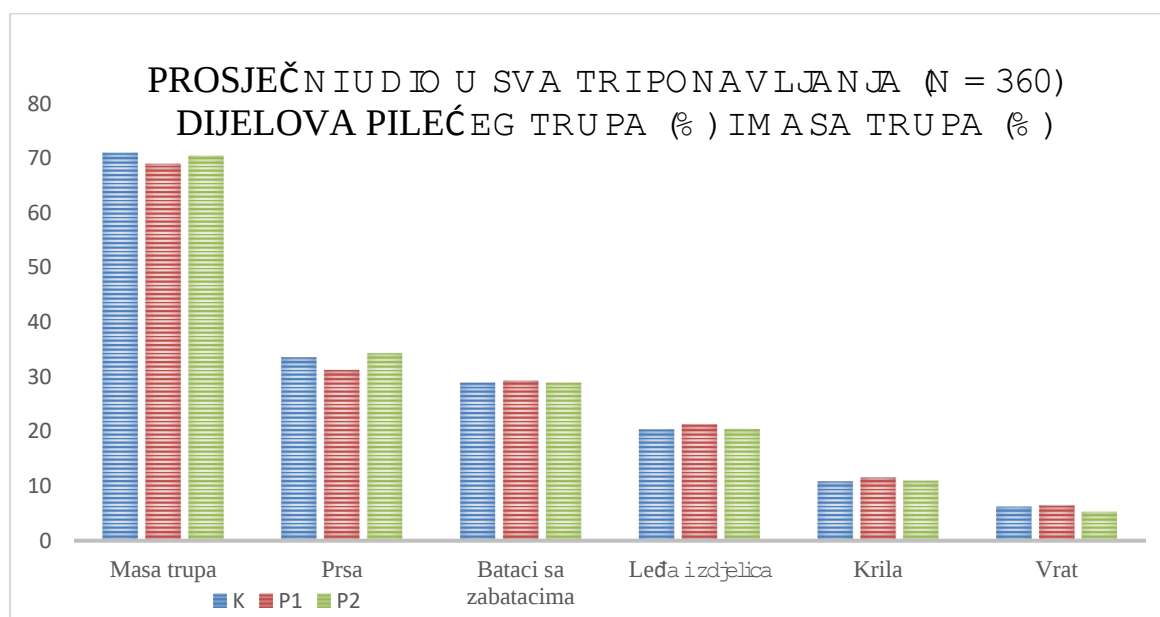
U grafikonu 6 prikazani su udijeli dijelova pilećeg trupa u ukupnoj masi trupa u 3. ponavljanju. Masa trupa je imala najviši udio u kontrolnoj skupini (~75 %), nešto niži u pokusnim skupinama P1 i P2 (~70 %). Prsa su imala udio prsa nešto veći u kontrolnoj skupini (~35 %), dok je u P1 i P2 blago niži (~32–33 %). Bataci sa zabatacima su imali udio nešto viši u kontrolnoj skupini (~31 %), a nešto niži u pokusnim skupinama (~29–30 %). Krila su imala vrlo ujednačen udio u sve tri skupine (~10 %), a leđa i zdjelica su imala slične udjele u sve tri skupine (~19–20 %), dok je udio vrata (~3–4 %), bez većih razlika među skupinama.

Grafikon 6. Udio dijelova pilećeg trupa u ukupnoj masi trupa (%)



Postotni udio bataka sa zabatacima u ukupnoj masi trupa bio je najviši u 3. ponavljanju (32,8 %) i to u kontrolnoj skupini pilića, a najniži u pokusnoj skupini 2 (28,39 %) u drugom ponavljanju.

Grafikon 7. Prosječni udio u sva tri ponavljanja (N = 360) dijelova pilećeg trupa (%) i masa trupa (%)



Grafikon 7 prikazuje prosječni udio dijelova pilećeg trupa (%) u sva tri ponavljanja. Masa trupa je vrlo slična među svim skupinama (~70 %). Prsa u pokusnoj skupini P2 imaju nešto veći udio prsa u ukupnoj masi (~34 %), u odnosu na P1 i kontrolu (~31–32 %). Ovo može biti pozitivan učinak višeg udjela DDGS-a na razvoj prsne muskulature, komercijalno najvrjednijeg dijela trupa. Bataci sa zabatacima imaju udio gotovo identičan u svim skupinama (~28–29 %). Leđa i zdjelica imaju blage razlike među skupinama (~20 %). Kod krila udio je stabilan (~10 %), bez razlika među skupinama. Vrat ima vrlo mali postotni udio (~3–4 %), bez razlika među skupinama.

4.3. Rezultati istraživanja pokazatelja kvalitete mišićnog tkiva

4.3.1. Tehnološka svojstva trupa

Rezultati dobiveni ovim istraživanjem (Tablice 24, 25 i 26) pokazuju da je pH₂₄ vrijednost u sva tri pokusa opala u odnosu na pH₄₅, prosječno za 0,5 jedinica te da je hranidbeni tretman u 2. i 3. ponavljanju imao utjecaja na pH₂₄. U oba slučaja taj pH je bio najniži kod P1 skupine, statistički značajno na razini $P < 0,01$.

U Tablici 24 prikazane su prosječne vrijednosti tehnoloških svojstava trupova i mesa pilića u 1. pokusu. Utvrđena vrijednost pH mesa nakon 45 minuta najviša je bila kod kontrolne skupine (6,29), nešto je niža vrijednost kod pokusne skupine 1 (6,27), a najniža kod pokusne skupine 2 (6,25). Između navedenih vrijednosti između skupina nije utvrđena statistički značajna razlika. Mjerenjem pH mesa pilića nakon 24 sata dobili smo izjednačene vrijednosti između pokusnih skupina (5,65). Najvišu vrijednost stupnja svjetloće kože (L^*) imala je kontrolna skupina (74,24), nešto nižu vrijednost (69,42) imala je pokusna skupina 2, dok je najniža vrijednost zabilježena kod pokusne skupine 1 (67,36). Statistički značajno višu L^* vrijednost ($P < 0,01$) imala je kontrolna skupina u odnosu na pokusnu skupinu 1, dok je pokusna skupina 2 imala statistički značajno nižu vrijednost ($P < 0,05$) u odnosu na kontrolnu skupinu. Stupanj crvenila (a^*) na koži izmjeren kod kontrolne skupine ima najvišu vrijednost (7,67), niža vrijednost izmjerena je kod pokusne skupine 2 (7,13), a najniža a^* vrijednost kod pokusne skupine 1 (67,36). Između više vrijednosti stupnja crvenila izmjerenog kod kontrolne skupine i niže vrijednosti pokusne skupine 1 utvrđena je statistički značajna vrijednost ($P < 0,05$). Između pokusne skupine 2 i ostalih pokusnih skupina nema statistički značajne razlike. Najviša vrijednost žutila (b^*) kože pilića izmjerena je kod pokusne skupine 2 (27,86), pokusna skupina 1 ima nešto nižu vrijednost žutila kože (24,67), dok je najniža vrijednost izmjerena kod kontrolne skupine (24,17). Vrijednosti žutila (b^*) kože podjednake su između skupina i nema statistički značajne razlike među njima. Najviša vrijednost svjetloće mesa (L^*) izmjerena je kod pokusne skupine 1 (63,05), niža izmjerena vrijednost od 60,24 bila je kod pokusne skupine 2, a najniža vrijednost svjetloće mesa s 58,10 kod kontrolne skupine. Zbog viših razlika stupnja svjetloće mesa kod pilića utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,01$) između pokusnih skupina. Za stupanj crvenila mesa (a^*) najviše vrijednosti utvrđene su kod kontrolne skupine (12,83), nakon koje slijedi pokusna skupina 2 (12,71), a najnižu vrijednost imala je pokusna skupina 1 (11,58). Statistički značajno viši stupanj crvenila mesa ($P < 0,05$) imala je kontrolna skupina u odnosu na pokusnu skupinu 1. Između pokusne skupine 2 i ostalih skupina nije utvrđena statistički značajna razlika. Najviši stupanj žutila mesa (b^*) imala je pokusna skupina 2 (16,66), iza koje slijedi kontrolna skupina s nešto nižim stupnjem (15,38), dok je najniži stupanj žutila imala pokusna skupina 1. Između navedenih pokusnih skupina nije utvrđena statistički značajna razlika. Najslabiju sposobnost vezivanja vode imala je pokusna skupina 1 (3,25), pokusna skupina 2 ima nešto bolju vrijednost (3,13), dok je kontrolna skupina pokazala najbolju sposobnost vezanja vode (2,78). Između skupina nije bilo statistički značajnih razlika.

Tablica 24. Prosječne vrijednosti tehnoloških svojstava trupova i mesa pilića (N = 120) u 1. pokusu

Pokazatelj	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
pH ₄₅	6,29 ± 0,12	6,27 ± 0,05	6,25 ± 0,06
pH ₂₄	5,65 ± 0,14	5,65 ± 0,10	5,65 ± 0,10
CIE L* (K)	74,24 ^{A; a} ± 6,54	67,36 ^B ± 3,72	69,42 ^b ± 2,29
CIE a* (K)	7,67 ^a ± 1,28	6,35 ^b ± 1,69	7,13 ± 1,49
CIE b* (K)	24,17 ± 4,35	24,67 ± 4,08	27,86 ± 4,98
CIE L* (M)	58,10 ^A ± 2,14	63,05 ^B ± 1,67	60,24 ^C ± 1,73
CIE a* (M)	12,83 ^a ± 1,76	11,58 ^b ± 1,25	12,71 ± 1,29
CIE b* (M)	15,38 ± 1,57	15,23 ± 2,34	16,66 ± 1,82
Sp.v.v., cm ²	2,78 ± 0,71	3,25 ± 0,54	3,13 ± 0,38

^{ABC} P < 0,01; ^{abc} P < 0,05; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija; K = koža, M = meso

Prosječne vrijednosti tehnoloških svojstava trupa i mesa pilića u drugom istraživanju prikazana su u Tablici 25. Najvišu izmjerenu vrijednost pH mesa izmjerenu nakon 45 minuta imala je pokusna skupina 1 (6,25), nižu vrijednost od pokusne skupine 1 imala je kontrolna skupina (6,20), dok je najniža vrijednost pH izmjerena u pokusnoj skupini 2 (6,18). Između skupina nije utvrđena statistička razlika. Mjerenjem vrijednosti pH mesa tovljenih pilića nakon 24 sata najviša vrijednost izmjerena je u pokusnoj skupini 2 (5,79), pokusna skupina 1 imala je najnižu vrijednost pH (5,52), dok je srednja vrijednost izmjerena u kontrolnoj skupini (5,68). Statistički značajna razlika (P < 0,01) utvrđena je između niže vrijednosti pokusne skupine 1 u odnosu na više vrijednosti preostale dvije skupine (kontrolna skupina i pokusna skupina 2). Najviša vrijednost svjetloće kože (CIE L*, 69,0) izmjerena je kod pokusne skupine 2. Niža vrijednost CIE L* (67,6) u odnosu na P2 skupinu izmjerena je kod kontrolne skupine, a najniža izmjerena vrijednost CIE L* (67,3) izmjerena je kod pokusne skupine 1. Najvišu vrijednost crvenila kože (CIE a*) ima kontrolna skupina (6,0), niža vrijednost crvenila kože izmjerena je

kod pokusne skupine 2 (5,1), dok je najnižu vrijednost CIE a* imala pokusna skupina 1. Između višeg stupnja crvenila kože kod kontrolne skupine (6,0) i najnižeg stupnja crvenila kod pokusne skupine 1 (4,7) utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,01$). Između više vrijednosti CIE a* (6,0) izmjerene kod kontrolne skupine i niže vrijednosti CIE a* (5,1) izmjerene kod pokusne skupine 2 utvrđena je statistička razlika ($P < 0,05$). Najviši stupanj žutila kože, CIE b*, izmjeren je kod pokusne skupine 2 (11,3), nešto niži stupanj žutila izmjeren je kod pokusne skupine 1 (9,0), dok je najniža vrijednost CIE b* izmjerena kod kontrolne skupine (6,9). Statistički značajna razlika ($P < 0,01$) utvrđena je između pokusne skupine 2 koja je imala najviši stupanj žutila kože i kontrolne i pokusne skupine 1 (6,9 i 9,0). Stupanj svjetloće mesa (CIE L*) izmjeren kod kontrolne skupine ima najvišu vrijednost (62,2), pokusna skupina 2 sa stupnjem svjetloće od 59,9 pokazuje nešto nižu vrijednost, dok je stupanj svjetloće mesa najniži kod pokusne skupine 1. Statistička razlika ($P < 0,05$) utvrđena je između višeg stupnja svjetloće mesa kontrolne skupine u odnosu na nižu vrijednost izmjerenu kod pokusne skupine 1. Najviši stupanj crvenila mesa (CIE a*) izmjeren je kod kontrolne skupine (13,7), niže vrijednosti dobivene su kod pokusne skupine 1 (13,2), dok su najniže vrijednosti prikazane kod pokusne skupine 2 (11,7). Statistička razlika ($P < 0,05$) utvrđena je između višeg stupnja crvenila mesa kontrolne skupine i nižeg crvenila kod pokusne skupine 2. Stupanj žutila mesa kod pokusne skupine 2 (12,8) prikazuje najvišu izmjerenu vrijednost u drugom pokusu. Niža vrijednost CIE b* izmjerena je kod pokusne skupine 1 (10,7), dok je najniža vrijednost izmjerena kod kontrolne skupine (9,8). Između najvišeg stupnja žutila mesa izmjerenog kod pokusne skupine 2 (12,8) i niže vrijednosti kod kontrolne skupine utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,01$). Najmanji gubitak vode iz mesa imala je kontrolna skupina (3,8), nešto slabiji rezultat izmjeren je kod pokusne skupine 2 (3,9), dok je najslabija sposobnost vezivanja vode izmjerena kod P1 skupine (4,3). Između dobivenih vrijednosti nisu utvrđene statistički značajne razlike.

Tablica 25. Prosječne vrijednosti tehnoloških svojstava trupova i mesa pilića (N = 120) u 2. pokusu

Pokazatelj	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
pH ₄₅	6,20 ± 0,09	6,25 ± 0,11	6,18 ± 0,10
pH ₂₄	5,68 ^{A,a} ± 0,13	5,52 ^B ± 0,10	5,79 ^{A,b} ± 0,09
CIE L*, (K)	67,6 ± 2,6	67,3 ± 3,4	69,0 ± 3,3
CIE a*, (K)	6,0 ^{A,a} ± 0,9	4,7 ^B ± 0,9	5,1 ^b ± 0,7
CIE b*, (K)	6,9 ^{A,a} ± 1,4	9,0 ^{A; b} ± 1,9	11,3 ^B ± 1,9
CIE L* (M)	62,2 ^a ± 2,5	59,6 ^b ± 3,0	59,9 ± 2,0
CIE a* (M)	13,7 ^a ± 2,0	13,2 ± 1,7	11,7 ^b ± 1,2
CIE b* (M)	9,8 ^A ± 1,6	10,7 ± 2,0	12,8 ^B ± 2,3
Sp.v.v., cm ²	3,8 ± 0,7	4,3 ± 0,6	3,9 ± 0,5

^{ABC} P < 0,01; ^{abc} P < 0,05; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija; K = koža M = meso

Rezultati prosječnih vrijednosti tehnoloških svojstava trupova i mesa pilića u trećem ponavljanju prikazani su u Tablici 26. Stupanj pH mesa izmjeren 45 minuta nakon žrtvovanja pokusnih pilića pokazuje jednaku vrijednost (6,2) u svim pokusnim skupinama. Između skupina nije bilo statistički značajne razlike. Mjerenjem pH nakon 24 sata, kod pokusne skupine 2, dobili smo najvišu vrijednost (5,8), nešto niža vrijednost izmjerena je kod kontrolne skupine (5,7), dok je najniža vrijednost izmjerena kod pokusne skupine 1. Između navedenih vrijednosti mjernog pokazatelja utvrđene su statistički značajne razlike (P < 0,01) između kontrolne skupine, pokusne skupine 2 naprema nižoj vrijednosti pokusne skupine 1. Statistička razlika (P < 0,05) utvrđena je i između kontrolne skupine i P2 skupine gdje je pokusna skupina 2 imala nešto više vrijednosti od kontrolne skupine. Najvišu vrijednost svjetloće kože (L*) imala je pokusna skupina 2 (69,0), nešto niža vrijednost izmjerena je kod kontrolne skupine (67,6), dok je najnižu vrijednost imala P1 skupina. Između svjetloće kože između skupina nije utvrđena statistički značajna razlika. Vrijednosti utvrđene za crvenilo kože pilića (a*) bile su najviše kod kontrolne skupine (6,0), nešto niže vrijednosti izmjerene su kod pokusne skupine 2 (5,1), dok

je najniža vrijednost izmjerena kod pokusne skupine 1 (4,7). Statistički značajna razlika ($P < 0,01$) utvrđena je između više vrijednosti crvenila kože kontrolne skupine i najniže utvrđene vrijednosti P1 skupine. Između pokusne skupine 2 i kontrolne skupine utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,05$), gdje su više vrijednosti pripadale kontrolnoj skupini. Najvišu izmjerenu vrijednost žutila kože (b^*) imala je pokusna skupina 2 (11,3), niža vrijednost (9,0) izmjerena je kod P1 skupine, a najnižu vrijednost (6,9) ima kontrolna skupina. Statistički značajna razlika ($P < 0,01$) utvrđena je između najviše vrijednosti P2 skupine i ostale dvije skupine pilića. Najniža vrijednost žutila kože izmjerena kod kontrolne skupine statistički značajno ($P < 0,05$) se razlikuje u odnosu na više vrijednosti P1 i P2 skupine. Stupanj svjetloće mesa ima najvišu izmjerenu vrijednost kod kontrolne skupine (62,2). Neznatno niže vrijednosti izmjerene su kod P1 i P2 skupine (59,6; 59,9). Statistički značajna razlika ($P < 0,05$) utvrđena je između više vrijednosti kontrolne skupine u odnosu na pokusnu skupinu 1. Izmjerena vrijednost crvenila mesa (a^*) kod kontrolne skupine (13,7) pokazuje višu vrijednost u odnosu na ostale dvije pokusne skupine (13,2; 11,7). Između više vrijednosti a^* kontrolne skupine i najniže izmjerene a^* vrijednosti izračunata je statistički značajna razlika ($P < 0,05$). Vrijednosti utvrđene za stupanj žutila mesa (b^*) bile su najviše kod pokusne skupine 2 (12,8), pokusna skupina imala je niže vrijednosti (10,7), dok su najniže b^* vrijednosti izmjerene kod kontrolne skupine (9,8). Između najviše b^* vrijednosti P2 skupine i najniže vrijednosti izmjerene kod kontrolne skupine izračunata je statistički značajna razlika ($P < 0,01$). Statistički značajna razlika ($P < 0,05$) također je prikazana između višeg stupnja žutila mesa P2 skupine prema nižoj vrijednosti P1 skupine. Najmanji gubitak vode iz mesa imala je kontrolna skupina (3,8), nešto slabiji rezultat izmjeren je kod pokusne skupine 2 (3,9), dok je najslabija sposobnost vezivanja vode izmjerena kod P1 skupine (4,3). Između dobivenih vrijednosti nisu utvrđene statistički značajne razlike.

Tablica 26. Prosječne vrijednosti tehnoloških svojstava trupova i mesa pilića (n=120) u 3. pokusu

Pokazatelj	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
pH ₄₅	6,2 ± 0,09	6,2 ± 0,11	6,2 ± 0,10
pH ₂₄	5,7 ^{A; a} ± 0,13	5,5 ^B ± 0,10	5,8 ^{A; b} ± 0,09
CIE L* (K)	67,6 ± 2,60	67,30 ± 3,43	69,0 ± 3,32
a* (K)	6,0 ^{A,a} ± 0,92	4,7 ^B ± 0,91	5,1 ^b ± 0,65
b* (K)	6,9 ^{A; a} ± 1,43	9,0 ^{A; b} ± 1,86	11,3 ^{B; b} ± 1,91
CIE L* (M)	62,2 ^a ± 2,48	59,6 ^b ± 3,03	59,9 ± 2,00
a* (M)	13,7 ^a ± 2,02	13,2 ± 1,73	11,7 ^b ± 1,25
b* (M)	9,8 ^A ± 1,55	10,7 ^a ± 1,99	12,8 ^{B; b} ± 2,26
Sp.v.v., cm ²	3,8 ± 0,66	4,3 ± 0,62	3,9 ± 0,51

^{ABC} P<0,01; ^{abc} P<0,05; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija; K=koža M=meso

Stupanj žutoće kože (b*) najviši je kod P2 skupine pilića, a najniži kod kontrolne skupine, što je potpuno suprotan trend od rezultata dobivenih mjerenjem stupnja crvenila. Razlike između tretmana su u dva ponavljanja statistički značajna na razinama (P < 0.01 i P < 0.05).

Prema prosječnim rezultatima ovih istraživanja (n = 360), DDGS kao dodatak krmnoj smjesi nije imao utjecaj na pH mesa, premda kontrolna skupina ima nešto viši pH₄₅ (6,29) u odnosu na pokusne skupine, ali nema statistički značajnu razliku između istih, dok je pH₂₄ bio isti u svim skupinama (Tablica 27 i Grafikon 2).

Tablica 27. Prosječna vrijednost pH₄₅ i pH₂₄ mesa pilića po tretmanima (N = 360)

Pokazatelj	Pokusne skupine					
	K		P1		P2	
	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	sd	$\bar{x}$	Sd
pH ₄₅	6,29	0,12	6,27	0,05	6,25	0,06
pH ₂₄	5,65	0,14	5,65	0,10	5,65	0,10

^{ABC} P < 0,01; ^{abc} P < 0,05; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

4.3.2. Acido-bazni status

Na acido-bazni status utječu unutarnji i vanjski čimbenici uključujući hranidbu, vremenske uvjete i metabolizam. Acido-baznu ravnotežu održavaju puferi koji sprječavaju promjene pH procesima neutralizacije kiselina i baza nastalih u procesima metabolizma. Acido-bazna ravnoteža je dobar pokazatelj zdravstvenog stanja životinja čijim narušavanjem može doći do narušavanja njihovog zdravlja.

Promjene u acido-baznom statusu mogu se povezati i s hranidbom životinja čije nutritivne potrebe ovise o njihovom uzrastu (Antunović i sur., 2012). Tako, npr., preporuke kalija mogu varirati od 0,21 do 0,73 % i za natrij i klor od 0,12 do 0,43 % i od 0,12 do 0,53 % (Teeter, Smith, 1986).

Mushtaq i sur. (2013) ispitivali su zahtjeve pilića za dodatkom klorida u hranu te utjecaj oblika i količine soli na tehnološke karakteristike i biokemijske pokazatelje krvi. Utvrđen je pozitivan utjecaj CaCl_2 na pH krvi i na koncentraciju glukoze u krvi te na povećanje prirasta mesa prsa pilića, dok je NH_4Cl pogoršao navedene parametre ($p \leq 0,001$). Niže koncentracije klorida u obrocima dale su bolje rezultate od povišenih, posebice s povećanjem starosti brojlera. Acido-bazni metabolizam ne ovisi samo o hrani, već i o vodi za piće. Znanstvena istraživanja pokazuju da prirodne mineralne vode, zahvaljujući alkalnom utjecaju mineralnih kationa (natrija, magnezija, kalcija, kalija) i hidrogenkarbonata, mogu pozitivno utjecati na acido-baznu ravnotežu (Rylander, 2008., Burckhardt, 2008).

Za određivanje acido-baznog statusa u ovim istraživanjima metodom slučajnog izbora odabrano je 36 pilića iz svake grupe (12 pilića po ponavljanju) i izvađena im je krv iz nadlaktične vene (*V. cutanea ulnaris*).

Acido-bazna ravnoteža (pCO_2 , pO_2 , HCO_3^- act, HCO_3^- std, BE (b), BE (ecf), ct (CO_2) u krvi brojlera određena ja na acido-baznom analizatoru, a rezultati za sva tri ponavljanja prikazani su Tablicama 28, 29 i 30.

Pokazatelji acido-bazne ravnoteže pilića u prvom pokusu prikazani su u Tablici 29. Vrijednosti pH nisu se previše razlikovale između skupina. Najvišu vrijednost (7,18) imala je kontrolna skupina, nešto niža vrijednost (7,14) izmjerena je kod pokusne skupine 1, a najniža vrijednost (7,12) izmjerena je kod pokusne skupine 2. Najviša vrijednost parcijalnog tlaka CO₂ u krvi pilića izmjerena je kod pokusne skupine 2 (10,99), nešto niža vrijednost izmjerena je kod P1 skupine (10,01), dok je najniži parcijalni tlak CO₂ imala kontrolna skupina (9,25). Između najvišeg tlaka kod P2 skupine i najniže vrijednosti pCO₂ kod kontrolne skupine izračunata je statistički značajna razlika ($P < 0,05$). Najvišu vrijednost pO₂ (4,34) imala je pokusna skupina 1, nešto niža vrijednost (3,05) izmjerena je kod kontrolne skupine, dok je najniža vrijednost (2,48) izmjerena kod P2 skupine. Vrijednosti parcijalnog tlaka O₂ u krvi pilića nisu bile statistički značajno različite između skupina. Aktualni bikarbonati u krvnoj slici pokazuju slične vrijednosti između skupina. Najviša vrijednost izmjerena je kod P2 skupine (25,48), nešto niža vrijednost izmjerena je kod kontrolne skupine (25,28), dok je najniža vrijednost izmjerena kod pokusne skupine 1 (24,33). Najvišu vrijednost standardnih bikarbonata od 20,10 mmol/L imala je kontrolna skupina, niža vrijednost izmjerena je kod P2 skupine dok je najnižu vrijednost od 19,13 mmol/L imala pokusna skupina. Između skupina nije bilo statistički značajne razlike. Višak baze (BE (B)) u krvi ima najnižu vrijednost kod pokusne skupine 1 (-5,45), nešto viša vrijednost izračunata je kod P2 skupine (-4,35), dok je najviša vrijednost od -3,92 mmol/L izmjerena kod kontrolne skupine. Između skupina nije bilo statistički značajnih razlika. BE (ecf) u izvanstaničnoj tekućini ima najnižu izmjerenu vrijednost kod pokusne skupine 1 (-4,23), dok su kontrolna skupina i P2 skupina imala nešto više rezultate (-2,58; -2,86). Između skupina nismo dobili značajne statističke razlike. Najvišu vrijednost ukupnog CO₂ u krvi imala je pokusna skupina 2 (28,04), niža vrijednost od 27,40 mmol/L izmjerena je kod kontrolne skupine, a najniža vrijednost dobivena je kod P1 skupine (26,63). Rezultati dobivenog ukupnog ugljikovog-dioksida u krvi nisu pokazali značajne statističke razlike između pokusnih skupina.

Tablica 28. Acido-bazni status pilića u 1. pokusu (N = 12)

Pokazatelj	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
pH	7,18 $\pm$ 0,08	7,14 $\pm$ 0,07	7,12 $\pm$ 0,06
pCO ₂ (kPa)	9,25 ^a $\pm$ 0,72	10,01 $\pm$ 1,44	10,99 ^b $\pm$ 1,64
pO ₂ (kPa)	3,05 $\pm$ 1,66	4,34 $\pm$ 2,66	2,48 $\pm$ 1,50
HCO ₃ ⁻ act (mmol/L)	25,28 $\pm$ 3,08	24,33 $\pm$ 0,68	25,48 $\pm$ 0,96
HCO ₃ ⁻ std (mmol/L)	20,10 $\pm$ 2,64	19,13 $\pm$ 1,15	19,64 $\pm$ 1,15
BE (B) (mmol/L)	-3,92 $\pm$ 3,35	-5,45 $\pm$ 1,19	-4,35 $\pm$ 1,49
BE (ecf) (mmol/L)	-2,58 $\pm$ 3,71	-4,23 $\pm$ 1,12	-2,86 $\pm$ 1,20
ctCO ₂ (mmol/L)	27,40 $\pm$ 2,98	26,63 $\pm$ 0,68	28,04 $\pm$ 1,16

pCO₂ = parcijalni pritisak arterijskog CO₂; pO₂ = saturacija kisika; HCO₃⁻ = hidrogenkarbonati BE = base excess

^{ABC} P < 0,01; ^{abc} P < 0,05; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija; K = koža M = meso

U Tablici 29 imamo prikazane rezultate pokazatelja acido-bazne ravnoteže iz krvi istraživanih pilića u drugom pokusu. Vrijednosti pH bile su ujednačene između kontrolne i pokusne skupine 1 (7,10), dok je neznatno niža vrijednost izmjerena kod pokusne skupine 2 (7,08). Između pH vrijednosti pokusnih istraživanih skupina nisu utvrđene statistički značajne razlike. Najviša vrijednost parcijalnog tlaka ugljikovog dioksida izmjerena je kod kontrolne skupine (11,05 kPa), pokusna skupina 1 imala je niži tlak (10,29 kPa), a najniža izmjerena vrijednost bila je kod pokusne skupine 2 (7,87 kPa). Razlika parcijalnih tlakova između najviše vrijednosti kod kontrolne skupine i najnižeg tlaka pokusne skupine 2 pokazala je statistički značajnu razliku (P < 0,01). Statistički značajna razlika (P < 0,05) utvrđena je i između više vrijednosti parcijalnog tlaka P1 skupine i niže vrijednosti izmjerene kod pokusne skupine 2. Najvišu vrijednost parcijalnog tlaka kisika u krvi pilića imala je pokusna skupina 2 (8,04), kontrolna skupina ima niži tlak (5,46 kPa), dok je najniži tlak imala pokusna skupina 1 (2,88). Za utvrđene vrijednosti parcijalnih tlakova kisika između skupina nisu utvrđene statistički značajne razlike. Razina aktualnih bikarbonata u krvi imala je najvišu vrijednost kod kontrolne skupine (24,84), slijedi je pokusna skupina 1 s 22,85 mmol/L, dok je najniža razina izmjerena

kod pokusne skupine 2 (14,46). Pokusna skupina 2 imala je statistički značajno najnižu razinu aktualnih bikarbonata ($P < 0,01$) u odnosu na razine kontrolne i pokusne skupine 1. Razina standardnih bikarbonata u krvi pilića pokazuje vrlo slične rezultate između skupina. Najviša razina izmjerena je kod kontrolne skupine (17,66), zatim kod P1 skupine (17,49), dok je najniža razina izmjerena kod pokusne skupine 2 (17,28). Za utvrđene razine standardnih bikarbonata u krvi nisu utvrđene statistički značajne razlike. Višak baza izmjeren u krvi ima najvišu razinu kod kontrolne skupine (-6,91), nešto niža razina izmjerena je kod pokusne skupine 1 (-8,01), dok je najniža izmjerena razina bila kod pokusne skupine 2 (-19,08). Između niže vrijednosti baza u krvi izmjerenih kod pokusne skupine 2 i viših vrijednosti kod kontrolne i pokusne skupine 1 utvrđene su statistički značajne razlike ($P < 0,01$). Najviša razina viška baza u izvanstaničnoj tekućini izmjerena je kod kontrolne skupine (-4,85). Pokusna skupina 1 imala je nešto nižu razinu (-6,16), dok je najniža razina izmjerena kod pokusne skupine 2 (-11,98). Između niskih razina baza u izvanstaničnoj tekućini pokusne skupine 2 i viših razina kontrolne skupine utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,01$). Statistička značajna razlika ($P < 0,05$) utvrđena je i između srednje razine baza u izvanstaničnoj tekućini pokusne skupine 1 i najniže razine izmjerene kod P2 skupine. Najniža vrijednost ukupnog CO_2 izmjerena je kod pokusne skupine 2 (-11,17), pokusna skupina 1 imala je višu razinu CO_2 (25,61), dok je kontrolna skupina imala najvišu razinu ukupnog CO_2 (27,40). Između najniže vrijednosti ukupnog CO_2 u krvi pilića kod P2 skupine i ostale dvije skupine (kontrolna i P1 skupina) utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,01$).

Tablica 29. Acido-bazni status pilića u 2. pokusu (N = 12)

Pokazatelj	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
pH	7,10 $\pm$ 0,04	7,10 $\pm$ 0,04	7,08 $\pm$ 0,05
pCO ₂ (kPa)	11,05 ^A $\pm$ 1,89	10,29 ^a $\pm$ 0,86	7,87 ^{B; b} $\pm$ 3,11
pO ₂ (kPa)	5,46 $\pm$ 5,27	2,88 $\pm$ 0,69	8,04 $\pm$ 8,42
HCO ₃ ⁻ act (mmol/L)	24,84 ^A $\pm$ 3,13	22,85 ^A $\pm$ 2,75	14,46 ^B $\pm$ 5,11
HCO ₃ ⁻ std (mmol/L)	17,66 $\pm$ 1,34	17,49 $\pm$ 1,01	17,28 $\pm$ 7,55
BE (B) (mmol/L)	-6,91 ^A $\pm$ 2,37	-8,01 ^A $\pm$ 1,48	-19,08 ^B $\pm$ 8,25
BE (ecf) (mmol/L)	-4,85 ^A $\pm$ 2,99	-6,16 ^a $\pm$ 1,69	-11,98 ^{B; b} $\pm$ 7,43
ctCO ₂ (mmol/L)	27,40 ^A $\pm$ 3,51	25,61 ^A $\pm$ 1,81	-11,17 ^B $\pm$ 7,64

pCO₂ = parcijalni pritisak arterijskog CO₂; pO₂ = saturacija kisika; HCO₃⁻ = hidrogenkarbonati BE = bazni eksces

Acido-bazni status u trećem pokusu prikazan je u Tablici 30. Najniža pH vrijednost izmjerena je kod P2 skupine (7,09), nešto viša vrijednost pH izmjerena je kod pokusne skupine 1 (7,11), dok je najviša vrijednost pH iz krvi pilića izmjerena kod kontrolne skupine (7,16). Najviša vrijednost parcijalnog tlaka CO₂ izmjerena je kod pokusne skupine 2 (11,03), nižu vrijednost imala je P1 skupina (10,03), dok je najniža vrijednost izmjerena kod kontrolne skupine (9,22). Između niže vrijednosti pCO₂ kontrolne skupine i više vrijednosti tlaka izmjerene kod pokusne skupine 2 utvrđena je statistički značajna razlika (P < 0,05). Parcijalni tlakovi molekule O₂ u istraživanim skupinama pokazuju najvišu vrijednost tlaka kod pokusne skupine 1 (4,31), nižu vrijednost imala je kontrolna skupina (3,02), a najniža izmjerena vrijednost bila je kod pokusne skupine 2 (2,45). Između pokusnih skupina nije bilo statistički značajnih razlika. Nije bilo velikih razlika u koncentraciji aktualnih bikarbonata u krvi pilića između skupina. Najvišu vrijednost imala je P2 skupina (25,45), nešto nižu koncentraciju imala je kontrolna skupina (25,25), dok je P1 skupina imala najnižu vrijednost od 24,30 mmol/L. Između skupina nije bilo statistički značajnih razlika. Najvišu vrijednost standardnih bikarbonata u krvi imala je kontrolna skupina (20,07), niže vrijednosti izmjerene su kod P2

skupine (19,61), dok je najniža vrijednost zabilježena kod pokusne skupine 1 (19,10). Između pokusnih skupina nije utvrđena statistički značajna razlika. Najniža vrijednost viška baza u krvi izmjerena je kod pokusne skupine 1 (-5,42), višu vrijednost imala je pokusna skupina 2 (-4,32), a kod kontrolne skupine izmjerena je najviša vrijednost viška baza u krvi (-3,90). Nisu utvrđene statistički značajne razlike između pokusnih skupina. Najnižu vrijednost BE u izvanstaničnoj tekućini imala je pokusna skupina 1 (-4,20), viša izmjerena koncentracija bila je kod pokusne skupine 2 (-2,83), a najviša izmjerena vrijednost bila je kod kontrolne skupine (-2,55). Statistički značajne razlike između skupina nije bilo. Koncentracija ukupnog CO₂ u krvi pilića pokusne skupine 2 imala je najviše vrijednosti (28,01), nižu vrijednost od 27,37 mmol/L imala je kontrolna skupina, a najnižu koncentraciju ctCO₂ imala je pokusna skupina 1 (26,60). Između vrijednosti ctCO₂ pokusnih skupina nije utvrđena statistički značajna razlika.

Tablica 30. Acido-bazni status pilića u 3. pokusu (N = 12)

Pokazatelj	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
pH	7,16 $\pm$ 0,08	7,11 $\pm$ 0,07	7,09 $\pm$ 0,06
pCO ₂ (kPa)	9,22 ^a $\pm$ 0,72	10,03 $\pm$ 1,44	11,03 ^b $\pm$ 1,64
pO ₂ (kPa)	3,02 $\pm$ 1,63	4,31 $\pm$ 2,63	2,45 $\pm$ 1,50
HCO ₃ ⁻ act (mmol/L)	25,25 $\pm$ 3,05	24,30 $\pm$ 0,68	25,45 $\pm$ 0,96
HCO ₃ ⁻ std (mmol/L)	20,07 $\pm$ 2,64	19,10 $\pm$ 1,15	19,61 $\pm$ 1,15
BE (B) (mmol/L)	-3,90 $\pm$ 3,35	-5,42 $\pm$ 1,19	-4,32 $\pm$ 1,49
BE (ecf) (mmol/L)	-2,55 $\pm$ 3,71	-4,20 $\pm$ 1,12	-2,83 $\pm$ 1,20
ctCO ₂ (mmol/L)	27,37 $\pm$ 2,98	26,60 $\pm$ 0,68	28,01 $\pm$ 1,16

pCO₂ = parcijalni pritisak arterijskog CO₂; pO₂ = saturacija kisika; HCO₃⁻ = hidrogenkarbonati BE = višak baza (slobodne baze)

4.3.3. Biokemijski pokazatelji krvi brojlera

Na biokemijske pokazatelje u krvi pilića utječe niz vanjskih i unutarnjih čimbenika te, kao kod acido-baznog statusa, hranidba može utjecati na njihove promjene.

Afolabi i sur. (2011) istraživali su utjecaj hranidbe različitim količinama pogače palminoga sjemena na hematološke parametre u tovu domaćih pilića. Koristili su pet izoproteinskih (17 % sir. bjelančevina) grover smjesa koje su sadržavale 2813 – 3070 kcal ME/kg s različitim udjelima pogače (od 10, 15, 20 i 25 %) kao zamjenom za kukuruz i soju. Hematokriti, hemoglobin, crvene krvne stanice, trombociti, heterofil i eozinofil imali su slične vrijednosti ($p > 0,05$) u svim skupinama pilića, ali su promjene u bijelim krvnim stanicama (limfocitima i monocitima) bile statistički značajne ($P < 0,05$). Hematološki parametri bili su u granicama normale za zdrave piliće. Dodatak pogače palminoga sjemena do 25 % u hranu pilića nije negativno utjecao na hematološke pokazatelje.

Bahman i sur. (2011) uspoređivali su neke hematološke i biokemijske pokazatelje odraslih autohtonih kokoši i odraslih industrijski uzgojenih tovnih brojlera (Ross 308). Usporedba biokemijskih parametara pokazala je značajne razlike samo za vrijednosti kolesterola i glukoze između autohtonih i Ross-308 kokoši. Vrijednosti glukoze u Ross-308 kokoši bile su veće od autohtonih, a vrijednost kolesterola u Ross-308 bila je veća nego u autohtonih kokoši nesilica ($181,50 \pm 33,22$ mg / dl i $152,60 \pm 28,11$ mg / dl) ($P < 0,026$). Cijela studija pokazala je da su volumen stanica, glukoza i kolesterol bili značajno različiti između autohtonih i Ross 308 kokoši.

Utjecaj dodataka obrocima za brojlere na biokemijske pokazatelje u krvi brojlera ispitivao je i Apata, D. F. (2011). Kao zamjenu za kukuruz dodavao je voćno brašno fermentirano uz pomoć *Aspergillus Niger* (FTCM) te pratio brzinu rasta brojlera, probavljivost hrane i biokemijske pokazatelje u krvnom serumu. Pokus je izveden na 180 pilića podijeljenih u 5 skupina, s 5 hranidbenih tretmana (0, 20, 40, 60 i 80 % FTCM), u 3 ponavljanja, po 42 dana uzgoja. Više razine FTCM-a (>40 %) utjecale su na smanjenu probavljivost dušika, sirovih vlakana i masti. Koncentracije ukupnih proteina, albumina i globulina značajno su smanjene ($P < 0,5$) kod brojlera hranjenih s 80 % dodatka FTCM-a. Istovremeno, tretmani nisu utjecali na sadržaj kolesterola, kreatinina i glukoze ($P < 0,5$) u krvnom serumu brojlera. Aktivnost aspartata, alanin-aminotransferaza i alkalne fosfataze značajno ($P < 0,5$) se povećala pri višim

razinama FTCM-a. Rezultati pokazuju da FTCM može zamijeniti i do 40 % kukuruza u hranidbi tovnih pilića bez štetnog učinka na performanse rasta ili biokemijskih pokazatelja u krvi. Biokemijski pokazatelji krvi u ovim istraživanjima analizirani su iz krvi uzete metodom slučajnog izbora gdje je odabrano 36 pilića iz svake grupe (12 pilića po ponavljanju) i izvađena im je krv iz nadlaktične vene (*V. cutanea ulnaris*), a njihovi rezultati prikazani su kao prosječne vrijednosti sva tri ponavljanja u Tablici 32.

Rezultati analize biokemijskih pokazatelja krvi pilića prikazani su u Tablici 32. Najviša vrijednost AST-a u krvi izmjerena je kod pokusne skupine 1 (262,4), kontrolna skupina imala je nešto nižu vrijednost (253,9), a najniža vrijednost izmjerena je kod P2 skupine (244,9). Statistički značajna razlika nije utvrđena između skupina. Najniža vrijednost alanin aminotransferaze u krvi pilića izmjerena je kod pokusne skupine 2 (2,8), dok su kontrolna skupina i P1 skupina imale istu vrijednost (3,0). Između skupina nije utvrđena statistički značajna razlika. Koncentracija glukoze u krvi najviša je kod pokusne skupine 2 (13,6), kontrolna skupina ima nešto nižu koncentraciju glukoze (13,2), a najnižu izmjerenu vrijednost imala je pokusna skupina 1 (13,1). Između najviše koncentracije glukoze u krvi izmjerene kod P2 skupine i nižih vrijednosti kod preostale dvije skupine utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,05$). Najniža koncentracija uree izmjerena je kod pokusne skupine 1 (0,4), pokusna skupina 2 imala je višu izmjerenu koncentraciju (0,5), a najviša vrijednost izmjerena je kod kontrolne skupine (0,6). Kontrolna skupina ima statistički značajno višu koncentraciju uree u krvi ($P < 0,01$) u odnosu prema ostalim istraživanim skupinama pilića. Najvišu vrijednost bjelančevina u krvi imala je kontrolna skupina (29,6), najniža vrijednost izmjerena je kod P2 skupine (27,9), dok je srednja vrijednost izmjerena kod P1 skupine (28,7). Između skupina nisu utvrđene statistički značajne razlike. Najviša koncentracija albumina u krvi izmjerena je kod pokusne skupine 1 (10,3), dok su nižu vrijednost imale kontrolna skupina i pokusna skupina 2 (10,1). Statistički značajna razlika nije utvrđena između istraživanih skupina. Najviša vrijednost koncentracije željeza u krvi izmjerena je kod kontrolne skupine (15,4), nižu vrijednost imala je pokusna skupina 2 (14,3), a najniža vrijednost izmjerena je kod pokusne skupine 1 (13,4). Utvrđene su statistički značajno više vrijednosti ($P < 0,05$) željeza kod kontrolne skupine u odnosu na niže vrijednosti P1 skupine. Kontrolna skupina imala je najvišu izmjerenu koncentraciju kolesterola u krvi (2,8), niža vrijednost od 2,6 mmol/L izmjerena je kod pokusne skupine 2, a najniža vrijednost je izmjerena kod pokusne skupine 1 (2,4). Utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,01$) između najviše vrijednosti utvrđene kod kontrolne skupine i najniže vrijednosti kod pokusne skupine 1. Najviša vrijednost triglicerida izmjerena je kod kontrolne

skupine (1,0). Pokusne skupine 1 i 2 imale su nešto nižu vrijednost (0,8) triglicerida te statistički značajna razlika nije utvrđena između skupina. Koncentracija kalcija u krvi kod kontrolne skupine i pokusne skupine 1 je ista i iznosi 2,4 mmol/L, dok pokusna skupina ima nešto nižu izmjerenu vrijednost (2,3 mmol/L). Između skupina nije utvrđena statistički značajna razlika.

Tablica 31. Rezultati analize biokemijskih pokazatelja krvi pilića (N = 36)

Pokazatelj	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$	$\bar{x} \pm sd$
AST U/l	253,9 $\pm$ 77,0	262,4 $\pm$ 1,6	244,9 $\pm$ 28,0
ALT U/l	3,0 $\pm$ 1,3	3,0 $\pm$ 1,1	2,8 $\pm$ 0,8
glukoza mmol/L	13,2 ^a $\pm$ 0,5	13,1 ^a $\pm$ 0,3	13,6 ^b $\pm$ 0,6
urea mmol/L	0,6 ^A $\pm$ 0,1	0,4 ^B $\pm$ 0,1	0,5 ^B $\pm$ 0,1
proteini g/L	29,6 $\pm$ 3,1	28,7 $\pm$ 2,4	27,9 $\pm$ 2,2
albumini g/L	10,1 $\pm$ 0,9	10,3 $\pm$ 0,6	10,1 $\pm$ 0,9
željezo μ mol/L	15,4 ^a $\pm$ 2,8	13,4 ^b $\pm$ 1,1	14,3 $\pm$ 1,6
kolesterol mmol/L	2,8 ^A $\pm$ 0,3	2,4 ^B $\pm$ 0,2	2,6 $\pm$ 0,3
trigliceridi mmol/L	1,0 $\pm$ 0,4	0,8 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,2
kalcij mmol/L	2,4 $\pm$ 0,2	2,4 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,1

AST = aspartat aminotransferaza; ALT = alanin aminotransferaza, ^{ABC} P < 0,01; ^{abc} P < 0,05; $\bar{x}$ = prosječna vrijednost; Sd = standardna devijacija

4.4. Cijena koštanja

Za izračun cijene koštanja kilograma prirasta pilića hranjenih s tri različita obroka (kontrola, dodatak 15 % DDGS-a (P1) i dodatak 25 % DDGS-a (P2) korišteni su prosječni podatci dnevnih prirasta pilića (Tablica 32), zatim prosječni podaci o utrošku hrane (Tablica 33) te prosječni podaci o konverziji hrane (Tablica 34).

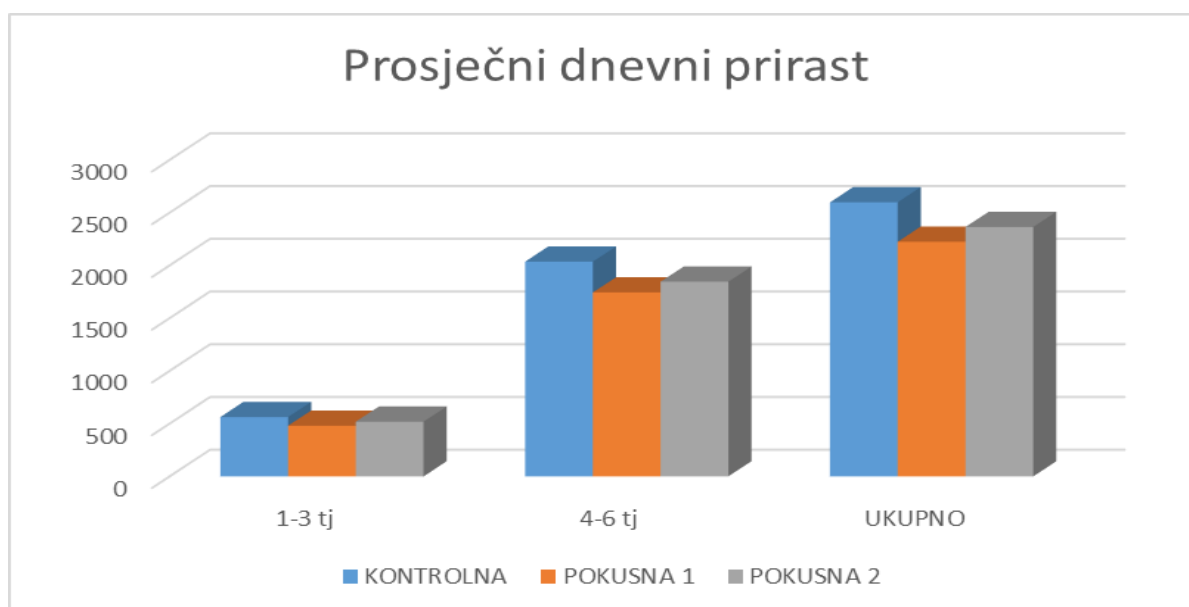
Tablica 32. Prosječni dnevni prirast pilića (g)

	Kontrolna skupina	Pokusna skupina P1	Pokusna skupina P2
1. – 3. tjedan	563	481	519
4. – 6. tjedan	2036	1744	1846
Ukupno	2599	2225	2365

U Tablici 32 možemo vidjeti rezultate tijekom oba razdoblja (1–3 i 4–6 tjedan), gdje kontrolna skupina postiže veće mase od pokusnih skupina, npr. u razdoblju 4–6 tjedna:

- Kontrolna skupina: 2036 g
- P1: 1744 g → razlika od 292 g
- P2: 1846 g → razlika od 190 g

Grafikon 8. Prosječni dnevni prirast pilića (g)



Grafikon 8 pokazuje:

1. 1–3 tjedan (ranija faza tova):

- Prirast je prilično ujednačen u sve tri skupine, bez većih razlika.

2. 4–6 tjedan (kasnija faza tova):

- Kontrolna skupina postiže najveći dnevni prirast, pokusna skupina P2 je nešto niža, dok je pokusna skupina P1 najniža.

3. Ukupno (cijeli tov):

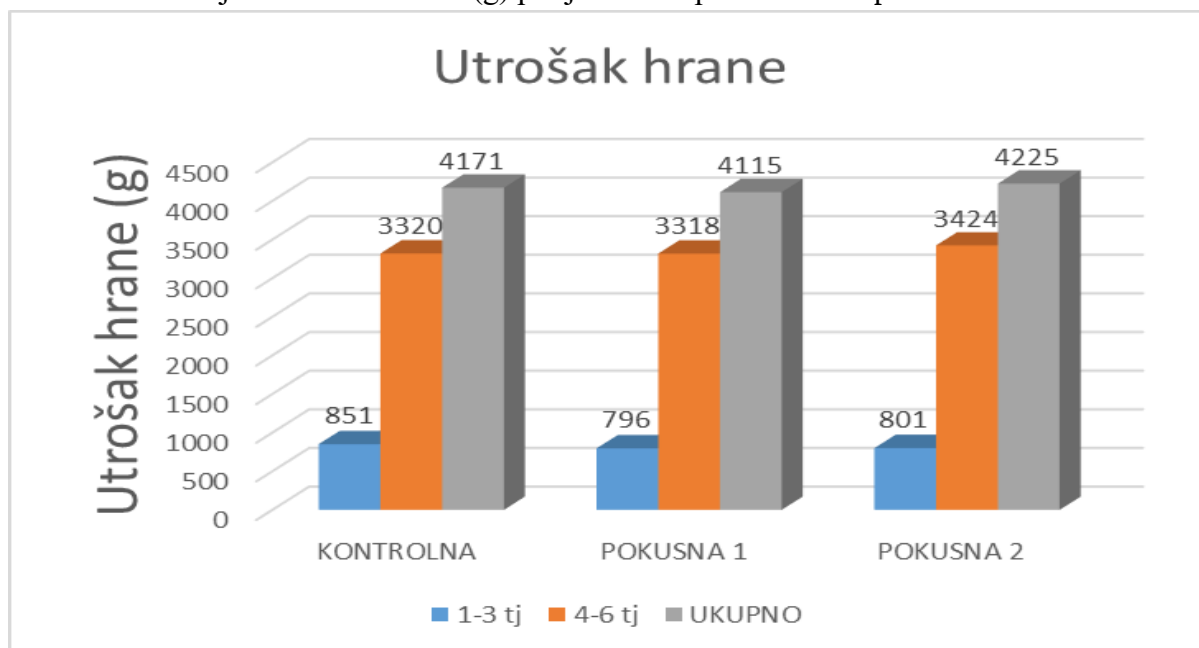
- Kontrolna skupina ima najveći ukupni prosječni dnevni prirast.

Tablica 33. Prosječni utrošak hrane (g)

	Kontrolna skupina	Pokusna skupina 1	Pokusna skupina 2
1. – 3. tjedan	851	796	801
4. – 6. tjedan	3320	3318	3424
Ukupno	4171	4115	4225

U tablici 33, kao i u grafikonu 9, možemo vidjeti rezultate prosječnog utroška hrane po skupinama i tjednima tova. Najveći ukupni utrošak hrane je u pokusnoj skupini P2 (4225 g), dok pokusna skupina P1 (4115 g) ima nešto manji ukupni utrošak od kontrolne (4171 g). Od 1–3 tjedna tova utrošak hrane je vrlo sličan među skupinama (~800 g), bez značajnih razlika, a između 4–6 tjedna utrošak hrane se povećava u svim skupinama, ali najveći utrošak ima pokusna skupina P2 (3424 g), dok su kontrolna i P1 vrlo slične (~3320–3318 g).

Grafikon 9. Prosječni utrošak hrane (g) po tjednima i pokusnim skupinama



U Tablici 34 prikazana je prosječna konverzija hrane od 1 do 3 tjedna tova, zatim između 4 i 6 tjedna te ukupna konverzija hrane u sva tri ponavljanja.

Tablica 34. Prosječna konverzija hrane

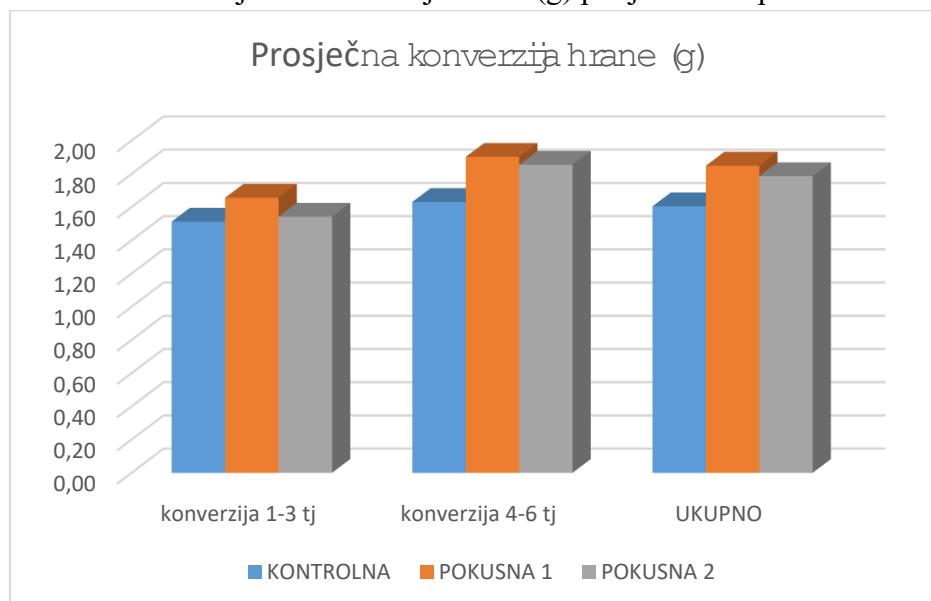
	Kontrolna skupina	Pokusna skupina P1	Pokusna skupina P2
konverzija 1. – 3. tjedan	1,51	1,66	1,54
konverzija 4. – 6. tjedan	1,63	1,90	1,85
Ukupno	1,61	1,85	1,79

Isti podatci obrađeni su i u grafikonu 10 gdje se vidi da je od 1–3 tjedna konverzija najniža kontrolnoj skupini (~1,6), pokusne skupine P1 i P2 imaju nešto višu konverziju (~1,7). Od 4–6 tjedna razlike su još izraženije:

- Kontrolna skupina ima najbolju konverziju (~1,7),
- Pokusna skupina 1 ima najlošiju (~1,9),
- Pokusna skupina 2 je između (~1,85).

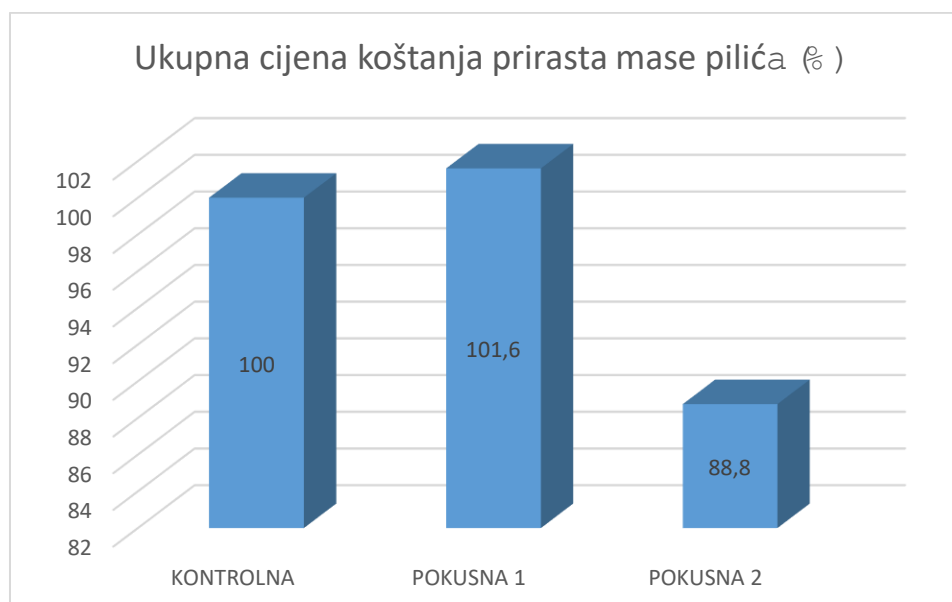
Kontrolna skupina opet ima najbolju ukupnu konverziju, a P1 najslabiju, P2 nešto bolju ali još uvijek slabiju od kontrole.

Grafikon 10. Prosječna konverzija hrane (g) po tjednima i pokusnim skupinama



Grafikon 11. prikazuje cijenu koštanja 1 kg prirasta izračunatu na osnovu konverzije hrane. Najniža cijena prirasta (88,75 %) u odnosu na kontrolu (100 %) postignuta je na varijanti P2, dok je na P1 cijena nešto viša od kontrole (101,59 %). Prema ovako izračunatim pokazateljima, primjena nusproizvoda iz proizvodnje etanola (DDGS) kao dodatka smjesama na razini 25 % ima veliko ekonomsko opravdanje.

Grafikon 11. Ukupna cijena koštanje prirasta mase pilića (%)



5. RASPRAVA

5.1. Prosječni tjedni prirast

Tablica 14 prikazuje prosječan tjedni prirast pilića tijekom šest tjedana tova. Nakon prvog tjedna, pilići iz pokusne skupine 2 imaju najveću masu (102,10 g), dok prva skupina ima najnižu (100,50 g), bez statistički značajnih razlika. U drugom tjednu, kontrolna skupina postiže najveću masu (273,20 g) sa značajnim razlikama u odnosu na pokusne skupine. Treći tjedan završava s kontrolnom skupinom na 603,50 g, dok su pokusne skupine niže, posebno pokusna skupina 1 (500,00 g). Trend viška mase kontrolne skupine nastavlja se i tijekom četvrtog i petog tjedna, a konačna masa nakon šest tjedana iznosi 2120,00 g za kontrolnu skupinu, dok pokusna skupina 2 ima 1943,70 g, a pokusna skupina 1 najnižu masu.

U ponovljenom istraživanju tova pilića tijekom šest tjedana, pilići su podijeljeni u kontrolnu i dvije pokusne skupine. Prvo mjerenje nakon 7 dana pokazuje statistički značajnu razliku ($P < 0,05$) u korist pokusne skupine 2 koja ima veću masu od kontrolne. Nakon drugog tjedna razlike među skupinama nisu statistički značajne. Tri tjedna kasnije, kontrolna skupina ima najvišu masu (847,48 g), dok pokusna skupina 2 iznosi 838,15 g, a pokusna skupina 1 ima značajno nižu masu (791,54 g). Do kraja tova, kontrolna skupina nastavlja imati statistički značajnu prednost, dok je pokusna skupina 2 odmah iza nje, osim na kraju 5. tjedna kada pokazuje nižu vrijednost od pokusne skupine 1.

U Tablici 16 prikazane su mase pilića po skupinama nakon trećeg pokusa. Tijekom prvog tjedna, kontrolna skupina imala je statistički značajno višu masu u odnosu na pokusnu skupinu 2. U drugom tjednu, pokusna skupina 2 dostigla je najvišu masu od 334,60 g, značajno veću od kontrolne skupine (311,40 g) i pokusne skupine 1 (312,90 g). Ovaj trend nastavio se i u trećem tjednu, gdje je pokusna skupina 2 imala masu od 635,30 g, značajno višu u odnosu na ostale skupine. Nakon petog tjedna, kontrolna i P2 skupina pokazale su značajne razlike, pri čemu je P2 imala višu masu od P1. Na kraju šestog tjedna, kontrolna skupina imala je najvišu masu, dok P2 nije pokazala značajnu razliku u odnosu na P1.

Mase pilića dobivene nakon 6 tjedana tova na razini su sličnih istraživanja koja su provodili Lippens i sur. (2006), Perić i sur. (2006), Nollet i sur. (2007), Leasson i Caston (2008), te Galović (2011). Rezultati dobiveni u sva tri eksperimenta suglasni su rezultatima sličnih

istraživanja provedenih u Poljskoj (Wroclaw University of Environmental and Life Sciences). Lukaszewicz i Kowalczyka (2014) ispitivali su utjecaj DDGS-a u krmnoj smjesi, također na pasmini Ross 308, a uz kontrolnu skupinu u finiшерu su primjenjivali 5 %, 10 % i 15 % DDGS-a. Kao i u našim istraživanjima autori navode da primjena DDGS-a smanjuje prosječnu tjelesnu masu pilića u odnosu na kontrolnu skupinu. Cantor i Johnson (1983) također nisu dokazali pozitivan utjecaj dodatka DDGS-a kao dodatka u hranidbi mladih pilića na prosječnu tjelesnu masu pilića. Još 1966. godine Potter je ispitivao dodavanje DDGS-a u hranidbene obroke purica starih 8 tjedana, uz podešavanje razine lizina. Utvrdio je da se slična tjelesna masa purica postiže uključivanjem do 20 % DDGS-a, ali da pri tome dolazi do pogoršanja konverzije hrane. Day i sur. (1972) izvijestili su o povećanju tjelesne težine brojlera primjenom dodatka DDS-a i DDGS-a u krmnim smjesama na razini 2, 5 i 10 %. Foltyn i sur. (2013) u svojim su istraživanjima koristili DDGS kao zamjenu za sojino brašno u krmnoj smjesi za piliće pasmine Ross 308. Uz kontrolnu skupinu, ispitivali su utjecaj različitih udjela DDGS-a na točna obilježja pilića, ali nisu utvrdili statistički značajne razlike u završnim prosječnim masama pilića hranjenim krmnim smjesama različitih udjela DDGS-a (6, 12, 18, i 20 %). Slične rezultate našima, u svojim istraživanjima dobili su Foltyn i sur. (2013) dodavanjem DDGS-a u krmnu smjesu pri čemu su dobivene više tjelesne mase u pokusnim skupinama do 35. dana tova.

U istraživanju koje su proveli Kim i sur. (2021) s različitim udjelom DDGS-a u krmnoj smjesi (0, 5, 10, 15 i 20 %), dobiveni rezultati slični su našim, gdje je veći udio DDGS-a utjecao na smanjenje prosječne tjelesne mase pilića.

Završni rezultati mase pilića prikazani su u Tablici 17, gdje kontrolna skupina konstantno pokazuje višu masu u odnosu na P1 i P2 skupine. U prvom istraživanju, kontrolna skupina je imala završnu masu od 2120,00 g što je značajno viša vrijednost (0,01) u usporedbi s P1 (1780,00 g) i P2 (1943,70 g). Drugo istraživanje pokazuje slične trendove, pri čemu je kontrolna skupina postigla najvišu završnu masu od 2620,18 g. U trećem pokusu, masa kontrolne skupine iznosila je 2146,00 g, statistički značajna (0,05) samo prema P1 (2009,10 g). Prosjek završne mase pilića kontrolne skupine iznosi 2295,33 g, a slijedi ga P2 s 2111,24 g, dok P1 ima najnižu prosječnu masu od 2003,92 g.

5.2. Prosječne vrijednosti prirasta pilića u tovu

Prosječne vrijednosti prirasta pilića prikazane su po tjednima tova, s najvišim prirastom u kontrolnoj skupini kroz sve tjedne. U prvom tjednu, pokusna skupina 2 imala je prirast od 62,1 g, a kontrolna 61,13 g, bez značajne razlike. Drugi tjedan kontrolna skupina zabilježila je najviši prirast (172,0 g) u odnosu na pokusne skupine. Nakon trećeg tjedna, kontrolna skupina nastavila je s najvišim prirastom (330,4 g), a pokusna skupina 1 imala je najniži. Ovaj trend se nastavio i u kasnijim tjednima, pri čemu su u posljednjem tjednu prirasti bili 502,4 g za kontrolnu grupu, 469,3 g za pokusnu grupu 1 i 443,5 g za pokusnu grupu 2. Ukupni prirasti pokazali su značajne razlike, s kontrolnom grupom na vrhu (2018,8 g), dok su pokusna grupa 2 i 1 imale niže rezultate (1841,6 g i 1680,1 g, redom). Statistički značajne razlike potvrđene su između svih skupina.

U drugom pokusu mjeren je prirast pilića u tovu, a rezultati su prikazani u Tablici 19. U prvom tjednu, P2 skupina imala je statistički značajniji prirast (112,18 g) u odnosu na kontrolnu, dok su pokusna skupina 1 (115,13 g) i kontrolna skupina pokazale slične rezultate bez značajne razlike. U drugom tjednu, kontrolna skupina imala je najvišu vrijednost prirasta, sa značajnim razlikama samo između kontrolne i P1 skupine. Do kraja pokusa (šesti tjedan), kontrolna skupina nastavila je imati najbolji prirast (621,33 g), a pokusna skupina 1 pokazala je najslabije rezultate. Statistički značajne razlike utvrđene su između grupa, posebno ističući slabiji prirast pokusne skupine 1. Ukupno, kontrolna skupina imala je najveći prosjek prirasta na kraju tova (2449,18 g), dok su pokusne skupine 2 i 1 zabilježile niže rezultate.

U trogodišnjem eksperimentu, prosječne vrijednosti prirasta tijekom tjedana prikazane su u Tablici 20. U prvom tjednu prirast je bio sličan među svim skupinama, dok su se značajnije razlike pojavile od drugog tjedna. Pokusna skupina 2 imala je najveći prirast, uz statistički značajnu razliku u odnosu na kontrolnu skupinu. Kontrolna skupina imala je najniži prirast, no pokazala je poboljšanje u kasnijim tjednima, pa se u petom tjednu i dalje znatno razlikovala od pokusnih skupina. Na kraju eksperimenta, kontrolna skupina ostvarila je najveći ukupni prirast, dok je pokusna skupina 2 bila blizu. Statističke razlike potvrđuju superiornost kontrolne skupine u odnosu na pokusnu skupinu 1 kroz cijelo razdoblje tova.

Usporedba završnih rezultata prirasta pilića u tovu kroz tri pokusa pokazuje značajne razlike između kontrolne i pokusnih skupina. Kontrolna skupina ostvarila je najvišu završnu

masu u svim istraživanjima: 2018,80 g, 2469,74 g i 1997,50 g. Pokusna skupina 1 imala je najniže rezultate. Prosječne završne mase za sva tri istraživanja su: kontrolna skupina 2162,01 g, pokusna skupina 2 1977,12 g, i pokusna skupina 1 1871,22 g. Statistički značajne razlike zabilježene su između kontrolne skupine i pokusne skupine 2.

Utjecaj ispitivanih faktora na prirast pilića sličan je njihovom utjecaju na živu masu, kako po trendu porasta tijekom tova tako i po utjecaju tretmana na rezultate. Rezultati dobiveni u sva tri eksperimenta u suprotnosti su s rezultatima koje su dobili Choi i sur. (2008) ispitujući utjecaj dodatka 15 % DDGS-a u krmnu smjesu za piliće, dok su vrlo slične rezultate polučili i Wang i sur. (2007) koji nisu utvrdili statistički značajnu razliku u prirastu pilića hranjenih smjesom s 25 %-tnim udjelom DDGS-a i kontrolnom smjesom. Utjecaj dodatka DDGS-a krmnim smjesama za brojere na prirast polovica domaćih pilića ispitivali su Lu i Chen (2015). Prema njihovim rezultatima, dodavanje 20 % DDGS-a nije imalo negativni utjecaj na prirast, konverziju hrane, kvalitetu mesa i metabolizam masti i proteina, a imalo je pozitivan učinak na boju trbušne masti i kože. Autori su zaključili da je DDGS dobra alternativna hrana za piliće i da treba poticati njegovu primjenu u praksi. Steiner i sur. (2013) su ispitujući utjecaj tri razine DDGS-a (0, 15 i 25 %) na tovne piliće Cobb 500 također dobili statistički značajne razlike ($P > 0,01$) između skupina gdje je kontrolna skupina također imala najviši prirast. Djelomično sukladne rezultate dobili su Zengin i sur. (2022) u čijem istraživanju DDGS ima pozitivan utjecaj na konverziju krmiva, a utjecaj na konzumaciju i dnevni prirast nije bio prisutan.

5.3. Rezultati istraživanja kvalitete trupova pilića

Pokazatelji kvalitete pilećeg trupa prikazani su u Tablici 22, gdje skupina P1 ima najviši udio bataka (29,30 %), dok je udio prsa najviši u P2 skupini (34,31 %). Statistički je značajna razlika između P2 i P1 skupine u udjelu prsa (0,01), a kontrolna skupina također pokazuje značajnu razliku prema P1 (33,54 % naprema 31,27 %). Udio krila najviši je u P1 (11,58 %) sa značajnom razlikom u odnosu na kontrolnu skupinu. Udio leđa i zdjelice ne pokazuje značajne razlike među skupinama. Kontrolna skupina ima najveći udio mase trupa u živoj masi (70,98 %), dok su P1 i P2 u manjem postotku.

U 2. pokusu analizirani su udjeli dijelova pilećeg trupa u ukupnoj masi. Skupina 1 imala je najviši udio bataka i zabataka (28,39 %), dok je kontrolna skupina imala najniži (28,12 %), uz statistički neznatne razlike. Kontrolna skupina imala je najviši udio prsa (35,96 %) u odnosu na pokusne skupine 1 (34,03 %) i 2 (34,13 %), sa značajnom razlikom (0,01). Udio krila bio je najviši u grupi 1 (11,91 %), dok je kontrolna skupina imala najniži (11,13 %), uz značajne razlike (0,01). Udio leđa i zdjelice pokazao je minimalne razlike između skupina, dok je pokusna skupina 2 imala najveći udio vrata (6,77 %) sa značajnim razlikama. Kontrolna skupina imala je najveću živu masu (69,16 %), sa statistički značajnim razlikama prema grupi 1 (0,01) i grupi 2 (0,05).

U 3. istraživanju analizirani su udjeli različitih dijelova pilećeg trupa u ukupnoj masi među tri skupine. Kontrolna skupina imala je najviši udio bataka i prsa (32,8 % i 34,0 %), dok su pokusne skupine pokazale nešto niže vrijednosti, sa statistički značajnim razlikama kod udjela prsa između kontrolne i pokusne skupine 1. Pokusna skupina 1 također je imala najviši udio krila (13,40 %). Udio leđa i zdjelice bio je najviši u pokusnoj skupini 2 (19,70 %), a udio vrata najviši u pokusnoj skupini 1 (7,00 %). Kontrolna skupina imala je najviši udio mase trupa u živoj masi (71,40 %), dok je pokusna skupina 1 pokazala statistički značajno nižu vrijednost (66,80 %). Postotni udio bataka sa zabatacima u ukupnoj masi trupa bio je najviši u 3. ponavljanju (32,8 %) i to u kontrolnoj skupini pilića, a najniži u pokusnoj skupini 2 (28,39 %) u drugom ponavljanju.

Slično rezultatima Wanga i sur. (2007a), nije bilo statistički značajnih razlika između kontrolne varijante i tretmana s dodatkom DDGS-a u krmne smjese niti u jednom ponavljanju. Statistički značajno viši udio prsa kod kontrolne skupine u odnosu prema pokusnim skupinama u našem istraživanju rezultat je sličan rezultatima koje su dobili Lukaszewicz i Kowalczyk (2014). Njihovi rezultati prikazuju smanjeni udio prsa i mišića nogu s povećanjem udjela DDGS-a u krmnoj smjesi. Udio prsa kretao se od 29,9 % (pokusna skupina 1) do 35,96 % (kontrolna skupina). Tretman je imao utjecaja na ovaj pokazatelj jer je u sva tri istraživanja udio prsa statistički značajno najniži na tretmanu P1 ($P < 0,01$), a značajno viši na tretmanima P2 i kontroli ($P < 0,05$ i $P < 0.01$). Dobivene vrijednosti nisu u skladu s rezultatima koje su dobili Shim i sur. (2011) koji su u istraživanjima koristili DDGS u krmnoj smjesi na razinama 8, 16 i 24 %, a dobiveni rezultati nisu pokazali statistički značajne razlike između kontrolne skupine i pokusnih skupina. Pokusi koje su provodili Wang i sur. (2007a) bili su izvođeni s primjenom 0, 5, 10, 15, 20 ili 25 % DDGS-a u krmnim smjesama za komercijalne sojeve brojlera. Tjelesne težine i konverzija hrane utvrđivani su nakon 14., 35. i 49. dana. Nije bilo značajnih učinaka razine DDGS-a na tjelesnu težinu; međutim, pilići hranjeni obrocima s 25 % DDGS-a konzumirali su znatno više hrane i imali su slabiju konverziju hrane u odnosu na piliće hranjene kontrolnom smjesom bez DDGS-a. Pilići hranjeni s 25 % DDGS-a imali su znatno nižu masu prsa i udio u masi trupa od pilića hranjenih kontrolnim obrocima. Prema istim autorima postotni udio krila u masi žive vage i masi trupova bio je znatno veći kod pilića hranjenih obrocima s 15 % DDGS-a u usporedbi s kontrolom, dok je masa krila izražena kao postotni udio trupa značajno povećana kod pilića hranjenih s 25 % DDGS-a prema kontroli. Ovi rezultati pokazuju da bi se DDGS mogao koristiti u hranidbi brojlera na razinama od 15 do 20 %. Slične rezultate dobili su Dal Ponte i sur. (2023) dodavanjem DDGS-a u krmnim smjesama s udjelom 0, 7 i 14 %. Cordeiro i sur. (2022) u svom istraživanju navode povećanje mase trupa s udjelom do 8 % DDGS-a u krmivu, povećanjem udjela DDGS-a opada i masa trupa pokusnih pilića.

5.4. Rezultati istraživanja pokazatelja kvalitete mišićnog tkiva

U istraživanju su prikazani prosječni rezultati tehnoloških svojstava trupova i mesa pilića iz tri skupine. Nakon 45 minuta, pH vrijednosti mesa bile su najviše u kontrolnoj skupini (6,29), dok su sve skupine imale jednake pH vrijednosti nakon 24 sata (5,65). Kontrolna skupina imala je statistički značajno višu svjetlinu kože (L) i stupanj crvenila (a) u usporedbi s pokusnom skupinom 1, dok su razlike u žutilu (b) između skupina bile bez značajnosti. Meso pokusne skupine 1 imalo je najvišu svjetlinu (L), ali statistički značajna razlika utvrđena je samo među pokusnim skupinama. Pokusna skupina 1 također je imala najlošiju sposobnost vezivanja vode, dok je kontrolna skupina imala najbolju. Razlike nisu bile statistički značajne među grupama.

U drugom istraživanju analizirana su tehnološka svojstva trupa i mesa pilića. Najviša vrijednost pH mesa nakon 45 minuta zabilježena je u pokusnoj skupini 1 (6,25), dok su pokusna skupina 2 i kontrolna skupina imale niže vrijednosti (6,18 i 6,20). Nakon 24 sata, najviša pH vrijednost bila je u pokusnoj skupini 2 (5,79), uz značajnu razliku ($P > 0,01$) u odnosu na pokusnu skupinu 1 (5,52). Svjetloća kože (CIE L) bila je najviša u skupini 2 (69,0), dok je crvenilo kože (CIE a) bilo najizraženije u kontrolnoj skupini (6,0). Također, najviši stupanj žutila kože zabilježen je kod skupine 2 (11,3), uz značajnu razliku naprema ostalim skupinama. Meso kontrolne skupine imalo je najviši stupanj svjetline (62,2) i crvenila (13,7), dok je pokusna skupina 1 imala najniži stupanj svjetloće. Kontrolna skupina također je imala najmanji gubitak vode (3,8). Statistički značajne razlike utvrđene su među nekim skupinama, ali nisu utvrđene razlike u sposobnosti vezivanja vode.

U 3. ponavljanju rezultati tehnoloških svojstava trupova i mesa pilića prikazani su u Tablici 27. Mjerenje pH mesa 45 minuta nakon žrtvovanja pokazalo je istu vrijednost (6,2) u svim skupinama, bez statistički značajnih razlika. Nakon 24 sata, pokusna skupina 2 imala je najvišu pH vrijednost (5,8), a značajne razlike utvrđene su između kontrolne i pokusne skupine 1. Svjetloća kože (L) bila je najviša kod P2 (69,0), dok je kontrolna skupina imala 67,6 bez značajnih razlika. Ukupno crvenilo (a) bilo je najviše u kontrolnoj skupini (6,0), uz značajnu razliku prema P1. Najviša vrijednost žutila kože (b) bila je kod P2, dok je kontrolna skupina imala najnižu. Svjetlina mesa također je bila najviša u kontrolnoj skupini (62,2). Najmanji gubitak vode zabilježen je kod kontrolne skupine (3,8), uz neznatne razlike u ostalim skupinama. Stupanj žutoće kože (b*) najviši je kod P2 skupine pilića, a najniži kod kontrolne

skupine, što je potpuno suprotan trend od rezultata dobivenih mjerenjem stupnja crvenila. Razlike između tretmana u dva su ponavljanja statistički značajna na razinama ($P < 0.01$ i $P < 0.05$).

Min i sur. (2012) u svom pokusu nisu utvrdili značajne promjene u L^* i a^* vrijednostima boje mesa, ali su utvrdili povećanu b^* vrijednost u skupinama pilića hranjenih s 20 i više posto DDGS-a, kao što potvrđuju i naši rezultati.

Prikazani rezultati boje kože dobiveni ovim pokusom također su sukladni rezultatima koje su dobili Cortes-Cuevas i sur. (2015). Autori su u svom istraživanju koristili DDGS s nižom masnoćom koji ima niži sadržaj ksantofila te su dobili značajno višu b^* vrijednost boje kože u odnosu na kontrolnu skupinu. Slično našim rezultatima, Ruan i sur. (2018) u svom istraživanju navode pad vrijednosti svjetloće mesa (L^*) u odnosu na povećanje udjela DDGS-a u krmnoj smjesi, ali oprečne rezultate prema a^* vrijednosti koja se u njihovom istraživanju povećava za razliku od našeg istraživanja.

Sposobnost vezanja vode između skupina nije pokazala značajne razlike što je sukladno rezultatima Shim i sur. (2018) koji su dodavali 20 % DDGS-a u krmnu smjesu. Te rezultate potvrdili su Corzo i sur. (2009). Jiang i sur. (2014) i Min i sur. (2009) dobivaju različite rezultate u svom istraživanju, gdje dodavanjem 25 % DDGS-a imaju smanjene gubitke vode iz mesa.

Prema prosječnim rezultatima naših istraživanja ($n = 360$), DDGS kao dodatak krmnoj smjesi nije imao utjecaj na pH mesa, premda kontrolna skupina ima nešto viši pH45 (6,29) u odnosu na pokusne skupine, ali nema statistički značajne razlike između istih, dok je pH24 bio isti u svim skupinama (Tablica 28 i Grafikon 2).

Prema nekim literaturnim izvorima povećanje pH vrijednosti mesa dovodi do smanjenja L^* i b^* vrijednosti te do povećanja a^* vrijednosti, odnosno crvenila mesa (Fletcher 1999, Castellini i sur., 2006).

Nasuprot našim rezultatima Schilling i sur. (2010) u svojim istraživanjima iznose drugačije podatke. Autori su dobili više vrijednosti pH mesa u varijantama kod pilića hranjenih s 12 % i 24 % udjela DDGS-a u smjesi negoli u kontrolnoj skupini. Rezultate koji se podudaraju s našima dobili su Min i sur. (2012). Pilići u njihovom istraživanju, hranjeni s 5, 10, 15, 20 i 25

% DDGS-a nisu imali značajne razlike u vrijednostima pH mesa prsa između kontrolne skupine (0 % DDGS-a) i pokusnih skupina.

5.5. Acido-bazni status

U prvom pokusu analizirani su pokazatelji acido-bazne ravnoteže pilića. Kontrolna skupina imala je najvišu pH vrijednost (7,18), dok su pokusne skupine imale niže vrijednosti (7,14 za P1 i 7,12 za P2). Najviši parcijalni tlak CO₂ zabilježen je kod P2 (10,99), sa statistički značajnom razlikom u odnosu na kontrolu (9,25). P1 je imala najviši pO₂ (4,34), no razlike među skupinama nisu bile značajne. Bikarbonati su bili slični između skupina, dok su vrijednosti viška baze i ukupnog CO₂ pokazale slične rezultate bez statističkih razlika.

U drugom pokusu istraživani su pokazatelji acido-bazne ravnoteže u krvi pilića. pH vrijednosti bile su slične između kontrolne i pokusne skupine 1 (oko 7,10), dok je pokusna skupina 2 imala nešto nižu vrijednost (7,08), bez statistički značajne razlike. Kontrolna skupina pokazala je najviši parcijalni tlak CO₂ (11,05 kPa), dok je pokusna skupina 2 imala najniži (7,87 kPa), uz značajne razlike. Parcijalni tlak kisika bio je najviši u pokusnoj skupini 2 (8,04 kPa), bez značajnih razlika među skupinama. Razina aktualnih bikarbonata bila je najviša u kontrolnoj skupini (24,84 mmol/L) sa značajno nižom razinom u pokusnoj skupini 2 (14,46). Također, kontrolna skupina zabilježila je najviši višak baza u krvi (-6,91), sa značajnim razlikama prema pokusnoj grupi 2 (-19,08). Ukupni CO₂ bio je najniži u pokusnoj skupini 2 (-11,17), uz značajne razlike prema ostalim grupama.

U trećem pokusu, najniža pH vrijednost izmjerena je u P2 skupini (7,09), dok je kontrolna skupina imala najvišu (7,16). Najviši parcijalni tlak CO₂ bio je u pokusnoj skupini 2 (11,03), a najniži u kontrolnoj skupini (9,22), sa značajnom razlikom između njih ($P < 0,05$). Maksimalna vrijednost parcijalnog tlaka O₂ zabilježena je u pokusnoj skupini 1 (4,31), a najniža u pokusnoj skupini 2 (2,45). Koncentracije bikarbonata i standardnih bikarbonata u krvi nisu pokazale značajne razlike između skupina. Kontrolna skupina imala je najvišu vrijednost standardnih bikarbonata (20,07). Nisu utvrđene značajne razlike u vrijednostima viška baza i ukupnog CO₂ između skupina. Najbolji pokazatelj poremećaja regulacijskog sustava koji može ugroziti život životinja (degradacija bjelancevina i enzima) izvanstanična je koncentracija H⁺ iona u krvi koja se precizno može analitički izmjeriti (Wojtas i sur., 2013, Goel i Calvert, 2012).

Upravo taj pokazatelj (pH krvi pilića) u našim istraživanjima pokazuje najmanje promjene i u svim ponavljanjima i tretmanima je na razini 7,1, premda je vidljiv blagi pad pH dodavanjem DDGS-a u obrok, što je u korelaciji s parcijalnim tlakom $p\text{CO}_2$ kod kojeg je koncentracija veća padom pH. Rezultati mjerenja pH koje su objavili Olanrewaju i sur. 2007. bili su nešto viši od naših (od 7,24 do 7,37). Vrijednosti $p\text{CO}_2$ koje navode Olanrewaju i sur. (2006) kreću se od 7,43 kPa do 10,77 kPa, Borges i sur. (2003) izmjerili su $p\text{CO}_2$ od 5,73 kPa do 6,79 kPa, dok su naši rezultati nešto viši, variraju od 7,87 do 11,05 kPa. Najviša vrijednost koncentracije karbonata zabilježena je u kontrolnoj skupini i iznosi 20,10 mmol/L dok je najniža u P1 skupini i iznosi 19,10 mmol/L. Vrijednosti koje navode Borges i sur. (2003) kreću se od 24 do 30 mmol/L, dok Olanrewaju i sur. (2006) dobivaju i više rezultate koncentracije karbonatnog iona (29 do 35,5 mmol/L). Tretman je u sva tri ponavljanja imao značajan utjecaj na parcijalni pritisak CO_2 (kPa) čije su se vrijednosti kretale od 7,87 do 11,05 kPa. U dva ponavljanja ova vrijednost bila je najviša kod tretmana P2 (10,99 i 11,03) te u oba pokusa najniža na kontrolnoj varijanti (9,25 i 9,22) na razini statističke značajnosti $P < 0,05$. U drugom ponavljanju zabilježen je suprotan utjecaj tretmana na ovaj parametar te je najviši rezultat postignut na kontroli (11,05), a najniži na P2 (7,87), oba značajna na razini $P < 0,01$. pH krvi u kombinaciji s rezultatima BE (bazni ekscres, odnosno količina slobodnih baza) ukazuje na acidozu krvi, jer su vrijednosti u našim uzorcima niže od pH 7,34 što je prema literaturnim podacima (Tablica 10) pokazatelj povišene kiselosti. Prema istom izvoru i negativni BE koji je utvrđen u našim rezultatima ukazuje na nedostatak baza u krvi, tj. metaboličku acidozu. Tretman nije imao utjecaja na BE u prvom i trećem ponavljanju, jedino u drugom. Na kontroli je najniži (6,91 mmol/L), a na P2 tretmanu najviši (-19,08 mmol/L), a razlike su statistički značajne na razini $P < 0,01$. Najviša vrijednost koncentracije karbonata zabilježena je u kontrolnoj skupini i iznosi 20,10 mmol/L, dok je najniža u P1 skupini i iznosi 19,1 mmol/L. U istraživanju koje su proveli Borges i sur. (2003) te vrijednosti su se kretale od 24 – 30 mmol/L, dok Olanrewaju i sur. (2006) navode koncentracije karbonatnog iona od 29 mmol/L do 35,5 mmol/L.

Sve vrijednosti parametara dobivene analizom krvi u našim ispitivanjima nalaze se unutar fizioloških granica i ne ukazuju na opasnosti po zdravlje životinja. Isto tako, može se zaključiti da dodavanje DDGS-a u hranu tovnih pilića nema značajnog utjecaja na pokazatelje acido-bazne ravnoteže. Koliko je velik značaj acido-bazne ravnoteže u peradarstvu pokazuje činjenica da je Kanadsko nacionalno vijeće za peradarstvo još 2008. godine upozorilo svoje proizvođače

da je za uspješnu i ekonomičnu peradarsku proizvodnju potrebno posebnu pozornost posvetiti ispitivanju i praćenju acido-bazne ravnoteže i stanja elektrolita (DEB) u krvi pilića.

5.6. Biokemijski pokazatelji krvi brojlera

Rezultati analize biokemijskih pokazatelja krvi pilića pokazali su da je najviša vrijednost AST-a izmjerena kod pokusne skupine 1 (262,4), dok su niže vrijednosti zabilježene kod kontrolne (253,9) i P2 skupine (244,9), bez statistički značajne razlike. Alanin aminotransferaza bila je najniža u P2 skupini (2,8), a kontrolna i P1 skupina imale su istu vrijednost (3,0). Najviša koncentracija glukoze bila je u P2 skupini (13,6) sa značajnom razlikom u odnosu na ostale skupine. Kontrolna grupa imala je najvišu koncentraciju uree (0,6) i statistički značajnu razliku naprema drugim skupinama. Najviša vrijednost bjelančevina bila je u kontrolnoj grupi (29,6), dok je P2 grupa imala najnižu (27,9). Kontrolna grupa imala je najvišu koncentraciju željeza (15,4) i kolesterola (2,8), oboje sa statistički značajnim razlikama prema drugim skupinama. Trigliceridi su bili najviši u kontrolnoj grupi (1,0), a koncentracija kalcija bila je ista u kontrolnoj i P1 grupi (2,4).

Analizom aspartat aminotransferaze (AST) određuje se razina ovog enzima u krvi koji se normalno nalazi u crvenim krvnim zrnima, jetri, srcu, mišićnom tkivu, žuči i bubrezima. Niske vrijednosti AST-a normalno se nalaze u krvi, a njihovo povećanje ukazuje na oboljenja ili oštećenja nekog tkiva ili organa, npr. srca. Razina aspartat aminotransferaze u krvi je u direktnom odnosu sa stupnjem oštećenja tkiva. Povišenje koncentracija alanin aminotransferaze i aspartat aminotransferaze česte su i mogu upućivati na jetrenu lipidozu koja je uzrokovana kroničnom hipoglikemijom ili na jetrene metastaze koje su posljedica tumora. Hematološke abnormalnosti koje se ponekad mogu pojaviti uključuju leukocitozu, neutrofiliju i monocitozu (Caplan i sur., 1986). Analiza AST-a u krvi najčešće se radi istovremeno s analizom alanin aminotransferaze (ALT). Odnos AST-a i ALT-a mogu nekada odrediti postoji li oštećenje jetre ili nekog drugog organa.

Istraživanja Silva i sur. (2007) pokazuju da razina AST-a raste sa starošću brojlera (21. dana tova AST je iznosio 173, a 42. dana 273 IU/l). Naši rezultati (244,9 – 262,4 IU/l) slični su navedenim vrijednostima s obzirom na to da je krv vađena krajem tova. Statistička obrada

rezultata pokazuje da dodavanje DDGS-a hranidbenim obrocima nije imalo utjecaja na ova dva pokazatelja u krvi. Vrijednosti oba enzima u pokusnim skupinama P1 i P2 bile su na razini kontrole.

Rubio i sur. (2019) u svom radu na hibridnoj liniji Ross prikazuju biokemijske pokazatelje krvi brojlera, krv je vađena 21. dan, a pilićima je uskraćeno krmivo 12 sati prije vađenja krvi. Njihovi rezultati za AST nešto su niži nego naši (202,1 U/l), koncentracija glukoze u krvi također je niža nego u našem istraživanju (11,76 mmol/L). Niže vrijednosti AST-a (2,25 U/L), glukoze (11,38 mmol/L), nešto više vrijednosti kolesterola od 3,03 mmol/L i podjednake vrijednosti uree (0,39 mmol/L) dobili su Kuttappan i sur. (2013) iz krvi brojlera 63 dana starosti, hranjenih po volji standardnom krmnom smjesom. Istraživanjem utjecaja viših razina DDGS-a u smjesi (od 0 – 160 g kg⁻¹) za tov hibridne linije Cobb 500, Damasceno i sur. (2020) u svojim rezultatima prikazuju povećanje vrijednosti kolesterola, triglicerida i glukoze u krvi pilića s povećanjem udjela DDGS-a u smjesi, što objašnjavaju povećanjem udjela sojine sačme u krmnoj smjesi. Naše istraživanje razlikuje se od navedenog, osim kod vrijednosti glukoze gdje je uočeno povećanje vrijednosti s povećanim udjelom DDGS-a u krmnoj smjesi. Povećanje vrijednosti kolesterola i glukoze u krvi pilića s povećanjem udjela DDGS-a ističe u svom istraživanju i Abd El-Hack (2017). Povišene vrijednosti kolesterola i triglicerida u krvi povezane su s povećanom energetsom vrijednosti krmne smjese (Bacon i sur., 1981). U našem istraživanju, povećanjem udjela DDGS-a u krmnoj smjesi nije došlo do značajnijeg porasta vrijednosti kolesterola i triglicerida što je slično rezultatima Lumpkins i sur., 2005; Wang i sur., 2007.

Prema Hernawan i sur. (2012), uobičajene vrijednosti glukoze kod brojlera više su nego kod sisavaca i kreću se u rasponu između 10 – 14 mmol/L. Autori su istražujući utjecaj spola na koncentraciju glukoze u krvi dobili vrijednosti niže od naših (prosječno 9,43 mmol/L). Značajnije su razlike u koncentraciji uree u krvi ($P < 0,01$), koja je najviša na kontrolnoj varijanti (0,6 mmol/L), a najniža na P1 varijanti (0,04 mmol/L). Količina proteina u krvi najniža je u P2 skupini (27,9 g/L), dok je najviša u kontrolnoj skupini (29,6 g/L) što je niže u odnosu prema referentnoj vrijednosti (56 g/L) koju navode Kaneko i sur. (2008). U kontrolnoj skupini najviša je i koncentracija Fe u krvi (15,4 μ mol/L) koja je također najniža u P1 skupini (13,4 μ mol/L). Statistička značajnost ovih razlika je na razini $P < 0,05$. Isti trend kao vrijednosti uree i željeza pokazuju i rezultati kolesterola u krvi koji su s većom statističkom značajnosti ($P < 0,01$) najviši u kontroli (2,8 mmol/L) i najniži kod P2 skupine (2,4 mmol/L) što je niže u odnosu

na referentnu vrijednost (4,75 mmol/L) koju navodi Kaneko i sur., (2008). Najviša vrijednost triglicerida (1 mmol/L) je u kontrolnoj skupini, dok su niže vrijednosti (0,8 mmol/L) dobivene u P1 i P2 pokusnoj skupini što je niže u odnosu na referentnu vrijednost (1,65 – 1,61 mmol/L) koju navodi Krasnodebska-Depta (2000).

Razina kalcija u krvi podjednaka je u svim ispitivanim skupinama. Kontrolna skupina i skupina P1 (2,4 mmol/L) imaju nešto višu vrijednost u odnosu na skupinu P2 (2,3 mmol/L).

5.7. Cijena koštanja

Grafikon 10 prikazuje cijenu koštanja 1 kg prirasta izračunatu na osnovi konverzije hrane. Najniža cijena prirasta (88,75 %) u odnosu na kontrolu (100 %) postignuta je na varijanti P2, dok je na P1 cijena nešto viša od kontrole (101,59 %). Prema ovako izračunatim pokazateljima, primjena nusproizvoda iz proizvodnje etanola (DDGS) kao dodatka smjesama na razini 25 % ima veliko ekonomsko opravdanje.

6. ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata ovoga istraživanja u kojemu je ispitivan utjecaj nusproizvoda industrije etanola iz kukuruzne sirovine (DDGS) kao djelomične zamjene proteinskog krmiva na proizvodne karakteristike, kvalitetu mesa i zdravstveno stanje brojlera izvedeni su sljedeći zaključci:

- mjerenjem prosječne mase pilića svakog tjedna tova možemo primijetiti utjecaj DDGS-a na nešto niže vrijednosti u završnom tjednu. Iz usporednih rezultata završne mase pilića svih triju ponavljanja vidljiv je utjecaj DDGS-a na niže vrijednosti mase.
- usporedbom završnih rezultata prirasta pilića u tovu, kod sva tri ponavljanja, primijećene su niže vrijednosti kod pokusnih skupina što možemo objasniti višim udjelom sirovih vlakana u istraživanom krmivu koja umanjuju probavljivost i samim time povećavaju konzumaciju krmiva što negativno utječe na probavljivost i završnu masu.
- pregledom svih pokazatelja kvalitete trupova pilića nije utvrđen utjecaj DDGS-a na pojedine dijelove trupa koji bi mogao smanjiti ili povećati njihovu vrijednost. Pozitivan utjecaj DDGS-a (25 %) na udio prsa, najvažnijeg pokazatelja kvalitete trupa, zabilježen je u prvom pokusu. U sljedećim ponavljanima trend istog nije zabilježen.
- od tehnoloških vrijednosti trupa primijećen je utjecaj na povećanje stupnja žutila (b*) mesa i kože pilića. Zbog utjecaja ksantofila koji je prisutan u istraživanom krmivu, povećanjem udjela DDGS-a u krmnoj smjesi, povećavao se i stupanj žutila. Nije bilo utjecaja na pH mesa, a i na ostale vrijednosti tehnoloških svojstava.
- nije zabilježen utjecaj na acido-bazni status pilića kao jednog od pokazatelja zdravstvenog stanja životinje. Iz dobivenih rezultata možemo zaključiti da nije bilo negativnog utjecaja hranidbe kao ni utjecaja držanja životinja i postupanja s istim tijekom pokusa.
- od biokemijskih pokazatelja u serumu nije utvrđen pozitivan utjecaj hranidbe DDGS-om na kontrolnu skupinu. Nešto veći udio uree zabilježen je kod kontrolne skupine, isto tako i koncentracija kolesterola, dok je viša koncentracija glukoze potvrđena u pokusnoj skupini. Ostali parametri nisu pokazali promjena koje bi se mogle povezati s utjecajem istraživanog krmiva.

- analizom cijene koštanja hranidbe pilića izračunatom prema podacima dnevnog prirasta i utroška hrane te konverzije, utjecaj dodavanja nusproizvoda proizvodnje etanola pokazuje ekonomsku opravdanost na razini 25 %.

7. LITERATURA

1. Abbas, A. O., Nassar, F. S., & Al Ali, A. M. (2025). Challenges of Ensuring Sustainable Poultry Meat Production and Economic Resilience under Climate Change for Achieving Sustainable Food Security. *Research on World Agricultural Economy*, 159-171.
2. Abd El-Hack, M. E., Alagawany, M., Farag, M. R., Dhama, K. (2015). Use of maize distiller's dried grains with solubles (DDGS) in laying hen diets: trends and advances. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(11), 690-707.
3. Afolabi, K. D., Akinsoyinu A.O., A.R.O. Abdullah A.R.O, Olajide R., Akinleye S.B. (2011). Haematological parameters of the Nigerian local grower Chickens fed varying dietary levels of palm kernel cake. *Poljoprivreda*, 17(1), 74-78.
4. Albokhadaim, I. (2012). Hematological and Some Biochemical Values of Indigenous Chickens in Al-Ahsa, Saudi Arabia During Summer Season. *Asian Journal of Poultry Science*, 6, 138-145.
5. Alenier, J. C., F. Combs, Jr., (1981). Effects on feed palatability of ingredients believed to contain unidentified growth factors for poultry. *Poultry Science*, 60, 215-224.
6. Allen, C. D., Fletcher, D. L., Northcutt, J. K., Rusell, S. M. (1998). The relationship of broiler breast color to meat quality and shelf life. *Poultry Science*, 77, 361-366.
7. Antunović, Z., Šperanda, M., Novoselec, J., Đidara, M., Klir, Ž., Pavić, M. (2012). Hematological parameters and acid-base balance of goat kids in organic breeding. *Proceedings the First of International Symposium on Animal Sciences*. 08.-10.11.2012. Beograd.
8. Apata, D. F. (2011). Effect of Terminalia catappa Fruit Meal Fermented by *Aspergillus niger* as Replacement of Maize on Growth Performance, Nutrient Digestibility, and Serum Biochemical Profile of Broiler Chickens. *Biotechnology Research International*. Volume 2011(1), Article ID 907546, 6 pages.
9. Bacon, W.L., Cantor, A.H., Coleman M.A. (1981). Effects of dietary energy, environmental temperature, and sex of market broilers on lipoprotein. *Poultry Science*, 60(6), 1282-1286.
10. Bahman A. H., Alireza T., Siamak A. R. (2011). Comparative Study on Blood Profiles of Indigenous and Ross-308 Broiler Breeders. *Global Veterinaria* 7(3), 238-241.
11. Bao, Y.M., Choct, M. (2009). Trace minerals nutrition for broiler chickens and prospects of application of organically complexed trace minerals: a review. *Animal Production Science* (49), 269-282.

12. Bašić M., Cvrk R., Sadadinović J., Božić A., Čorbo S., Pucarević M. (2010). Utjecaj vrste masti u hrani za piliće na oksidativnu stabilnost smrznutog pilećeg mesa tijekom skladištenja. *Meso*, 12(4), 231-236.
13. Batal A. B., Dale N. M. (2006). True metabolizable energy and amino acid digestibility of distillers dried grains with solubles. *Journal of Applied Poultry Research*, 15(1), 89-93.
14. Batal, A.B. and Dale, N.M. (2006). True Metabolizable Energy and Amino Acid Digestibility of Distillers Dried Grains with Solubles. *Journal of Applied Poultry Research* 15, 89-93.
15. Bobetić, B. (2011). Stanje proizvodnje i tržišta peradarske industrije Republike Hrvatske, *Stočarstvo*, 65(2), 83-88.
16. Borges, S.A., Fischer da Silva, A.V., Ariki, J., Hooge, D.M., Cummings, K.R. (2003). Dietary electrolyte balance for broiler chickens exposed to thermoneutral or heat-stress environments. *Poultry Science* 82(3), 428-435.
17. Bou R. F., Guardiola F., Barroeta A. C., Codony R. (2005). Effect of dietary sources zinc and selenium supplements on the composition and consumer acceptability of chicken meat. *Poultry science*. 82, 1359-1366.
18. Burckhardt, P. (2008). The Effect of the Alkali Load of Mineral Water on Bone Metabolism: Interventional Studies1, 2. *The Journal of Nutrition*, 138(2), 435S-437S.
19. Cantor, A. H., Johnson, T. H. (1983). Effects of unidentified growth factor sources on feed preference of chicks. *Poultry Science* 62, 1281-1286.
20. Caplan, M., Weissberg, R. P., Bersoff, D. M., Ezekowitz, W., & Wells, M. L. (1986). The middle school alternative solutions test (AST) scoring manual. Unpublished manuscript, Yale University, Psychology Department, New Haven, CT.
21. Castellini C., Bosco A.D., Mugnai C., Pedrazzoli M. (2006). Comparison of two chicken genotypes organically reared: oxidative stability and other qualitative traits of the meat. *Italian Journal of Animal Science*, 5(1), 29-42.
22. Choi, H. S., Lee, H. L., Shin, M. H., Jo, C., Lee, S. K., & Lee, B. D. (2008). Nutritive and economic values of corn distiller's dried grains with solubles in broiler diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(3), 414-419.
23. Choi, J., Kong, B., Bowker, B. C., Zhuang, H., Kyun Kim, W. (2023). Nutritional strategies to improve meat quality and composition in the challenging conditions of broiler production. *Animals*. 13(8), 1386.

24. Combs G. F., Bossard E. H. (1969). Further studies on available amino acid content of corn distillers dried grains with solubles. In "Proceedings Distillers Feed Research Council Conference". pp 53-58.
25. Cordeiro, D. A., Dos Santos, F. R., Dos Santos, H. B., Silva, M. R. S., de Oliveira, N. F., & Minafra, C. S. (2022). Enzymatic complex for broilers fed on a diet containing different levels of Distiller Dried Grains with Solubles. *Food Chemistry*, 386, 132761.
26. Cortes-Cuevas, A., Ramírez-Estrada, S., Arce-Menocal, J., Avila-González, E., López-Coello, C. (2015). Effect of feeding low-oil DDGS to laying hens and broiler chickens on performance and egg yolk and skin pigmentation. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 17(2), 247-254.
27. Cortinas, L., Barroeta A., Villaverde C., Galobart J., Guadiola F., Baucells M. D. (2005). Influence of the dietary polyunsaturated level on chicken meat quality. Lipid oxidation. *Poultry Science*. 84, 455-487.
28. Corzo, A., M.W. Schilling, R.E. II. Loar, V. Jackson, S. Kin, and V. Radhakrishnan. (2009). The effects of feeding distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. *Poultry Science*. 88(2), 432-439.
29. Coto, C., Wang, Z., Cerrate, S., Perazzo, F., Abdel-Maksoud, A., Yan, F., & Waldroup, P. W. (2009). Effect of protein and amino acid levels on bone formation in diets varying in calcium Content. *International Journal of Poultry Science*, 8(4), 307-316.
30. Couch, J. R., Trammell, J. H., Tolan, A., & Abbott, W. W. (1970). Corn distillers dried grains with solubles in low lysine diets for rearing broiler breeder replacement pullets. *Proceedings Distillers Feed Research Council Conference*, 25, 25-33.
31. Couch J.R., Kurnick A. A., Svacha R. L., Reid B. L. (1957). Corn distillers dried solubles in turkey feeds – summary and new developments. *Proceedings Distillers Feed Research Council Conference*. 71-81.
32. Cromwell, G. L., Herkelman, K. L., & Stahly, T. S. (1993). Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. *Journal of animal science*, 71(3), 679-686.
33. Cross, H. R., Durland, P. R., & Seideman, S. C. (1986). Sensory qualities of meat. *Muscle as food*, 279-320.
34. Dale N., Batal A. (2005). A tremendous amount of research has been conducted in a short period of time to determine the suitability of distillers dried grains plus solubles (DDGS) for poultry feeds. *EGG Industry*13.

35. Damasceno, J.L., Rocha, C.S., Eyng, C., Broch, J., Savaris, V.D.L., Wachholz, L., Tesser, G.L.S., Avila, A.S., Pacheco, W.J., Nunes, R.V. (2020). Corn distillers' dried grains with solubles to feed broiler chickens from 22 to 42 D of age. *Journal of Applied Poultry Research*, 29(3), 573-583.
36. Damerow, G. (2017). *Storey's guide to raising chickens: Breed selection, facilities, feeding, health care, managing layers & meat birds*. Storey Publishing, LLC.
37. Day, E.J., B.C. Dilworth, and J. McNaughton (1972). Unidentified growth factor sources in poultry diets. In "Proceedings Distillers Feed Research Council Conference", 40-45.
38. Denbrough, M. (1998). Malignant Hyperthermia. *Lancet* 352, 1131-1136.
39. Doering O., Hurt C. (2006). Competition for feed resources from other applications: Ethanol and Bio-diesel. *Proceedings of the 4th Mid-Atlantic Nutrition Conference: March 29-30*, 14-23.
40. Domaćinović M, (2006). *Hranidba domaćih životinja*. Poljoprivredni fakultet Osijek.
41. Domaćinović M. (1999). *Praktikum vježbi hranidbe domaćih životinja*. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek.
42. Domaćinović, M., Steiner, Z., Šperanda, M., Antunović, Z., & Šperanda, T. (2004). Učinci probiotika PDFM®; na točna svojstva i biokemijske pokazatelje krvi tovnih pilića. *Krmiva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*, 46(1), 17-23.
43. Dasković V., Bogosavljević-Bošković S., Pavlovski Z., Milošević B, Škrbić Z., Radonjac S., Petričević V. (2012). The effect of protease on productive and slaughter traits in broiler chickens. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 28(4), 817-826.
44. Ergul T., Amezcua C.M, Parsons C.M., Walters D., Brannon J., Noll S.L.(2003). Amino acid digestibility in corn distillers dried grains with solubles. *Poultry Science*, 82 (Suppl. 1), 70.
45. Fastinger N. D., Latshaw J. D., Mahan D. C. (2006). Amino acids availability and true metabolizable energy content of corn distillers grains with solubles in adult cecectomized roosters. *Poultry science*, 85,1212-1216.
46. Fiene, S. P., York, T. W., & Shasteen, C. (2006). Correlation of DDGS IDEA™ digestibility assay for poultry with cockerel true amino acid digestibility. In *Proc. 4th Mid-Atlantic Nutrition Conference*. University of Maryland, College Park (pp. 82-89).
47. Fletcher D. I. (1999). Broiler breast meat color variation, pH and texture. *Poultry Sci.* 78, 1323-1327.

48. Foltyn, M., Rada, V., Lichovníková, M., & Dracková, E. (2013). Effect of corn ddgs on broilers performance and meat quality. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61(1), 59–64.
49. Gajčević Z., Škrtić Z., Kralik G. (2006). Utjecaj pojave influence ptica na konzumaciju peradskih proizvoda. *Krmiva*, 3, 143-148.
50. Galović D. (2011). Optimizacija unosa minerala u hranidbi tovnih pilića. Doktorski rad. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
51. Guyton, A. (1995). Fiziologija čovjeka i mehanizmi bolesti. Medicinska naklada, peto izdanje.
52. Ghazalah, A. A., Abd-Elsamee, M. O., & Moustafa, E. S. (2011). Use of distillers dried grains with solubles (DDGS) as replacement for soybean meal in laying hen diets. *International Journal of Poultry Science*, 10(7), 505-513.
53. Grashorn, M. A. (2007). Functionality of poultry meat. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 99-106.
54. Grau, R., R. Hamm (1953). Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbildung im Fleisch. *Die Fleischwirtschaft*, 4, 295-297.
55. Grbeša, D. (2006). Vrijednost suhog kukuruznog tropa s otopinom u hranidbi životinja. Zbornik radova znanstvenog skupa "Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije" Zagreb, 15. 11. 2006.
56. Grgić, I., Zrakić, M., Hadelan, L., Salputra, G. (2015). Proizvodno-potrošna bilanca mesa peradi u Republici Hrvatskoj. *Poljoprivreda* 21(1), 82-88.
57. Hamdy, A. H., Thomas, R. W., Kratzer, D. D., & Davis, R. B. (1983). Lincomycin dose response for treatment of necrotic enteritis in broilers. *Poultry Science*, 62(4), 585-588.
58. Hammond, J. (1952). Objective tests for quality in meat. In *Annales de la nutrition et de l'alimentation*, 119-129.
59. Hernawan, E., Wahyuni, S., Suprpti, H. (2012). the levels of blood glucose, triglyceride, final body weight and abdominal fat percentage of broiler under sex-separated and straight run rearing system. *Lucrări Științifice - Seria Zootehnie*, 57, 28-33.
60. Honikel, K. O. (2004). Water-holding capacity of meat. In M. F. te Pas, M. E. Everts, & H. P. Haagsman (Eds.), *Muscle development of livestock animals: Physiology, genetics and meat quality*, 389–400. Cambridge, MA: CABI Publishing.
61. Hossan, S., Zbigniew, K. (2010). Nutritive value of corn distillers died grains with solubles as an ingredient of poultry diets. *Worlds Poultry Science Journal* 66(03), 411-432.

62. Hunt, J. H., Lyons, J. J., & Vandepopuliere, J. M. (1997). Corn stillage as a feedstuff for broilers and turkeys. *Journal of Applied Poultry Research*, 6(3), 310-318.
63. Janječić Z. (2005). Prehrambena vrijednost i sastav mesa i masti peradi. *Meso* 7(3), 11-13.
64. Janječić Z. (2006). Mekoća mesa peradi. *Meso* 8(3), 196-197.
65. Janječić Z., Mužić S., Grgić Z., Gazioć K., Tušek T. (2003). Proizvodni rezultati slobodno uzgojenih Ross i Sasso pilića. *Krmiva* 45(5), 247-251.
66. Janječić, Z. (2011). Peradarstvo. Poglavlje u monografiji Zelena knjiga izvornih pasmina Hrvatske (Barać, Z.; Bedrica, Lj., Čačić, M., Dražić, M., Dadić, M., Ernoić, M., Fury, M., Horvath, Š., Ivanković, A., Janječić, Z., Jeremić, J., Kezić, N., Marković, D., Mioč, B., Ozimec, R., Petanjek, D., Poljak, F., Prpić, Z., Sindičić, M.), Državni zavod za zaštitu prirode; Ministarstvo zaštite okoliša i prirode; Hrvatska poljoprivredna agencija; Nacionalni park Krka, COAST, 278.-287.
67. Jez, C., Beaumont, C., & Magdelaine, P. (2011). Poultry production in 2025: learning from future scenarios. *World's Poultry Science Journal*, 67(1), 105-114.
68. Kaneko J. J., Harvey J. W., Bruss M. L. (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. Elsevier/Academic Press, Amsterdam.
69. Khan, T.A., Zafar, F. (2005). Haematological Study in Response to Varying Doses of Estrogen in Broiler Chicken. *International Journal of Poultry Science* 4(10), 748 - 751.
70. Kim, J. H., Park, G. H., Kil, D. Y. (2021). Effect of feeding corn distillers dried grains with solubles naturally contaminated with deoxynivalenol on growth performance, meat quality, intestinal permeability, and utilization of energy and nutrients in broiler chickens. *Poultry Science*, 100(8).
71. Knowles T.G, Edwards J.E, Bazeley K.J., Brown S. N, Butterworth A, Warriss R.D. (2000). Changes in the blood biochemical and haematological profile of neonatal calves with age. *Veterinary Record* 147, 593-598.
72. Kolawole, D. A., Akintunde O. A., Abdur-Rahman O. A., Rotimi O., Sule B. A. (2011). Haematological Parameters of the Nigerian local grower chickens fed varying dietary levels of palm kernel cake. *Poljoprivreda*, 17(1), 74-78.
73. Kralik G., Božićković P., Škrtić Z. (1996). Specifičnost rasta i hranidba provenijencija tovnih pilića. *Krmiva*, 38(6), 319-326.
74. Kralik G., Has Schön E., Kralik D., Šperanda M. (2008). Peradarstvo. Biološki i zootehnički principi. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet u Mostaru.

75. Kralik G., Scitovski R. (1993). Istraživanja rasta brojlera pomoću asimetrične S-funkcije. *Stočarstvo*, 47(5-6), 207-213.
76. Kralik G., Škrtić Z., Galonja M., Ivanković S. (2001). Meso pilića u prehrani ljudi za zdravlje. *Poljoprivreda*, 7(1), 32-36.
77. Kralik G., Škrtić Z., Kušec G., Kadlec J. (2003). The influence of frape seed oil on the quality of chicken meat carcasses. *Czech Journal of Animal Science*, 48,(2), 77-84.
78. Kralik G., Škrtić Z., Maltar Z., Hanžek D. (2007). Svojstva tovnosti i kakvoće mesa Ross 308 i Cobb 500 pilića. *Krmiva*, 49, 59-71.
79. Kralik, Z., Kralik, G., Grčević, M., Hanžek, D., & Biazik, E. (2013). Pokazatelji tehnoloških svojstava prsnog mišićnog tkiva različitih genotipova pilića. In 48. hrvatski i 8. međunarodni simpozij agronoma, 755-759.
80. Kraljević, P., Stojević, Z., Miljanić, S., Milinković-Tur, S., & Šimpraga, M. (1998). Aktivnost transaminaza i leucin-aminopeptidaze u krvnoj plazmi ozračenih pilića. In IV simpozij Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja, 83-87.
81. Kraljević, P., Vilić, M., Miljanić, S., & Šimpraga, M. (2005). Aktivnost transferaza u krvnoj plazmi pilića izležanih iz jaja ozračenih malom dozom gama-zračenja tijekom inkubacije. In VI Simpozij Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja 173-177.
82. Kramer, T., (1962). *Fundamental of Quality Control For the Food Industry* AV Publishing Company, WestPort Connecticut.
83. Krasnodebska-Depta, A., Koncicki, A. (2000). Psychological values of selected serum biochemical indices in broiler chickens. *Medycyna weterynaryjna* 56(7), 456-460.
84. Küchenmeister, U., Kuhn, G., Ender, K. (2000). Seasonal effects on Ca^{2+} transport of sarcoplasmic reticulum and on meat quality of pigs with different malignant hyperthermical status. *Meat Science*, 55, (2), 239 – 245.
85. Kulier I. (1996). *Prehrambene tablice*. Hrvatski farmer.
86. Leeson, S., & Caston, L. (2008). Using minimal supplements of trace minerals as a method of reducing trace mineral content of poultry manure. *Animal Feed Science and Technology*, 142(3-4), 339-347.
87. Lippens, M., Haygebaert G., Nollet L. (2006). Inorganic Bioplex trace minerals for broilers: effects on performance and mineral excretion. EPC 2006-12th European Conference, Verona, Italy, 10-14.

88. Loar II, R. E., Moritz, J. S., Donaldson, J. R., & Corzo, A. (2010). Effects of feeding distillers dried grains with solubles to broilers from 0 to 28 days posthatch on broiler performance, feed manufacturing efficiency, and selected intestinal characteristics. *Poultry Science*, 89(10), 2242-2250.
89. Lopez-Ferrer, S., Baucells, M. D., Barroeta, A. C., & Grashorn, M. A. (2001). n-3 enrichment of chicken meat. 1. Use of very long-chain fatty acids in chicken diets and their influence on meat quality: fish oil. *Poultry Science*, 80(6), 741-752.
90. Lukaszewicz E., Kowalczyk A. (2014). Slaughter yield and breast meat quality of chicken broilers in relation to sex and level of dietary maize distillers dried grains with solubles (DDGS) E. *Revue Méd. Vét.*, 2014, 165, 5-6, 176-182.
91. Lumpkins S. (2002). Nutritional value and use of distillers grains with solubles in the feeding of poultry. Doctoral Thesis. The University of Florida.
92. Lumpkins, B. S., Batal, A. B., N. M. Dale, N. M. (2004). Evaluation of Distillers Dried Grains with Solubles as a Feed Ingredient for Broilers *Poultry Science* 83, 1891–1896.
93. Lumpkins, B., Batal, A., & Dale, N. (2005). Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets. *Journal of Applied Poultry Research*, 14(1), 25-31.
94. Manley, J. M., Voitle, R. A., & Harms, R. H. (1978). The influence of distillers dried grains with solubles (DDGS) in the diet of turkey breeder hens. *Poultry Science*, 57(3), 726-728..
95. Marcinčák, S., Popelka, P., Bystrický, P., Hussein, K., & Hudecová, K. (2005). Oxidative stability of meat and meat products after feeding of broiler chickens with additional amounts of vitamin E and rosemary. *MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu*, 7(1), 34-39.
96. Martinez, C., Parsons C.M. and Baker D.H. (2005). Microbial phytase and citric acid increase P availability in corn distillers dried grains with solubles (DDGS) for chicks. *Poultry Science*, 84(1), 51.
97. Martinez-Amezcu, C., Parsons C.M., and Baker D.H. (2006). Effect of microbial phytase and citric acid on phosphorus bioavailability, apparent metabolizable energy, and amino acid digestibility in distillers dried grains with solubles in chicks. *Poultry Science* 85(3), 470-475.
98. Matterson, L.D., Tlustohowicz J. and Singsen E.P. (1966). Corn distillers dried grains with solubles in rations for high-producing hens. *Poultry Science*, 45, 147-151.
99. McAloon A., Taylor F., Yec W., Ibsen K., Wooley R. (2000). Determining the cost of producing ethanol from corn starch and lignocellulosic feedstocks. Technical Report NREL/TP 580-28893. National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, USA.

100. Monin G. (2004). Conversion od Muscle to Meat: Colour and texture deviations. U: Jensen W. K. (ur.) Encyclopedia of Meat Scineces. Elsevier Academic Press UK, str. 323-330.
101. Narodne novine, NN 78/11, 67/12.
102. Nikolova N. (2006). Utjecaj genotipa i sastava hrane na proizvodne parametre i kvalitet trupa brojerskih pilića. Goktorska disertacija. Univerzitet u Novom Sadu.
103. 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.
104. Nikolova N., Pavlovski Z., Milošević N., Perić L. (2008). Kakvoća brojerskih pilića Cobb 500 i Hubbard Classic pri hranidbi krmnim smjesama s nižom i višom razinom bjelančevina i energije. Krmiva, 50(2), 79-88.
105. Noll, S. (2004). DDGS in poultry diets: Does it make sense. In Proceedings of Midwest Poultry Federation Convention. St. Paul, USA, 6-10.
106. Noll, S.L., Abe C., Brannon J. (2003). Nutrient composition of corn distiller dried grains with solubles. Poultry Science, 82(1), 71.
107. Noll, S.L., and Brannon J. (2005). Influence of dietary protein level and inclusion level of DDGS on performance of market tom turkeys. Minnesota Turkey Growers Association, Gobbles 62, 6-8.
108. Nollet, L., Van der Klis, J. D., Lensing, M., & Spring, P. (2007). The effect of replacing inorganic with organic trace minerals in broiler diets on productive performance and mineral excretion. Journal of Applied Poultry Research, 16(4), 592-597.
109. Etim, N. N., Williams, M. E., Akpabio, U., & Offiong, E. E. (2014). Haematological parameters and factors affecting their values. Agricultural science, 2(1), 37-47.
110. Nworgu, F.C., Ogungbenro, S.A., Solesi, K.S. (2007). Performance and Some Blood Chemistry Indices of Broiler Chicken Served Fluted Pumpkin (*Telfaria occidentalis*) Leaves Extract Supplement American-Eurasian J. Agriculture and Environmental Science, 2(1), 90-98.
111. Olanrewaju H.A., Wongpichet S., Thaxton J.P., Dozier W.A., Branton S.L. (2006). Stress and acid-base balance in chickens. Poultry Science, 85(7), 1266-74.
112. Olanrewaju, H. A., Haxton J. P., Dozier W. A., Branton S. L. (2007). Physiology, Endocrinology and Reproduction: Electrolyte Diets, Stress and Acid-Base Balance in Broiler Chickens. Poultry Science, 86, 1363–1371.

113. Ortin W.G.N., Yu P. (2009). Nutrient variation and availability of wheat DDGS, corn DDGS and blend DDGS from bioethanol plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, 1754-1761.
114. Oryschak M., Korver D., Zuidhof M., Meng X., Beltranena E. (2010). Comparative feeding value of extruded and nonextruded wheat and corn distillers dried grains with solubles for broilers, *Poultry Science*, 89, 2183-2196.
115. Oviedo-Rondón E. O., A. E. Murakami A. E., Furlan A. C., Moreira I., Macari M. (2001). Sodium and Chloride Requirements of Young Broiler Chickens Fed Corn-Soybean Diets (One to Twenty-One Days of Age). *Poultry Science*, 80(5), 592-598.
116. Pandurević, T., Mitrović, S. (2014). Correlation between body weight before slaughter and slaughter yields broiler carcasses of different lines. *Acta agriculturae Serbica* 19(38), 151-152
117. Parsons, C. M. (2006). Nutritional Value of DDGS Processed using Conventional and modified Methods for Poultry. *Proceedings of the 4th Mid-Atlantic Nutrition Conference: March 29-30*, 90-97.
118. Parsons, C. M. (1985). Influence of caecectomy on digestibility of amino acids by roosters fed distillers' dried grains with solubles. *The Journal of Agricultural Science*, 104(2), 469-472.
119. Parsons, C.M., Baker D. H., Harter, J. M. (1983). Distillers dried grains with solubles as a protein source for the chick. *Poultry Science*, 62, 2445-2451.
120. Perić L., Nollet L., Milošević N., Žikić D. (2007). Effect of Bioflex and Sel-Plex substitution inorganic trace mineral source on performance of broilers- *Arch. Geflügelk.*, 71(3), 122-129.
121. Potter, L. M. (1966). Studies with distillers feeds in turkey rations. In "Proceedings Distillers Feed Research Council Conference", 47-51.
122. Pravilnik o kakvoći mesa peradi. NN 53/91.
123. Prvulović D. (2011). Alumosilikati u ishrani pilića: biokemijski parametri i antitoksični efekti. *Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu*.
124. Qiao M., Fletcher D. L., Smith D. P., Northcutt J. K. (2001). The effect of broiler meatcolor on pH, moisture, water-holding capacity and emulsification capacity. *Poultry Science* 80: 676-680.
125. Raguž-Đurić, R., Zutinić, Đ., Kolega, A., Mužić, S., Savić, V., & Prukner-Radovčić, E. (2006). Croatian poultry production in transition. *World's poultry science journal*, 62(2), 354-360.

126. Raguž-Đurić, R., Žutinić, Đ. (2011). Hrvatska i svjetska peradarska proizvodnja u razdoblju od 2005. do 2009. Godine. *Stočarstvo*, 65(2), 89-107.
127. Rondelli S., Martinez O., García PT. (2003). Sex effect on productive parameters, carcass and body fat composition of two commercial broilers lines. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 5(3), 169 – 173.
128. Ruan, D., Jiang, S. Q., Hu, Y. J., Ding, F. Y., Fan., Q. L., Lin, X. J., Li, L., Wang, Y. (2018). Effects of distillers dried grains with solubles on performance, oxidative status, intestinal immunity and meat quality of Chinese Yeellow broilers. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*, 101(6):1185-1193.
129. Rubio, M. S., Laurentiz, A. C., Sobrane, S. T., Mello, E. S., Filardi, R. S., Silva, M. L. A., & Laurentiz, R. S. (2019). Performance and serum biochemical profile of broiler chickens supplemented with Piper cubeba ethanolic extract. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(01).
130. Rylander, R. (2008). Drinking water constituents and disease. *The Journal of nutrition*, 138(2), 423S-425S.
131. Salim, H. M., Kruk, Z. A., & Lee, B. D. (2010). Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. *World's Poultry Science Journal*, 66(3), 411-432.
132. Savić, V., Raguž-Đurić R., Krivec, G. Šimpraga B., Tišljarić, M., Mikec, M., Sokolović M., Balenović, M. Amšel T. (2007). Peradarstvo u Hrvatskoj i svijetu u 2005. i 2006. *Stočarstvo*, 61(3), 213-229.
133. Scaife JR, Moyo J., Galbraith H., Michie W., Campbell V. (1994). Effect of different supplemental fats and oils on the tissue fatty acid composition and growth of female broilers. *British Poultry Science*, 35(1), 107-118.
134. Scanes, C. G. (2007). The global importance of poultry. *Poultry Science*, 86, 1057-1058.
135. Schilling, M. W., Battula, V., Loar II, R. E., Jackson, V., Kin, S., & Corzo, A. (2010). Dietary inclusion level effects of distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. *Poultry Science*, 89(4), 752-760.
136. Schwartz, M. H. (2010). Effects of Pro-nutrient Feed Additives on Live Performance and Gastrointestinal Health of Broilers and Turkeys. North Carolina State University.
137. Scott, M. L. (1970). Twenty-five years of research on distillers feeds for broilers. In: *Proceedings Distillers Feed Research Council Conference*, 25, 19-24.
138. Senčić Đ. (2011). Tehnologija peradarske proizvodnje. Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

139. Shim, M.Y., Pesti, G.M., Bakalli, R.I., Tillman P.B. and Payne R.L. (2011). Evaluation of DDGS as an alternative ingredient for broiler chickens. *Poult. Sci.* 90, 369-376.
140. Shurson, J. (2003). The value and Use of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) in Livestock and Poultry Rations. <http://www.ddgs.umn.edu/>. Accessed Nov. 2003.
141. Shurson, J., Noll, S. (2010). Feed and alternative uses for DDGS. *Energy from agriculture: New Technologies, Innovative Programs & Success Stories* December 14-15, 2005, St. Louis, Missouri, 1-11.
142. Silva, P.R.L., Freitas Neto, O.C., Laurentiz, A.C., Junqueira, O.M., Fagliari, J.J. (2007). Blood serum components and serum protein test of Hybro-PG broilers os different ages. *Brazilian Journal of Poultry Science.* 9, 229-232.
143. Simarakas, S., Chinrasri, O., & Aengwanich, W. (2004). Hematological, electrolyte and serum biochemical values of the Thai indigenous chickens (*Gallus domesticus*) in northeastern, Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(3), 425-430.
144. Sinčić, D. (2008). Tehnologija dobivanja etanola iz kukuruza, *Prehrambeno-biotehnološki fakultet Zagreb*.
145. Smith D. P., Nortchutt J. K. (2009). Pale poultry muscle syndrome. *Poultry Science* 88, 1493-1496.
146. 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." *Journal of animal science* 80(10), 2639-2645.
147. Stein, H. (2005). DDGS: Energy and nutrient content and digestibility. Department of Animal Science. University of Illinois.
148. Steiner Z., Domaćinović M., Klarić I., Ronta M., Bertić V., Steiner N. (2013). Korištenje nusproizvoda industrije etanola u hranidbi tovnih pilića, XX International conference „Krmiva 2013“ Opatija.
149. Steiner Z., Pašalić T., Domaćinović M., Klarić I., Novoselec J, Križek I., Rontal M., Steiner N. (2014). Obilježja tovnosti i kvalitete mesa pilića s obzirom na spol. 49. hrvatski i 9. međunarodni simpozij agronoma, 624-628.
150. Surai P. F. (2002). Selenium in poultry nutrition; a new look at an old element. I. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. *WPSA Journal*, 58, 333-347.
151. Teeter R.G., Smith M.O. (1986). High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. *Poultry Science*, 65, 1777–1781.

152. Uredba Komisije (EZ) br. 543/2008.
153. Waldroup, P. W., Owen J. A., Ramsey B. E., Whelchel D. L. (1981). The use of high levels of distillers dried grains plus solubles in broiler diets. *Poultry Science* 60, 1479-1484.
154. Waldroup, P. W., Wang Z., Coto C., Cerrate S., Yan F. (2007). Development of a Standardized Nutrient Matrix for Corn Distillers Dried Grains with Solubles. *Inter. J. of Poultry Science* 6(7), 478-483.
155. Walugembe, M. (2013). The effect of high and low dietary fiber diets on the performance of two lines of chickens with divergent growth rates. Dissertation. Iowa State University.
156. Wang Z., Cerrate S., Coto C., Yan, F. and Waldroup P.W. (2007c). Utilization of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) in Broiler Diets Using a Standardized Nutrient Matrix. *International Journal of Poultry Science*, 6 (7), 470-477.
157. Wang, X., Peebles, E.D., Zhai, W. (2014). Effects of protein source and nutrient density in the diets of male broilers from 8 to 21 days of age on their subsequent growth, blood constituents, and carcass compositions. *Poultry Science*, 93(6), 1463-1474.
158. Wang, Z., Cerrate, S., Coto C., Waldroup P. W. (2008a). Evaluation of high levels of distillers dried grains with solubles. *International Journal of Poultry Science* 7 (7), 646-654.
159. Wang, Z., Cerrate, S., Coto, C., Yan, F., Costa, F. P. Abdel-Maksoud and Waldroup P. W. (2008c). Evaluation of corn distillers dried grains with solubles in broiler diets formulated to be isocaloric at industry energy levels or formulated to optimum density with constant 1% fat. *International Journal of Poultry Science*. 7(7), 630-637.
160. Wang, Z., Cerrate, S., Coto, C., Yan F. and Waldroup P. W. (2007a). Effect of rapid and multiple changes in level of distillers dried grain with solubles (DDGS) in broiler diets on performance and carcass characteristics. *International Journal of Poultry Science*, 6(10), 725-731.
161. Wang, Z., Cerrate, S., Coto, C., Yan, F. and Waldroup P.W. (2007b). Use of constant or increasing levels of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) in broiler diets. *International Journal of Poultry Science*, 6(7), 501-507.
162. Wang, Z., Cerrate, S., Coto, C., Yan, F. and Waldroup P.W. (2008d). Evaluation of high levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets. *International Journal of Poultry Science*, 7(10), 990-996.
163. Windhorst, H. W. (2006). Changes in poultry production and trade worldwide. *World's Poultry Science Journal*, 62(4), 585-602.

-
164. Wojtas K., Cwynar P., Kolacz R., Kupczynski R. (2013). Effect of heat stress on acid base balance in Polish Merino Sheep. *Archiv Tierzucht* 56:92.
165. Youssef A. W., Abd El-Azeem, N. A., El-Daly E. F., El-Monairy M. M. (2013). The Impact of Feeding Graded Levels of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) on Broiler Performance, Hematological and Histological Parameters. *Asian Journal of Poultry Science*, 7(2), 41-54.
166. Zbornik radova IV. simpozija Hrvatskog društva za zaštitu od zračenja Zagreb : Hrvatsko društvo za zaštitu od zračenja , 1998. 83-87.
167. Zengin, M., Sur, A., Ilhan, Z., Ali Azman, M., Tavsanlı, H., Esen, S., Bacaksiz, O. K., Demir, E. (2022). Effects of fermented distillers grains with solubles, partially replaced with soybean meal, on performance, blood parameters, meat quality, intestinal flora, and immune response in broiler. *Research in Veterinary Science*, 150, 58-64.
168. Zhang, Y., Herro, D. R., & Parsons, C. M. (1993). Research Note: Effect of Crystalline Lysine and Methionine Intake on Amino Acid Excretion by Precision-Fed Cockerels. *Poultry science*, 72(6), 1180-1183.
169. Žutinić, Đ., Raguž- Đurić R. (2008). Institutional support to Croatian poultry production. 43. hrvatski i 3. međunarodni znanstveni simpozij agronoma (Opatija, 18.-21. veljače 2008). Book of Abstracts / Zbornik sažetaka. Zagreb (63-64).
170. URL:http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross308BroilerPerfObj2012R1.pdf (02. 08. 2022.)
171. URL:<http://www.hubbardbreeders.com/products.php?id=7> (07. 10. 2021.)
172. URL:<http://www.ksgrains.com/ethanol/uset.html> (12. 04. 2016.)

8. SAŽETAK

Istraživanja proizvodnih i zdravstvenih učinaka DDGS-a u tovu pilića provedena su na ukupno 360 jednodnevnih seksiranih muških pilića provenijencije Ross 308 na obiteljskom gospodarstvu na području Slavonije i Baranje. Pilići su bili podijeljeni u tri skupine (40 pilića u svakoj skupini): kontrolna 0 % DDGS-a (K), P1-15 % DDGS-a i P2-25 % DDGS-a u krmnoj smjesi. Pokus je izveden u tri ponavljanja (120 pilića u pokusu), a svaki turnus trajao je 6 tjedana, odnosno 42 dana. Analizirani su kvantitativni i kvalitativni pokazatelji pilećeg mesa, acido-bazni status krvi te biokemijski pokazatelji krvi brojlera. Na kraju je utjecaj DDGS-a u hranidbi pilića kvantificiran kao financijski pokazatelj opravdanosti njegove primjene.

Rezultati istraživanja pokazuju sljedeće: najbolji rezultati tovnih obilježja pilića postignuti su na kontrolnoj skupini (najviše prosječne završne mase, najviši postotni udio bataka sa zabatacima i postotni udio prsa te udio mase trupa u živoj masi). Tretmani s dodatkom DDGS-a utjecali su na povećanje udjela krila i vrata, dok udio leđa i zdjelica nije bio pod utjecajem tretmana. Analize kvalitativnih svojstava mesa bile su pod utjecajem tretmana. Značajno viša vrijednost svjetloće kože (CIE L* 74,24) utvrđena je kod kontrolne skupine ($P < 0,01$) prema P1 skupini (CIE L* 67,36) te statistički značajno viša ($P < 0,05$) u odnosu na P2 skupinu (CIE L* 69,42). Vrijednost stupnja crvenila kože a^* najniža je na varijanti P1 (6,35) i statistički je značajno niža od kontrole (7,67), dok P2 varijanta ima vrijednost a^* između kontrole i P1 (7,13), bez statističke značajnosti.

Tretman je utjecao i na acido-bazni status i biokemijske pokazatelje u krvi pilića. Najviša koncentracije karbonata bila je u kontrolnoj skupini (20,10 mmol/L), uz istovremeno najniži parcijalni pritisak CO₂ (kPa) koji je iznosio 9,2 kPa prema 10,00 i 11,03 kPa na P1 i P2 tretmanima ($P < 0,05$). pH krvi u kombinaciji s rezultatima BE (bazni eksces, odnosno količina slobodnih baza) ukazuje na acidozu krvi (pH < 7,34) što je prema literaturnim podacima pokazatelj povišene kiselosti. Sve druge ispitane vrijednosti parametara u krvi nalaze se unutar fizioloških granica i pokazuju da dodavanje DDGS-a u hranu tovnih pilića nema značajnog utjecaja na pokazatelje acido-bazne ravnoteže.

Određivanja biokemijskih pokazatelja u krvi brojlera pokazala su da DDGS ima utjecaja na vrijednosti glukoze u krvi koja je bila statistički značajno ($P < 0,05$) najviša na P2 varijanti

(13,6 mmol/L), a najniža na P1 (13,1 mmol/L). Značajnije su razlike u koncentraciji uree u krvi, Fe u krvi i kolesterola u krvi ($P < 0,01$) čije su vrijednosti najviše na kontroli, a najniže na P1 i P2 varijanti.

Analiza cijene koštanja prirasta pilića izračunata prema podacima dnevnih prirasta i utroška te konverziji hrane ukazuju na ekonomsku opravdanost korištenja ovog nusproizvoda u hranidbi pilića. Najniža cijena prirasta (88,75 %) u odnosu na kontrolu (100 %) postignuta je na varijanti P2, dok je na P1 cijena nešto viša od kontrole (101,59 %). Prema ovako izračunatim pokazateljima, primjena nusproizvoda iz proizvodnje etanola (DDGS) kao dodatka smjesama na razini 25 % ima veliko ekonomsko opravdanje.

9. SUMMARY

Research of production and health effects of DDGS in chicken fattening was conducted on a total of 360 one-day-old sexed male chickens of Ross 308 provenance, on a family farm in the Slavonia and Baranja region. The chickens were divided into three groups (40 chickens in each group): control 0%-DDGS (K), P1-15% DDGS and P2-25% DDGS in the feed mixture. The experiment was performed in three replicates (120 chickens in the experiment), and each round lasted 6 weeks, or 42 days. Quantitative and qualitative indicators of chicken meat, blood acid-base status, and biochemical indicators of broiler blood were analyzed. Finally, the impact of DDGS in chicken feeding was quantified as a financial indicator of the justification of its application. The results of the study show the following: the best results of chicken fattening characteristics were achieved in the control group (the highest average final weight, the highest percentage of drumsticks with drumsticks and percentage of breast, and the proportion of carcass weight in live weight). Treatments with the addition of DDGS influenced the increase in the proportion of wings and necks, while the proportion of backs and pelvises was not affected by the treatment. Analysis of meat qualitative properties was affected by the treatment. A significantly higher value of skin lightness (CIE L* 74.24) was determined in the control group ($P < 0.01$) compared to the P1 group (CIE L* 67.36) and statistically significantly higher ($P < 0.05$) compared to the P2 group (CIE L* 69.42). The value of the degree of skin redness a^* is the lowest in the P1 variant (6.35) and is statistically significantly lower than the control (7.67), while the P2 variant has an a^* value between the control and P1 (7.13) without statistical significance.

The treatment also affected the acid-base status and biochemical indicators in the blood of chickens. The highest concentration of carbonate was in the control group (20.10 mmol/L), with the lowest partial pressure of CO₂ (kPa), which was 9.2 kP compared to 10.00 and 11.03 kP in the P1 and P2 treatments ($P < 0.05$). Blood pH in combination with BE results (base excess, i.e. the amount of free bases) indicates blood acidosis ($pH < 7.34$), which according to literature data is an indicator of increased acidity. All other tested values of blood parameters are within physiological limits and show that the addition of DDGS to the feed of broiler chickens has no significant effect on indicators of acid-base balance.

The determination of biochemical indicators in the blood of broilers showed that DDGS has an influence on blood glucose values, which were statistically significantly ($P < 0.05$) the highest on the P2 variant (13.6 mmol/L), and the lowest on the P1 (13.1 mmol/L). There are more significant differences in the concentration of urea in the blood, Fe in the blood and cholesterol in the blood ($P < 0.01$), the values of which are the highest in the control, and the lowest in the P1 and P2 variants.

The analysis of the cost price of the growth of chickens calculated according to the data of daily growth and consumption, as well as the conversion of feed, indicate the economic justification of using this by-product in the feeding of chickens. The lowest price increase (88.75 %) compared to the control (100 %) was achieved on the P2 variant, while on the P1 the price is slightly higher than the control (101.59 %). According to the indicators calculated in this way, the use of by-products from ethanol production (DDGS) as an additive to mixtures at the level of 25% has great economic justification.

ŽIVOTOPIS

Vedran Bertić rođen je 15. travnja 1974. godine u Osijeku. Osnovnu i srednju školu (Tehnička škola „Ruđer Bošković“) završio je u Osijeku gdje je 1994. godine upisao Poljoprivredni fakultet – smjer stočarstvo. Diplomirao je 1999. godine na istom fakultetu pod mentorstvom prof. dr. sc. Mirka Potočnjaka.

Zaposlio se 2000. godine u tvrtci „Belje“ d.d. u Tvornici stočne hrane na radnom mjestu tehnologa. 2004. godine zasnovao je radni odnos u Zavodu za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije u Službi za dezinfekciju, dezinsekciju i deratizaciju. Od 2014. godine započinje radni odnos u tvrtki Pestrid d.o.o. kao stručni suradnik gdje radi i danas. Poslijediplomski studij Specijalno stočarstvo upisao je na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku 2000. godine koji je završio obranom magistarskog rada 14. 12. 2012. godine.

Na Otvorenom učilištu u Osijeku položio je 5. stupanj engleskog jezika. Prisustvovao je stručnim i znanstvenim skupovima u zemlji i inozemstvu. Oženjen je i otac troje djece (Marin 27, Kristina 23 i Lovro 16).



Naslov doktorskog rada: Proizvodni i zdravstveni učinci kukuruznog tropa (ddgs) kao alternativnog proteinskog krmiva u tovu pilića

Podaci o autoru/ici doktorskog rada (*osnovni biografski podaci o autoru, njegovom obrazovanju i karijeri, te objavljenim radovima*) : Vedran Bertić rođen je 15. travnja 1974. godine u Osijeku. Osnovnu i srednju školu (tehnička škola „Ruder Bošković“) završio je u Osijeku, gdje je 1994. godine upisao Poljoprivredni fakultet-smjer stočarstvo.

Diplomirao je 1999. godine na istom fakultetu pod mentorstvom prof. dr. Mirka Potočnjaka. Zaposlio se 2000. godine na „Belje“ d.d. u Tvornici stočne hrane na radnom mjestu tehnologa. 2004. godine zasnovaio je radni odnos u Zavodu za javno zdravstvo Osječko-baranjske županije u Službi za dezinfekciju, dezinsekciju i deratizaciju, od 2014. godine započinje radni odnos u tvrtki Pestrid d.o.o. kao stručni suradnik gdje radi i danas.

Poslijediplomski studij Specijalno stočarstvo upisao je na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku 2000. godine koji je završio sa obranom magistarskog rada 14.12.2012. godine.

Na Otvorenom učilištu u Osijeku položio je 5. stupanj engleskog jezika.

Prisustvovao je na stručnim i znanstvenim skupovima u zemlji i inozemstvu.

Oženjen je i otac troje djece (Marin 27, Kristina 23 i Lovro 16).

Znanstveni radovi:

1) Bertić, V., Bošnjak, Z., Đurkin, I., Lukić, B., Jovanovac, S. i Kušec, G. (2013). PRKAG3 Gene and Meat Quality of Hybrid Pigs. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 78 (3), 159-162.

2) Ronta, Mario; Domaćinović, Matija; Klarić, Ivana; Bertić, Vedran; Samac, Danijela; Steiner, Zvonimir (2016). Utjecaj ddgs-a na klaonička svojstva tovnih pilića, MESO: Prvi hrvatski časopis o mesu Vol. XVIII, No. 6.

3) Steiner, Z., Domaćinović, M., Klarić, I., Ronta, M., Bertić, V., Steiner, N. i Šerić, V. (2014). procjena upotrebe ddgs-a u krmnim smjesama tovnih pilića. *krmiva*, 56 (4), 163-167.

4) Zinka Bošnjak, Magdalena Perić, Ivana Roksandić Križan, Snježana Džijan, Nataša Ružman, Tajana Pastuović, Bojan Šarkanj, Vedran Bertić, Sven Burian, Dubravka Vuković (2013). Prevalence and Genotype Distribution of High-risk Human Papillomavirus (HR HPV) in Male Genital Samples of Osijek-Baranja County Collegium antropologicum, (str. 1203-1208).

Sastav Povjerenstva za obranu doktorskog rada:

1. **Izv. prof. dr. sc. Danijela Samac, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**
- predsjednik
2. **Doc. dr. sc. Mario Ronta, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek** - član
3. **Doc. dr. sc. Bruna Tariba, Agronomskog fakulteta u Zagrebu** - član
4. **Izv. prof. dr. sc. Ivana Prakatur, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**
- zamjenska članica.

Datum, mjesto i način obrane doktorskog rada: 11. 7. 2025

Datum, mjesto i način obrane doktorskog rada: 11. 7. 2025

PREDSJEDNICA POVJERENSTVA

(Danijela Samac)

Danijela Samac

ČLAN/ICA POVJERENSTVA

(Mario Ronta)

Mario Ronta

ČLAN/ICA POVJERENSTVA

(Bruna Tariba)

Bruna Tariba

ZAPISNIČAR/KA

(Ivana Prakatúr)

Ivana Prakatúr