

**UNIVERZITET U BEOGRADU**  
**FAKULTET VETERINARSKЕ MEDICINE**

Katedra za ishranu i botaniku



**LAZAR T. MAKIVIĆ**

Magistar poljoprivrednih nauka

**Ispitivanje uticaja purifikovane  
lignoceluloze dodate u hranu za brojlere  
na zdravstveno stanje, proizvodne  
rezultate i stepen histoloških i morfoloških  
promjena u pojedinim segmentima  
digestivnog trakta**

**Doktorska disertacija**

Beograd, 2019. godine

**UNIVERSITY OF BELGRADE**  
**FACULTY OF VETERINARY MEDICINE**

Department for Animal Nutrition and Botany



**LAZAR T. MAKIVIĆ**

Master of agricultural sciences

**Testing the effect of purified lignocellulose  
on broilers for health status, production  
results and degree of histological and  
morphological changes in digestiv tracts**

PhDThesis

Belgrade, 2019.

**Mentor 1:**

**dr Dragan Šefer**

Redovni profesor  
Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu  
Katedra za ishranu i botaniku

**Mentor 2:**

**dr Breda Jakovac Strajn**

Vanredni profesor  
Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Ljubljani  
Katedra za fiziologiju, patologiju i higijenu ishrane životinja

**Članovi komisije:**

**dr Radmila Marković**

Redovni profesor  
Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu  
Katedra za ishranu i botaniku

**dr Anita Radovanović**

Vanredni profesor  
Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu  
Katedra za histologiju sa embriologijom

**dr Stamen Radulović**

Docent  
Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu  
Katedra za ishranu i botaniku

(.....)

datum odbrane doktorske disertacije

## *Zahvalnica*

*Prije svega, želim da se zahvalim svom mentoru prof. dr Draganu Šeferu na ogromnoj podršci, ukazanom povjerenju i pomoći koju mi je pružilo tokom izrade i pisanja ove doktorske disertacije.*

*Članovima komisije se zahvaljujem na strpljenju, značajnim komentarima, savjetima i korektnom odnosu.*

*Zahvaljujem se svom velikom prijatelju Siniši Moravskom na pomoći pri izvođenju eksperimenta i statističkoj obradi podataka. Takođe, zahvaljujem se i prijateljima, Saši Moravskom, Borisu Zecu i Mladenu Đurašu. Zahvaljujem se dr Kristini Šević i Saneli Stojić na svesrdnoj pomoći prilikom izvođenja eksperimentalnog dijela rada u klaonici i prikupljanju uzoraka u klaonici potrebnih za ovu doktorsku disertaciju.*

*Ogromnu zahvalnost dugujem preduzeću "Pileprom" d.o.o, Srbac što su mi omogućili da izvedem eksperiment, kompaniji "Rettemaier" (Etien Baroka) iz Njemačke i kompaniji "Agrimatco" d.o.o (Milanu Vujanoviću) iz Bijeljine, čija finansijska pomoć mi je olakšala da završim ovu doktorsku disertaciju.*

*Neizmjernu zahvalnost dugujem kompaniji "Rapić" d.o.o (Sonji, Vojislavu i Milanu) na finansijskoj pomoći i podršci koju su mi pružili tokom izrade ove doktorske disertacije.*

*Najveću zahvalnost na bezrezervnoj podršci i razumjevanju tokom izrade ove doktorske disertacije dugujem supruzi Ivani, djeci Andreju i Sofiji, roditeljima Trivi i Rosi, braći Rajku i Branku, djedu Rajku i puncu Vesi.*

*Na kraju, ovu doktorsku disertaciju posvećujem sinu Andreju, kćerki Sofiji i sinovcu Mariju.*

*Zahvalan,*

*Lazar (Trivo) Makivić*

## **Ispitivanje uticaja purifikovane lignoceluloze dodate u hranu za brojlera na zdravstveno stanje, proizvodne rezultate i stepen histoloških i morfoloških promjena u pojedinim segmentima digestivnog trakta**

### **Kratak sadržaj**

Osnovni cilj istraživanja ove doktorske disertacije bio je da se ispita uticaj ishrane brojlera obrocima sa dodatkom različitih količina purifikovane lignoceluloze na zdravstveno stanje, proizvodne rezultate (tjelesna masa, prirast, konzumacija i konverzija hrane), fizičke karakteristike (težina digestivnog trakta), vlažnost stelje, mikrobiološke i morfološke karakteristike pojedinih segmenata crijeva, kao i opravdanost korištenja lignoceluloze u ishrani brojlera. Ogled je izveden na ukupno 400 brojlera provenijencije Cobb 500, podijeljenih u 4 grupe po 100 jedinki u svakoj. Sve jedinice hranjene su smješama standardnog sirovinskog i hemijskog sastava po preporuci proizvođača hibrida, s tim što su se grupe jedino razlikovale u tome što su ogledne grupe u starter i grover smješi za ishranu imale dodate različite količine purifikovane lignoceluloze ( O-I grupa je dobijala purifikovanu lignocelulozu u količini od 4 g/kg hrane, O-II grupa u količini od 6 g/kg purifikovane lignoceluloze , dok je u hranu za O-III grupu brojlera dodato 6 g/kg purifikovane lignoceluloze uz smanjenje učešća sojine sačme za 0,6%. Smješe za ishranu bile su formulisane tako da u potpunosti zadovolje potrebe brojlera u svim fazama tova. Za vrijeme trajanja ogleda praćeno je zdravstveno stanje i proizvodni parametri (tjelesna masa, prirast, konzumacija i konverzija hrane). Kontrolna mjerenja tjelesne mase i konzumacije hrane vršena su svakodnevno i na kraju svake nedelje tova. Na kraju tova brojleri su izmjereni, izračunata je potrošena količina hrane, a u klaonici je izvršeno mjerenje težine digestivnog trakta i uzimanje uzoraka crijeva za mikrobiološke i histološke analize.

Korišćenjem purifikovane lignoceluloze postignuti su bolji proizvodni rezultati oglednih grupa u odnosu na kontrolnu grupu brojlera. Tjelesne mase brojlera oglednih grupa bile su veće od kontrolne grupe u svim fazama tova. U periodu tova od 1-21. dana utvrđena je statistički manja tjelesna masa brojlera kontrolne u odnosu na brojlere O-II grupe, s tim da je isti trend nastavljen i u drugoj fazi tova (22-42. dan) gdje su utvrđene statistički značajne razlike između O-II grupe u odnosu na kontrolnu, ali i ostale ogledne grupe. U svim fazama tova, kao i za cijeli period tova ogledne grupe brojlera ostvarile su veći prosiječni prirast od kontrolne grupe. Na kraju tova najveći prirast je imala O-II grupa, a statistički značajne razlike su utvrđene između O-II grupe i ostalih posmatranih

grupa. Ukupna konzumacija hrane za cijeli period tova bila je najveća kod ogledne gupe (O-II), a najmanja kod O-I grupe. Kod svih oglednih grupa brojlera utvrđena je bolja konverzija hrane, s tim da je najbolju konverziju hrane ostvarila O-II grupa. U odnosu na brojlere posmatranih oglednih grupa kod brojlera kontrolne grupe utvrđen je veći prosječan broj bakterija *E. coli* i *C. perfringens*, a manji broj bakterija mliječne kiseline u ispitivanim dijelovima digestivnog trakta. Posmatrane ogledne grupe brojlera su u svim ispitivanim segmentima crijeva imale veću dužinu i širinu crijevnih resica, kao i veću dubinu kripte u odnosu na brojlere kontrolne grupe, čime je ostvaren pozitivan uticaj purifikovane lignoceluloze, odnosno povećan je resorpcioni kapacitet crijevne sluznice brojlera oglednih grupa. Upotreba purifikovane lignoceluloze rezultirala je smanjenjem vlažnosti stelje oglednih grupa, a utvrđene razlike su statistički značajne ( $p < 0,05$ ) razlike između oglednih grupa brojlera koje su putem hrane dobijale veću količinu preparata lignoceluloze i kontrolne grupe brojlera. Analiza osnovnih finansijskih pokazatelja (ukupni troškovi, vrijednost proizvodnje, finansijski rezultat, cijena koštanja žive mase brojlera/kg, koeficijent ekonomičnosti) pokazuje da je upotreba purifikovane lignoceluloze u ishrani brojlera ekonomski isplativa.

**Ključne riječi:** brojleri, purifikovana lignoceluloza, proizvodni rezultati, mikrobiologija i morfologija crijeva, ekonomičnost proizvodnje.

**Naučna oblast:** Veterinarska medicina

**Uža naučna oblast:** Ishrana

**UDK broj:** 619:636.5:591.53

## **Investigation of the effect of purified lignocellulose added to food for broiler on health condition, production results and degree of histological and morphological changes in some segments of the digestive tract**

### **Summary**

The main goal of this doctoral dissertation was to investigate the effect of broiler's nutrition on meals with the addition of various amounts of purified lignocelluloses on health condition, production results (body weight, growth, food consumption and conversion), physical characteristics (the weight of the digestive tract), litter moisture microbiological and morphological characteristics of certain segments of the intestine, as well as the justification for the use of lignocellulose in feeding of broilers. The experiment was performed on total of 400 broilers on provenance Cobb 500 divided into 4 groups with 100 individuals in each of them. All individuals were being fed with mixture of standard raw material and chemical composition as recommended by the hybrid manufacturer, the only thing was that groups differed in that the experimental groups in starter and grower mixture had different added amounts of purified lignocellulose (the O-I group received purified lignocellulose in 4 g / kg of feed, O-II group in the amount of 6 g / kg of purified lignocellulose, while 6 g / kg of purified lignocellulose was added to the feed for O-III group of broilers with a 0.6% reduction in soybean meal content. Nutritional mixture were formulated to fully satisfy needs of broilers in all stages of fattening. During of the experiment health status and production parameters (body weight, growth, food consumption and conversion) were monitored daily and at the end of each week of fattening. At the end of fattening broilers were measured, the amount of consumed food was calculated and in the slaughterhouse the digestive tract weigh was measured and it was taken sample gut for microbiological and histological analysis.

The use of purified lignocellulose achieved better production results of the experimental groups than the control group of broilers. The broiler body weights of experimental group were larger than the control group at all stages of fattening. In the fattening period 1-21 it was determined statistically lower body mass of control broiler than O-II group broilers. The same trend was continued in the second stage of fattening (22-42 days) where were determined statistically significant differences between O-II group compared to control, but also other experimental group. At all stages of fattening as for the whole fattening period experimental groups of broilers achieved higher average increment than control group. At the end of fattening, the O-

II group had the highest increase and statistically significant differences were found between O-II group and other observed group. The total food consumption for the whole period of fattening was highest in experimental group (O-II) and the lowest in O-I group. In all experimental groups it was found better food conversion, with O-II achieving the best food conversion. Compared to the broilers of observed experimental groups a larger average number bacteria E coli and C. perfringens, was found in the broilers of the control group, and smaller number of lactic acid bacteria in the studied parts of the digestive tract. Observed broiler experimental groups in all tested intestinal segments had greater length and width of intestinal lobe, as well as greater crypt depth compared to control group broilers, which resulted in a positive effect of purified lignocellulose, or it is increased absorption capacity of the intestinal mucosa of experimental groups groups.

The use of purified lignocellulose resulted in a decrease of the litter humidity of the experimental groups, and the given differences were statistically significant ( $p < 0.05$ ) differences between the experimental groups of broilers that received a greater amount of lignocellulose preparations and the control group of broilers through food. The analysis of basic financial indicators (total costs, production value, financial result, cost of live weight of broilers / kg, cost-effectiveness ratio) shows that the use of purified lignocellulose in broiler diets is economically viable..

Keywords: broilers, purified lignocellulose, production results, gut microbiology and morphology, economical production

Scientific area: Veterinary medicine

Scientific area: Nutrition

UDC number: 619:636.5:591.53



# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2.0 PREGLED LITERATURE .....	3
2.1 Uzgoj živine u svijetu i region.....	3
2.2 Tov brojlera .....	5
2.3 Digestivni trakt živine.....	7
2.4 Ugljeni hidrati u ishrani živine.....	11
2.4.1 Podjela ugljenih hidrata .....	14
2.4.2 Funkcija ugljenih hidrata u organizmu.....	18
2.4.3 Izvori ugljenih hidrata u ishrani živine .....	18
2.5 Značaj vlakna u ishrani životinja .....	20
2.5.1 Resorpcija i svarljivost vlakana.....	25
2.6. Lignoceluloza, uloga, značaj i mehanizam djelovanja.....	26
2.6.1 Efekti upotrebe lignoceluloza u ishrani živine .....	28
3. CILJ I ZADATAK RADA .....	3
4. MATERIJAL I METOD RADA .....	33
4.1. Izbor materijala .....	33
4.2. Držanje i hranjenje brojlera .....	33
4.3. Formiranje oglada .....	34
4.4. Ishrana brojlera .....	34
4.5. Metode hemijske analize .....	36
4.6. Zdravstveno stanje.....	37
4.7. Proizvodni rezultati .....	37
4.8. Fizička ispitivanja.....	38
4.9. Ispitivanje elektrohemijske reakcije himusa.....	38
4.10. Histološka ispitivanja .....	38
4.11. Mikrobiološka ispitivanja .....	38
4.12. Određivanje vlažnosti prostirke .....	40
4.13. Izračunavanje ekonomičnosti proizvodnje .....	40
4.14. Statistička obrada podataka.....	40
5. DOBIJENI REZULTATI .....	33
5.1. Hemijski sastav smješa.....	41
5.2. Zdravstveno stanje.....	42

5.3.	Proizvodni rezultati .....	42
5.3.1.	Tjelesne mase brojlera u toku tova.....	42
5.3.2.	Prosječan prirast brojlera u toku tova .....	43
5.3.3	Konzumacija i konverzija hrane brojlera tokom tova .....	44
5.4.	Fizička ispitivanja.....	46
5.5.	Elektrohemijska reakcija (pH vrijednost) himusa .....	46
5.6.	Histološka ispitivanja .....	47
5.7.	Mikrobiološka ispitivanja .....	54
5.8.	Određivanje vlažnosti prostirke .....	55
5.9.	Izračunavanje ekonomičnosti proizvodnje .....	56
6.	DISKUSIJA .....	59
6.1.	Hemijski sastav smješa.....	59
6.2.	Zdravstveno stanje .....	60
6.3.	Uticaj dodavanja purifikovane lignoceluloze na proizvodne rezultate brojlera u tovu.....	61
6.3.1.	Tjelesne mase brojlera u toku tova.....	61
6.3.2.	Prosječan prirast brojlera u toku tova .....	63
6.3.3.	Konzumacija i konverzija hrane tokom tova .....	64
6.4.	Uticaj dodavanja purifikovane lignoceluloze na fizičke karakteristike pojedinih segmenata digestivnog trakta .....	67
6.5.	Uticaj dodavanja purifikovane lignoceluloze na elektrohemijsku reakciju himusa.....	69
6.6.	Histološka ispitivanja .....	70
6.7.	Mikrobiološka ispitivanja .....	73
6.8.	Uticaj dodavanja purifikovane lignoceluloze na vlažnost prostirke.....	76
7.	ZAKLJUČCI .....	78
8.	SPISAK LITERATURE .....	80
9.	PRILOG .....	91
10.	Biografija autora .....	101
11.	Izjava o autorstvu .....	102
12.	Izjava o istovetnosti štampe i elektronske verzije doktorskog rada .....	103
13.	Izjava o korištenju .....	104

## 1. UVOD

Živinarstvo je grana stočarstva od velikog značaja za privredu mnogih zemalja. Proizvodnja živine je tokom posljednjih decenija od sporedne djelatnosti u seoskim domaćinstvima izrasla u visoko specijalizovanu industrijsku proizvodnju mesa i jaja. Zahvaljujući biološkim karakteristikama živine, moguće je u kratkom vremenskom periodu dobiti velike količine živinarskih proizvoda, mesa i jaja. Ovakvu proizvodnju omogućava visoka reproduktivna sposobnost živine, brz prirast, kratak generacijski interval i visok stepen iskorištavanja hrane.

Zahvaljujući brojnim otkrićima i primjeni nauke u posljednjih dvadesetak godina, učinjen je veoma veliki napredak u razvoju i unapređenju živinarske proizvodnje u svijetu i kod nas. Nema nijedne grane stočarstva gdje je učinjen takav progres kao u živinarstvu. Do unapređenja je došlo korišćenjem visoko specijalizovanih hibrida kao što su Cobb, Ross i Hubbard. Ovo su, nesumnjivo, pratile i odgovarajuće promjene u sistemu držanja i ishrani živine. U odnosu na druge vrste mesa pileće meso ima relativno nisku cijenu, kao i prihvaćenost od strane svih kultura i religija, što pileće proizvode čini prihvatljivim, poželjnim i prikladnim u svakodnevnoj ishrani ljudi.

Ugljeni hidrati, kao najzastupljeniji sastojak hrane za životinje, u organizmu biljaka predstavljaju strukturni i potporni materijal, a posjeduju i značajnu ulogu kao rezerva energije nastala fotosintezom. Strukturni ugljeni hidrati, zajedno sa ligninom, daju oblik i čvrstinu biljke, a nestrukturni predstavljaju rezerve energije. S druge strane, u organizmu životinja ugljeni hidrati predstavljaju osnovni izvor energije, a značajnu ulogu imaju u obezbjeđivanju normalne peristaltike digestivnog trakta (balans).

Korišćenje sirovih vlakana u formulama za ishranu živine često je kontraverzna tema među mnogim stručnjacima koji se bave ishranom nepreživara. Sa jedne strane međunarodne organizacije (Isa, Lohman) smatraju sirova vlakna bitnom komponentom, s obzirom da njihovo prisustvo u hrani između ostalog izaziva porast veličine želuca, poboljšava svarljivost skroba i ograničava ili smanjuje ključanje perja. Sa druge strane, mnogi nutricionisti još uvijek izbjegavaju značajniju upotrebu vlakana u ishrani živine uz obrazloženje da vlakna nisu značajan izvor energije, odnosno da prisustvo vlakana u hrani neminovno dovodi do njenog energetskog razređenja. Uz to, tradicionalni izvori vlakana se povezuju sa nekim negativnim

svojstvima kao što je prije svega mogućnost kontaminacije mikotoksinima. Jedan od razloga što su vlakna u ishrani živine još uvijek nedovoljno prihvaćena može biti i činjenica da različita vlakna imaju različite uticaje prije svega na digestivni trakt, ali i na ostale organske sisteme nepreživara.

Nerastvorljiva vlakna prisutna u hrani ostvaruju dominantan uticaj na funkciju crijeva i na taj način moduliraju iskorišćavanje hranljivih materija. Definitivno, svarljivost skroba, kao i pasaža crijevnog sadržaja su pod direktnim uticajem prisutnih nerastvorljivih vlakana u hrani, čime se smanjuje rizik od kolonizacije štetnih bakterija. Može se zaključiti, da nerastvorljiva vlakna utiču na zdravlje crijeva putem dva različita mehanizma djelovanja, a koja se odnose na brži tranzit crijevnog sadržaja ali i na povećan broj peharastih ćelija. Peharaste ćelije predstavljaju posebnu vrstu epitelnih ćelija čija je osnovna funkcija formiranje mucina, sastavne komponente crijevne sluzi. Poznata je činjenica da se štetne vrste bakterija ne mogu tako lako zakačiti za nepromijenjenu sluznicu crijeva i kolonizirati ih, tako da povećan broj peharastih ćelija pozitivno djeluje na zdravlje digestivnog trakta i održanje eubioze. Takođe, nerastvorljiva vlakna posjeduju veoma visok kapacitet vezivanja vode, tako da vezujući vodu u gornjim dijelovima crijeva istu tu vodu oslobađaju osmotskim pritiskom u donjim dijelovima, čime ona postaje dostupna za resorpciju i ne pojavljuje se u spoljnoj sredini, odnosno direktno utiču na vlažnost prostirke.

Tradicionalni izvor vlakana u našim uslovima su uglavnom pšenične mekinje koje ipak sadrže nedovoljnu količinu vlakana (oko 10%) i nose sa sobom rizik prisustva mikotoksina. Riješenje bi moglo biti korišćenje ovsenih mekinja koje sadrže visok procenat nerastvorljivih vlakana, s tim da se one rijetko mogu naći na tržištu, a i postoji mogućnost kontaminacije mikotoksinima. Iz tog razloga, nameće se upotreba koncentrata nerastvorljivog sirovog vlakna (CFC) čiji bi se hemijski sastav i čistoća znatno razlikovao od standardnih izvora vlakana u ishrani nepreživara.

## 2.0 PREGLED LITERATURE

### 2.1 Uzgoj živine u svijetu i regionu

U posljednje dvije decenije, zabilježeno je brzo povećanje obima proizvodnje, poboljšanje kvaliteta i porast potrošnje živinskog mesa. Proizvodnja živinskog mesa posljednjih godina dosta je povećana, zahvaljujući izgradnji specijalizovanih reprodukcijских centara za odgajanje teških hibrida za proizvodnju jednodnevnih pilića za tov (brojlera). Veliku ulogu u brzom razvoju proizvodnje živinarskog mesa su imale i velike specijalizovane farme za tov brojlera, rastuće interesovanje proizvođača za ovu vrstu tova putem kooperacije, kao i povoljna cijena mesa brojlera, u odnosu na cijene drugih vrsta mesa (Jovanović i sar., 2004). Osim intenzivnog držanja živine, brojleri se u različitim evropskim zemljama drže i u manje intenzivnom tovu, a posljednjih deset godina prisutna je i ekološka proizvodnja brojlera (Ristić i sar., 2007).

Savremena proizvodnja brojlera se temelji na iskorištavanju osobina hibrida (Rishell, 1997), koji se odlikuju intenzivnim rastom, odličnim iskorištavanjem hrane, jakom konstitucijom i izvrsnim tjelesnim konformacijama (Arsenijević i sar., 2001). Stoga u savremenom uzgoju živine u svijetu i u regionu koriste se hibridi sa dobrim genetskim potencijalom, proizvodnim performansama, odnosno sa visokom produktivnošću jer oni između ostalog daju i kvalitetnije meso (Stanačević i sar., 2007; Bjedov i sar 2009; Milošević i sar 2010; Petričević i sar., 2011).

Četiri kompanije dominiraju na tržištu brojlera: Aviagen, Cobb, Merial i Nutreco (Presinger, 2004), s tim da se danas koriste mnogi hibridi (provenijencije), koji se relativno malo razlikuju jedan od drugoga. U našoj zemlji kao i u svijetu su prisutni sljedeći hibridi: Cobb 500, Ross 308, Hybro, Hubbard, Lohman, a među njima Cobb 500 i Ross 308 su najzastupljeniji (Bjedov i sar., 2011).

Prema podacima FAO-a i Ministarstva poljoprivrede SAD posljednjih godina širom svijeta se bilježi rast proizvodnje mesa živine, uključujući i meso brojlera. U 2013. godini u svijetu je proizvedeno 94,2 miliona tona mesa živine, pri čemu je učešće mesa brojlera 87,4-90,3 %, odnosno 86,4 miliona tona mesa brojlera (Tabela 1.). U 2009. godini proizvodnja mesa brojlera porasla je za 1,0 milion tona (1,4%) u odnosu na 2008. godinu, dok je u 2010. godini proizvedeno je više od 4,5 miliona tona (6,1%) u odnosu na prethodnu godinu. U 2011. godini, proizvedeno je više od 3,0 miliona tona (3,8%) mesa brojlera, u 2012. godini- 1,95 miliona

tona (2,3%), 2013. godini- 3,2 miliona tona (3,8%) mesa brojlera u odnosu prethodne godine (2010., 2011. i 2012. godinu) (Sakhatskiy, 2014 ).

Najveći proizvođač mesa živine (uključujući i meso brojlera) u 2013. godini, gledano po kontinentima je Amerika sa 43,6% od ukupne svjetske proizvodnje, odnosno sa 41,1 miliona tona mesa živine. Zatim slijedi Azija koja je u 2013. godini proizvela 31,6 miliona tona mesa živine, odnosno 33,5 % od ukupne svjetske proizvodnje mesa živine, pa Evropa sa 15,4 miliona tona proizvedenog mesa živine (Tabela1.). U poređenju sa 2012. godinom, proizvodnja mesa živine u Americi porasla je za 0,9 milona tona, što je ovom kontinentu osiguralo vodstvo u svjetskoj proizvodnji mesa živine (Sakhatskiy, 2014).

**Tabela 2.1.** Proizvodnja mesa živine u svijetu (miliona tona)

Kontinent	Godina									
	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Afrika	2,8	3,3	3,4	3,7	4,0	4,2	4,5	4,6	4,7	4,8
Amerika	27,1	32,7	33,7	35,00	37,4	36,7	38,6	39,9	40,2	41,1
Azija	18,6	22,4	23,5	25,0	26,2	28,0	29,1	29,8	31,3	31,6
Evropa	9,3	10,9	10,8	11,6	12,1	13,3	13,9	14,6	15,2	15,4
Ukupna proizvodnja mesa živine u svijetu uključujući i meso brojlera	58,5	70,2	72,3	76,2	80,6	83,3	87,2	90,0	92,5	94,2
Ukupna proizvodnja mesa brojlera u svijetu					72,8	73,8	78,3	81,3	83,2	86,4

Izvor: Sakhatskiy, 2014.

Posmatrano na nivou država u 2013. godini, apsolutni lider u proizvodnji mesa živine su bile SAD sa 17 miliona tona mesa (19,7 % od ukupne proizvodnje), zatim slijede Kina (13,5 milona tona mesa) i Brazil (12,8 milona tona mesa) (Tabela 2.2.). Ove tri države su zajedno proizvele 43,3 milona tona (50,1%) mesa živine, što na globalnom nivou proizvodnje predstavlja polovinu globalnog volumena proizvodnje (Sakhatskiy, 2014).

**Tabela 2.2.** Proizvodnja mesa živine na nivou država (miliona tona)

Država	Godina				
	2009	2010	2011	2012	2013
SAD	15,9	16,6	16,7	16,6	17,0
Kina	12,1	12,6	13,2	13,7	13,5
Brazil	11,0	12,3	12,9	12,6	12,8

Izvor: Sakhatskiy, 2014.

U 2013. godini u svijetu je proizvedeno 13,1 kg mesa živine po stanovniku, od čega 12 kg po stanovniku čini meso brojlera (Sakhatskiy, 2014).

Potrošnja mesa živine u 2013. godini u SAD je iznosila 13,7 miliona tona, u Kini 13,3 miliona tona, a u Brazilu 9,3 miliona tona pilećeg mesa. Međutim, što se tiče prosječne potrošnje živinskog mesa po jednom stanovniku, podaci su nešto drugačiji. Najveća prosječna potrošnja mesa živine po stanovniku u 2013. godini ostvarena je u Brazilu (45,8 kg), zatim u SAD (43,4 kg) i Kini (9,7 kg) (Sakhatskiy, 2014).

Najveći izvoznici pilićeg mesa u svijetu su SAD i Brazil. Na strano tržište SAD i Brazil su u 2013. godini isporučile 6. 934 hiljada tona pilećeg mesa, što iznosi 68,7 % od ukupnog svjetskog izvoza mesa živine. Najveći uvoznik pilećeg mesa je Japan, tako da je u 2013. godini Japan uveo 860 hiljada tona pilećeg mesa (Sakhatskiy, 2014).

U Bosni i Hercegovini živinarstvo se počelo razvijati 60-tih godina prošlog vijeka, kada je došlo do velikih ulaganja u ovu proizvodnju, što je dovelo do hiperprodukcije i zatvaranja manjih nekomercijalnih farmi. Tek sredinom 80-tih godina, odnos na tržištu se normalizovao i živinarska proizvodnja se stabilizovala (Bašić, 2008).

Tradicionalno, u živinarskom smislu, na teritoriji Republike Srpske se uzgajaju tovnici pilići. Međutim, rast proizvodnje u poslednjih godina je zaustavljen, a od 2012 godine se osjeti i pad u proizvodnji. Pad proizvodnje u Republici Srpskoj pokazuju i podaci ukupnog broja utovljenih pilića (brojlera) i proizvedenog pilećeg mesa koji su za 2013. godinu iznosili 14 553 000 komada pilića i 30 561 300 kilograma mesa, a za 2014. godinu 13 230 000 komada utovljenih pilića, odnosno 27 783 000 kilograma proizvedenog mesa (Anonim, 2015a).

## 2.2 Tov brojlera

Proizvodni rezultati u tovu brojlera zavise od genetskog potencijala linijskog hibrida, ishrane, tehnologije tova, zdravstvenog stanja i preventivnih mjera. Primjenom biotehnologije i genetike u zadnjih 20-ak godina došlo je do značajnih poboljšanja proizvodnih performansi

brojlera. Jedno od značajnih unapređenja performansi je i potencijal rasta koji se svake godine na šest nedjelja starosti povećavao za oko 60g. Kao rezultat ciljeva postavljenih pred genetičare proizvedeni su brzorastući hibridi širokih grudi koji slabo operjavaju, a kod kojih je vremenom došlo do promjene anatomskih, fizioloških, metaboličkih i hematoloških parametara (Hassanzadeh, 2005, 2008). Jedan od zadataka selekcije je i da se proizvede brojler koji ima što manje perja u momentu završetka tova, jer je lakša manipulacija u klaonici. Brojleri imaju visok bazalni metabolizam i zahtijevaju strogo izbalansirane obroke sastavljene od energetski bogatih hraniva, koji istovremeno sadrže i ostale hranjive materije neophodne za rast njihovog organizma. Prema (Julianu i sar., 1990, Decuyper i sar., 1994), kod brojlera srce i pluća su jedva u stanju da obezbijede dovoljno kiseonika da bi se zadovoljile potrebe organizma. Uz kontrolisane uslove menadžmenta i biosigurnosne mjere, selekcionari su uspjeli da proizvedu brojlere koji na 35-om danu postižu masu od 2100 g, a na 42 danu 2800 g, uz konverziju hrane i do 1,47 kg (Bjedov i sar., 2011).

Selekcijska kuća Aviagen (Avian Group 2014) objavila je tabelu sa novim proizvodnim performansama za hibrid Ross 308. U svojoj brošuri prikazali su ciljnu masu, konverziju, dnevnu potrošnju hrane i priraste neseksiranih, ali i seksiranih (muški i ženski) brojlera. Ulazna masa brojlera za sve tri kategorije (neseksirani, muški i ženski) su 42 g, a razlike na kraju turnusa se uveliko razlikuju. Aviagen je za neseksirane brojlere na 42-om danu dao ciljnu masu od 2809 g i konverziju 1,687 kg hrane/kg prirasta, odnosno muške jedinke za isto vrijeme dosežu masu od 3023 g i konverziju 1,67 kg hrane/kg prirasta, dok su ženske jedinke ostvarile znatno slabije rezultate sa 42 dana starosti (2595 g prosječan prirast i konverzija 1,703 kg hrane/kg prirasta). Da bi se ostvarili ovi gore navedeni rezultati, potpuna smješa za tov brojlera mora da se radi po preporukama proizvođača hibrida i da ambijentalni uslovi budu besprjekorno dobri.

Selekcijska kuća Cobb (The Poultry Site, USA 2015) objavila je tabelu sa novim proizvodnim performansama za hibrid Cobb 500 koji takođe sadrže ciljnu masu, konverziju, dnevnu potrošnju hrane i priraste neseksiranih, ali i seksiranih (muške i ženske) brojlera. Cobb je u svojim proizvodnim parametrima objavio težine i konverzije koje se blago razlikuju u odnosu na Ross 308. Ulazna masa brojlera za sve tri kategorije (neseksirani, muški i ženski) su 42 g, a razlike na kraju turnusa se takođe uveliko razlikuju kao i kod brojlera Ross 308. Cobb je za neseksirane brojlere na 42-om danu dao ciljnu masu od 2875 g i konverziju 1,675 kg hrane/kg prirasta, odnosno muške jedinke za isto vrijeme dosežu masu od 3040 g i konverziju



1,667 kg hrane/kg prirasta, dok su ženske jedinke ostvarile znatno slabije rezultate sa 42 dana starosti (2671 g prosječan prirast i konverzija 1,684 kg hrane/kg prirasta). Poredeći dva navedena proizvođača brojlera može se zaključiti kako ženske jedinke brojlera Cobb 500 ostvaruju znatno veću masu u odnosu na brojlere Ross 308 što može da bude od velikog značaja u postizanju što bolje uniformnosti jata.

Selekcijska kuća Hubbard (Hubbard Company, France 2015) na tržište Bosne i Hercegovine plasira dvije linije brojlera Hubbard F15 i Hubbard Classic, koji su slabo zastupljeni na našem tržištu. Za razliku od Aviagena i Cobba, kod Hubbarda je ulazna masa brojlera 40 g, a to se kao i kod pomenutih hibrida završava sa 42 dana starosti. Hubbard Classic je kod neseksiranih brojlera ostvario masu od 2885 g i konverziju 1,72 kg hrane/kg prirasta, odnosno muške jedinke su dosegle masu od 3117 g i konverziju 1,67 kg hrane/kg prirasta, dok su ženske jedinke kao i kod prethodna dva hibrida ostvarile znatno slabije rezultate (2652 g prosječan prirast i konverzija 1,77 kg hrane/kg prirasta). Za razliku od prethodne Hubbard-ove linije Hubbard Classic, linija Hubbard F15 je neznatno lakša. Neseksirani brojleri ostvaruju masu na 42-om danu od 2807 g, muške jedinke 3012 g, a ženske jedinke masu od 2602 g. Hubbard je objavio podatke o konverziji za obje linije koja iznosi 1.65 kg hrane/ kg prirasta.

### **2.3 Digestivni trakt živine**

Digestivni trakt predstavlja tubularni sistem koji se prostire od usne duplje do kloake, a sastoji se od specijalizovanih dijelova sa pripadajućim žlijezdama. Između pojedinih životinjskih vrsta postoje značajne razlike u anatomiji i fiziologiji pojedinih segmenata, kao i cijelog alimentarnog kanala, a ptice u tom pogledu predstavljaju jedinstven životinjski red. Karakteristika varenja i resorpcije hrane predstavlja osnovu savremene ishrane pojedinih vrsta i kategorija životinja, kao i mogućnosti za poboljšanje iskorištavanja sastojaka obroka, odnosno upravljanja ishranom. Digestivni sistem, a posebno crijeva, predstavljaju sredinu u kojoj se odvija većina najvažnijih fizioloških i biohemijskih funkcija varenja na koje utiču odgovarajući morfološki, mikrobiološki i fizičko–hemijski faktori (MC Lelland 1975,1979). Pljuvačne žlijezde usta luče pljuvačku i zavisno od vrste luče enzim amilazu, tako da se dijelimično varenje ugljenih hidrata može odvijati u vrećastom dijelu grla usled aktivnosti amilaze (Philips i Fuller, 1983). Pljuvačka između ostalog ima i ulogu da podmaže hranu i omogući joj da se kreće prema jednjaku (Bhattacharya i Ghose, 1971). Jednjak nije značajan kod hemijske probave, kao što je značajan kod lučenja sluzi. Digestivni trakt obezbjeđuje

veliku površinu za direktan kontakt životinje i palete hranljivih materija, mikroorganizama i egzogenih toksina (Spring, 1997).

Prema Duke-u (1986) želudac predstavlja jednu od najvažnijih neimunoloških odbrambenih barijera, jer znatno ograničava mogućnost da živi agensi dopru u donje partije digestivnog trakta. Hlorovodonična kiselina vrši sterilizaciju prispjelog sadržaja, i zajedno sa pepsinom razlaže antigene hrane, čime se sprečava prodor mikroorganizama. Kod živine, prije želuca, postoji voljka u kojoj, s obzirom na zadržavanje hrane i nizak pH, vladaju nepovoljni uslovi za razvoj većine živih mikroorganizama. Određeni broj mikroorganizama pasira do tankog crijeva, u kome su mnogo povoljniji uslovi za rast i razmnožavanje, kao i za kontakt i adherenciju na epitel sluznice. Pojedini mikroorganizmi su osjetljivi na sastojke žuči, a pankreasni proteolitički enzimi mogu da razgrade ćelijski zid. Sam epitel sa čvrstom vezom između enterocita formira barijeru za partikule i molekule himusa. Enterociti na crijevnim resicama se zamjenjuju svakih 3 – 6 dana i na taj način se dalje umanjuje mogućnost za uspješnu kolonizaciju mikroorganizmima. Motilitet i peristaltika crijeva imaju mehaničko dejstvo čišćenja koje sprečava adherenciju mikroorganizama na epitel u prednjem dijelu tankog crijeva. Mukozni sekret iz peharastih ćelija štiti površinu epitela i funkcioniše kao viskozni matriks u kome su fiksirani antigeni, što olakšava njihovu intraluminalnu razgradnju pomoću proteolitičkih enzima pankreasa (Nilson, 1974).

Digestivni trakt zdravih mladih životinja po dolasku na svijet obično je sterilan (Snoeynbos i sar., 1978, Savage, 1987). Ubrzo nakon toga, mlade životinje prirodnom kontaminacijom razvijaju crijevnu mikrofloru sličnu odraslim životinjama. Transfer bakterija od roditelja do potomaka obavlja se vrlo efikasno i omogućava mladim životinjama da izgrade zaštitnu crijevnu floru tokom prvih nekoliko dana života (Rolfe, 1991). Intenzitet kolonizacije zavisi od životinjske vrste, bakterijske vrste, uslova okoline i načina ishrane. Ravnoteža u mikropopulaciji digestivnog trakta omogućava efikasno varenje i resorpciju hranljivih materija hrane, indukuje anatomske i fiziološke promjene u strukturi zida crijeva, povećavajući ujedno i otpornost organizma prema zaraznim bolestima.

Iako kontakt sa bakterijama iz okoline omogućava relativno brz razvoj normalne mikroflore, rana flora je vrlo jednostavna. Promjena u kompleksnosti, posebno naseljavanje striktnih anaerobnih bakterija, dešava se nekoliko nedjelja nakon što se ovi mikroorganizmi nađu u neposrednoj blizini mladih životinja. Utemeljenje zaštitne intestinalne flore dešava se

tokom prvih pet dana života i obuhvata 400–500 različitih bakterijskih vrsta, a ukupan broj iznosi oko  $10^{14}$  CFU/g (Vanbelle i sar., 1990).

Uslovi u debelom crijevu (približno neutralan pH, anaerobioza, smanjen motilitet) pomažu stalan rast mikroorganizama pa obligatni anaerobi vrlo brzo brojem nadmašuju ostale bakterije. Ukupan broj bakterija prvih dana života iznosi  $10^{10}$  CFU/g, a dominiraju enterokoke i koliformne bakterije, dok su klostridije prisutne u manjem broju (Impey i sar., 1982). Dvije nedjelje nakon leženja u cekumu uglavnom dominiraju anaerobi (bifidobakterije, bakteroidi, eubakterije, peptostreptokoke i klostridije), a broj im se, do četvrte nedjelje života, povećava do  $0.7-1.6 \times 10^{11}$  CFU/g SM sadržaja (Salanitro i sar., 1974; Barnes, 1997).

Higijenski uslovi gajenja, koji smanjuju rizik od infekcije patogenim bakterijama takođe smanjuju i prisustvo korisnih bakterija u okolini, čime povećavaju vrijeme koje je potrebno za razvoj kompleksne mikroflore najvišeg reda. Složeni ekosistem koji se uspostavlja u digestivnom traktu nije definisan “jednom za svagda”, već bi se prije mogao okarakterisati kao složeni mehanizam stalnog prilagođavanja i “preraspodjele moći” između pojedinih bakterijskih vrsta, zavisno od trenutnih uslova sredine, jer i pod normalnim uslovima postoji stalna kompeticija između pojedinih vrsta i sojeva bakterija (Salle, 1967). Sastav obroka može da utiče na mikrofloru digestivnog trakta brojlera (npr. korišćenje veće količine graška u hrani povećava broj enterokoka u tankim crijevima, kao i klostridija i koliformnih bakterija u cekumu). Stres, poremećaji varenja, nagle promjene obroka, kao i dugotrajna upotreba antibiotika samo su neki od faktora koji utiču na poremećaj ravnoteže i favorizovanje nepoželjne mikroflore. Nasuprot tome, dobri zoohigijenski uslovi u periodu nakon konsolidacije mikroflore, pravilna ishrana, ali i niz manipulativnih tehnika kojima je moguće postići određeni stepen kontrole i modifikacije crijevne populacije, a prije svega upotreba probiotika i prebiotika, značajno doprinose održavanju eubioze (Brenes i sar., 1989)

Osim makrouslova, unutar digestivnog sistema možemo govoriti i o mikrouslovima, odnosno različitim ekološkim nišama u pojedinim djelovima crijeva (Clarke i Bauchop, 1977). Površina epitelnih ćelija, sluz koja oblaže resice ili unutrašnjost kriпти, kao i intraluminalni sadržaj obezbjeđuju različite uslove za razvoj pojedinih vrsta bakterija. Na osnovu toga može se zaključiti da se uslovi za razvoj bakterija u digestivnom traktu životinja razlikuju vertikalno od jednjaka do rektuma i horizontalno od lumena do dubine crijevnih kriпти. Mikroflora u svakom staništu je tipična, stabilna zajednica najvišeg reda sastavljena od velikog broja

različitih bakterijskih vrsta. Ove zajednice su takođe karakteristične za vrstu životinje, ali zavise i od načina ishrane, tipa obroka i uslova držanja životinje.

Aktivnost tripsina, proteaze i amilaze se ubrzano povećava tokom prve tri sedmice života brojlera (Krogdhal i Sell 1989), što nije slučaj sa lipazom, čija se aktivnost ne povećavala sve do 21. dan starosti, i smatra se limitirajućim faktorom kod varenja hrane. Definitivno, korišćenje hrane sa visokim sadržajem masti ne povećava značajno aktivnost lipaze sve do 21. dan starosti. Nekoliko značajnih promjena je uočeno u razvoju sistema za transport hranjivih materija tokom ontogeneze kod brojlera (Obst i Diamond 1992). Tokom prve nedelje života brojlera, apsorpcija prolina u tankom crijevu je visoka u poređenju sa apsorpcijom glukoze. Pošto je relativna stopa rasta brojlera najveća tokom prve nedelje, onda unos aminokiselina može biti paralelan sa opisanom dinamikom rasta. Tokom druge sedmice vidljivo je povećanje apsorpcije glukoze što može biti rezultat prelaska sa lipidnog na ugljenohidratni metabolizam usljed trošenja rezervi iz žumanjka. Zbog alometrijskog rasta crijeva, tokom druge nedelje života brojlera vidljivo je smanjenje crijeva u odnosu na tjelesnu masu čime se može objasniti povećanje apsorpcije glukoze koje se javlja u ovom periodu. Tokom šeste nedelje života uočljivo je privremeno povećanje apsorpcije prolina, koje se javlja paralelno sa prvim post-mladunačkim mitarenjem i povećavanjem apsolutne stope rasta. Svakako, možemo zaključiti da je za period rasta brojlera od presudne važnosti da se apsorpcioni kapacitet crijeva blisko podudara sa nutritivnim potrebama brojlera (Denbow, 1994; Kuenzel 1994).

Studije o regulaciji unosa hrane (Denbow, 1994) i Kuenzel, 1994) u kojima su brojleri imali izbor između visokoenergetske ili visoko proteinske ishrane potvrdile su da brojleri mogu regulisati kako unos proteina, tako i energetske unos. Regulacija se dešava i unutar i van centralnog nervnog sistema. Van centralnog nervnog sistema, unos hrane je regulisan pomoću gastro-intestinalnog trakta i jetre. Dotokom hiper-osmotskih rastvora u duodenum se smanjuje unos hrane što upućuje na postojanje osmo-receptora. Iako je upućivalo na to da dotok glukoze u gastro-intestinalni trakt smanjuje unos hrane putem hemosenzitivnog efekta, vjerovatnije je da je ovaj efekat osmotska reakcija. Mehanizam u kojem dotok hiper-osmotskih rastvora unutar duodenuma smanjuje unos hrane može obuhvatiti i smanjenje gastro-intestinalnog motiliteta (Chaplin i sar., 1992). Izgleda da voljka nema važnu ulogu u regulaciji unosa hrane, tako da se popunjenost voljke generalno ne povezuje sa veličinom obroka. Umjesto toga, veličina obroka je mnogo bliže vezana za popunjenost želuca, duodenuma i prve trećine ileuma. Voljka utiče na rast samo kad je dostupnost hrane ograničena. Jetra je bitan organ za kontrolu unosa hrane

kod brojlera obzirom da dotok glukoze, lizina ili lipida unutar jetre smanjuje unos hrane, uz napomenu da ovi uticaji variraju od potreba hibrida (Lacy i sar., 1985).

## 2.4 Ugljeni hidrati u ishrani živine

Ugljeni hidrati predstavljaju brojnu i veoma kompleksnu grupu organskih materija, široko rasprostranjenih u prirodi. Naziv potiče od francuskog izraza *hydrate de karbone* i prvobitno je označavao neutralna hemijska jedinjenja. U njihov sastav ulaze ugljenik (C), vodonik (H) i kiseonik (O), od kojih su dva posljednja elementa (H i O) prisutna u istom odnosu kao i u molekulu vode. Pošto većina ugljenih hidrata ima empirijsku formulu  $(CH_2O)_n$ , gdje  $n$  ima vrijednost 3 ili više od toga, gornji naziv nije potpuno adekvatan. Utoliko više što neka od jedinjenja sa zajedničkim osobinama ugljenih hidrata, u svom sastavu imaju i fosfor (P), azot (N) ili sumpor (S). Pored toga, neka od ovih jedinjenja, kao što je dezoksiriboza ( $C_5H_{10}O_4$ ), ne sadrže vodonik i kiseonik u istom odnosu kao u vodi (Binkley, R. W., 1988).

Savremeni pristup definiše ugljene hidrate kao *polihidroksi aldehide, ketone, alkohole* ili *kiseline*, i njihove jednostavne derivate, koji stvaraju ove u toku hidrolize. Nerastvorivi ugljeni hidrati u biljkama, a naročito celuloza, odgovorni su za stabilnost i njihovu mehaničku čvrstinu, dok ugljeni hidrati veće rastvorljivosti, kao što je skrob, služe kao depo energije (Jovanović, R. I sar. 2000).

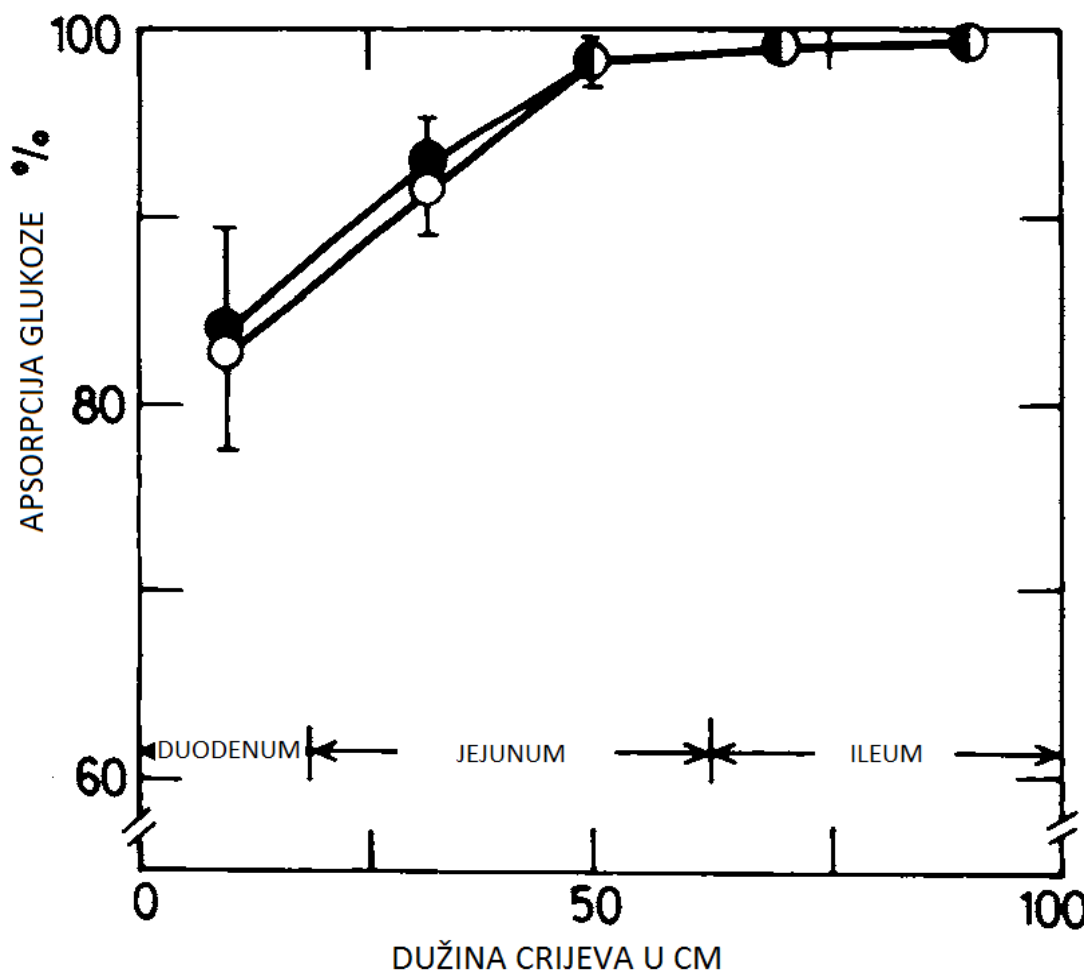
Ugljeni hidrati formiraju drvenastu strukturu biljaka, ali i predstavljaju najvažnije rezerve hranjivih materija u sjemenu, korjenu i krtolama. U ishrani domaćih životinja ugljeni hidrati imaju ulogu izvora toplote, energije i voluminoznosti. Višak ugljenih hidrata se deponuje u organizmu životinje u formi tjelesnih masti (Dey, P.M. i sar.1985).

Prema Adams, C.A., (2001) ugljeni hidrati čine količinski najveću komponentu hrane za ishranu domaćih životinja. Od ukupne količine suve materije u tkivima biljaka, na ugljene hidrate otpada oko 70%, dok u zrnu žitarica ima i do 85% ugljenih hidrata. Za razliku od biljaka, srazmjerno male količine ugljenih hidrata (glikogena i glukoze) prisutne su u organizmu životinja gdje igraju veoma važnu ulogu u metabolizmu energije. Ugljeni hidrati su prisutni i u membrani bakterija, koje u velikom broju naseljavaju organe za varenje preživara.

U obrocima za živinu ugljeni hidrati takođe predstavljaju najvažniji izvor energije. Uglavnom se obezbeđuju iz zrna žitarica (u prvom redu iz kukuruza), mada i druga hraniva (pšenica, ječam, triticales, raž, ovas) mogu obezbediti značajnu količinu energije (Jokić i sar., knjiga). U kukuruza, ugljeni hidrati se najvećim djelom nalaze u obliku skroba koji živina uspešno vari (95%). Termičkom obradom kukuruza dugi lanci skroba se mogu pocijepati na manje jedinice (dekstrine), koje živina efikasnije koristi, a njihovo prisustvo poboljšava i ukus obroka. Prema Jovanoviću i sar. (2000). Živina ima prirodnu sposobnost varenja skroba, glikogena, saharoze, maltoze i prostih šećera glukoze i fruktoze, dok laktozu ili mliječni šećer živina veoma slabo vari zbog ograničene aktivnosti laktaze u crijevima.

Varenje skroba i apsorpcija glukoze su određeni in vivo duž živinskih crijeva (*Gallus domesticus*), koristeći  $^{91}\text{Y}$  i  $^{51}\text{Cr-EDTA}$  kao neapsorbovanu referentnu supstancu. Oko 65% unesenog skroba se svari do kraja duodenuma, 85% do kraja jejunuma i oko 97% na terminalnom ileumu. Frakcija od oko 97% glukoze, unesene ili oslobođene iz unesenog skroba biva apsorbovano. Duodenum je glavno mjesto za apsorpciju glukoze, koja dalje prolazeći kroz tanko crijevo biva sve manje i manje apsorbovana. Apсорpcija glukoze se povećava linearno s luminalnom koncentracijom bez indikacije zasićenosti, s tim da je propustljivost za glukozu slična za jejunum i ileum. (G. RIESENFELD, D. SKLAN, 2 A. BAR, U. EISNER AND S. HURWITZ).

Prema Herman, R. H. (1974) intestinalna apsorpcija ugljenih hidrata kod živine je ubrzana tako da se ili glukoza ili skrob skoro potpuno apsorbuju, a većina apsorpcije glukoze se odvija u gornjem dijelu tankih crijeva.



Šema 2.3. Kumulativni procenat apsorpcije glukoze kod 3-nedeljnih brojlera.

Značajna količina skroba (Đorđević i sar, knjiga) nalazi se i u pšenici (63-67%), dok se u ostalim zrnima žitarica kreće od 41% (ovas) do 65% (ječam).

Zbog nedostatka kompleksa celulolitičkih enzima i siromašne intestinalne mikroflore neskrobni polisaharidi (NSP) se slabije vare, a smanjuju i svarljivost drugih hranljivih materija. Glavni problemi vezani za korišćenja NSP-a u hrani za živinu su viskozitet i kapacitet vezivanja vode. Istraživanja su pokazala da je viskoznost posljedica prisustva rastvorljivih pektina ili beta-glukana koji čak i u malim količinama znatno povećavaju intestinalni viskozitet (Annison and Choct, 1991; Bedford and Morgan, 1996). Sa druge strane, nerastvoreni polisaharidi kao što su celuloza i ksilani mogu vezivati vodu u ograničenim količinama, s tim da ne utiču previše na povećanje viskoziteta u digestivnom traktu (Smith i Annison, 1996).

Prisustvo određenih NSP-a u hrani za živinu negativno utiče na varenje skroba, proteina i lipida. Navedeni efekat pripisuje se prisustvu viskoznih šećera koji ometaju difuziju i transport lipaza, ulja i micelija žučnih soli unutar gastrointestinalnog himusa (Smith i Annison, 1996).

Povećana viskoznost intestinalnog sadržaja može ometati interakciju između supstrata i lipaza ili žučnih soli u tankom crijevu i tako umanjiti resorpciju određenih hranljivih materija. Pretpostavlja se da  $\beta$ -glukani koji se nalaze u ječmu i ovasu stvaraju složene veze sa digestivnim enzimima i smanjuju njihovu aktivnost (Ikeda i Kusano, 1983). Međutim, nasuprot navedenom, Ikegami i sar. (1990) su dokazali da se aktivnost GIT enzima kod pacova povećava nakon ishrane hranivima koja povećavaju viskozitet u digestivnom traktu, tako da se može zaključiti da iako pojedine frakcije NSP poseduju antinutritivnu ulogu u metabolizmu živine, moguće je da se neka korisna svojstva ipak mogu povezati sa krajnjim proizvodima fermentacije NSP-a.

#### **2.4.1 Podjela ugljenih hidrata**

Ugljeni hidrati na osnovu strukture se mogu podjeliti u dvije grupe: proste i složene šećere. Prosti šećeri su monosaharidi, a razlikuju se po broju ugljenikovih atoma i dijele se na trioze, tetroze, pentoze, heksoze i heptoze. Mogu da budu međusobno vezani i stvaraju di-, tri-, tetra- i penta oligosaharide. Polisaharidi (glukani) su polimeri monosaharida i dijele se na homoglukane sastavljene od istih jedinica monosaharida i heteroglukane sastavljene od različitih jedinica monosaharida, i njihovih derivata ( Binkley, R.W., 1988.).

Monosaharidi ili prosti šećeri rijetko se kada javljaju slobodni u prirodi i uglavnom predstavljaju gradivne jedinice složenijih molekula ugljenih hidrata. Sa druge strane, monosaharidi uglavnom nastaju u organizmu životinje kao proizvodi različitih metaboličkih poremećaja. Monosaharidi se klasifikuju prema broju atoma ugljenika u molekulu, tako da je trioza šećer koji sadrži 3 ugljenikova atoma, a tetроза sadrži 4 molekula ugljenika. Monosaharidi različite dužine predstavljaju sastavni dio metabolizma ugljenih hidrata, a među njima, pentoze (šećeri sa 5 ugljenikovih atoma) i heksoze (sa 6 ugljenikovih atoma) su od prvorazrednog značaja. U zavisnosti da li sadrže aldehidnu ili keto grupu, monosaharidi se dijele na aldoze i ketoze (Jovanović i sar. 2001).



Veoma ograničene količine pentoza su prisutne u slobodnoj formi u biljkama i obično su polimerizovane (hemijski kombinovane u veće molekule) radi formiranja pentozana. Ribozna je najrasprostanjenija pentoza, prisutna u svakoj ćeliji organizma, a javlja u određenom broju jedinjenja koja imaju presudnu ulogu u metabolizmu (ATP, ADP, riboflavin RNA). Arabani i ksilani predstavljaju sastavni dio hemiceluloze. Ksilozna nastaje hidrolizom u digestivnom traktu prilikom konzumacije uglavnom kvasnih hraniva (sijeno, slama, pljeva od ovasa, kočanke od kukuruza i sl.), a kada je polimerizovana, ksilozna formira pentozan ksilan. Arabinoza je šećer sa 5 atoma ugljenika i ona formira pentozan araban (Dey, P.M. i sar. 1985).

Heksoze kao sastavni deo polisaharida (škrob, celuloza, hemiceluloza), predstavljaju glavne sastojke biljnih hraniva. U fiziološkim sistemima utvrđeno je prisustvo 4 oblika heksoza i to fruktoza, glukoza, galaktoza i manozna. Fruktoza, glukoza i galaktoza su najrasprostanjeniji prosti šećeri u hranivima. Sa druge strane, fruktoza i galaktoza se lako transformišu u glukozu u organizmu životinje tako da ih životinja može koristiti kao glukozu. Fruktoza je šećer koji je prisutan u voću i najslađi je od svih prostih šećera, dok se galaktoza obično sreće slobodna u hranivima, ali je i sastojak laktoze (mliječnog šećera), te se može transformisati u glukozu i koristiti kao izvor energije. U toku laktacije glukoza može biti rekonvertovana u galaktozu koja bi se dalje koristila u sintezi laktoze, odnosno proizvodnji mlijeka. Glukoza je umjereno sladak šećer, a u organizmu životinje nastaje varenjem škroba i celuloze. Uobičajenim metaboličkim procesima u organizmu životinje, svi ostali tipovi šećera se mogu transformisati u glukozu. Glukoza predstavlja formu koja cirkuliše u krvi i predstavlja najvažniji izvor tjelesnog „goriva“ čijom oksidacijom se proizvodi neophodna energija ( Moran, L.A., i sar.1994.).

Prema Aspinall, G.O., (1985) polisaharidi predstavljaju komplekse koji posjeduju ponavljajuću sekvencu prostih šećera. Oni su u biljkama zastupljeni u velikim količinama i imaju ulogu ili deponiranja energije ili potpunu, odnosno strukturnu funkciju. Dijele se na homoglukane, sastavljene od identičnih jedinica monosaharida (pentozani i heksozani) i heteroglukane, sastavljene od različitih jedinica monosaharida i njihovih derivata.

Pentozani su polimeri pentoza i čine 20% kompleksnih ugljenih hidrata u sijenu i drugim grubim hranivima (Šefer, D. i sar. 2008). Najzastupljeniji su arabani i ksilani, ali se češće javljaju sa drugim šećerima, kao sastojci heteroglukana. Arabani i ksilani su strukturni polisaharidi u ćelijskom zidu, a galaktani i manani deponovani polisaharidi u ćelijskom zidu. Sisari i ptice ne posjeduju enzime koji mogu da razgrade arabane i ksilane, ali su razgradivi pod dejstvom enzima bakterija i gljivica u buragu preživara.

Heksozani su polimeri heksoza i od svih ugljenih hidrata čine kvantitativno najvažniji izvor energije za životinje. U heksozane se ubrajaju skrob, dekstrin, glikogen i celuloza. Skrob je polimer glukoze međusobno vezane  $\alpha$ -(1-4), a rijetko sa  $\alpha$ -(1-6) vezama. Sastoji se od amiloze koja je linearne strukture i amilopektina koji je razgranat. Odnos amiloze i amilopektina se razlikuje između biljaka, ali je najčešće 70:30. Skrob ima ulogu depoa ugljenih hidrata i najviše je zastupljen u sjemenu biljaka, voću i korijenasto krtolastim hranivima, zrna žitarica sadrže oko 70 %, a zrnavlje leptirnjača oko 40%. Skrob je lako svarljiva komponenta i dobro iskoristiva, osim iz krtolastih hraniva (krompir) čije su skrobne granule relativno otporne, pa se ova hraniva moraju prethodno termički obraditi (Šefer, D. i sar. 2008). Glikogen (životinjski skrob) je primarni depo glukoze u tijelu životinja, po strukturi je sličan amilopektinu, a smješten je u većoj mjeri u jetri (2-10%) i mišićima (0,5-1%), dok ga u cijelom tijelu ima prosiječno 1%. Dekstrini su međuproizvodi razlaganja skroba i glikogena. Bolje se rastvaraju u vodi od svojih predhodnika i stvaraju viskozni rastvor koji liči na rastopljenu gumu. Celuloza je daleko najrasprostranjeniji polisaharid u prirodi i čini oko 50% ukupnih jedinjenja sa ugljenikom u biljnom svijetu. Nerazgranate je strukture i stvara kompaktne agregate (mikrofibrile) koji su međusobno čvrsto vezani inter i intra molekularnim vezama. U ćelijskom zidu celuloza je, fizički i hemijski, čvrsto vezana sa drugim sastojcima, prije svega sa hemicelulozom i ligninom. Celuloza ima potpurnu ulogu, a zbog svoje strukture otporna je na dejstvo enzima viših kičmenjaka, razlaže se pod dejstvom enzima celulaze koji sintetišu mikroorganizmi. Sadržaj u biljkama se razlikuje prvenstveno u odnosu na fazu vegetacije, tako da je mlade biljke sadrže 1-2%, zrnasta hraniva 1-20%, dok je u sijenu zastupljena 30%, a u slami 35% (Moran, L.A., i sar.1994).

Pored osnovnih heksozana (skrob, dekstrin, glikogen i celuloza), imamo i druge heksozane kao što su kaloza, fruktani, galaktani, manini i složeni polimer hitin. Kaloza je kolektivni termin za grupu polisaharida koji se sastoje od heksoza spojenih  $\beta$ -(1-3) i  $\beta$ -(1-4) vezama. Navedeni  $\beta$  glukani su prisutni u višim biljkama kao komponente ćelijskih zidova koji se javljaju u pojedinim fazama razvoja biljaka. Fruktani predstavljaju rezervni materijal za biljke i smješteni su u korjenu, stablu, lišću i sjemenu različitih biljaka, prvenstveno iz familija *Compositae* i *Gramineae*. Prema vezama između molekula fruktoze mogu da se dijele na: levan grupu, koju karakterišu 2,6 veze, inulin grupu, karakterišu 2,1 veze i grupa razgranatih fruktana, koja posijeduje obje vrste veza, a zastupljeni su u liščijem repku i endospermu pšenice. Galaktani i manani su prisutni u ćelijskim zidovima biljaka. Sjeme leptirnjača (lucerka) sadrže galaktane, dok su manini u većoj količini prisutni u sjemenu palme i

endospermu lješnjaka. Hitin je jedini poznati primjer homoglukana koji sadrži glukozamin i predstavlja linearni polimer, a zastupljen je u tijelu nižih životinja i insekata, u gljivama i nekim zelenim algama, a pored celuloze predstavlja i najroštrijeniji polisaharid u prirodi (Pond, W.G., i sar.1995).

<i>Jedinjenje</i>	<i>Sadržaj monosaharida</i>	<i>Poreklo</i>
<b>Monosaharidi (prosti šećeri)</b>		
Pentoze (5-C šećeri)(C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> )		
Arabinoze		
Ksiloze	Kukuruzna kočanka, drvo	Pektin, polisaharidi, araban
Riboze	Nukleinske kiseline	
Heksoze(6-C šećera)(C <sub>6</sub> O <sub>12</sub> H <sub>6</sub> )		
Glukoza	Disaharidi, polisaharidi	
Fruktoza	Disaharidi (saharoza)	
Galaktoza	Mlijeko (laktoza)	
Manoza	Polisaharidi	
<b>Disaharidi (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>)</b>		
Saharoza	Glukoza-fruktoza	Šećer iz trske i repe
Maltoza	Glukoza-glukoza (glukoza-4- $\alpha$ -glukozid)	Skrob iz biljaka i korjena
Laktoza	Glukoza-galaktoza	Mlijeko
Celobioza	Glukoza-glukoza (glukoza-4- $\beta$ -glukozid)	Fibrozni dio biljaka
<b>Trisaharidi (C<sub>18</sub>H<sub>32</sub>O<sub>16</sub>)</b>		
Rafinoza	Glukoza-fruktoza-rafinoza	Varieteti eukaliptusa, zrno pamuka
<b>Polisaharidi</b>		
Pentozani (C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> O <sub>4</sub> ) <sub>n</sub>		
Araban	Arabinoza	Pektini
Ksilan	Ksilaza	Kukuruzna kočanka, drvo
Heksozani (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>n</sub>		
Skrob	Glukoza	Zrno žitarica, sjemenje, korjenje
Dekstrin	Glukoza	Parcelajni hidrolitički proizvod skroba
Celuloza	Glukoza(glukoza-4- $\beta$ -glukozid)	Ćelični zidovi biljaka
Glikogen	Glukoza	Jetra i mišići životinja
Inulin	Fruktoza	Krompir, gomoljače, artičoka
<b>Smješa polisaharida</b>		
Hemiceluloza	Smješe pentoza i heksoza	Fibrozne biljke

Pektini	Pentoze i heksoze pomješane sa solima kompleksni kiselina	Plodovi citrusa, jabuke
Gume	Pentoze i heksoze	Drvo akacije i druge biljke

**Tabela 2.3.** Klasifikacija ugljenih hidrata i njihovo poreklo (Jovanović i sar.2001.)

#### 2.4.2 Funkcija ugljenih hidrata u organizmu

Prema Ensminger, M.E., i sar. (1990), ugljeni hidrati predstavljaju najzastupljeniji sastojak hrane za životinje, dok u organizmu biljaka predstavljaju potporni i strukturni materijal, a posjeduju i značajnu ulogu kao rezerva energije nastale fotositezom. Strukturni ugljeni hidrati, zajedno sa ligninom, daju oblik i čvrstinu biljke, dok nestrukturni predstavljaju izvor energije. S druge strane, u organizmu životinja ugljeni hidrati predstavljaju osnovni izvor energije, a značajnu ulogu imaju u obezbjeđivanju normalne peristaltike digestivnog trakta (balast).

Prema Jurgens, M. H., (1996), resorbovani ugljeni hidrati i niže isparive masne kiseline predstavljaju osnovni izvor energije neophodnih za odvijanje vitalnih funkcija organizma. Količina energije koja se oslobađa glikolizom, odnosno katabolizmom nižih isparljivih masnih kiselina je različita, ali predstavlja lako dostupnu energiju za trenutne potrebe životinja. Neresorbovani ugljeni hidrati, odnosno vlakna, zajedno sa ostalim nesvarenim dijelom hrane izlučuju se fecesom čiji je obim karakterističan za svaku vrstu životinje, kao i tip ishrane. Nesvareni dio (balast) djeluje nadražajno na zidove digestivnog trakta, čime obezbjeđuje normalnu peristaltiku digestivnog trakta svih životinja. Mehanički podražaj se povećava zbog sposobnosti vezivanja vode, posebno od neresorbovanih ugljenih hidrata. Vlakna imaju sposobnost da bubrenjem vežu vodu, čime povećavaju svoju zapreminu, odnosno balast. Zbog toga hraniva kao što su mekinje, lucerka, repni rezanci i silaža, posjeduju veću sposobnost vezivanja vode i ispoljavaju laksativno dejstvo.

#### 2.4.3 Izvori ugljenih hidrata u ishrani živine

Hraniva biljnog porijekla sadrže relativno visoke količine skroba i rastvorljivih polisaharida (BEM), čiji sadržaj zavisi od vrste i dijela biljke, kao i faze vegetacije. Kabasta

hraniva, posebno gruba suva i korijenasto-krtolasta hraniva, sa izuzetkom krompira sadrže manju količinu BEM-a u odnosu na zrnasta hraniva i sporedne proizvode. Zrna žita sadrže više BEM-a od zrna leptirnjača, a ona od sjemenja uljarica. Sadržaj BEM-a u sporednim proizvodima značajno varira, što je uslovljeno vrstom i načinom prerade polazne sirovine. Hraniva animalnog porijekla ne sadrže skrob i siromašan su izvor rastvorljivih polisaharida, prije svega glikogena u mišićima i jetri. Izuzetak predstavljaju sporedni proizvodi industrije mlijeka, koji mogu da sadrže znatne količine laktoze od 40-70% (Jurgens, M. H., 1996).

<b>Hranivo</b>	<b>BEM</b>
Zelene graminee	10,00-15,00
zelene leptirnjače	7,00-11,00
Sijeno graminea	38,00-42,00
Sijeno leptirnjače	33,00-39,00
Silaža	10,00-15,00
Slama, pljeva	< 1,00
korjenasto-krtolasta hraniva	5,00-20,00
Zrna žita	65,00-80,00
Zrna leptirnjača	30,00-50,00
Sjeme uljarica	10,00-20,00
Sporedni proizvodi	20,00-50,00
Hraniva animalnog porijekla	< 2,00

**Tabela:2.4.** Prosječan sadržaj BEM-a u hranivima (% VSM hrane)

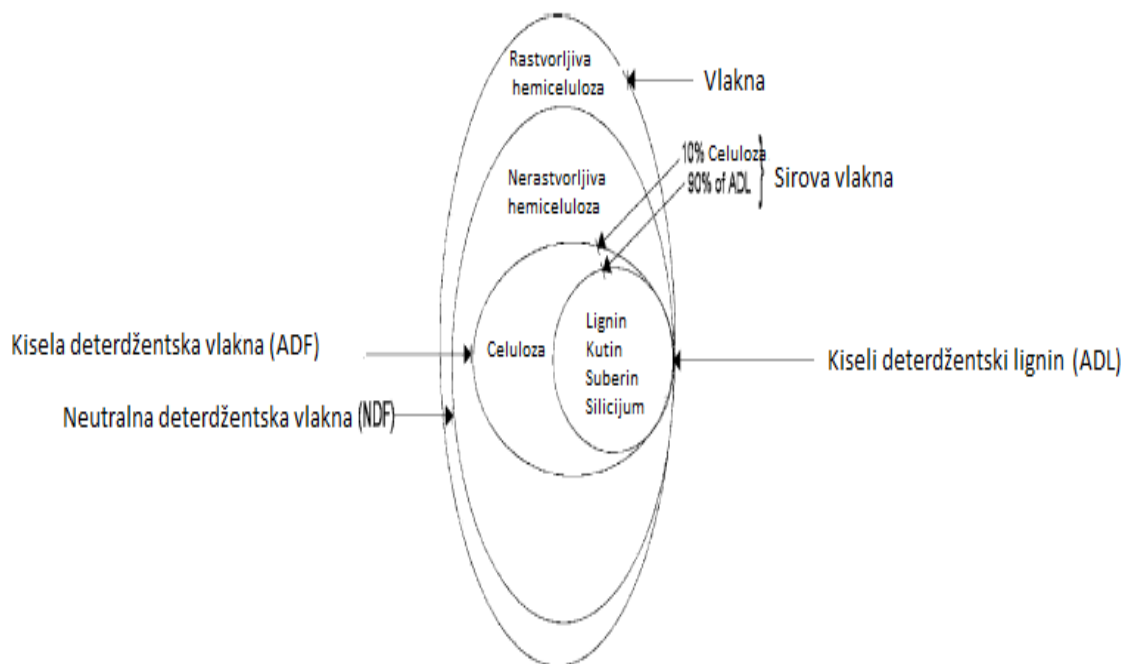
Sadržaj vlakana u hranivima biljnog porijekla zavisi od vrste i dijela biljke, kao i faze vegetacije. Mlade zelene ili kozervisane biljke i korijenasto krtolasta hraniva, sadrže najmanju količinu vlakana koja se povećava sa fazom vegetacije. Sijeno, a posebno slama su veoma bogati izvori vlakana. Zrnasta hraniva sadrže relativno malu količinu vlakana, a razlike su vezane za prisustvo pljevice. Sadržaj BEM-a u sporednim proizvodima relativno varira, što je uslovljeno vrstom i načinom prerade polazne sirovine. Hraniva animalnog porijekla ne sadrže vlakna, osim onih zaostalih u digestivnom traktu nakon prerade cijelih životinja u mesno brašno (Mc Donald, P., i sar.2002).

<b>Hranivo</b>	<b>BEM</b>
Zelene graminee	5,00-10,00
zelene leptirnjače	4,00-8,00
Sijeno graminea	25,00-30,00
Sijeno leptirnjače	20,00-25,00
Silaža	5,00-9,00
Slama, pljeva	30,00-40,00
korijenasto-krtolasta hraniva	1,00-2,00
Zrna žita	2,00-8,00
Zrna leptirnjača	4,00-6,00
Sjeme uljarica	5,00-6,00
Sporedni proizvodi	4,00-15,00
Hraniva animalnog porijekla	0,00-2,00

**Tabela:2.5.** Prosječan sadržaj vlakana u hranivima, (%VSM hrane)

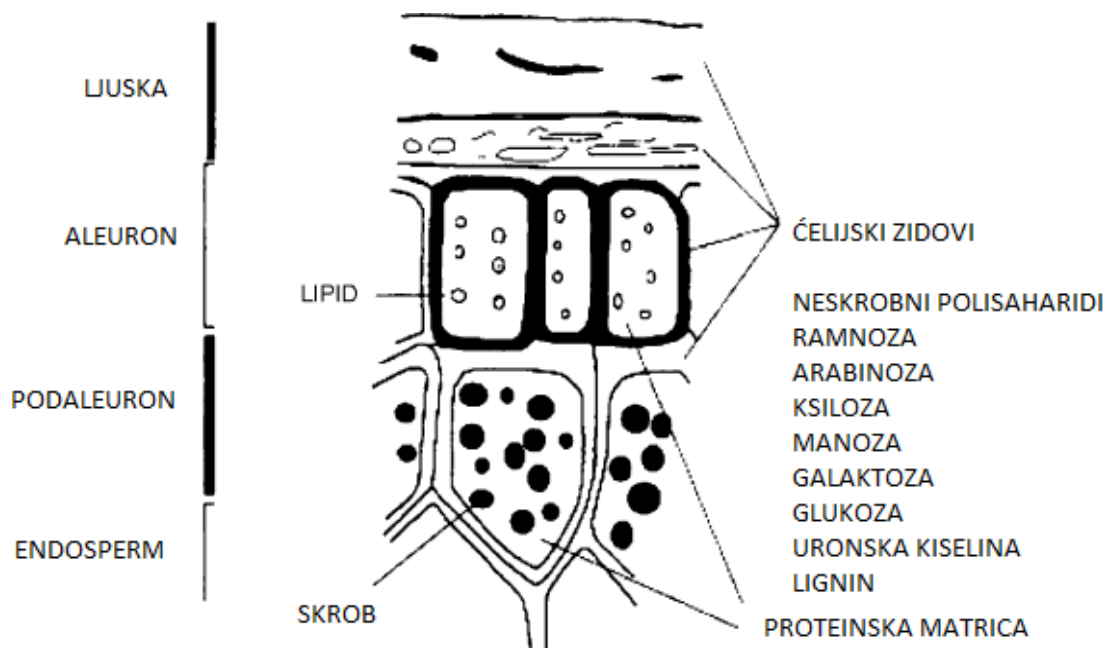
## 2.5 Značaj vlakna u ishrani životinja

Sa aspekta ishrane, ugljene hidrate možemo podijeliti na rezervne (NSUH-nestrukturni ugljeni hidrati), BEM ugljene hidrate bez celuloze) i strukturne čiji je odnos u svakom hranivu u visokoj korelaciji. Strukturne ugljene hidrate čine celuloza, hemiceluloza i lignin i predstavljaju vlakna rastvorljiva u neutralnim deterdžentu (NDF-neutral detergent fiber). Pored toga, vrlo često se koriste vrijednosti za vlakna rastvorljiva u kiselom deterdžentu (ADF-acid detergent fiber) u koja se svrstava celuloza i hemiceluloza (slika 1).



Slika 1. Hemijske osobine ugljenih hidrata (AOAC, 1990).

Sa druge strane, Van Soest (1967) je na osnovu dostupnosti životinjskom organizmu biljna tkiva podjelio na komponente ćelijskih zidova i sadržaj ćelija. Ćelijski zidovi sadrže velike količine lignina i celuloze, dok sadržaj ćelija sadrži proste šećere i skrob koji se lako hidrolizuju u glukozu, djelovanjem enzima koje luči životinjski organizam. Vlakno se pretežno nalazi u zidovima biljnih ćelija (Slika 2) i sastoji se od NSP-a i nekih drugih jedinjenja koja po porijeklu nisu ugljeni hidrati uključujući lignin, proteine, masne kiseline i voskove sa kojima je vlakno neraskidivo vezano (Bach Knudsen, 2001).



Slika 2. Primjer materijala ćelijskog zida ovasa (Bach Knudsen, 2001).

**Šema 2.2.** Materijal ćelijskog zida ovasa (Bach Knudsen, 2001)

Inače, vlakna se definišu kao skeletni ostaci biljnih ćelija koja nisu podložna razlaganju digestivnim enzimima prisutnim u organizmu životinja i predstavljaju kvantitativno respektabilan dio hrane biljnog porijekla. Varijacija u količini i strukturi vlakana je velika između različitih hraniva biljnog porijekla. Sastoje se od polimernih ugljenih hidrata porijeklom iz biljnog ćelijskog zida, uključujući i ne- ugljeno hidratne komponente kakva je lignin, koje nisu ili su minimalno svarljive u tankom crijevu (De Vries and Rader, (2005); EFSA, (2010); Lunn and Buttriss, 2007; Spiller, 2001).

Prema Jovanoviću i sar. (2000). sirova vlakna su podjeljena u zavisnosti od njihovog tipa i porijekla na celulozu, hemicelulozu i lignin (visokonerastvoriva vlakna koja se nalaze u spoljašnjem dijelu zrnavlja žitarica i drvenastom dijelu drveća i žbunja). Vlakna utiču na razvoj gastrointestinalnog trakta, morfologiju crijeva i sekreciju enzima, kao i apsorpciju hranjivih materija kod životinja, a navedeni efekti zavise prije svega od fizičko-hemijskih osobina vlakana, ali i starosti životinja (Montagne i sar. (2003); Sarikhan i sar., 2010; Mateos i sar. (2012). Fizičko-hemijske osobine vlakana prvenstveno zavise od vrste polisaharida koji čine ćelijski zid (McDougall GJ, Morrison IM, Stewart D, Hillman JR (1996), odnosno njihove intermolekularne veze određuju rastvorljivost vlakana, a odnose se na topljivost u vodi,



spособnost formiranja gela, kristalizaciju, kao i mogućnost agregacije (združivanje) u složene strukture ćelijskog zida biljaka, Englyst i sar., (2007).

*Bach Knudsen KE* (2001) navodi da su glavne fizičko-hemijske osobine vlakana bitne u ishrani životinja, a odnose se na njihov kapacitet razmjene katjona, sposobnost hidracije, viskoznost i mogućnost adsorpcije određenih organskih jedinjenja. Odrasle monogastrične životinje koje posjeduju razvijeniji i veći digestivni trakt ostvaruju i bolju konverziju hrane, između ostalog i usljed veće aktivnosti celulolitičkih enzima u odnosu na mlade životinje što rezultira većom sposobnošću odraslih monogastričnih životinja da vare vlaknaste komponente u poređenju sa mladim životinjama (*Shi XS, Noblet J.*, 1993).

Prema (*Hartini i sar.* (2002); *Hetland i sar.* (2003) nerastvorljiva vlakna se tradicionalno posmatraju kao inertni razređivač hranjivih materija sa malo ili bez nutritivne vrijednosti u ishrani monogastričnih životinja. Ipak, novija istraživanja ukazuju na pozitivnu ulogu nerastvorljivih vlakana na razvoj i zdravlje digestivnog trakta živine, i samim tim povećanje resorpcije osnovnih hranjivih materija i kontrolisanje ponašanja životinja. *Klapáčová i sar.* (2011); *Mateos i sar.* (2012)

Iako su ranije studije (*Jørgensen et al.*, 1996; *Sklan i sar.*, 2003) ukazivale na negativan uticaj vlakana na konzumaciju hrane, svarljivost osnovnih hranjivih materija i generalno proizvodne rezultate, noviji podaci (*Jim'enez- Moreno i sar.*, 2009b; *Gonzalez-Alvarado i sar.*, 2010) ukazuju da vlaknasti materijali u umjerenim količinama poboljšavaju performanse brojlera. Vrsta i količina vlakana prisutna u hrani utiču na razvoj gastrointestinalnog trakta i proizvodne rezultate brojlera u tovu (*Owusu-Asiedu i sar.*, 2006; *Jim'enez-Moreno i sar.*, 2009a).

*Mertens*, (2002) i *Zebeli et al.*, (2012) navode da količina vlakana u obroku ima neprikosnoven značaj u ishrani preživara, posebno visoko muznih krava, zbog njihove uloge u očuvanju zdravlja i funkcije buraga. *Lov*, (1993) zaključuje da je kapacitet zadržavanja vode određen fizičko-hemijskom strukturom molekula vlakana, ali takođe i pH i elektrolitičkom koncentracijom okolne tečnosti; zbog čega u prolazu kroz crijeva vlakna nabubre do različitog obima. Za mjerenje kapaciteta zadržavanja vode u vlakanima koriste se različite metode (centrifugiranje, filtracija, itd).

Prema *Wenk C* (2001), vlakna imaju važnu ulogu u ishrani svinja i živine, i preporučuje se njihov obavezan unos putem hrane u cilju održavanja normalnih fizioloških funkcija u digestivnom traktu.

*Esmail* (1997) je dokazao direktnu vezu između sadržaja vlakana u hrani i pojave kanibalizma i smrtnosti kod kokoši nosilica i došao do zaključka da se učestalost pojave kanibalizma smanjuje s povećanjem sadržaja vlakana u hrani, a posebno sa povećanjem sadržaja nerastvorljivih vlakana.

Prema *Bach Knudsen KE* (1997), sadržaj vlakana i njegovih svojstava u tipičnoj ishrani za bilo koju životinju varira između proizvodnih sistema i zemalja zbog dostupnosti izvora hrane. Promjena hemijskog sastava biljnog materijala i njihovih produkata ne zavisi samo od botaničkog porijekla biljaka i načina primjene, već i od vrste biljnog tkiva i zrelosti biljaka u vrijeme ubiranja. Udio primarnog i sekundarnog ćelijskog zida u biljnom materijalu, zajedno sa svojstvima amorfne matrice koja povezuje ćelijske zidove, određuje kako korišćenje, tako i svojstva biljnog materijala. Amorfnu matricu obično pokazuje značajne varijacije od tkiva do tkiva unutar biljke, ali i između biljaka. U monokotledoničnim biljkama, kao što su žitarice, glavni NSP ćelijskog zida su arabinoksilani, celuloza i  $\beta$ -glukan.

Kod živine, frakcije vlakana se fermentišu pomoću cecalne mikroflore kako bi se dobile kratkolančane masne kiseline, amonijak, ugljen-dioksid i metan (*Pinchasov i Elmaliah*, 1994, *Marounek i sar.*, 1996, *Jamroz et al.*, 1998; *Jorgensen et al.*, 1996; *Marounek et al.*, 1999; *Jamroz et al.*, 2002). U poređenju sa drugim nepreživarima (svinje, pacovi), mikroflora kod živine je manje sposobna za fermentaciju frakcija vlakana (*Carré i sar.*, 1990; *Jorgensen i sar.*, 1996). Pored toga, *Langhout i Schutte* (1996) sugerišu da ne samo količina, već i vrsta vlakna igra ulogu, jer sadržaj pektina može da utiče na stepen fermentacije u cekumu usljed promijenjenog stepena esterifikacije, a samim tim i na ostvarene proizvodne rezultate brojlera u tovu.

Odbor za hranu i ishranu SAD-a definiše „ukupna prehrambena vlakna” kao skup „prehrambenih vlakana“ koja se sastoje od nesvarljivih ugljenih hidrata i lignina poreklom iz unutrašnjosti biljaka, a sastoje se od izolovanih, nesvarljivih ugljeno-hidratnih komponenti sa dokazanim pozitivnim fiziološkim efektima na ljude (EFSA, 2010). Vlakna imaju za cilj poboljšati zdravlje kolona, smanjiti količinu holesterola, povećati metabolizam glukoze,

poboljšati reakciju insulina, smanjiti količinu lipida u krvi, kao i smanjiti učestalost pojave određenih vrsta kancera (Cummings and Macfarlane, 1997; Cook i Sellin, 1998; Proski, 2000).

### **2.5.1 Resorpcija i svarljivost vlakana**

Specifična karakteristika za različita vlakna je njihova rastvorljivost koja presudno utiče na zdravlje i ponašanje živine. Korijenje biljaka, šećerna repa, kao i pojedino voće (jabuka, pomorandža itd.) su izvori prvenstveno rastvorljivih vlakana, za razliku od svih vrsta žitarica koje sadrže veliki procenat nerastvorljivih vlakana. Iako rastvorljiva vlakna mogu pokazivati blagi prebiotski efekat, ipak njihovo prisustvo u hrani povećava viskozitet crijevnog sadržaja zbog čega se smanjuje svarljivost skroba, masti i proteina, odnosno vezuju određene hranjive materije čime negativno utiču na njihovu svarljivost. (Forman and Schneeman, 1980; Iji i sar., 2001). Za razliku od rastvorljivih, nerastvorljiva vlakna povećavaju brzinu pasaže crijevnog sadržaja čime smanjuju mogućnost akumuliranja otrovnih supstanci u digestivnom traktu. Takođe, stimuliraju razvoj crijevnih resica, pozitivno djeluju na svarljivost skroba i sprječavaju pojavu kanibalizma (Farran i Akilian, 2014).

Nerastvorljiva vlakna prisutna u hrani ostvaruju dominantan uticaj na funkciju crijeva i na taj način moduliraju iskorišćavanje hranjivih materija. Definitivno, svarljivost skroba, kao i pasaža crijevnog sadržaja su pod direktnim uticajem prisutnih nerastvorljivih vlakana u hrani, čime se smanjuje rizik od kolonizacije štetnih bakterija. Može se zaključiti, da nerastvorljiva vlakna utiču na zdravlje crijeva putem dva različita mehanizma djelovanja, a koja se odnose na brži tranzit crijevnog sadržaja ali i na povećan broj peharastih ćelija. Peharaste ćelije predstavljaju posebnu vrstu epitelnih ćelija čija je osnovna funkcija formiranje mucina, sastavne komponente crijevne sluzi. Poznata je činjenica da se štetne vrste bakterija ne mogu tako lako zakačiti za nepromijenjenu sluznicu crijeva i kolonizirati ih, tako da povećan broj peharastih ćelija pozitivno djeluje na zdravlje digestivnog trakta i održanje eubioze. Što se tiče pozitivnog efekta nerastvorljivih vlakana u slučaju pojave vlažnog legla dokazano je da je njihovo prisustvo u hrani jedan od ključnih faktora, obzirom da ubrzavaju pasažu crijevnog sadržaja kroz tanka crijeva. Na taj način, štetne vrste bakterija nisu u stanju da kolonizuju epitel crijeva i proizvode endotoksine što uglavnom rezultira ispuštanjem vode u lumen crijeva. Takođe, nerastvorljiva vlakna posjeduju veoma visok kapacitet vezivanja vode, tako da vezujući vodu u gornjim djelovima crijeva istu tu vodu oslobađaju osmotskim pritiskom u donjim djelovima, čime ona postaje dostupna za resorpciju i ne pojavljuje se u spoljnoj sredini.

Kapacitet vezivanja vode zavisi prije svega od strukture i fizičko hemijskih osobina molekula nerastvorljivih vlakana, ali i od pH i elektrolitičkog kapaciteta okolne tečnosti (Farran (2011).

Veličina želuca kod mladih kokošaka nosilja predstavlja osnovni kriterijum vezan za konzumaciju hrane u ranoj fazi nosivosti, tako da je jedan od ciljeva u odgoju kokošaka nosilja što veći želudac po mogućnosti prije pronosjenja. Poznato je da je stadijum biološkog razvoja kod podmlatka živine povezan sa težinom, a ne starošću jedinke, tako da početak faze nošenja može biti odložen ukoliko životinja nema odgovarajuću tjelesnu masu. Iako veličina čestica u hrani presudno utiče na razvoj želuca dokazano je da su nerastvorljiva vlakna značajno uticala na veličinu, odnosno težinu želuca. Interesantno je da opisani efekti nisu bili postignuti korišćenjem mješovitih vlakana (rastvorljiva i nerastvorljiva) što ukazuje na presudan značaj prirode vlakana (Butchers i Miles 2009).

Prema Renteria-Flores i sar. (2008) nerastvoriva i nabubrijela vlakna poput celuloznog kompleksa ispunjavaju digestivni sistem obzirom da imaju dobar kapacitet vezivanja vode. Efekat nabubrijelog vlakna utiče na nadražaj receptora ruba crijeva čime se olakšava pasaza hrane kroz crijeva. Sa druge strane rastvorljiva i fermentabilna vlakna predstavljaju hranjivu osnovu za mliječno kiselinske bakterije u zadnjim partijama crijeva. Među fermentabilnim vlaknima, pektin prisutan prije svega u pulpi šećerne trske i jabuke igra veoma važnu ulogu kao izvor energije za životinje. Za razliku od mladih životinja čija ishrana treba da bude formulisana bez korišćenja većih količina rastvorivih i fermentabilnih izvora vlakana, jer varenje u zadnjim partijama crijeva nije dobro razvijeno, starije kategorije životinja su sposobne da efikasno koriste ove izvore hrane. Povećavano unošenje rastvorljivih vlakana pozitivno utiče na svarljivost energije, dok prisustvo nerastvorljivih vlakana smanjuje svarljivost energije, što ukazuje na činjenicu da odnos rastvorljivih i nerastvorljivih vlakana utiče na svarljivost hrane.

## **2.6. Lignoceluloza, uloga, značaj i mehanizam djelovanja**

Lignoceluloza je proizvod dobijen od drveta i koristi se kao visokokvalitetan izvor vlakana u ishrani životinja. Sastoji se od ugljenih hidrata (celuloza, hemiceluloza) i lignina koji ne predstavlja jednu dobro definisanu supstancu, već aromatični polimer koji potiče od tri derivata fenil-propana, i to kumarila, koniferiala i sinapil alkohola (Harmsen i sar., 2010). Takođe, prisutni su i pektin, a u tragovima i određeni minerali i so (Singh R., Shukla A., Tiwari

S., Srivastava M 2014). Sve biljke sadrže lignocelulozu, s tim da je među njima lignin skoro potpuno nerastvorljiv i obezbjeđuje fizičku jačinu i čvrstinu ćelijskom zidu biljke (Ragauskas A.J., Beckham G.T., Biddy M.J., Chandra R., Chen F., Davis M.F. 2014.). Sa druge strane, prisustvo lignina u lignocelulozi sprječava njenu efikasnu enzimsku degradaciju i naknadnu mikrobiološku fermentaciju nastalih šećera (Zeng Y., Zhao S., Yang S., Ding S.Y 2014.)

Prema Jovanoviću i sar. (2000). lignoceluloza je jedinjenje relativno velike molekulske mase, koje ne spada u grupu ugljenih hidrata, ali se zbog veoma čvrste veze sa celulozom i hemicelulozom, često razmatra zajedno sa ugljenim hidratima. Hemijski je veoma je stabilna što je čini otpornom na djelovanje enzima mikroorganizama. Lignoceluloza je dobar izvor jeftinih ugljenih hidrata, tako da se tokom posljednjih decenija koristila kao sirovina za proizvodnju bioetanol, organskih kiselina, enzima i biorazgradljive plastike (Ravindran R, Jaiswal AK 2016)

U poređenju sa tradicionalnim izvorima vlakana, lignocelulozu karakteriše visoka koncentracija sirovih vlakana (> 55%), kao i visok sadržaj lignina (25-30%). Lignoceluloza je relativno standardizovana po svom sastavu (sadržaj sirovih vlakana 50% -65%), uglavnom slobodna od mikotoksina, dok termička obrada garantuje mikrobiološki kvalitet (POTTGÜTER, 2008). Nove generacije lignoceluloze (eubiotska lignoceluloza) za razliku od prve generacije sadrže gotovo 100% vlakna (lignin, celuloza i ne-fermentibilna hemiceluloza) sa optimalnim odnosom fermentabilnih i nefermentabilnih vlakna. (Stacey A. i sar. 2007)

Kristalna priroda lignoceluloze je takođe važan faktor pri njenom korišćenju, obzirom da je samo amorfnu formu celuloze podložna enzimskoj hidrolizi (Bansal P., Hall M., Realf M.J., Lee J.H., Bommarius A.S 2010.)

Hidrolizom lignoceluloznih materijala stvara se širok spektar jedinjenja koja djeluju inhibitorno na određene mikroorganizme, a na osnovu svog porijekla navedena jedinjenja možemo podijeliti na slabe kiseline, derivate furana i fenolna jedinjenja. Spomenuti inhibitori ograničavaju efikasnu upotrebu hidrolizata tokom procesa fermentacije u proizvodnji etanola, tako da bi se identifikacijom inhibitora i razumijevanjem mehanizma inhibicije, sigurno poboljšao proces fermentacije. (Eva P. i sar.2000).

U cilju promijene strukture i sastava lignoceluloze koriste se različite metode među kojima se najviše koriste visoki pritisak i zagrijavanje ili njihova kombinacija čime se smanjuje nerastvorljivost lignoceluloze. Od savremenijih metoda koriste se ultrasonikacija, izlaganje

mikrotalasnim zracima, tretman sa korozivnim tečnostima (kiseline), kao i enzimaska hidroliza (Mai N.L., Ha S.H., Koo Y.M 2014.)

### **2.6.1 Efekti upotrebe lignoceluloza u ishrani živine**

Zahvaljujući svojoj složenoj strukturi, lignoceluloza je veoma nerastvorljiva i ne može se direktno koristiti u mikrobiološkim procesima. Međutim, izlažući lignocelulozu enzimskoj hidrolizi oslobađaju se fermentivni šećeri, koje mogu koristiti mikroorganizmi za proizvodnju enzima za njihov rast ( Meng X., Ragauskas A.J 2014.).

Prema Milošević N. i sar (2015). vlakna, a posebno lignoceluloza nemaju nutritivnu vrijednost u ishrani živine i do skoro su se smatrala nutritivno bezvrijednim. Međutim, povećanje sadržaja sirovih vlakana u hrani za živinu pokazalo je pozitivne efekte posebno u proizvodnji brojlera. Posljednjih godina, dosta rezultata istraživanja ukazuje na pozitivne efekte lignoceluloze na proizvodnju jaja kod kokoši nesilica, kao i na kvalitet jaja. Takođe, povećanje sadržaja lignoceluloze u hrani pozitivno je djelovalo na konzistenciju izmeta, kvalitet ljuske jaja i smanjivalo je procenat prljavih jaja.

Shivus i Denstadli (2010) su utvrdili da prisustvo lignoceluloze u obroku za brojlere produžava vrijeme zadržavanja hrane u mišićnom dijelu želuca što povećava efikasnost egzogenih (dodatih) enzima. Prije svega, opisani efekat bi trebalo da bude izražen u varenju proteina, obzirom da je prvi korak u njihovom varenju hidroliza u želucu pod dejstvom želučne kiseline. Slične rezultate vezane za aktivnost proteolitičkih enzima i povećanu svarljivost aminokiselina utvrdili su i Yokhana i sar., (2014). U prosijeku dodavanje 0,8% lignoceluloze u obrok za brojlere je povećavalo svarljivost esencijalnih aminokiselina za 5,8%, na osnovu čega je izračunata matrična vrijednost za netopljivu CFC koja omogućava smanjenje količine sojine sačme prilikom optimalizacije obroka.

Farran i sar., (2013) su dokazali da je lignoceluloza dodata u hranu u količini od 0,8% povećavala svarljivost proteina i prinos mesa, odnosno značajno smanjivala količinu abdominalne masti kod brojlera u tovu . Dobijene rezultate potvrđuju i Bogusławska- Tryk i sar. (2015). koji su dokazali da lignoceluloza u količini od 0,5-1,0% pozitivno djeluje na sastav crijevne mikrobiote i stepen mikrobiološke fermentacije u crijevima.

Isti autori (Bogusławska-Tryk i sar. (2012) potvrđuju pozitivan uticaj dodate lignoceluloze na mikrobiotu crijeva, kao i količinu stvorene kratkolančane masne kiseline u crijevnom sadržaju koje predstavljaju važan izvor energije za lokalna tkiva, ali i utiču na metabolizam proteina i glukoze u jetri.

Lignoceluloza utiče na zdravlje tankih crijeva tako što sprječava kolonizaciju štetnih bakterija putem dva različita mehanizma djelovanja, a koji se odnose na povećanje broja peharastih ćelija i ubrzanje pasaže crijevnog sadržaja. Rezaei i sar. (2011) su dokazali značajno povećanje broja peharastih ćelija, a Hetland i sar. (2004) ubrzanje prolaska crijevnog sadržaja kada je u obroku za brojlere bila prisutna umjerena količina hlorofluorougjenika.

Prema Stacey A. i sar. (2007). lignoceluloza utiče na smanjenje broja klostridija u lumenu crijeva i na taj način pozitivno utiče na zdravlje crijeva ali i proizvodne rezultate brojlera u tovu.

M. Bogusławska-Tryk i sar. (2014) su dokazali da dodavanje lignoceluloze u manjoj količini u hranu za brojlere u tovu pozitivno djeluje na broj *Lactobacillus* spp. i *Bifidobacterium* spp., a smanjuje broj *E. coli* i *Clostridium* spp. Takođe, utvrđeno je povećanje koncentracije SCFA i mliječne kiseline bez značajnog uticaja na pH ilealnog i cekalnog sadržaja. Modulirani sastav crijevne mikrobiote, pojačani intenzitet mikrobiološke fermentacije, kao i značajano povećanje proizvedene mliječne i propionske kiseline pokazuje jasan probiotski efekat u digestivnom traktu brojlera kojima je u hranu dodata lignoceluloza.

Slične rezultate navode i Cao i sar. (2003); Shakouri i sar. (2006). Koji su dokazali da lignoceluloza dodata u obrok utiče na broj crijevnih bakterija, povećavajući broj korisnih vrsta bakterija kao što su *Bifidobacterium* i *Lactobacillus* spp.

Farran (2011) je u ogledu sa 0.8% dodate CFC utvrdio nakon 38 dana eksperimenta smanjenje vlažnosti legla sa 36,1 kod kontrolne grupe na 26,6% kod grupe brojlera hranjenih obrokom sa dodatom lignocelulozom. Opisane rezultate potvrđuju Westendarp i sar. (2014) koji su dodavanjem 0,8% CFC u obrok za brojlere utvrdili značajan napredak u kvalitetu legla, ali i značajno smanjenje broja lezija na nogama. Takođe, Barwary (2011) je opisao smanjenje vlažnosti legla za 4% kod kokošaka starosti 25 nedelja, odnosno za 6% u starosti od 28 nedelja, usljed dodavanja nerastvorljive lignoceluloze u obrok.

Liu i sar. (2009) su zamjenom pšeničnih mekinja sa 0,8% purifikovane lignoceluloze u obroku za brojlere u tovu utvrdili značajno povećanje tjelesne mase i smanjenje konverzije u

ogledu koji je trajao 35 dana. Slične rezultate opisali su i Westendarp i sar. (2014) koji su dodavanjem nerastvorljivog CFC u obrok za brojlere u tovu utvrdili 33. dana eksperimenta veće tjelesne mase za 100 g u odnosu na brojlere kontrolne grupe.

Takođe, Stacey i sar. (2007). su u svojim eksperimentima dokazali pozitivne efekte purifikovane lignoceluloze (OptiCell, agromed Austria) dodate u hranu u količini od 1.0-1.5% na proizvodne performanse živine, kao i bolji ekonomski efekat za 9%.



### 3. CILJ I ZADATAK RADA

U cilju izučavanja opravdanosti upotrebe purifikovane lignoceluloze u ishrani brojlera izvršena su ispitivanja koja su bila usmjerena na to da se omogući detaljan uvid u proizvodne rezultate (prirast, konzumaciju i konverziju hrane), kao i stepen histoloških i morfoloških promijena u pojedinim segmentima digestivnog trakta brojlera u tovu hranjenih obrokom sa različitim količinama dodate purifikovane lignoceluloze.

Radni zadatak je zahtjevao da se ispita:

- uticaj lignoceluloze na proizvodne rezultate,
- uticaj lignoceluloze na fizičke karakteristike pojedinih segmenata digestivnog trakta ,
- uticaj lignoceluloze na histomorfološke karakteristike pojedinih segmenata digestivnog trakta brojlera,
- uticaj lignoceluloze na broj i odnos korisnih i štetnih vrsta bakterija u ileumu i cekumu brojlera,
- uticaj lignoceluloze na sadržaj suve materije, odnosno vlažnost prostrirke
- utvrde eventualne prednosti korišćenja lignoceluloze u ishrani brojlera u tovu

Da bi se dobili naučno validni rezultati, primenjivi i u praksi, organizovan je ogled ishrane brojlera po grupno-kontrolnom sistemu u zavisnosti od količine dodate lignoceluloze u obrok za brojlere. Pri tome su praćeni i obrađeni sljedeći parametri:

1. Zdravstveno stanje i mortalitet
2. Proizvodni rezultati
  - a. Tjelesna masa
  - b. Prirast (dnevni i ukupni)
  - c. Konzumacija hrane (dnevna i ukupna)
  - d. Konverzija hrane

3. Fizička ispitivanja (težina)
  - a. Mišićni i žljezdani želudac
  - b. Tanko, debelo i slijepo crijevo
4. Elektrohemijska reakcija
  - a. Mišićni želudac
  - b. Jejunum
5. Histološka ispitivanja (duodenum, jejunum i ileum)
  - a. Dužina i širina resica
  - b. Dubina kripti
6. Mikrobiološka ispitivanja (ukupan broj bakterija)
  - a. Ileum
  - b. Cekum
7. Određivanje vlažnosti prostirke

Svi dobijeni rezultati i podaci su obrađeni i statistički analizirani u cilju izvođenja relevantnih zaključaka, a prikazani su u vidu tabela, grafikona i slika.

### **3. MATERIJAL I METOD RADA**

Ispitivanje uticaja korišćenja različitih količina purifikovane lignoceluloze u ishrani brojlera na zdravstveno stanje, proizvodne rezultate i stepen histoloških i morfoloških promjena u pojedinim segmentima digestivnog trakta izvršeno je ogledom ishrane, a zbog bolje preglednosti materija je podijeljena na poglavlja. Prilikom postavljanja plana ogleda i izbora metoda uzeti su u obzir cilj i zadaci rada, kao i poznati podatci iz literature o primjeni purifikovane lignoceluloze u tovu brojlera.

#### **4.1. Izbor materijala**

U cilju ispitivanja uticaja purifikovane lignoceluloze u ishrani brojlera na proizvodne rezultate i stepen histoloških i morfoloških promjena u pojedinim segmentima digestivnog trakta organizovan je ogled po grupno-kontrolnom sistemu na farmi Pileprom d.oo, Srbac, Republika Srpska (BiH) u trajanju od 42 dana. Za ogled je korišćeno 400 brojlera Cobb provincijencije porijeklom iz komercijalne inkubatorske stanice „Insta d.o.o, Srbac, Republika Srpska, (BiH). Ispitivanja su izvedena na jednodnevnim brojlerima oba pola prosječne tjelesne mase od 41,84 g.

#### **4.2. Držanje i hranjenje brojlera**

U toku ogleda korišćena je tehnologija držanja i ishrane brojlera koja je uobičajena na farmi u redovnoj proizvodnji uz minimalne modifikacije koje je zahtijevalo izvođenje ogleda. Postupak sa brojlerima tokom ogleda u pogledu primjene preventivnih mjera, smještaja, njege i načina hranjenja i pojenja bio je prilagođen podnom načinu uzgoja. Priprema farme u kojoj je ogled izveden izvršena je prije postavljanja ogleda. Po obavljenom mehaničkom čišćenju i sanitarnom pranju izvršena je dezinfekcija opreme i poda biodegradabilnim sredstvom sa širokim spektrom dejstva (Environ), a potom je u prostoriju unesena prostirka od slame, debljine 12 cm i postavljene hranilice i pojilice. Do sedmog dana starosti brojlera korišćene su hranilice (tacne), kao i male ručne pojilice, da bi se od 7. dana koristile velike ručne hranilice, kao i automatske nipl pojilice. Hranjenje i napajanje brojlera je bilo po volji (*ad libitum*). U toku ogleda zoohigijenski i mikroklimatski uslovi su u potpunosti odgovarali tehnološkim normativima za ovu kategoriju živine.

### **4.3. Formiranje oglada**

Prilikom formiranja oglada izvršen je pojedinačni klinički pregled brojlera, a sve odabrane jedinke su bile zdrave, vitalne i u dobroj kondiciji. Brojleri svih eksperimentalnih grupa bili su ujednačeni u pogledu tjelesne mase ( $\pm 10\%$ ). Prije početka oglada izvršene su uobičajene preventivne mjere zaštite, a tokom oglada svakodnevno je praćeno zdravstveno stanje i mortalitet oglednih jedinki.

Ogled je izveden na ukupno 400 brojlera podijeljenih u 4 grupe po 100 jedinki. Eksperiment je trajao 42 dana i bio podijeljen u tri faze. Prva faza je trajala 0-13., druga faza 14-28. i treća faza 29-42. dana. Tokom oglada praćeno je zdravstveno stanje i proizvodni rezultati brojlera sa posebnim osvrtom na stepen histoloških i morfoloških promjena u pojedinim segmentima digestivnog trakta. Četvrte nedelje oglada (28 dan), izvršeno je planirano žrtvovanje po 6 jedinki iz svake grupe i tom prilikom su uzeti uzorci pojedinih segmenata digestivnog trakta za predviđena ispitivanja.

### **4.4. Ishrana brojlera**

Sve eksperimentalne grupe su tokom oglada hranjene smješama standardnog sirovinskog sastava koje su u potpunosti zadovoljavale potrebe brojlera u svim fazama tova. Primjenjeni program ishrane obuhvatao je tri perioda tova od 1- 42. dana, tokom kojih su primjenjivane tri nutritivno različite koncentrovane smješe u peletiranom obliku: starter (od 0-13. dana, drobljeni peleti), grover (14-28. dana, peleti 3.5 cm) i finišer (29-42. dana, peleti 3,5 cm) proizvođača Rapić d.o.o, PJ Farmofit, Gradiška, Republika Srpska (BiH).. Bazalna ishrana je formulisana kako bi zadovoljila zahtjeve održavanja i rasta životinja korištenih u eksperimentu.

**Tabela 4.1.** Sirovinski sastav smješa za ishranu brojlera u tovu, (%)

Hraniva	Smješe, (%)		
	I-starter	II-grover	III-finišer
Kukuruz	40,86	46,40	44,83
Pšenica	15,00	15,00	20,00
Sojina sačma	31,10	21,86	17,75
Sojin griz	7,00	12,00	12,00
Sojino ulje	1,71	0,78	1,68
Stočna kreda	1,44	1,26	1,24
Monokalcijum fosfat	1,02	0,86	0,66
Stočna so	0,20	0,19	0,19
Soda bikarbona	0,17	0,15	0,15
Vitaminsko-mineralni dodatak	1,50	1,50	1,50
<b>Ukupno</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Osnovni zadatak ispitivanja bio je da se utvrdi uticaj ishrane brojlera u tovu smješama sa različitim količinama purifikovane lignoceluloze na zdravstveno stanje i proizvodne rezultate. Zbog toga su u smješama za ishranu oglednih grupa izvršene minimalne korekcije kako bi se postigao postavljeni cilj (tabela 1 i 2). Smješe za ogledne grupe su se razlikovale jedino u tome što je u prve dvije smješe (starter i grover) dodat preparat purifikovane lignoceluloze u količinama od 4 g/kg hrane i 6 g/kg hrane za prvu i drugu oglednu grupu, odnosno 6 g/kg za treću oglednu grupu uz smanjenje sojine sačme za 0,6%. U obrok za sve tri ogledne grupe dodat je komercijalni preparat Arbocel® (R, J. Rettenmaier & Söhne GmbH + CO. KG, Rosenberg, Njemačka) koji sadrži oko 70% kiselih deterdžentskih vlakana (ADF) i 24% kiselog deterdženta lignina (ADL).

Hemijski sastav potpunih krmnih smješa korišćenih u ishrani oglednih brojlera prikazan je u tabeli odakle se uočava da je hemijski sastav formulisan tako da sa jedne strane zadovoljava potrebe brojlera u hranljivim materijama, a sa druge strane odgovara zahtjevima koje smo postavili u ogledu.

**Tabela 4.2.** Hemijski sastav smješa za ishranu brojlera u tovu (%)

Nutrijent	Starter od 0-13 dana				Grover od 14-28 dana				Finišer od 29-42 dana
	K	O-1	O-2	O-3	K	O-1	O-2	O-3	
Metabolička energija Kcal/kg	2990	2984	2979	2985	3045	3037	3033	3040	3150
Vlaga	10,93	10,93	10,87	10,88	11,09	11,1	11,03	11,04	11,11
Ukupni pepeo	5,92	5,92	5,89	5,88	5,56	5,56	5,54	5,53	5,16
Sirovi protein	22,00	21,95	21,87	21,84	20	19,26	19,89	19,87	18,5
Sirova vlakna	3,40	3,82	3,97	3,95	3,25	3,67	3,85	3,82	3,15
Ukupne masti	5,21	5,21	5,19	5,20	5,31	5,31	5,29	5,3	6,19
Kalcijum	0,95	0,95	0,95	0,95	0,90	0,90	0,90	0,90	0,80
Fosfor ukupni	0,67	0,67	0,66	0,66	0,62	0,62	0,61	0,61	0,56
Fosfor (iskor.)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,42	0,42	0,42	0,42	0,40
Natrijum	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
Hlor	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
NFE***	52,44	52,21	52,21	52,25	54,79	55,1	54,4	54,44	55,89

Vitamin A 13500 IU, Vitamin D3 5000 IU, Vitamin E 80 IU, Vitamin K3 4 mg, Vitamin B1 4 mg, Vitamin B2 6 mg, Vitamin B6 5 mg, Vitamin B12 0.025 mg, Vitamin C 25 mg, Biotin 0.15 mg, Niacin 60 mg, Calcium pantothenate 16.5 mg, Holin hlorid 750 mg, Folic acid 2 mg, Iodine 1 mg, Selenium 0.3 mg, Iron 40 mg, Copper 20 mg, Manganese 100 mg, Zinc 80 mg, Antioxidant 125 mg, Endo-1,3(4)-beta-glucanase (4a15) EC3.2.1.6 - 152 U, Endo-1,4-beta-xylanase (4a15) EC 3.2.1.8 – 1220 U, 6-phytase (4a1640) EC3.1.3.26 – 500 FTU. Lizin u starter smješi 1,30%, grover smješi 1,18% i finišer smješi 1,06%, metionin+cistin u starter smješi 0,98%, grover smješi 0,88% i finišer smješi 0,80%, treonin u starter smješi 0,87%, grover smješi 0,80% i finišer smješi 0,72%.

#### 4.5. Metode hemijske analize

Uzorci hrane za predviđena ispitivanja uzimani su na početku svake faze ogleda, odnosno 1., 14., i 29. dana ogleda. Za uzorkovanje i pripremu hrane primjenjivani su uobičajeni postupci prema Pravilniku o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih, hemijskih i mikrobioloških analiza stočne hrane (15/1987).

Za potrebe ispitivanja hemijskog sastava hrane za ishranu brojlera biće korišćene sljedeće metode:

- Određivanje sadržaja vlage i drugih isparljivih materija (SRPS ISO 6496/2001); -
- Određivanje sadržaja sirovih proteina (SRPS ISO 5983/2001);
- Određivanje sadržaja sirove masti (SRPS ISO 6492/2001);
- Određivanje sadržaja sirove celuloze (metoda sa međufiltracijom) (SRPS ISO 6865/2004);
- Određivanje sadržaja sirovog pepela (SRPS ISO 5984/2002);
- Određivanje sadržaja kalcijuma (volumetrijska metoda) (SRPS ISO 6490-1/2001);
- Određivanje sadržaja fosfora (spektrometrijska metoda) (SRPS ISO 6491/2002);
- Određivanje bezazotnih ekstraktivnih materija (BEM)

Sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija (BEM) (%) se određuje računski prema formuli:

$BEM = 100 - (\% \text{ vlaga} + \% \text{ pepeo} + \% \text{ celuloza} + \% \text{ proteini} + \% \text{ mast})$ , (Sinovec i Ševković, 2008).

#### **4.6. Zdravstveno stanje**

Pored preventivnog programa zaštite sve ogledne jedinice su se nalazile pod stalnom veterinarsko-medicinskom kontrolom, a sve promjene zdravstvenog stanja su svakodnevno praćene i bilježene. Svakodnevna opservacija vršena je pojedinačnom i grupnom adspekcijom, a u slučaju uginuća vršen je detaljniji patoanatomski pregled. Broj uginulih brojlera i njihove tjelesne mase evidentirane su po danima uginuća za svaku grupu posebno.

#### **4.7. Proizvodni rezultati**

Kontrolna mjerenja oglednih jedinki izvršena su pojedinačno pri useljavanju jednodnevnih brojlera, kao i na kraju svake faze tova brojlera. Mjerenja su izvršena na elektronskoj vagi sa tačnošću od 1 g. Na osnovu rezultata mjerenja izračunata je prosječna tjelesna masa brojlera na kraju svake posmatrane faze, kao i na početku i kraju oglada zbirno. Iz razlika tjelesnih masa na početku i kraju svake faze izračunat je ukupni prirast, a na osnovu trajanja pojedinih faza, kao i samog oglada, ukupan i dnevni prirast.

Tokom trajanja oglada, na kraju svake faze, precizno je mjerena količina utrošene hrane za svaku grupu. Iz dobijenih podataka o utrošku hrane i prirastu izračunata je konverzija hrane i to posebno za svaku fazu, kao i za cijeli ogled.

#### **4.8. Fizička ispitivanja**

Neposredno nakon klanja (28. dan eksperimenta) i evisceracije brojlera uzeti su uzorci žljezdanog i mišićnog želuca, kao i tankog, debelog i slijepog crijeva radi utvrđivanja njihove mase. Mjerenje mase izvršeno je korišćenjem digitalne, izbaždarene vage mjernog opsega od 0,2 g.

#### **4.9. Ispitivanje elektrohemijske reakcije himusa**

Elektrohemijska reakcija himusa mjerena je potenciometrijski pH-metrom („Testo 205“) direktnim ubodom elektrode u lumen želuca i jejunuma.

#### **4.10. Histološka ispitivanja**

Neposredno poslije žrtvovanja životinja uzeti su dijelovi tankih crijeva (duodenum, jejunum i ileum) za histološka ispitivanja, po 6 uzoraka iz svake grupe. Nakon fiksiranja u pufersanom 10% formalinu i oblikovanja, uzorci su dehidrisani u rastućim koncentracijama etil alkohola, prosvijetljeni u ksilolu, infiltrirani parafinom i ukalupljeni u parafinske blokove. Isječci su sječeni na debljinu od 5-8  $\mu\text{m}$  i bojeni Majerovim hematoksilin eozinom (HE) (Disbrey and Rack, 1970) u kombinaciji sa PAS-AB (Periodic Acid – Schiff and Alcian blue) bojenjem (Yamabayashi, 1987; Smirnov i sar., 2005). Histološke analize su izvršene korišćenjem svjetlosnog mikroskopa Olympus BX53 sa objektivima uveličanja x4 i x10. Morfometrijska ispitivanja su urađena korišćenjem „Olympus cellSens“ softvera (Djolai i sar., 1998), a obuhvatala su sljedeća mjerenja: visina i širina resica i dubina kriпти. Mjerenja su izvršena na 10 nasumično odabranih vidnih polja.

#### **4.11. Mikrobiološka ispitivanja**

Na sredini (28 dana tova neposredno nakon klanja i evisceracije brojlera uzet je sadržaj ileuma i cekuma u sterilne epruvete i transportovan pri +4 °C do laboratorije gde je ispitivano



prisustvo laktobacila, *Bifidobacterium* spp., *C. Perfringens* i *E.coli*. Uzorci su rastvoreni u Ringerovom rastvoru i homogenizovani tri minute. Od homogenizovanih uzoraka pripremljena je serija razređenja do  $10^{-9}$ , odakle je po 0,1 ili 1,0 ml razređenja inakulisano po površini agara za brojenje bakterija. Za ispitivanje laktobacila korišćen je MRS agar, a inkubacija je bila pri 30 °C, 72 sata. Broj *E. coli* utvrđivan je na TBX agaru, a inkubacija je bila pri 37 °C, 24 sata. Za utvrđivanje broja klostridija korišćena je "Perfringens agar baza" sa dodatkom TSC i SFP. Podloga je inkubirana pri 35 °C, 72 sata u anaerobnim uslovima. Za brojanje *Bifidobacterium* spp. korišćena je selektivna Agar baza sa dodatkom selektivnih suplemenata "A i B". Podloga je inkubirana pri 35 °C 72 sata u anaerobnim uslovima. Broj bakterija izraslih na selektivnim podlogama prikazan je kao  $\log_{10}$  CFU po gramu sadržaja crijeva.

Za određivanje broja *Clostridium perfringens* korišćen je Perfringens agar baze sa dodatkom odgovarajućih suplemenata po preporuci proizvođača (TSC i SFP) (Oxoid, UK). Zasiijane Petri ploče inkubirane su 24 sata u anaerobnim uslovima pri temperaturi od 35 °C, nakon čega su prebrojane izrasle karakteristične kolonije.

Za određivanje broja bakterija mliječne kiseline korišćen je MRS agar (Hi Media, India). Iz svakog razblaženja, po 0,1 ml tečnosti je prenijeto na površinu MRS agara i kružnim pokretima razmazan sterilnim etalerom. Poslije toga zasiijana podloga je prelivena sa 10 ml MRS podloge u cilju stvaranja mikroaerofilnih, optimalnih uslova za rast bakterija mliječne kiseline. Petri ploče su inkubirane pri temperaturi od 30 °C tokom 72 sata, nakon čega su prebrojane izrasle kolonije.

Za određivanje broja bakterija *Bifidobacterium* spp korišćen je Bifidobacterium Selective Count Agar Base sa dodatkom preporučenih suplemenata Bifido Selective Supplement A i B (Hi Media, India). Iz svakog razblaženja, po 1 ml tečnosti prenijeto je u sterilnu Petri ploču i preliveno podlogom. Petri ploče su inkubirane pri temperaturi od 35 °C tokom 72 sata u anaerobnim uslovima, nakon čega su prebrojane izrasle kolonije.

Rezultati broja ispitivanih bakterija iskazani su kao  $\log$  CFU (Colony Forming Unit)/g intestinalnog sadržaja. Nakon izolacije bakterija rađen je katalaza test i bojenje po Gramu u cilju provjere morfoloških karakteristika.

#### **4.12. Određivanje vlažnosti prostirke**

Na 28. dan eksperimenta, iz svakog boksa uzeto je po pet uzoraka iz svih slojeva stelje (4 u blizini zidova i jedan iz sredine). Uzorci iz svake grupe su sastavljeni i temeljno izmješani, a sadržaj vlage je određen sušenjem na  $103 \pm 2$  ° C do konstantne težine (ISO 1442: 1997).

#### **4.13. Izračunavanje ekonomičnosti proizvodnje**

Na osnovu strukture obroka i cijene pojedinih sirovina izračunata je cijena koštanja jednog kilograma hrane za svaku grupu. Ekonomski pokazatelji (ekonomičnost, cijena koštanja i finansijski rezultat) izračunati su na kraju ogleđa preko ostvarene vrijednosti i troškova proizvodnje. Konstrukcija kalkulacije proizvodnje brojlerskog mesa izvršena je na osnovu strukture cijene koštanja, tako što su učešće troškova amortizacije, lični dohodak, indirektni troškovi, troškovi početne supstance i ostalih materijalnih troškova fiksni za sve grupe, a samo troškovi hrane imaju varijabilan karakter (*Tešić i sar., 2013*).

#### **4.14. Statistička obrada podataka**

Kao osnovne statističke metode u statističkoj analizi dobijenih rezultata izvedenog eksperimenta korišćeni su deskriptivni statistički parametri kao što su: aritmetička sredina, standardna devijacija, standardna greška, minimalna, maksimalna vrijednost i koeficijent varijacije. Navedeni deskriptivni statistički parametri omogućavaju opisivanje eksperimentalnih rezultata i njihovo tumačenje. Za testiranje i utvrđivanje značajnosti razlika između ispitivanih grupa korišćen je ANOVA test, a zatim su pojedinačnim Tukey testom ispitane statistički značajne razlike između pojedinih tretmana. Step en zavisnosti dva parametra iskazan je Pearson-ovim koeficijentom korelacije. Signifikantnost razlika utvrđena je nivoima značajnosti od 5% i 1%. Svi dobijeni rezultati su prikazani tabelarno i grafički. Statistička analiza dobijenih rezultata uređena je u Excel-u i statističkom paketu PrismaPad 5.00.

## 5. DOBIJENI REZULTATI

### 5.1. Hemijski sastav smješa

Hemijski sastav potpunih krmnih smješa za ishranu oglednih brojlera u tovu prikazan je u tabeli 5.1. Rezultati hemijske analize smješa za ishranu brojlera u tovu pokazuju da su iste, s jedne strane bile optimalno izbalansirane za vrstu i kategoriju kojima su namjenjene, a sa druge strane u potpunosti odgovarale zahtjevima koji su postavljeni prilikom formiranja ogleđa.

**Tabela 5.1.** Potpuni hemijski sastav hrane

Nutrijent	Starter od 0-13 dana				Grover od 14-28 dana				Finišer od 29-42 dana
	K	O-1	O-2	O-3	K	O-1	O-2	O-3	
Metabolička energija Kcal/kg	2990	2984	2979	2985	3045	3037	3033	3040	3150
Vlaga	10,93	10,93	10,87	10,88	11,09	11,1	11,03	11,04	11,11
Ukupni pepeo	5,92	5,92	5,89	5,88	5,56	5,56	5,54	5,53	5,16
Sirovi protein	22	21,95	21,87	21,84	20	19,26	19,89	19,87	18,5
Sirova celuloza	3,4	3,82	3,97	3,95	3,25	3,67	3,85	3,82	3,15
Ukupne masti	5,21	5,21	5,19	5,2	5,31	5,31	5,29	5,3	6,19
Kalcijum	0,95	0,95	0,95	0,95	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
Fosfor ukupni	0,67	0,67	0,66	0,66	0,62	0,62	0,61	0,61	0,56
Fosfor (iskoristivi)	0,44	0,44	0,44	0,44	0,42	0,42	0,42	0,42	0,40
Natrijum	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
NFE***	52,44	52,21	52,21	52,25	54,79	55,1	54,4	54,44	55,89
Lizin (ukupni)	1,30	1,30	1,30	1,30	1,18	1,18	1,18	1,18	1,06
M+C (ukupni)	0,98	0,98	0,98	0,98	0,88	0,88	0,88	0,88	0,80

Osnovni hemijski sastav (prosečan sadržaj masti, proteina, vode, celuloze, BEM-a, pepela, Ca, P) potpune smeše za ishranu brojlera I (starter), potpune smeše za ishranu brojlera II

(grover), odnosno potpune smeše za ishranu brojlera III (finišer) kontrolne i oglednih grupa, pojedinačno, nije se razlikovao izuzev količine sirove celuloze u starter (3,82; 3,97 i 3,95%) i grover smeši (3,67; 3,85 i 3,82%) koja je bila neznatno veća u oglednim grupama brojlera u odnosu na kontrolnu grupu (3,40 i 3,25%) s obzirom na dodatnu količinu preparata lignoceluloze ali nije uticala na ukupnu hranljivu vrednost smeša. Vrednost metaboličke energije za potpune smeše za ishranu brojlera I kretala se u rasponu od 2979-2990 Kcal/kg, smeše II 3033-3035Kcal/kg i smeše III 3.150 Kcal/kg. Sadržaj masti bio je veći u groveru i finišeru u odnosu na starter smešu, dok je sadržaj proteina imao sledeći opadajući niz: starter > grover > finišer.

## **5.2. Zdravstveno stanje**

Brojleri svih oglednih i kontrolne grupe bili su normalne tjelesne građe, pravilno razvijenog koštanog i mišićnog tkiva, živahnog temperamenta i dobre kondicije. Koža i vidljive sluznice bile su uobičajenog izgleda. Appetit je bio dobar kod svih eksperimentalnih grupa, a feces uobičajeno formiran za datu provenijenciju. Sposobnost aktivnog kretanja i koordinacija pokreta bili su usklađeni. Tokom oglada nije došlo do poremećaja zdravstvenog stanja i/ili ispoljavanja kliničkih znakova oboljenja.

## **5.3. Proizvodni rezultati**

### **5.3.1. Tjelesne mase brojlera u toku tova**

Kretanje tjelesne mase brojlera u ogledu prikazano je u tabeli 5.2. odakle se uočava da su brojleri na početku eksperimenta imali ujednačenu tjelesnu masu ( $41,71 \pm 1,41$ - $42,16 \pm 1,31$  g) i da nisu utvrđene statistički značajne razlike ( $p < 0,05$ ) između različitih grupa. Nakon tri sedmice tova najveću tjelesnu masu ( $826,20 \pm 118,94$  g) ostvarila je grupa brojlera (O-II) koja je putem hrane dobijala veću količinu preparata lignoceluloze i koja je bila statistički značajno veća ( $p < 0,05$ ) u odnosu na tjelesnu masu brojlera kontrolne ( $772,10 \pm 117,47$  g) i prve ogledne grupe ( $782,10 \pm 96,93$  g). Na kraju oglada, kontrolna grupa brojlera postigla je najmanju, odnosno neznatno manju telesnu masu (0,02%) u odnosu na grupu brojlera hranjenu sa manjom količinom dodate lignoceluloze. Najveću telesnu masu postigla je ogledna grupa brojlera (O-II) kojima je u hranu dodavana veća količina lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme, i to za 7,7% u odnosu na brojlere kontrolne, odnosno 7,5 i 4,6% u odnosu na brojlere

O-I i O-III grupe. Utvrđena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) između prosječne mase brojlera ogledne grupe O-II i ostalih posmatranih grupa (Tabela 5.2.)

**Tabela 5.2.** Prosečne tjelesne mase brojlera tokom eksperimenta, g

Dan mjerjenja	Grupe			
	K	O-I	O-II	O-III
$\bar{X} \pm SD$				
1.dan	41,72±1,41	42,16±1,31	41,71±1,40	41,93±1,98
21.dan	772,10±117,47 <sup>a</sup>	782,10±96,93 <sup>a</sup>	826,20±118,94 <sup>b</sup>	785,90±123,03 <sup>ab</sup>
42.dan	2420±332,15 <sup>a</sup>	2432±260,32 <sup>a</sup>	2611±266,69 <sup>b</sup>	2495±309,56 <sup>a</sup>

Legenda: ista slova <sup>a,b,c,ab</sup>  $p < 0,05$ ;

### 5.3.2. Prosječan prirast brojlera u toku tova

Prosječan prirast brojlera tokom eksperimenta prikazan je u tabeli 5.3. odakle se uočava da je dodavanje većih količina lignoceluloze u obrok rezultiralo i najvećim ostvarenim dnevnim prirastom u drugoj (784,00±118,81 g) i trećoj (743,97±117,98 g) oglednoj grupi brojlera tokom prve polovine eksperimenta. Isti trend je zadržan i u drugom dijelu eksperimenta (21-42 dan) gdje je najveći prosječan dnevni prirast ostvarila O-II grupa (1781,80±278,99 g) i koji je bio statistički značajno veći ( $p < 0,05$ ) u odnosu na ostvareni prosječni dnevni prirast kontrolne (1647,90±330,58 g) i O-I (1640,90±269,32 g) grupe, ali ne i O-III (1709,10±305,97 g) grupe brojlera. Posmatrano za cijeli ogled zbirno (1-42 dan) najmanji prosječni dnevni prirast ostvarili su brojleri kontrolne (2378,28±332,14 g), a najveći brojleri O-II (2569,29±266,50 g) grupe koji je bio statistički značajno veći u odnosu na prirast kontrolne i O-I (2389,84±263,01 g) grupe.

**Tabela 5.3.** Prosječan prirast brojlera tokom eksperimenta, g

Period tova	Grupe			
	K	O-I	O-II	O-III
$\bar{X} \pm SD$				
1-21. dana	730,38±109,44 <sup>a</sup>	739,94±98,06 <sup>a</sup>	784,49±118,81 <sup>b</sup>	743,97±117,98 <sup>a</sup>
22-42. dana	1647,90±330,58 <sup>a</sup>	1649,90±269,32 <sup>a</sup>	1784,80±278,99 <sup>b</sup>	1709,10±305,97 <sup>c</sup>
1-42. dana	2378,28±332,14 <sup>a</sup>	2389,84±263,01 <sup>a</sup>	2569,29±266,50 <sup>b</sup>	2453,07±307,11 <sup>c</sup>

Legenda: ista slova <sup>a,b,c</sup> p<0,05;

### 5.3.3 Konzumacija i konverzija hrane brojlera tokom tova

Dnevna konzumacija hrane prikazana je u tabeli 5.4. iz koje može da se vidi da je kontrolna grupa brojlera tokom eksperimenta konzumirala uobičajene količine hrane. U prvoj fazi ogleada (1-21. dan) konzumacija hrane se nije znatno razlikovala između oglednih grupa brojlera hranjenih smješama kojima je dodata različita količina preparata lignoceluloze, s tim da su brojleri O-II grupe ostvarili najveću konzumaciju hrane (1063,30 g) koja je bila za 4,1% bolja u odnosu na brojlere kontrolne, odnosno 5,0 i 4,1% u odnosu na brojlere O-II i O-III grupe. Identičan trend je utvrđen i u drugoj fazi ogleada (21-42. dan), gdje je najbolji apetit (3,254 g) utvrđen kod grupe brojlera (O-II) kojima je u hranu dodavana veća količina preparata lignoceluloze bez smanjenja učešća sojine sačme.

**Tabela 5.4.** Prosječna dnevna konzumacija tokom eksperimenta, g

Period ogleada	K	O-I	O-II	O-III
1-21. dana	51,27	50,64	52,63	51,24
22-42. dana	154,47	143,21	154,99	149,72
1-42. dana	103,02	96,93	103,81	100,48

Posmatrano za cijeli ogled zbirno, dodavanje lignoceluloze nije uticalo na konzumaciju hrane, tako da je kontrolna grupa postigla bolju konzumaciju za 6,3 i 2,5% u odnosu na O-I i O-III grupu, odnosno nižu konzumaciju za 0,80% u odnosu na O-II grupu.

**Tabela 5.5.** Ukupna konzumacija hrane tokom eksperimenta, kg

Period ogleda	K	O-I	O-II	O-III
1-21. dana	1,076	1,063	1,105	1,076
22-42. dana	3,250	3,007	3,254	3,144
1-42. dana	4,327	4,071	4,360	4,220

Prosječna konverzija hrane tokom eksperimenta prikazana je u tabeli 5.6, a iz podataka se uočava pozitivan uticaj dodavanja preparata lignoceluloze u hranu, s tim da su u prvoj fazi eksperimenta najlošiju konverziju postigli brojleri kontrolne grupe (1,394) i koja je bila za 2,5; 4,2 i 1,8% slabija u odnosu na ostvarenu konverziju brojlera O-I, O-II i O-III grupe. U drugoj fazi eksperimenta (21-42. dan) zadržan je isti trend tako da su najbolju konverziju postigli brojleri O-I (1,822), a najlošiju brojleri (1,973) kontrolne grupe. Posmatrano za cijeli period tova, od prvog do četrdeset drugog dana tova, brojleri kontrolne grupe su ostvarile i najveću konverziju (1,788) dok su brojleri oglednih grupa hranjeni smješama u kojima je dodavana različita količina lignoceluloze postigli nižu i skoro identičnu (1,673; 1,669 i 1,691) konverziju hrane u odnosu na brojlere kontrolne grupe.

**Tabela 5.6.** Konverzija hrane tokom eksperimenta, kg

Period ogleda	K	O-I	O-II	O-III
1-21. dana	1,394	1,359	1,337	1,369
22-42. dana	1,973	1,822	1,823	1,839
1-42. dana	1,788	1,673	1,669	1,691

## 5.4. Fizička ispitivanja

Statističkom analizom nije utvrđena značajna razlika ( $p < 0,05$ ) u prosječnim apsolutnim masama ispitivanih organa brojlara kao posljedica dodavanja lignoceluloze u hranu. Apsolutna masa žljezdanog želuca kretala se od  $6,67 \pm 1,63$  g kod kontrolne grupe do  $7,33 \pm 1,63$  g kod O-II ogledne grupe brojlara. Masa mišićnog želuca kretala se od  $16,17 \pm 2,23$  g kod O-II ogledne grupe brojlara do  $18,33 \pm 2,23$  g kod O-III ogledne grupe, dok je apsolutna masa crijeva bila najmanja kod kontrolne grupe ( $62,17 \pm 5,12$  g), a najveća bila kod O-II ogledne grupe brojlara ( $69,83 \pm 13,72$  g).

**Tabela 5.7.** Prosječne mase ispitivanih dijelova digestivnog trakta brojlara

Segment	Grupe			
	K	O-I	O-II	O-III
$\bar{X} \pm SD$				
Žljezdani želudac	$6,67 \pm 1,63$	$6,83 \pm 1,38$	$7,33 \pm 1,63$	$7,17 \pm 1,51$
Mišićni želudac	$17,33 \pm 1,86$	$18,00 \pm 2,45$	$16,17 \pm 2,23$	$18,33 \pm 1,63$
Crijeva	$62,17 \pm 5,12$	$63,00 \pm 4,17$	$69,83 \pm 13,72$	$66,33 \pm 6,74$

## 5.5. Elektrohemijska reakcija (pH vrijednost) himusa

Elektrohemijska reakcija himusa pojedinih segmenata digestivnog trakta prikazana je u tabeli 5.8. Dodatak lignoceluloze u obrok za brojler rezultirao je statistički značajnim razlikama ( $p < 0,05$ ) u pH vrijednostima sadržaja jejunuma između svih posmatranih grupa brojlara. Najniža pH vrijednost himusa u jejunumu ( $4,15 \pm 0,019$ ) zabilježena je kod brojlara O-II grupe i bila je za 2,2; 3,5 i 6,8% niža u odnosu na pH vrijednost himusa jejunuma brojlara O-III, O-I i kontrolne grupe.

Takođe, utvrđena je statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) između pH vrijednosti himusa mišićnog dijela želuca između svih posmatranih grupa, osim između O-I i O-III grupe brojlara. Najniža pH vrijednost himusa utvrđena je u mišićnom dijelu želuca brojlara O-II grupe ( $4,59 \pm 0,021$ ) i bila je niža za 0,9; 1,2 i 3,9% u odnosu na pH vrijednost himusa mišićnog dijela želuca O-III; O-I i kontrolne grupe brojlara.



**Tabela 5.8.** Elektrohemijska reakcija ( pH vrijednost) u pojedinim segmentima digestivnog trakta brojlera

Parametar	Grupe			
	K	O-I	O-II	O-III
$\bar{X} \pm SD$				
Želudac	4,31±0,024 <sup>a</sup>	4,20±0,018 <sup>b</sup>	4,15±0,019 <sup>c</sup>	4,19±0,014 <sup>b</sup>
Jejunum	4,90±0,023 <sup>a</sup>	4,75±0,019 <sup>b</sup>	4,59±0,021 <sup>c</sup>	4,69±0,021 <sup>d</sup>

Legenda: ista slova<sup>a,b,c,d</sup> p<0,05;

## 5.6. Histološka ispitivanja

U tabeli 5.9. prikazani su rezultati morfometrijskih ispitivanja duodenuma, jejunuma i ileuma kod posmatranih grupa brojlera tokom eksperimenta. Crijevne resice ispitivanih segmenta tankog crijeva brojlera hranjenih obrokom sa dodatih 0,6% lignoceluloze (O-II i III) bile su više i šire u poređenju sa grupom brojlera hranjenih obrokom sa 0,4% lignoceluloze (O-I) i kontrolnom grupom. Takođe, i na dubinu kripte uticalo je dodavanje preparata lignoceluloze, sa značajnom razlikom (p <0,05) između grupa brojlera sa dodatim većim procentom lignoceluloze (O-II i O-III) u odnosu na kontrolnu grupu.

### *Duodenum*

Morfometrijska ispitivanja duodenuma prikazana u tabeli 5.9. pokazuju da je najveća prosječna visina crijevnih resica utvrđena kod brojlera O-III grupe (1574,00±148,60 µm) koja je bila statistički značajno veća (p<0,05) u odnosu na visine resica kontrolne (1330±126,48 µm), O-I (1380±91,59 µm) i O-II grupe (1434±284,52 µm) brojlera.

Takođe, utvrđeno je da crijevne resice ogledne O-III grupe imaju i najveću širinu (108,1±5,69 µm) i da su statistički značajno (p<0,05) veće od širine crijevnih resica ostalih posmatranih grupa brojlera koja se kretala od 96,7±11,59 µm (K grupa) do 105,7±18,06 µm (O-I i O-II grupa).

Ogledna O-III grupa brojlera bilježi i najveću dubinu crijevnih kripti ( $168,2 \pm 26,17 \mu\text{m}$ ) a koja je statistički značajno ( $p < 0,05$ ) veća od dubine crijevnih kripti kontrolne ( $132,1 \pm 20,75 \mu\text{m}$ ) i ogledne O-I grupe brojlera ( $134,0 \pm 29,26 \mu\text{m}$ ).

**Tabela 5.9.** Morfometrijske karakteristike duodenuma ( $\mu\text{m}$ )

Parametri	Grupe			
	K	O-I	O-II	O-III
	$\bar{X} \pm \text{SD}$			
VR	$1330,0 \pm 126,48^a$	$1380,0 \pm 91,59^a$	$1434,0 \pm 284,52^a$	$1574,0 \pm 148,60^b$
ŠR	$96,7 \pm 11,59^{ab}$	$105,7 \pm 18,06^b$	$105,7 \pm 13,46^b$	$108,1 \pm 5,69^c$
DK	$132,1 \pm 20,75^a$	$134,0 \pm 29,26^a$	$156,6 \pm 20,36^b$	$168,2 \pm 26,17^b$

Legenda: ista slova <sup>a,b,c,ab</sup>  $p < 0,05$ ;

### **Jejunum**

Morfometrijska ispitivanja jejunuma prikazana u tabeli 5.10. pokazuju da ne postoji statistički značajna razlika u prosječnoj visini crijevnih resica između posmatranih grupa brojlera. Dodavanje preparata lignoceluloze pozitivno je uticalo na prosječnu visinu resica jejunuma tako da je najveća visina utvrđena kod brojlera O-III ( $984,8 \pm 199,83 \mu\text{m}$ ) i O-II grupe ( $892,6 \pm 145,08 \mu\text{m}$ ), a najmanja ( $871,4 \pm 137,07 \mu\text{m}$ ) kod brojlera kontrolne grupe.

Rezultati mjerenja pokazuju da crijevne resice jejunuma ogledne O-III grupe brojlera imaju najveću širinu ( $102,1 \pm 27,08 \mu\text{m}$ ) koja je statistički značajno ( $p < 0,05$ ) veća od širine crijevnih resica kontrolne ( $77,2 \pm 10,60 \mu\text{m}$ ), O-I ( $81,4 \pm 12,57 \mu\text{m}$ ) i O-II ( $87,6 \pm 17,45 \mu\text{m}$ ) grupe brojlera.

Ogledna (O-III) grupa brojlera bilježi i najveću dubinu crijevnih kripti jejunuma ( $156,3 \mu\text{m}$ ), a koja je statistički značajno ( $p < 0,05$ ) veća od dubine crijevnih kripti jejunuma ostalih posmatranih grupa brojlera. Najmanja dubina crijevnih kripti jejunuma ( $131,9 \pm 10,02 \mu\text{m}$ ) utvrđena je kod brojlera kontrolne grupe, i bila je za 3,8; 10,1 i 18,5% manja u odnosu na prosječnu dubinu crijevnih kripti jejunuma O-I, O-II i O-III grupe brojlera.

**Tabela 5.10.** Morfometrijske karakteristike jejunuma ( $\mu\text{m}$ )

Parametri	Grupe			
	K	O-I	O-II	O-III
	$\bar{X} \pm \text{SD}$			
VR	871,4 $\pm$ 137,07 <sup>a</sup>	873,4 $\pm$ 316,94 <sup>a</sup>	892,6 $\pm$ 145,08 <sup>a</sup>	984,8 $\pm$ 199,83 <sup>a</sup>
ŠR	77,2 $\pm$ 10,60 <sup>a</sup>	81,4 $\pm$ 12,57 <sup>a</sup>	87,6 $\pm$ 17,45 <sup>a</sup>	102,1 $\pm$ 27,08 <sup>b</sup>
DK	131,9 $\pm$ 10,02 <sup>a</sup>	137,0 $\pm$ 13,48 <sup>ab</sup>	145,2 $\pm$ 8,94 <sup>b</sup>	156,3 $\pm$ 8,71 <sup>c</sup>

Legenda: ista slova <sup>a,b,c,ab</sup>  $p < 0,05$ ;

### *Ileum*

Prosječna visina crijevnih resica ileuma bila je statistički značajno manja ( $p < 0,05$ ) kod brojlera kontrolne grupe (630,1 $\pm$ 66,75  $\mu\text{m}$ ) u odnosu na prosječnu visinu crijevnih resica O-I (702,9 $\pm$ 104,16  $\mu\text{m}$ ), O-II (731,4 $\pm$ 119,13  $\mu\text{m}$ ) i O-III (741,2 $\pm$ 116,86  $\mu\text{m}$ ) grupe brojlera, tabela 5.11.

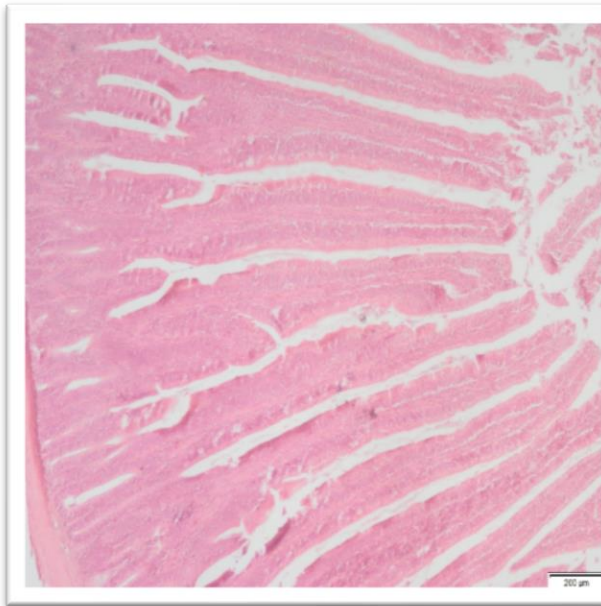
Utvrđeno je da crijevne resice ileuma ogledne O-III grupe imaju najveću širinu (91,5 $\pm$ 13,35  $\mu\text{m}$ ) i da su statistički značajno ( $p < 0,05$ ) veće u odnosu na širinu crijevnih resica kontrolne (70,3 $\pm$ 9,60  $\mu\text{m}$ ) i O-I (82,5 $\pm$ 5,64  $\mu\text{m}$ ) ogledne grupe, s tim da nije utvrđena statistički značajna razlika u odnosu na širinu resica ileuma O-II (88,9 $\pm$ 11,84  $\mu\text{m}$ ) ogledne grupe brojlera.

Posmatrajući dubinu crijevnih kripti Ileuma utvrđena je statistički značajna razlika između brojlera kontrolne grupe, koja je imala i najmanju prosječnu dubinu (131,2 $\pm$ 22,87  $\mu\text{m}$ ), i oglednih grupa brojlera kojima je dodavana lignoceluzna. Ogledne grupe brojlera kojima je dodavana veća količina lignoceluloze (O-II i O-III) imale su i najveću dubinu kripti ileuma (145,6 $\pm$ 15,77  $\mu\text{m}$ ) i bile su za 3,4, odnosno 10,9 % dublje u odnosu na dubinu kripti brojlera O-I i kontrolne grupe brojlera.

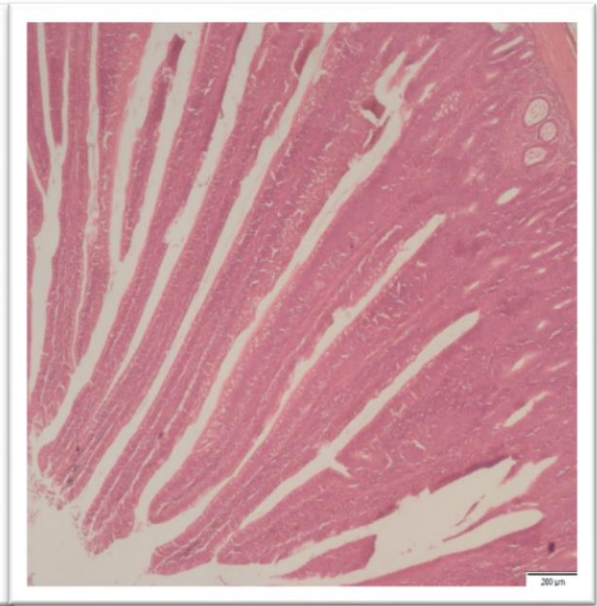
**Tabela 5.11.** Morfometrijske karakteristike ileuma ( $\mu\text{m}$ )

Parametri	Grupe			
	K	O-I	O-II	O-III
	$\bar{X} \pm \text{SD}$			
VR	630,1 $\pm$ 66,75 <sup>a</sup>	702,9 $\pm$ 104,16 <sup>b</sup>	731,4 $\pm$ 119,13 <sup>b</sup>	741,2 $\pm$ 116,86 <sup>b</sup>
ŠR	70,3 $\pm$ 9,60 <sup>a</sup>	82,5 $\pm$ 5,64 <sup>b</sup>	88,9 $\pm$ 11,84 <sup>bc</sup>	91,5 $\pm$ 13,35 <sup>c</sup>
DK	131,2 $\pm$ 22,87 <sup>a</sup>	140,7 $\pm$ 15,77 <sup>ab</sup>	145,6 $\pm$ 11,65 <sup>b</sup>	145,6 $\pm$ 20,01 <sup>b</sup>

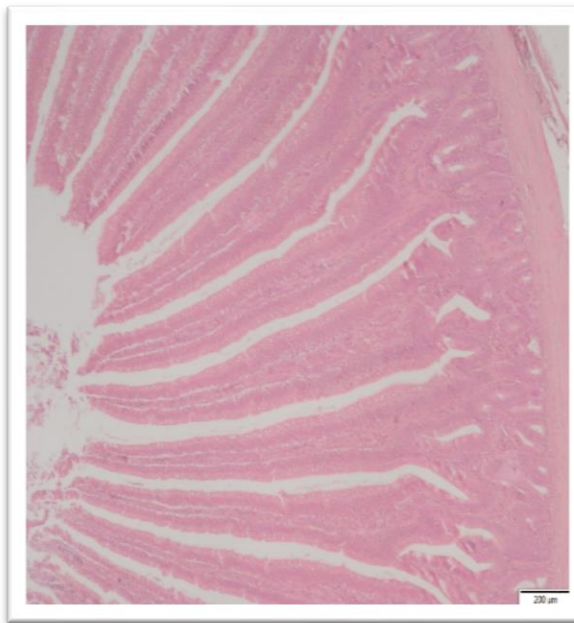
Legenda: ista slova <sup>a,b,c,ab,bc</sup>  $p < 0,05$ ;



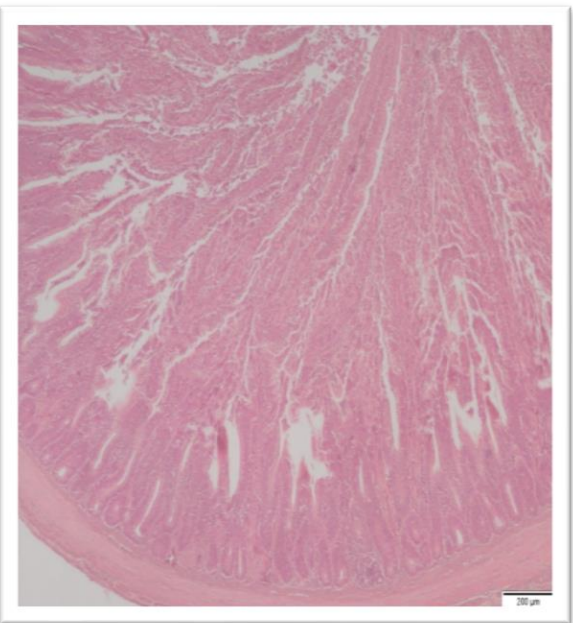
K grupa



b) O-I grupa

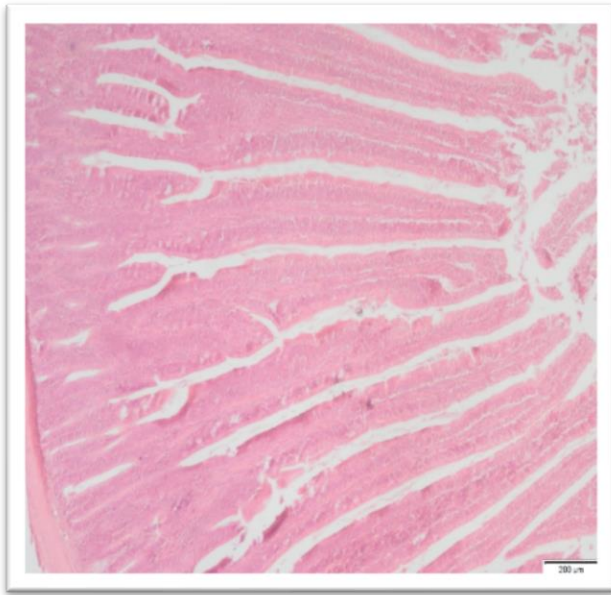


c) O-II grupa

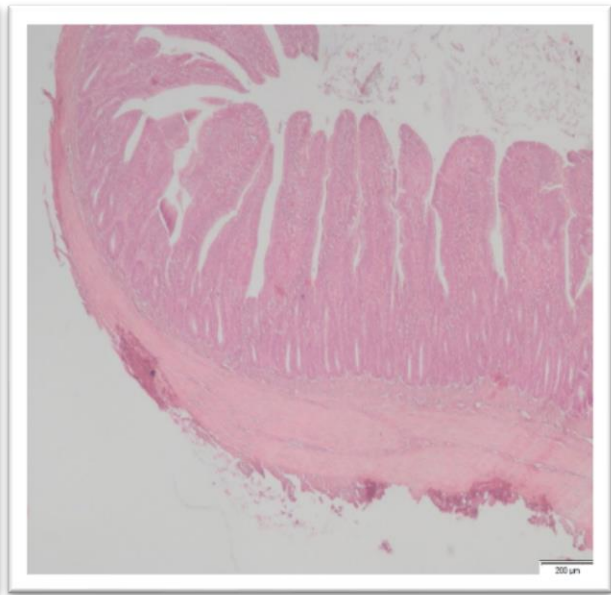


d) O-III grupa

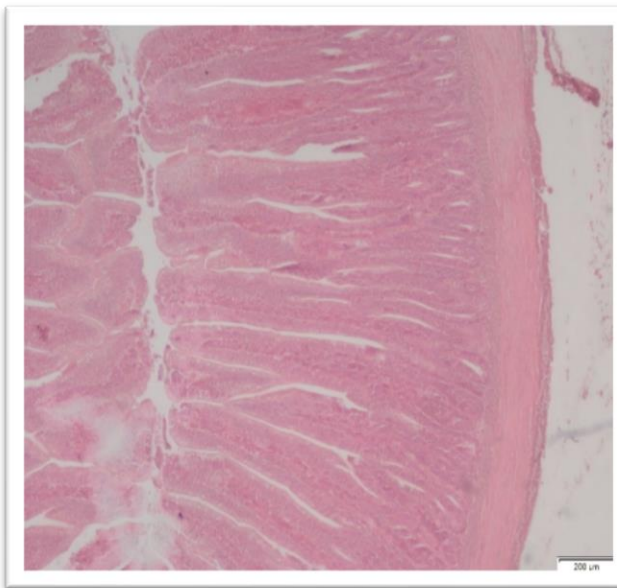
**Slika 6.1.** Crijevne recice u duodenumu brojlera K (a), O-I (b), O-II (c) i O-III (d) grupa; HE,x40



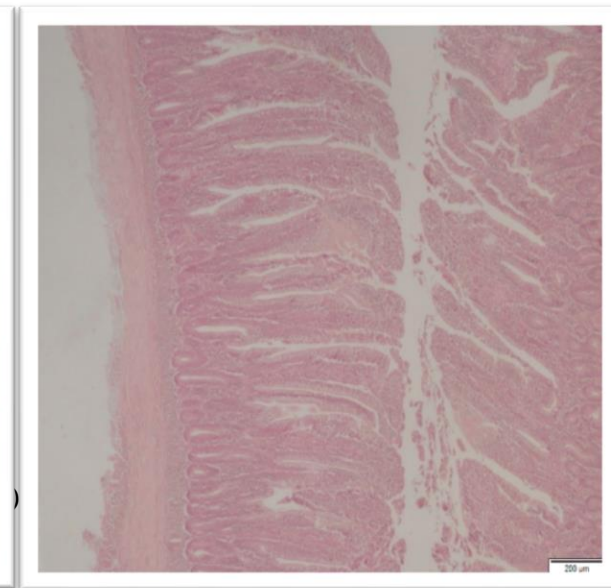
K grupa



b) O-I grupa



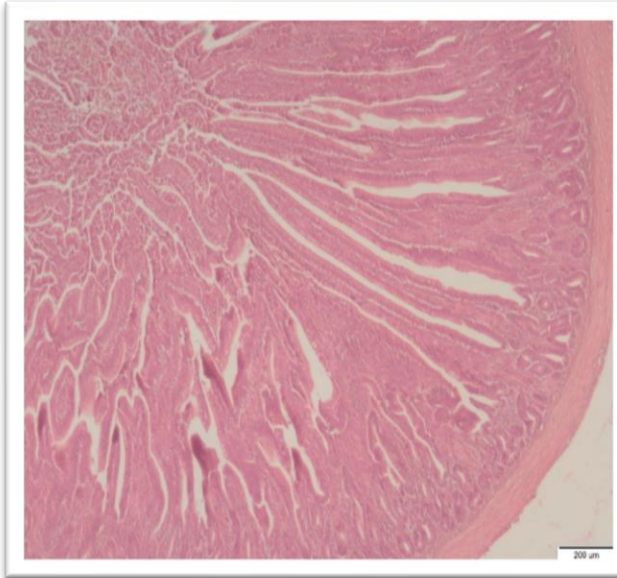
c) O-II grupa



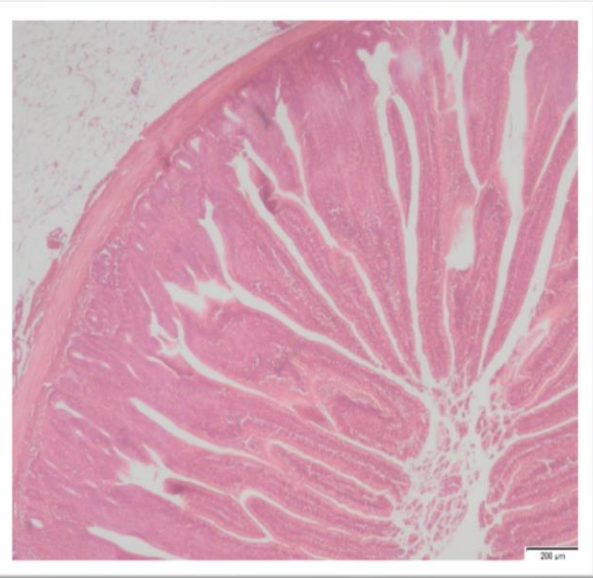
d) O-III grupa

**Slika 6.1.** Crijevne resice u ileumu brojlera K (a), O-I (b), O-II (c) i O-III (d) grupa; HE,x40

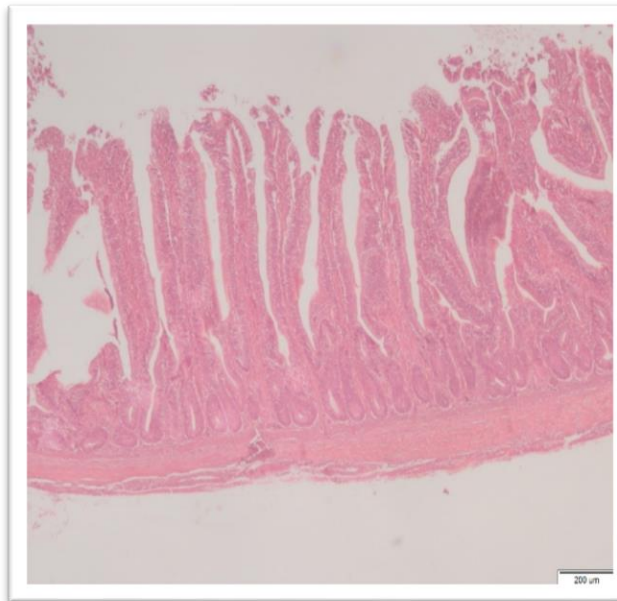




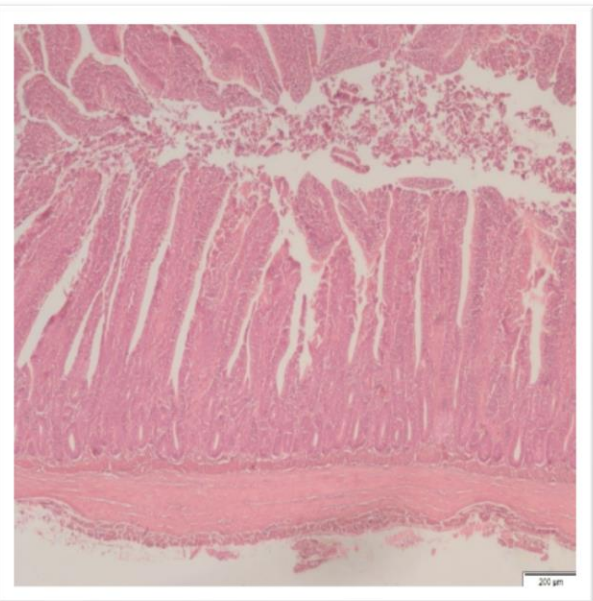
K grupa



b) O-I grupa



c) O-II grupa



d) O-III grupa

**Slika 6.1.** Crijevne resice u jejunumu brojlera K (a), O-I (b), O-II (c) i O-III (d) grupa; HE, x40

## 5.7. Mikrobiološka ispitivanja

U Tabeli 5.12. i 5.13. prikazan je prosječan broj korisnih i potencijalno patogenih bakterija u tankom i slijepom crijevu ispitivanih grupa brojlera. Najmanji broj korisnih vrsta bakterija (*Lactobacilus spp.* i *Bifidobacterium spp.*) utvrđen je u ileumu ( $5,85 \pm 0,14$  i  $5,61 \pm 0,35$ ) i cekumu ( $6,89 \pm 0,15$  i  $6,63 \pm 0,21$ ) brojlera kontrolne grupe. Uočljiv je pozitivan efekat dodavanja lignoceluloze u hranu za brojlere obzirom da je najveći broj korisnih vrsta mikroorganizama (*Lactobacilus spp.* i *Bifidobacterium spp.*) u ileumu i cekumu utvrđen u grupi brojlera (O-II) koji su hranjeni obrokom kome je dodavana veća količina lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme.

Prosječan broj *Laktobacilusa* u cekumu i ileumu ispitivanih grupa bio je najveći kod brojlera O-II grupe ( $6,81 \pm 0,19$  i  $7,52 \pm 0,17$ ) i bio je statistički značajno veći ( $p < 0,05$ ) od prosječnog broja *Laktobacilusa* u kontrolnoj ( $5,85 \pm 0,14$  i  $6,89 \pm 0,15$ ) odnosno O-I grupi brojlera ( $6,21 \pm 0,19$  i  $7,21 \pm 0,22$ ). Takođe, utvrđen je najveći prosječan broj *Bifidobakterija* i u tankom ( $6,82 \pm 0,19$ ) i slijepom crijevu ( $7,38 \pm 0,33$ ) brojlera O-II grupe koji je statistički bio značajno veći u odnosu na utvrđen broj *Bifidobacterium spp.* u kontrolnoj ( $5,61 \pm 0,23$  i  $6,63 \pm 0,21$ ) i O-I grupi brojlera ( $6,32 \pm 0,13$  i  $7,03 \pm 0,12$ ).

**Tabela 5.12.** Prosječan ukupan broj korisnih bakterija u digestivnom traktu brojlera (log CFU/g)

Bakterijske grupe	Grupe brojlera			
	K	O-I	O-II	O-III
<b>LAB</b>	$\bar{X} \pm SD$			
Ileum	$5,85 \pm 0,14^a$	$6,21 \pm 0,22^b$	$6,81 \pm 0,23^c$	$6,71 \pm 0,26^c$
Caeca	$6,89 \pm 0,15^a$	$7,21 \pm 0,19^b$	$7,52 \pm 0,17^c$	$7,50 \pm 0,18^c$
<b><i>Bifidobacterium</i></b>	$\bar{X} \pm SD$			
Ileum	$5,61 \pm 0,23^a$	$6,32 \pm 0,13^b$	$6,82 \pm 0,19^c$	$6,75 \pm 0,27^c$
Caeca	$6,63 \pm 0,21^a$	$7,03 \pm 0,12^b$	$7,38 \pm 0,33^c$	$7,31 \pm 0,14^{bc}$

Legenda: ista slova <sup>a,b,c,bc</sup>  $p < 0,05$ ;

Posmatrajući dobijene rezultate mjerenja potencijalno patogenih vrsta bakterija (*E. Coli* i *C. Perfringens*) u tankom i slijepom crijevu evidentan je pozitivan efekat dodavanja lignoceluloze u hranu za brojlere obzirom da je najveći broj posmatranih bakterija utvrđen kod brojlera kontrolne grupe. U ileumu i cekumu brojlera kontrolne grupe utvrđen je najveći broj *E. Coli* ( $6,32 \pm 0,22$  i  $7,05 \pm 0,14$ ) koji je bio statistički značajno veći ( $p < 0,05$ ) u odnosu na utvrđen prosječan broj *E coli* kod brojlera O-I ( $5,81 \pm 0,06$  i  $6,62 \pm 0,06$ ), O-II ( $5,45 \pm 0,09$  i



6,26±0,15), odnosno O-III (5,49±0,07 i 6,30±0,09) grupe brojlera. U grupi brojlera (O-II) hranjenih obrokom sa većom količinom lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme utvrđen je najmanji broj *E. Coli* i u ileumu (5,45±0,09) i u cekumu (6,26±0,15).

Najmanji prosječan broj bakterija *C. perfringens* utvrđen je kod ogledne O-III grupe brojlera u tankom (4,55±0,14) i slijepom (4,81±0,22) crijevu. Najveći broj bakterija ove vrste zabilježen je kod kontrolne grupe brojlera i to 5,19±0,20 u tankom i 5,60±0,35 u slijepom crijevu koji je bio statistički značajno veći ( $p<0,05$ ) u odnosu na prosječan broj bakterija *C. perfringens* i u tankom i u slijepom crijevu brojlera O-I (4,86±0,25 i 5,01±0,16), O-II (4,59±0,13 i 4,89±0,32), odnosno O-III (4,55±0,14 i 4,81±0,22) grupe brojlera.

**Tabela 5.13.** Prosečan broj posmatranih bakterija u digestivnom traktu brojlera (logCFU/g)

Bakterijske grupe	Grupe brojlera			
	K	O-I	O-II	O-III
<i>E. coli</i>	$\bar{X} \pm SD$			
Ileum	6,32±0,22 <sup>a</sup>	5,81±0,06 <sup>b</sup>	5,45±0,09 <sup>c</sup>	5,49±0,07 <sup>c</sup>
Caeca	7,05±0,14 <sup>a</sup>	6,62±0,06 <sup>b</sup>	6,26±0,15 <sup>c</sup>	6,30±0,09 <sup>c</sup>
<i>C. perfringens</i>	$\bar{X} \pm SD$			
Ileum	5,19±0,20 <sup>a</sup>	4,86±0,25 <sup>b</sup>	4,59±0,13 <sup>bc</sup>	4,55±0,14 <sup>c</sup>
Caeca	5,60±0,35 <sup>a</sup>	5,01±0,16 <sup>b</sup>	4,89±0,32 <sup>b</sup>	4,81±0,22 <sup>b</sup>

Legenda: ista slova <sup>a,b,c,bc</sup>  $p<0,05$ ;

## 5.8. Određivanje vlažnosti prostirke

Na osnovu dobijenih rezultata statističke analize utvrđeno da je dodavanje veće količine lignoceluloze u hranu za brojlere rezultiralo nižom prosječnom vlažnošću prostirke kod brojlera O-II (21,98±1,67%) i O-III (24,10±1,81%) grupe u odnosu na brojlere kontrolne grupe (29,32±1,73%) i brojlera prve ogledne grupe (26,56±2,42%) koja je putem hrane dobijala nižu količinu lignoceluloze.

Prosječna vlažnost prostirke brojlera O-II i O-III grupe bila je statistički značajno ( $p<0,05$ ) niža od prosječne vlažnosti prostirke brojlera kontrolne grupe, a utvrđena je i statistički značajna razlika ( $p<0,05$ ) između prosječne vlažnosti prostirke brojlera O-II i O-I grupe.

**Tabela 5.14.** Prosječna vlažnost prostirke, %

Parametar	Grupe			
	K	O-I	O-II	O-III
$\bar{X} \pm SD$				
Vlažnost	29,32±1,73 <sup>a</sup>	26,56±2,42 <sup>ab</sup>	21,98±1,67 <sup>c</sup>	24,10±1,81 <sup>bc</sup>

Legenda: ista slova<sup>a,c,ab,bc</sup> p<0,05;

## 5.9. Izračunavanje ekonomičnosti proizvodnje

Ukupna potrošnja hrane za sve eksperimentalno posmatrane grupe brojlera prikazana je u Tabeli 5.15. Ukupna potrošnja hrane kontrolne grupe iznosila je 432,60 kg, O-I grupe 407,10, O-II grupe 436,00 kg i O-III grupe 422,30 kg. Cijena hrane kontrolne i oglednih grupa se razlikovala zbog dodatka preparata lignoceluloze u hranu oglednih grupa, i iznosila je 0,35 €/kg za kontrolnu, odnosno 0,36 €/kg za ogledne grupe brojlera. Iz naprijed navedenih razloga, ukupna cijena hrane je bila različita i iznosila je 151,41 €/kg kod kontrolne, 146,55 €/kg kod O-I, 156,96 €/kg kod O-II, odnosno 152,02 €/kg kod O-III grupe.

Ukupni troškovi dobijeni su kao proizvod ukupne potrošnje i cijene hrane po jednom kilogramu. Fiksni troškovi (rad zaposlenih i amortizacija) bili su identični su za sve četiri posmatrane grupe brojlera i iznosili su 40,00 €, odnosno 13,38% od prosječne vrijednosti sve četiri grupe brojlera.

**Tabela 5.15.** Parametri ekonomičnosti proizvodnje brojlera

Grupa	Parametri				
	Ukupna potrošnja hrane (kg)	Cijena €/kg	Ukupna cijena hrane (€)	Fiksni troškovi (€)	Ukupna masa brojlera (kg)
K	432,60	0,35	151,41	40,00	242,00
O-1	407,10	0,36	146,55	40,00	243,20
O-2	436,00	0,36	156,96	40,00	261,40
O-3	422,30	0,36	152,02	40,00	250,20

Zbirom troškova hrane i fiksnih troškova dobijeni su ukupni troškovi proizvodnje koji za kontrolnu grupu iznosili 191,41 €, O-I grupu 186,55 €, O-II grupu 196,96 € i O-III grupu 192,02 € (Tabela 11.)

Kao proizvod ukupne mase brojlera na kraju eksperimenta i tržišne cijene žive mase brojlera (1,2 €/kg) izračunata je ukupna vrijednost proizvodnje koja je za K grupu iznosila 290,40 €, O-I grupu 291,84 €, O-II grupu 313,68 € i O-III grupu 300,24 €.

Ukupan finansijski rezultat dobijen je kao razlika vrijednosti proizvodnje i ukupnih troškova (fiksni troškovi i cijena hrane). Finansijski rezultat bio je pozitivan za sve četiri posmatrane grupe brojlera i iznosio je 98,99 € za K grupu, 105,29 € za O-I grupu, 116,72 € za O-II grupu i 108,22 € za O-III grupu.

Stavljajući u omjer ukupne troškove i masu svake grupe brojlera izračunata je cijena koštanja jednog kilograma žive mase brojlera, koja je za K grupu iznosila 1,01 €/kg, O-I grupu 0,95 €/kg, O-II grupu 0,86 €/kg i O-III grupu 0,92 €/kg.

Koeficijent ekonomičnosti, kao odnos ukupne vrijednosti proizvodnje i ukupnih troškova, po posmatranim grupama brojlera iznosio je 1,52 za K grupu, 1,56 za O-I grupu, 1,59 za O-II grupu i 1,56 za O-III grupu.

Najmanje troškove proizvodnje ostvarila je O-I grupa brojlera (186,55 €/kg) koji su bili za 2,54% manji u odnosu na troškove kontrolne grupe, dok je najveće troškove proizvodnje zabeležila O-II grupa (196,96 €/kg) koji su za 2,90% bili veći od troškova kontrolne grupe brojlera.

Najveću vrijednost proizvodnje evidentirana je kod O-II ogledne grupe brojlera (313,68 €) koja je bila veća za 8,02% u odnosu na kontrolnu grupu brojlera (290,40 €) koja je ostvarila i najmanju vrijednost proizvodnje.

Sumirajući posmatrane ekonomske pokazatelje, najbolji finansijski rezultat zabilježila je grupa brojlera (O-II) koja je putem hrane dobijala veću količinu preparata lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme (116,72 €), i koji je za 17,91% bio bolji u odnosu na kontrolnu grupu brojlera koja je zabijeležila i najlošiji finansijski rezultat među svim posmatranim grupama.

Također, najbolju cijenu koštanja kilograma žive mase brojlera postigla je O-II ogledna grupa (0,86 €/kg), a koja je bila manja za 15,15% u odnosu na cijenu koštanja brojlera kontrolne grupe koja bijeleži najlošiji rezultat (1,01 €/kg).

Najveću isplativost poslovanja imala je ogledna grupa O-II, što pokazuje najbolji koeficijent ekonomičnosti od 1,59 a koji je veći za 4,97% od koeficijenta kontrolne grupe, koji je ujedno i najlošiji među svim posmatranim grupama brojlera.

**Tabela 5.16.** Finansijski pokazatelji ostvareni po grupama

Rezultat	Grupa							
	K		O-I		O-II		O-III	
	eura	indeks	eura	indeks	eura	indeks	eura	indeks
Ukupni troškovi	191,41	100,00	186,55	97,46	196,96	102,90	192,02	100,32
Vrijednost proizvodnje	290,40	100,00	291,84	100,50	313,68	108,02	300,24	103,39
Finansijski rezultat	98,99	100,00	105,29	106,36	116,72	117,91	108,22	109,32
Cijena koštanja/kg	1,01	100,00	0,95	94,06	0,86	84,85	0,92	91,09
Koeficijent Ekonomičnosti	1,52	100,00	1,56	103,11	1,59	104,97	1,56	103,06

## 6. DISKUSIJA

U cilju bolje preglednosti poglavlje diskusija je podjeljeno na podpoglavlja prema postavljenom cilju i zadacima istraživanja. Zadatak ovog rada bio je da se ispita uticaj purifikovane lignoceluloze dodate u hranu za brojlere na zdravstveno stanje, proizvodne rezultate i stepen histoloških i morfoloških promjena u pojedinim segmentima digestivnog trakta. Dobijeni rezultati eksperimentalnih grupa su poređeni međusobno, kao i u odnosu na literaturne podatke.

### 6.1. Hemijski sastav smješa

Smješe korišćene u izvedenom ogledu su formulisane korišćenjem standardnih hraniva u kvantitativnom odnosu koji je uobičajen u ishrani brojlera u tovu u našim uslovima. Tokom izvedenog ogleda brojleri su hranjeni potpunim krmnim smješama za ishranu brojlera u tovu standardnog sirovinskog i hemijskog sastava. Korištene su tri smješe, potpuna smješa za ishranu brojlera I (starter), potpuna smješa za ishranu brojlera II (grover) i potpuna smješa za ishranu brojlera III (finišer), koje su u potpunosti zadovoljavale potrebe brojlera u svim fazama tova (NRC, 1998).

Prema planu istraživanja u smješe za ogledne grupe brojlera dodavana je purifikovana lignoceluloza, a smješa za ishranu kontrolne grupe nije sadržavala nikakav aditiv (dodatak).

Kontrolna grupa brojlera (K) dobijala je hranu standardnog sirovinskog i hemijskog sastava bez dodatka preparata purifikovane lignoceluloze. Prva ogledna grupa (O-I) dobijala je hranu standardnog sirovinskog i hemijskog sastava sa dodatkom 4 g/kg hrane (0,4%) preparata lignoceluloze u prve dvije smješe (starter i grover). Druga ogledna grupa (O-II) je dobijala hranu standardnog sirovinskog i hemijskog sastava sa dodatkom 6 g/kg hrane (0,6%) preparata lignoceluloze u prve dvije smješe (starter i grover). Treća ogledna grupa (O-III) je dobijala hranu standardnog sirovinskog i hemijskog sastava sa dodatkom 6 g/kg hrane (0,6%) preparata lignoceluloze u prve dvije smješe, s tim da je količina sojine sačme u obe smješe (starter i grover) bila smanjena za 6g/kg ili (0,6%).

Na osnovu rezultata hemijske analize utvrđeno je da je najveći sadržaj proteina bio u potpunoj krmnoj smješama za ishranu brojlera prve, zatim u smješama za ishranu brojlera druge, a najmanji u smješama smješi za ishranu brojlera treće ogledne grupe. Umanjenje učešća sojine sačme za 0,6% u starter i grover smješi za O-III grupu minimalno je uticao na smanjenje

ukupne količine proteina u navedenim smješama, s tim da je količina posmatranih aminokiselina bila identična u svim eksperimentalnim grupama bez obzira na redukciju učešća sojine sačme u trećoj oglednoj grupi. Sa druge strane, najveći sadržaj energije utvrđen je u smješama za ishranu brojlera treće, a najmanji u smješama za ishranu brojlera prve ogledne grupe. U smješama kontrolne i posmatranih oglednih grupa prosječan sadržaj masti, vlage, celuloze, kalcijuma i fosfora se povećavao sa fazom tova, dok se količina pepela smanjivala.

Nerastvorljiva vlakna imaju pozitivan uticaj i na iskorišćavanje hranljivih materija, tako da su Shivus i Denstadli (2010) utvrdili da prisustvo nerastvorljivih vlakana u obroku produžava vrijeme zadržavanja hrane u mišićnom djelu želuca što povećava efikasnost egzogenih (dodatih) enzima. Prije svega, opisani efekat bi trebalo da bude izražen u varenju proteina, obzirom da je prvi korak u njihovom varenju hidroliza u želudcu pod dejstvom želudačne kiseline. Slične rezultate vezane za aktivnost proteolitičkih enzima i povećanu svarljivost aminokiselina utvrdili su i Yokhana i sar., (2014). U prosjeku dodavanje 0,8% lignoceluloze u obrok za brojlere je povećavalo svarljivost esencijalnih aminokiselina za 5,8%, na osnovu čega je izračunata matrična vrjednost za netopljivu CFC koja omogućava smanjenje količine sojine sačme prilikom optimalizacije obroka.

## **6.2. Zdravstveno stanje**

Upotreba purifikovane lignoceluloze u ishrani životinja se zasniva na činjenici da samo zdrav organizam može u potpunosti da ispolji genetski potencijal proizvodnih svojstava. Tokom oglada nije došlo do poremećaja zdravstvenog stanja i ispoljavanja kliničkih znakova oboljenja, dok je uginuće bilo u okviru tehnoloških predviđanja selekcijske kuće. Brojleri svih ispitivanih grupa bili su skladne tjelesne građe, pravilno razvijenog koštanog i mišićnog tkiva, živahnog temperamenta i dobre kondicije. Perje, koža i vidljive sluznice bile su uobičajenog izgleda. Apetit je bio dobar, a feces uobičajeno formiran. Sposobnost aktivnog kretanja i koordinacija pokreta bili su usklađeni, a mišićni tonus normalno izražen. S obzirom na opisano zdravstveno stanje, dobijeni rezultati se mogu prihvatiti sa velikom verovatnoćom kao objektivni.

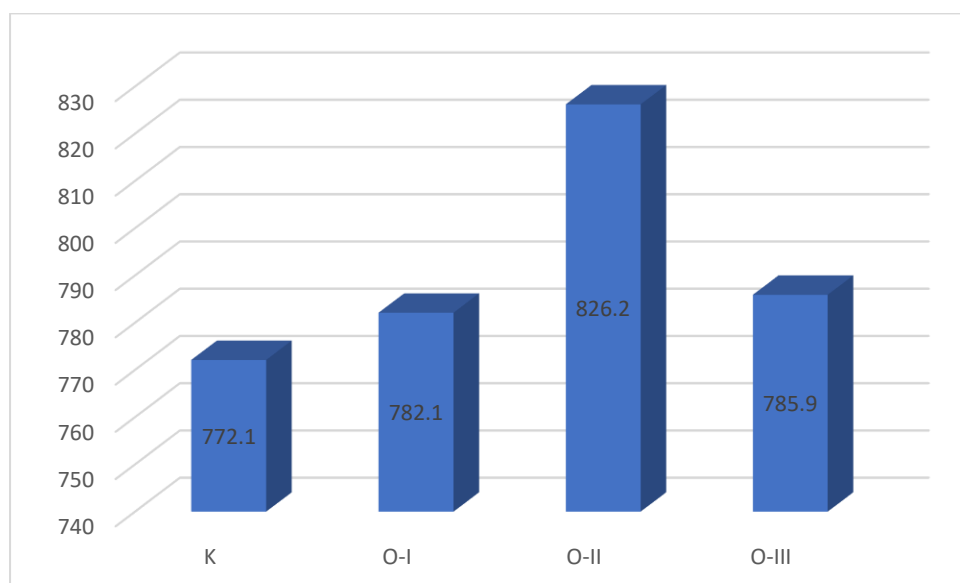
### 6.3. Uticaj dodavanja purifikovane lignoceluloze na proizvodne rezultate brojlera u tovu

#### 6.3.1. Tjelesne mase brojlera u toku tova

Prosječne tjelesne mase brojlera na početku ogleda bile su uniformne, u okviru tehnoloških normativa hibrida i kretale su se, između grupa, u intervalu od 41,71-42,16 g. Nije bilo statistički značajnih razlika ( $p>0,05$ ) u tjelesnoj masi između ispitivanih grupa na početku ogleda, čime je ispunjen preduslov uniformnosti grupa koji je omogućio precizno tumačenje naknadno ostvarenih proizvodnih rezultata.

Analizirajući podatke dobijene mjerenjem tjelesnih masa brojlera oglednih grupa može se uočiti pozitivni uticaj dodavanja purifikovane lignoceluloze u ishrani brojlera

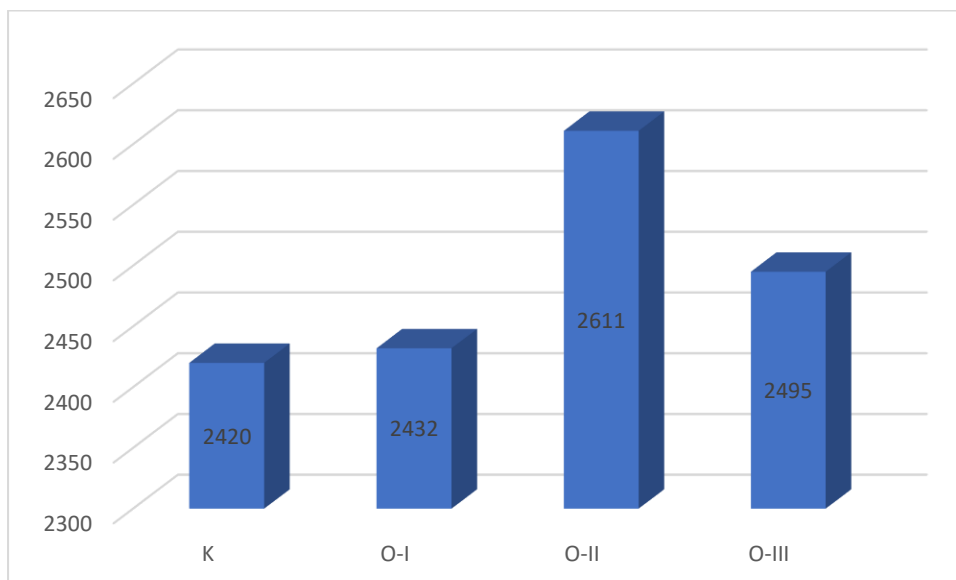
Na kraju prve faze ogleda, odnosno nakon 21. dana brojleri kontrolne grupe su ostvarili najmanju prosječnu masu, koja je bila ispod predviđenih tehnoloških normativima hibrida za datu provinijenciju. Nakon tri sedmice tova utvrđena je statistički značajna razlika ( $p<0,05$ ) u masi brojlera O-II ogledne grupe u odnosu na O-I i K kontrolnu grupu, (Grafikon 6.1)



**Grafikon 6.1.** Prosječna tjelesna masa brojlera 21. dan tova, (g)

Na kraju eksperimenta, odnosno 42. dana tova brojleri kontrolne grupe su postigli uobičajenu tjelesnu masu za rasu i dobi života. Dodavanje purifikovane lignoceluloze povećalo

je telesnu masu u svim u svim oglednim grupama, s tim da je dodavanje veće količine lignoceluloze (O-II grupa) rezultiralo i najvećom telesnom masom koja je bila za 7,8% više u odnosu na kontrolnu, 5,6% više u odnosu na O-I i 4,6% više u odnosu na O-III grupu, a navedne razlike ( $p < 0,05$ ) bile su statistički značajne (Grafikon 6.2.).



**Grafikon 6.2.** Prosječna tjelesna masa brojlera 42. dan tova, (g)

Slične rezultate opisali su i Westendarp i sar (2014) koji su dodavanjem lignoceluloze u obrok za brojlere u tovu utvrdili veću tjelesnu masu za 100 g u odnosu na brojlere kontrolne grupe. Dobijene rezultate Westendarp i sar. (2013) potvrđuju u sledećem eksperimentu na 75800 brojlera Ross provinijencije gde je dodavanje lignoceluloze u obrok dovelo do statistički značajne razlike u telesnoj masi brojlera ogledne i kontrolne grupe. Takođe, Stacey i sar. (2007). su u svojim eksperimentima dokazali pozitivne efekte purifikovane lignoceluloze (OptiCell, agromed Austria) dodate u hranu u količini od 1.0-1.5% na proizvodne performanse živine, kao i bolji ekonomski efekat za 9%. Nasuprot njima Mohamad T.Farran i sar. (2011) nisu dobili statistički značajno poboljšanje u ostvarenim tjelesnim masama korišćenjem purifikovane lignoceluloze u ishrani brojlera u količini od 0,8%, dok je Rama SV. (2013) u svom eksperimentu gde je brojlerima provinijencije Cobb 400 dodavao u smješe purifikovanu lignocelulozu, dobio niže telesne mase u odnosu na kontrolnu grupu brojlera.

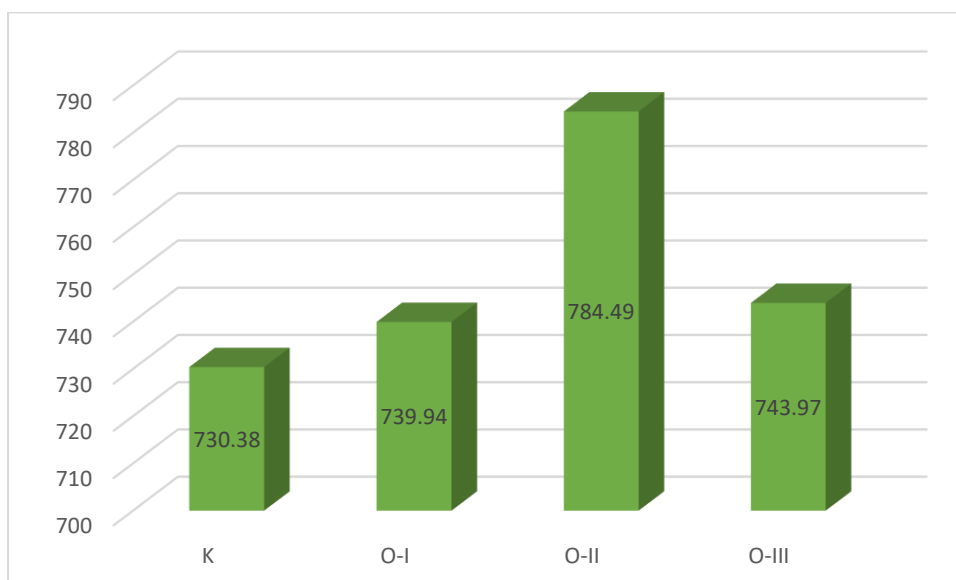
Analizirajući podatke dobijene mjerenjem tjelesne mase brojlera treće ogledne grupe može da se uoči da smanjenje učešća sojine sačme u starter i grover smješama nije izazvalo



posledično nižu tjelesnu masu, odnosno da je dodavanje preparata lignoceluloze preveniralo posledice umanjenja proteina usled povećane aktivnosti proteolitičkih enzima, odnosno povećane svarljivosti aminokiselina (Shivus i Denstadli, 2010; Yokhana i sar., (2014). Dobijeni rezultati se slažu sa podacima Liu i sar (2009) koji su zamjenom pšeničnih mekinja sa 0,6% purifikovane lignoceluloze u obroku za brojlere u tovu utvrdili značajno povećanje tjelesne mase u ogledu koji je trajao 35 dana.

### 6.3.2. Prosječan prirast brojlera u toku tova

Iako je tjelesna masa dobar pokazatelj, smatra se da je dnevni prirast pouzdaniji pokazatelj kvaliteta hrane. Analizirajući dobijene rezultate može se konstatovati da je dodavanje lignoceluloze u obrok u različitim količinama pozitivno djelovalo na postignuti prosječan prirast brojlera. Posmatrano po fazama tova, kao i za ceo eksperiment, može da se konstatuje da je dodavanje veće količine lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme (O-II grupa) rezultiralo i najvećim prosječnim dnevnim prirastom koji je bio statistički značajno veći u odnosu na postignute dnevne priraste brojlera kontrolne i ostalih oglednih grupa.

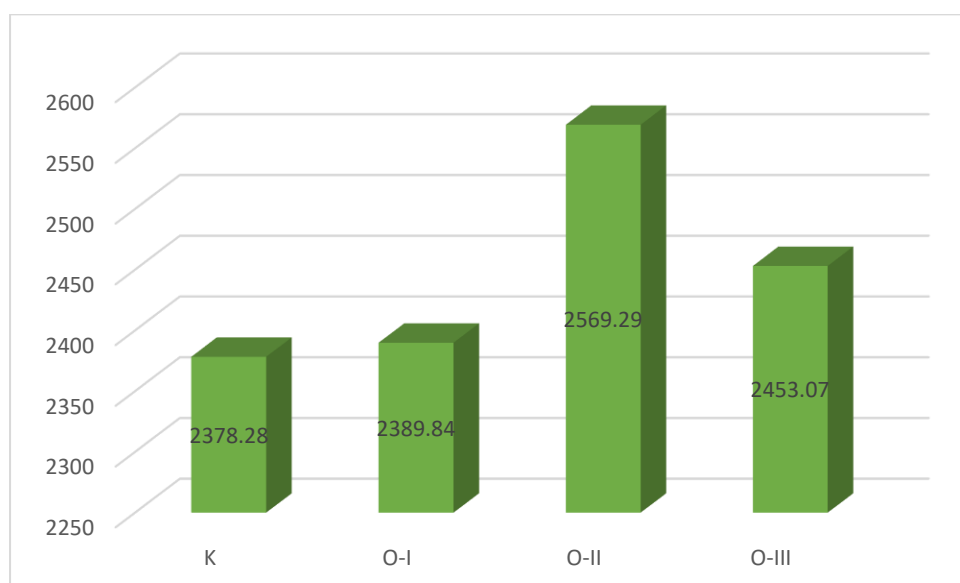


**Grafikon 6.3.** Prosječan prirast brojlera u periodu 1-21. dana tova, (g)

U posmatranim fazama tova, kao i tokom cijelog eksperimenta dodavanje veće količine lignoceluloze (0,6%) uspješno je kompenzovalo smanjenje učešća sojine sačme u obroku za brojlere O-III grupe koja je postigla statistički značajno veće dnevne priraste u odnosu na

kontrolnu i O-I grupu brojlera koja je putem hrane dobijala manju količinu (0,4%) preparata lignoceluloze.

U skladu sa navedenim Sarikhan i sar. (2010.) tvrde da dodavanje umjerenih količina (0,25-0,75%) netopljivog koncentrata vlakana, koji sadrži 86,5% frakcija ADF-a, pozitivno utiče na prirast brojlera u tovu. Takođe, (Stacey i sar. 2007). su u svojim eksperimentima dokazali pozitivne efekte purifikovane lignoceluloze dodate u hranu u količini od 1,0-1,5% na ostvareni dnevni i ukupni prirast brojlera u tovu, što je istovremeno rezultiralo boljim ekonomskim efektom za 9%. Slične rezultate navode i Liu i sar., (2009) koji su dokazali statistički značajno veći dnevni prirast kod brojlera kojima je u hranu dodavan preparat lignoceluloze u količini od 0,3; 0,6 i 0,9% u odnosu na kontrolnu grupu. Opisani rezultati se između ostalog zasnivaju i na sposobnosti lignoceluloze da pozitivno utiče na zdravlje tankih crijeva tako što sprječava kolonizaciju štetnih bakterija putem dva različita mehanizma djelovanja, a koji se odnose na povećanje broja peharastih ćelija i ubrzanje pasaže crijevnog sadržaja. (Rezaei i sar., 2011 i Hetland i sar. 2004).

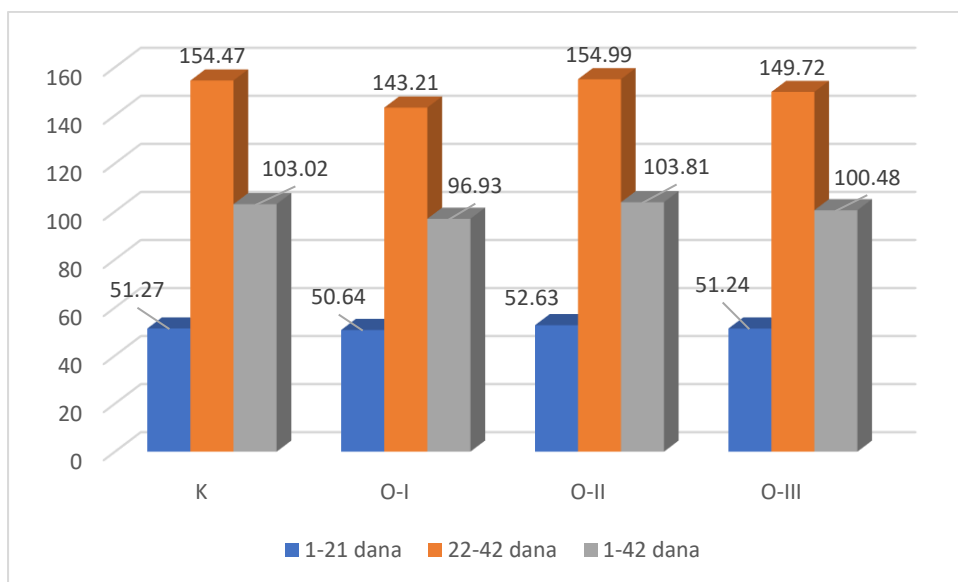


**Grafikon 6.4.** Prosječan prirast brojlera u periodu 1-42. dana tova, (g)

### 6.3.3. Konzumacija i konverzija hrane tokom tova

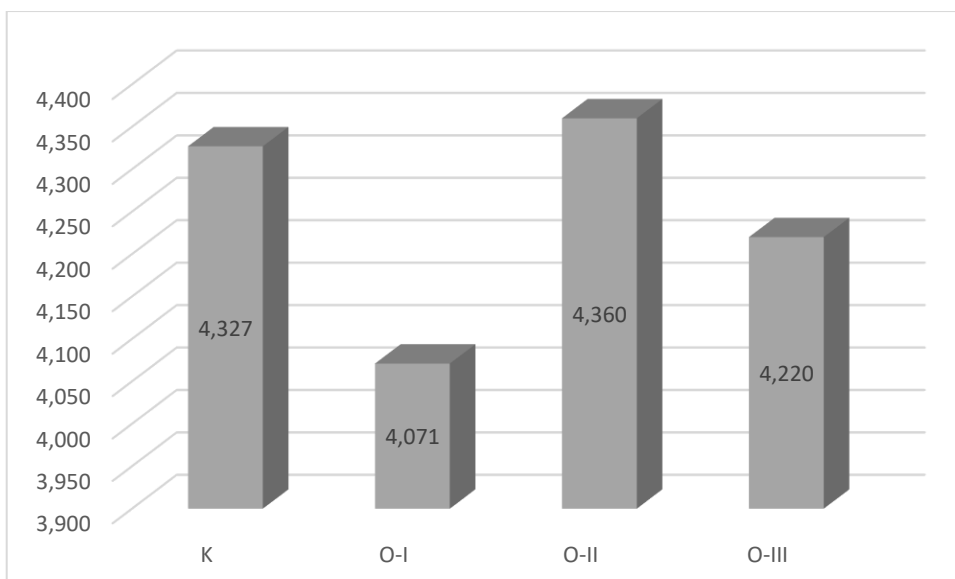
Apetit predstavlja jedan od prvih pokazatelja zdravlja životinja, kao i kvaliteta hrane. Prosječna dnevna konzumacija (Grafikon 6.5.) u provedenom ogledu je blago varirala između

grupa. U prvoj fazi oglada konzumacija hrane se nije značajnije razlikovala između grupa, s tim da je u odnosu na kontrolnu grupu samo grupa brojlera kojima je u hranu dodata manja količina preparata lignoceluloze konzumirala nešto manje hrane. Slične rezultate dobili su i Rezaei i sar., (2011) koji nisu dokazali uticaj lignoceluloze na konzumaciju hrane brojlera u prvoj polovini tova. Suprotno rezultatima ostvarenim tokom prvog perioda, u drugom periodu tova, dodavanje manje količine lignoceluloze rezultiralo je najvećom, a dodavanje veće količine lignoceluloze najmanjom ostvarenom konzumacijom hrane. Generalno, posmatrano za cijeli ogled zbirno, samo brojleri koji su putem hrane dobijali veću količinu preparata lignoceluloza bez smanjenja učešća sojine sačme su postigla veću konzumaciju hrane u odnosu na kontrolnu grupu. (Grafikon 6.6.)



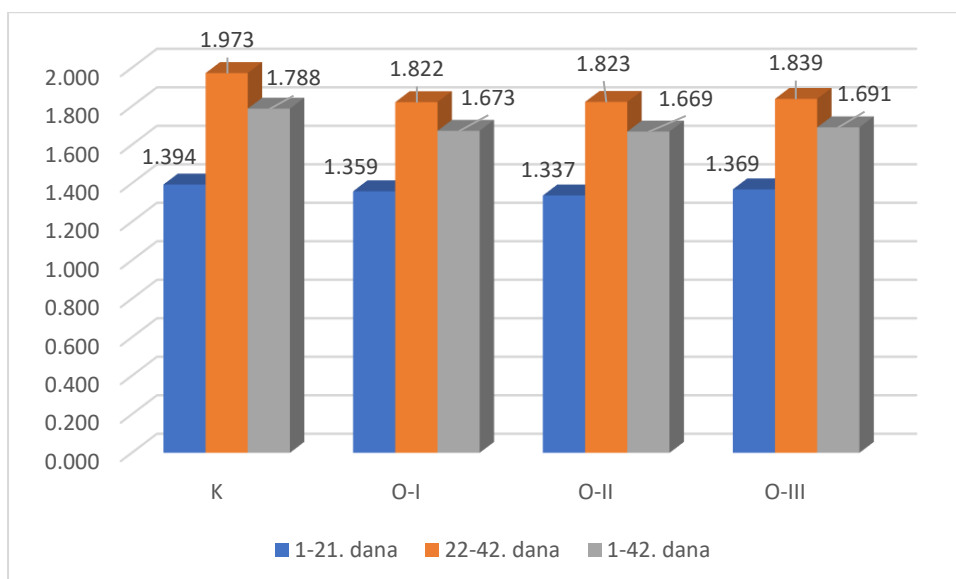
**Grafikon 6.5.** Uporedni prikaz prosječne dnevne konzumacije hrane u toku tova brojlera, (g)

Rezultati izvedenog eksperimenta su u skladu sa podacima Kheravii, SK. i sar. (2017) koji su upotrebom preparata lignoceluloze u ishrani brojlera u tovu utvrdili veći dnevni unos hrane u odnosu na kontrolnu grupu. Sa druge strane, Farran i sar. (2011), kao i Westendarp i sar. (2013) nisu utvrdili razlike u ostvarenom unosu hrane između grupa sa dodatim preparatom lignoceluloze i kontrolne grupe brojlera.



**Grafikon 6.6.** Ukupna konzumacija hrane u toku tova po brojleru, (kg)

Konverzija hrane (Grafikon 6.7.), kao interakcija konzumacije hrane i prirasta, predstavlja jedan od najboljih parametara za određivanje kvaliteta hrane i ekonomičnosti proizvodnje. Posmatrano po fazama ogleda, kao i za ogled u cjelini, sve ogledne grupe kojima je u smješe za ishranu brojlera dodavana purifikovana lignoceluloza postigle su bolju konverziju hrane u odnosu na kontrolnu grupu. Interesantno je napomenuti da je upotreba purifikovane lignoceluloze u različitim količinama rezultirala skoro identičnom konverzijom kod brojlera prve i druge ogledne grupe, s tim. da nisu uočena variranja konverzije hrane kod eksperimentalnih grupa brojlera u funkciji vremena.



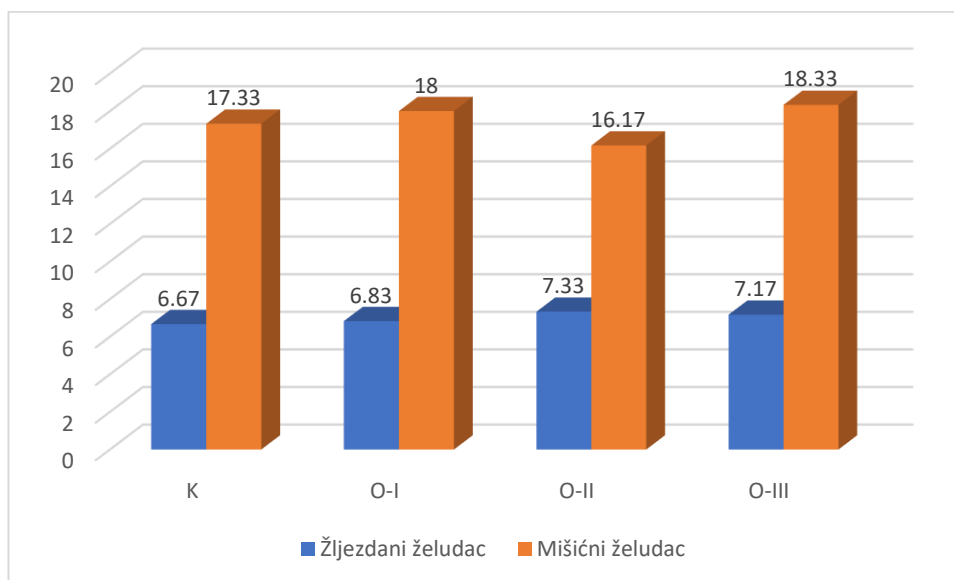
**Grafikon 6.7.** Konverzija hrane tokom ogleda, (kg)

O uticaju korišćenja purifikovane lignoceluloze u obrocima za brojleru na konverziju hrane postoje različiti podaci. Kheravii, SK. i sar. (2017) tvrde da su brojleri hranjeni sa purifikovanom lignocelulozom ostvarili značajno bolju konverziju hrane u odnosu na kontrolnu grupu brojlera. Takođe, Liu i sar (2009) navode da dodavanje lignoceluloze u količinama od 0,3; 0,6; 0,9 i 1,2% u hranu za brojleru u tovu pozitivno utiče na konverziju hrane, s tim da je najbolja konverzija utvrđena kod grupe brojlera kojima je dodavana lignoceluloza u količini od 0,9%. Sa druge strane, Mohamad T.Farran i sar. (2011) nisu dobili statistički značajne razlike u konverziji hrane korišćenjem purifikovane lignoceluloze u količini od 0,8% u obroku za brojleru. Slične rezultate je u svom eksperimentu potvrdio Rama SV. (2013) koji je dodajući 0,7% purifikovane lignoceluloze u obrok za brojleru dobio konverziju hrane koja se statistički nije značajno razlikovala u odnosu na konverziju hrane zabilježenu u kontrolnoj grupi brojlera. Takođe, Westendarp i sar. 2013., izvještavaju da korišćenje lignoceluloze u obrocima za brojleru u tovu ne poboljšava konverziju, odnosno iskorišćavanje hrane.

Generalno, pozitivni efekti upotrebe lignoceluloze na proizvodne rezultate brojlera u tovu mogu se objasniti određenim mehanizmima koji se zasnivaju na povećanoj proizvodnji i aktivaciji enzima od starne domaćina i samim tim posledično većoj svarljivosti hranljivih materija, povećanju apsotptivne površine, kao i poboljšanju transporta hranljivih materija kroz sluznicu crijeva, modulaciji crijevne mikrobiote itd.

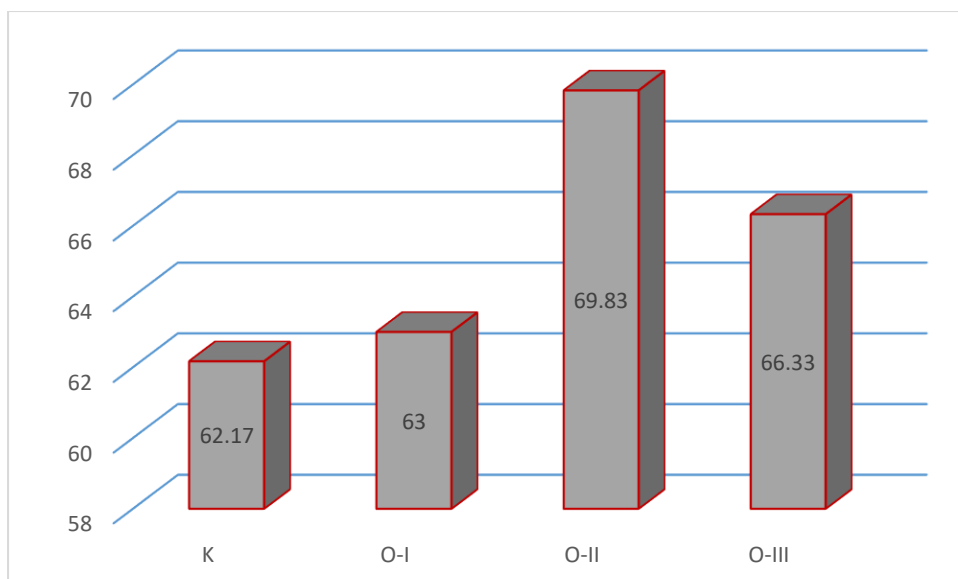
#### **6.4. Uticaj dodavanja purifikovane lignoceluloze na fizičke karakteristike pojedinih segmenata digestivnog trakta**

Statističkom analizom nije utvrđena značajna razlika u prosječnim apsolutnim masama ispitivanih organa brojlera kao posledica dodavanja lignoceluloze u hranu za brojleru. Dodavanje manje količine lignoceluloze u obrok za brojleru u tovu rezultirao je i najvećom masom žljezdanog i mišićnog dijela želuca, dok je najveća masa crijeva zabilježena kod grupe brojlera kojima je u hranu dodavana veća količina preparata lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme (Grafikon 6.8.).



**Grafikon 6.8.** Mase žljezdanog i mišićnog želuca (g).

Dobijeni rezultati u eksperimentu se slažu sa rezultatima Jiménez-Moreno, E., i sar. (2009), koji navode da dodavanje vlakana u obrok za brojlere u tovu pozitivno utiče na masu žljezdanog i mišićnog želuca. Dobijene rezultate isti autori potvrđuju u radu (2017) gdje su utvrdili veću masu želuca i crijeva, kao i veću dužinu crijeva kod ogledne grupe brojlera hranjene obrokom kome je dodat preparat lignoceluloze. U svome sledećem eksperimentu Jiménez-Moreno, E. i sar. (2019) su koristeći veću količinu vlakana porjeklom iz suncokretove sačme u obroku za brojlere u tovu i dokazali veću masu želuca, kao i veću dužinu i masu crijeva (Grafikon 6.9.).



**Grafikon 6.9.** Masa crijeva, (g).

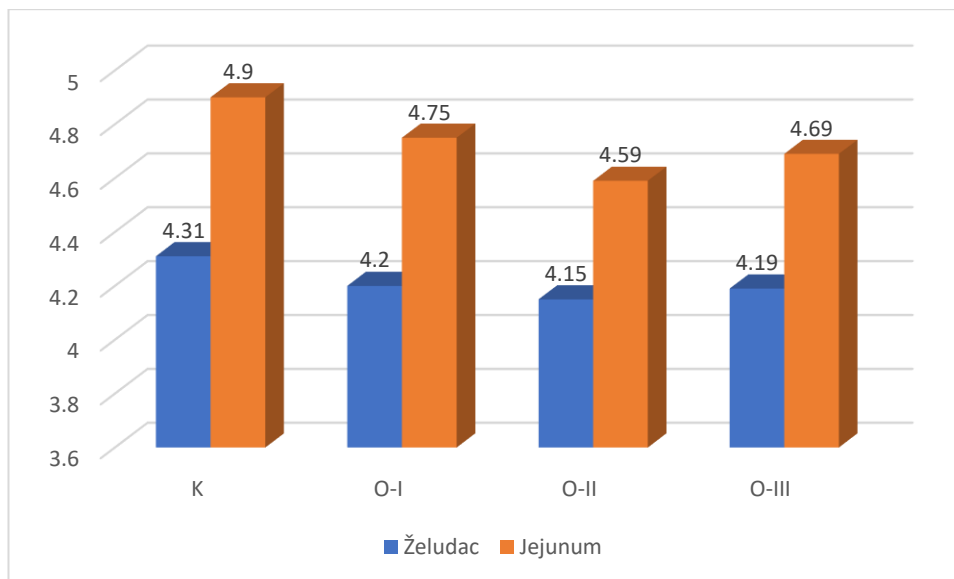
Iako je poznato da veličina čestica u hrani presudno utiče na razvoj želuca dokazano je da nerastvorljiva vlakna značajno utiču na veličinu, odnosno težinu želuca, dok navedeni efekat nije bio postignut korišćenjem mješovitih vlakana (rastvorljiva i nerastvorljiva) što ukazuje na presudan značaj prirode vlakana (Butchers i Miles 2009).

### **6.5. Uticaj dodavanja purifikovane lignoceluloze na elektrohemijsku reakciju himusa**

Optimalna vrijednost elektrohemijske reakcije himusa obezbeđuje efikasno varenje i resorpciju hranljivih materija, ali i stvara nepovoljnu sredinu za razvoj patogenih mikroorganizama.

Rezultati ispitivanja elektrohemijske reakcije pojedinih segmenata digestivnog sistema (Grafikon 6.10.) pokazuju trend porasta pH vrijednosti digestivnog trakta brojlera kontrolne u odnosu na brojlere oglednih grupa. Dodavanje veće količine lignoceluloze, a bez smanjivanja učešća sojine sačme u obrok za brojlere u tovu rezultiralo je i najmanjom pH vrijednošću sadržaja želuca i jejunuma, dok je najveća vrijednost pH utvrđena u želucu i jejunumu brojlera kontrolne grupe. Najveće vrijednosti pH jejunuma zabilježene u kontrolnoj grupi brojlera mogu se objasniti smanjenjem ukupnog broja bakterija u jejunumu što rezultira i smanjenjem ukupne mikrobiološke aktivnosti, odnosno padom koncentracije njihovih proizvoda fermentacije. Sa druge strane, umnožavanjem mliječno kiselinskih bakterija usled korišćenja lignoceluloze

proizvode se u većoj količini isparljive masne kiseline koje povećavaju kiselu elektrohemijisku reakciju digestivnog trakta što utiče na bolju svarljivost hranljivih materija.



**Grafikon 6.10.** Elektrohemijiska reakcija( pH vrijednost) u pojedinim segmentima digestivnog trakta brojlera.

Identične rezultate bilježe Jiménez-Moreno, E. i sar. (2009), koji na osnovu svojih istraživanja navode da dodavanje nerastvorljivih vlakana u hranu za brojlere u tovu pozitivno djeluje na snižavanje pH želuca. Dobijene rezultate Jiménez-Moreno, E. i sar. (2017) potvrđuju u sljedećem radu gde konstatuju da korišćenje purifikovane lignoceluloze utiče na snižavanje pH želuca i jejunuma.

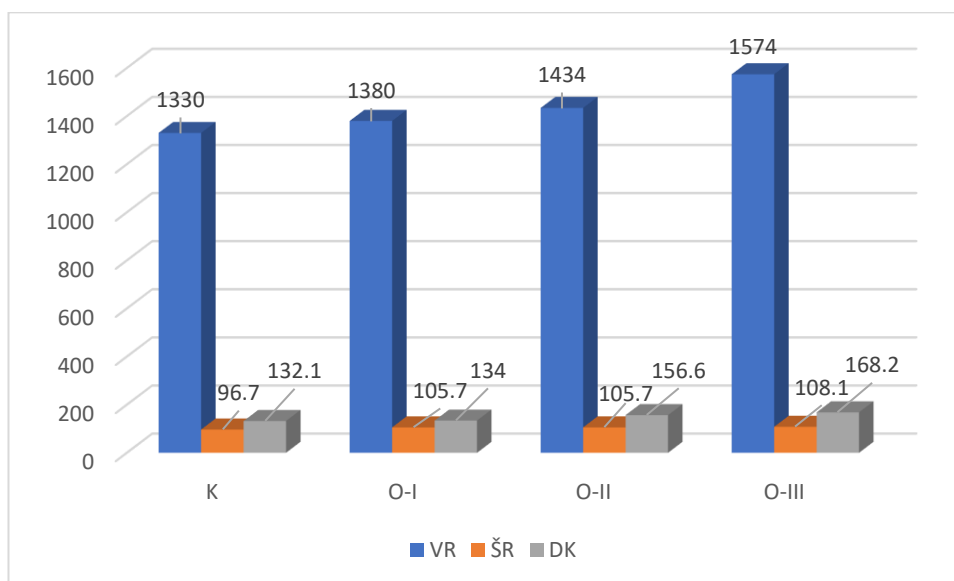
## 6.6. Histološka ispitivanja

U digestivnom traktu živine odvijaju se mnogobrojni biohemijiski i fiziološki procesi koji su od vitalnog značaja za funkciju varenja i resorpcije unijetih hranljivih materija. Tanka crijeva brojlera se tokom života razvijaju i prolaze kroz dramatične molekularne, biohemijiske i morfološke promjene u periodu prve dvije sedmice nakon valenja (Moran, 1985).. Pod optimalnim uslovima, enterociti sluzokože tankog crijeva se brzo i kontinuirano umnožavaju, dijele i migriraju uz prisustvo hranjivih materija (Chambers i Grey, 1979.). Crijevne resice u duodenumu završavaju rast nakon prve sedmice života od valenja, a u jejunumu i ileumu razvoj se nastavlja do druge sedmice života brojlera (Uni i sar., 1995, 1996). Dubina kripti i broj enterocita po popijrečnom presjeku se povećava sa starošću jedinke, za razliku od broja resica koji se po jedinici površine smanjuje, što je najviše izraženo kod duodenuma (Uni i sar., 1996).



Na osnovu izvršene histološke analize ispitivanih segmenata crijeva (duodenum, ileum i jejunum) može se konstatovati da su brojleri kontrolne grupe imali pravilno razvijenu morfološku strukturu crijeva koja je obezbeđivala odgovarajuću resorpciju hranjivih materija. Posmatrane eksperimentalne grupe su u svim ispitivanim segmentima crijeva imale veću dužinu i širinu crijevnih resica i dubinu kripti, čime se naglašavaju pozitivni efekti dodavanja purifikovane lignoceluloze u smješe za ishranu brojlera.

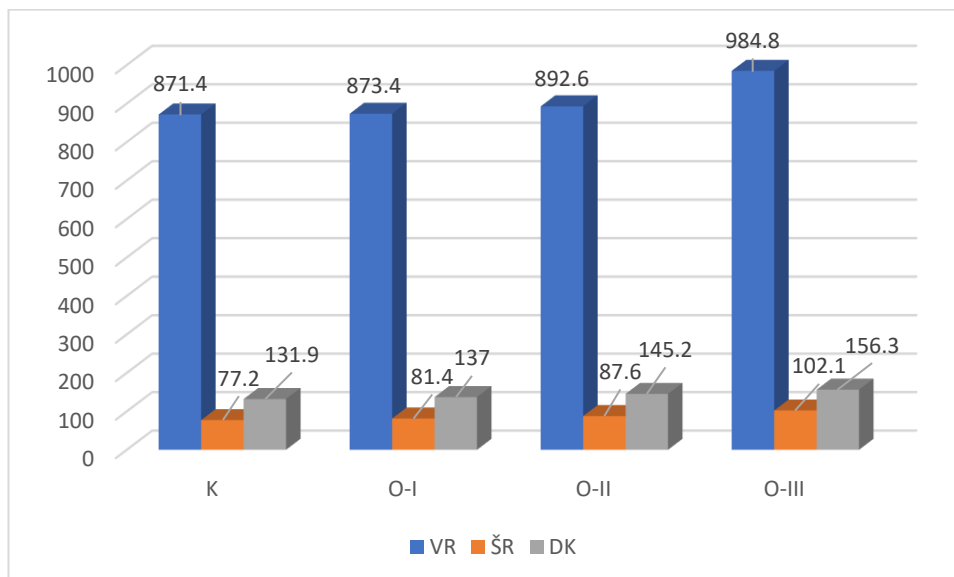
Morfometrijska ispitivanja duodenuma (Grafikon 6.11.) pokazuju da je najveća prosječna visina i širina crijevnih resica, kao i dubina kripti utvrđena kod brojlera kojima je putem hrane dodavana veća količina preparata lignoceluloze, uz napomenu, da smanjivanje učešća sojine sačme u obroku nije uticalo na ispitivane parametre. Iznijeti rezultati su u potpunosti u skladu sa rezultatima do kojih su došli Jiménez-Moreno, E. i sar. (2019) koji su utvrdili statistički značajno povećanje dužine i širine crijevnih resica, kao i dubine kripti duodenuma kod brojlera hranjenih većom količinom vlakana porijeklom iz suncokretove sačme.



**Grafikon 6.11.** Morfometrijske karakteristike duodenuma brojlera (VR – visina resica; ŠR – širina resica; DK – dubina kripti).

Kod morfometrijskih ispitivanja jejunuma (Grafikon 6.12.) ne postoji statistički značajna razlika u prosječnoj visini crijevnih resica između posmatranih grupa brojlera. Dodavanje preparata lignoceluloze pozitivno je uticalo na prosječnu visinu i širinu resica

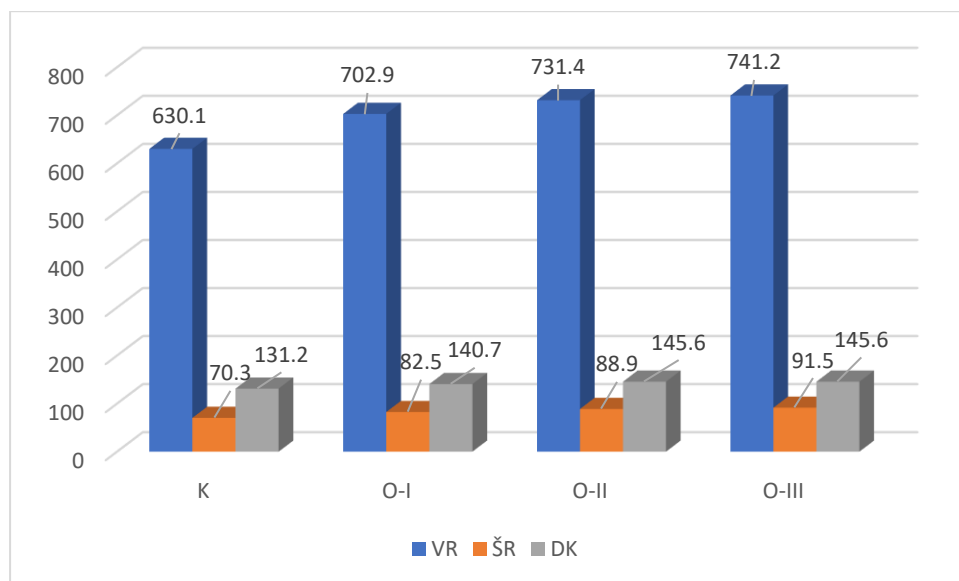
jejunuma, s tim da je najveća visina i širina resica jejunuma zabilježena kod grupe brojlera kojima je u obrok dodavana veća količina preparata lignoceluloze uz smanjenje učešća sojine sačme. Identičan trend je zabilježen i u morfolometrijskom ispitivanju dubine kriпти jejunuma gde je dodavanje veće količine preparata lignoceluloze rezultiralo i najvećom dubinom kriпти. Povećanje dubine kriпти je pokazatelj povećane produkcije enterocita i njihove migracije ka vrhu resice. U skladu sa navedenim su i podaci Sarikhan i sar. (2010) koji su utvrdili da uključivanje u obrok za brojlere u tovu 0,25 do 0,75% mikroniziranog netopljivog vlakna, koje se sastoji uglavnom od celuloze, povećava visinu resica i dubinu kriпти jejunuma kod oglednih grupa kod brojlera u starosti od 42 dana.



**Grafikon 6.12.** Morfolometrijske karakteristike jejunuma brojlera (VR – visina resica; ŠR – širina resica; DK – dubina kriпти).

Za razliku od jejunuma, prosječna visina crijevnih resica, kao i dubina kriпти ileuma (Grafikon 6.13) bila je statistički značajno manja ( $p < 0,05$ ) kod brojlera kontrolne grupe u odnosu na prosječnu visinu crijevnih resica i dubinu kriпти ileuma kod brojlera ostalih oglednih grupa kojima je putem hrane dodavan preparat lignoceluloze. Razmatrajući dobijene podatke koji se odnose na statistički značajno povećanje dubine kriпти u ileumu može se zaključiti da su u kriptama bili izraženiji apsorpcioni nego sekretorni procesi. Dodavanje veće količine preparata lignoceluloze rezultiralo je i najvećom širinom resica ileuma kod brojlera treće ogledne grupe. Do sličnih rezultata je došao i Rezaei i sar. (2011) koji je zabilježio veću dužinu

i širinu crijevnih resica ileuma kod brojlera kojima je u hranu dodavan preparat nerastvorljivih vlakana koji se sastojao pretežno od celuloze.



**Grafikon 6.13.** Morfometrijske karakteristike ileuma brojlera (VR – visina resica; ŠR – širina resica; DK – dubina kripte)..

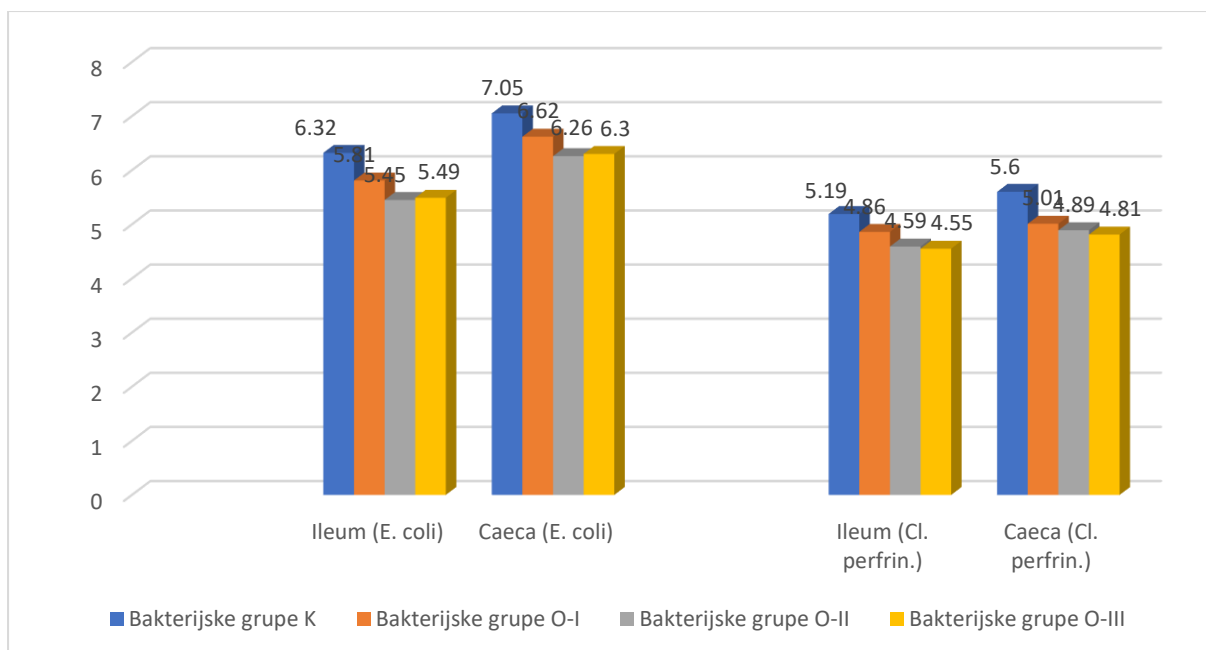
## 6.7. Mikrobiološka ispitivanja

Eubioza koja je ostvarena u digestivnom sistemu omogućava efikasno varenje i resorpciju hranljivih materija, indukuje promjene u strukturi zida crijeva, povećavajući ujedno i otpornost organizma prema velikom broju bolesti. Složeni ekosistem koji se uspostavlja u digestivnom traktu nije definisan za stalno, već bi se prije mogao okarakterisati kao složeni mehanizam koji se stalno mora prilagođavati zbog preraspodjele moći između pojedinih bakterijskih vrsta. I pod normalnim uslovima, zavisno od trenutne mikrobiote sredine, postoji stalna kompetencija između pojedinih vrsta i sojeva bakterija (Sinovec, 2000). Opšte je poznato da se gustina i raznolikost bakterijske populacije u različitim segmentima gastrointestinalnog trakta brojlera značajno mijenjaju sa starošću jedinke. Štaviše, na ovu labilnu mikrofloru mogu uticati mnogi faktori, kao što su zdravstveni status, uslovi držanja i sastav hrane (Lu i sar., 2003; Shakouri i sar., 2006; Rehman i sar., 2007; Saki i sar., 2010)

Iako tačan mehanizam djelovanja lignoceluloze na populaciju bakterija u gastrointestinalnom traktu nije u potpunosti razjašnjen, može se pretpostaviti da njen uticaj na mikrobnju populaciju uglavnom proizilazi iz njenih fizičko-hemijskih svojstava. Abrazivno

djelovanje nerastvorljivih dijetetskih vlakana na površini sluznice crijeva pogoduje eliminaciji patogenih bakterija, kao što je *Clostridium perfringens* (Mateos i sar., 2012), s tim da opisani efekat može podržati i rast korisnih vrsta bakterija.

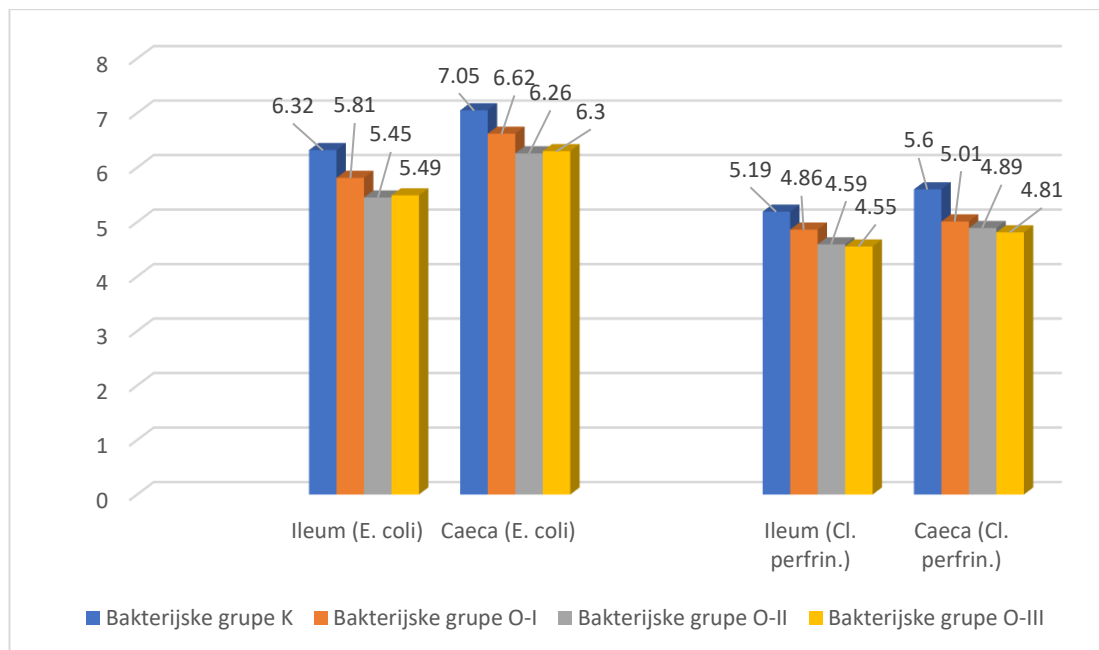
U izvedenom eksperimentu rezultati mikrobioloških ispitivanja koja se odnose na ukupan broj korisnih i patogenih bakterija u crijevnom sadržaju ileuma i cekuma ukazuju da su vrijednosti utvrđene u kontrolnoj grupi brojlera bile u opsegu fizioloških vrijednosti (Grafikon 6.14.). Uočljiv je pozitivan efekat dodavanja lignoceluloze u hrani za brojlere obzirom da je najveći broj korisnih vrsta mikroorganizama (*Lactobacillus* spp. i *Bifidobacterium* spp) u ileumu i cekumu utvrđen u grupi brojlera koji su hranjeni obrokom kome je dodavana veća količina lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme. Dodavanje veće količine lignoceluloze uspješno je preveniralo smanjenje učešća sojine sačme u obroku za brojlere, obzirom da je u toj grupi brojlera utvrđen veći broj korisnih vrsta bakterija nego u kontrolnoj i grupi brojlera koja je putem hrane dobijala manju količinu lignoceluloze. Najmanji broj korisnih vrsta bakterija (*Lactobacillus* spp. i *Bifidobacterium* spp) utvrđen je u ileumu i cekumu brojlera kontrolne grupe. Dobijeni rezultati su u skladu sa podacima; Saki i sar., (2010) koji su dokazali da dodavanje lignoceluloze u obrok za brojlere u tovu ima stimulatívni efekat na rast korisnih bakterija (*Lactobacillus* spp. i *Bifidobacterium* spp.) uz istovremeno ograničavajući uticaj na populaciju potencijalnih patogena (*E. coli* i *Clostridium* spp.) u ilealnom i cecalnom sadržaju 42.-dnevnih brojlera. U skladu sa navedenim su i rezultati Kawai i sar., (2004) i O'Shea i sar (2012) koji konstatuju da uključivanje purifikovane celuloze u hranu za brojlere može modifikovati mikrofloru crijeva stimulišući rast laktobacila i bifidobakterija (Cao i sar., 2003; Saki i sar., 2010). Navedeni mikroorganizmi, putem oslobađanja bakteriocina, inhibiraju dalju proliferaciju patogena u crijevima. Takođe, Boguslawska-Tryket i sar. (2015) su dokazali da je dodavanje lignoceluloze u obrok za brojlere u tovu povećao broj korisnih, a smanjio broj štetnih bakterija u tankom crijevu .



**Grafikon 6.14.** Korisne (saprofitne) bakterije u ileumu i cekumu (log CFU/g).

Posmatrajući rezultate mjerenja patogenih vrsta bakterija (*E. Coli* i *Cl. Perfringens*) (Grafikon 6.15.) u tankom i slijepom crijevu evidentan je pozitivan efekat dodavanja lignoceluloze u hranu za brojlere, obzirom da je najveći broj posmatranih bakterija utvrđen kod brojlera kontrolne grupe. Iz dobijenih rezultata uočljivo je da je dodavanje veće količine preparata lignoceluloze pokazalo i najizraženiji efekat na broj patogenih vrsta bakterija, obzirom da je najmanji broj *E. Coli* utvrđen u grupi brojlera kojima je dodavana veća količina lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme. Sa druge strane, najmanji prosječan broj bakterija *Cl. perfringens* utvrđen u grupi brojlera hranjenih obrokom sa većom količinom lignoceluloze, uz smanjenje učešća sojine sačme. Dobijeni rezultati se slažu sa podacima koje su opisali Rezaei i sar (2011) koji su dokazali statistički značajno smanjenje broja patogenih vrsta mikroorganizama u crijevima brojlera hranjenih obrokom u kome je bila prisutna umjerena količina lignoceluloze. Slične rezultate su dobili i Hetland i sar. (2004) koji spriječavanje kolonizacije štetnih bakterija u crijevima brojlera objašnjavaju ubrzanjem prolaska crijevnog sadržaja, odnosno povećanjem broja peharastih ćelija u slučajevima kada je u obroku prisutna lignoceluloza. Takođe, utvrđena je i povećana količina kratkolančanih masnih kiselina u lumenu tankih crijeva za koje je dokazan inhibitorni efekat na rast patogenih bakterija, a prije svega *E. coli*. Pozitivan efekat nerastvorljive lignoceluloze na mikrobiotu tankih crijeva potvrđen je od strane Branton i sar (1997) koji su utvrdili smanjenu učestalost pojave nekrotičnog enteritisa koji se etiološki dovodi u vezu sa *Clostridium perfringens*. Nelson i sar. (1994) su izvijestili da lignin u in vivo, ali i in vitro uslovima smanjuje rast aerobnih

bakterija i intestinalnu translokaciju patogenih bakterija, s tim da pozitivan efekat celuloze i lignina na mikrobiotu ileuma i cecalnog tkiva zavisi od količine u hrani.

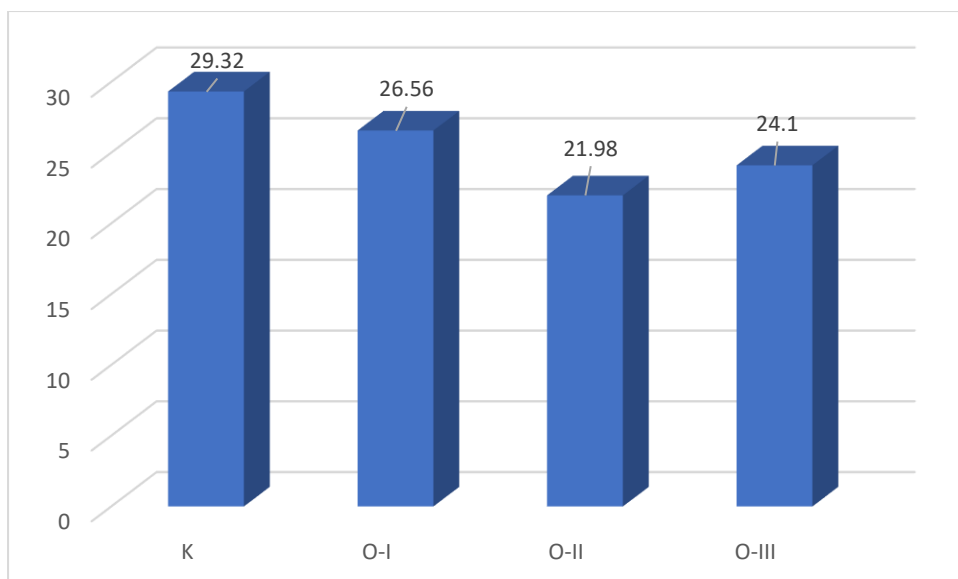


**Grafikon 6.15.** Štetne (patogene) bakterije u ileumu i cekumu (log CFU/g).

## 6.8. Uticaj dodavanja purifikovane lignoceluloze na vlažnost prostirke

Kvalitet stelje ima veoma veliku ulogu na proizvodne rezultate i zdravstveno stanje u tovu brojlera, odnosno kvalitet legla je od ključne važnosti u proizvodnji živine (Butcher i Miles, 2009). Ako se vlažnost legla ne održava na odgovarajućem nivou, loši higijenski uslovi i velika količina bakterija u prostirci uglavnom rezultira pojavom neprijatnog mirisa (amonijak), problemima sa insektima (prvenstveno muvama), ali i pojavom zaprljanog perja, odnosno nalazom lezija na nogama i plikova na prstima.

Na osnovu rezultata vlažnosti prostirke (Grafikon 6.16.) na kraju eksperimenta, može da se konstatuje da je dodavanje preparata lignoceluloze pozitivno djelovao na smanjenje vlažnosti prostirke, obzirom da je najveća vlažnost prostirke utvrđena kod brojlera kontrolne grupe. Veća količina lignoceluloze u obroku rezultirala je i boljim kvalitetom prostirke, tako da je najmanja vlažnost prostirke utvrđena kod grupa brojlera koje su putem hrane dobijale i veću količinu preparata lignoceluloze.



**Grafikon 6.16.** Vlažnost prostirke.

Dobijeni rezultati koji se odnose na pozitivan uticaj purifikovane lignoceluloze na kvalitet prostirke slažu se sa podacima Farran (2011) koji je u ogledu sa 0.8% dodate lignoceluloze utvrdio nakon 38 dana eksperimenta smanjenje vlažnosti legla sa 36,1% kod kontrolne na 26,6% kod grupe brojlera hranjenih obrokom sa dodatom lignocelulozom. Opisane rezultate potvrđuju Westendarp i sar. (2014) koji su dodavanjem 0,8% CFC u obrok za brojlere utvrdili značajan napredak u kvalitetu legla, ali i značajno smanjenje broja lezija na nogama. Takođe, Barwary (2011) je opisao smanjenje vlažnosti legla za 4% kod kokošaka starosti 25 nedelja, odnosno za 6% u starosti od 28 nedelja, usijled dodavanja nerastvorljive lignoceluloze u obrok.

Posmatrajući uticaj nerastvorljivih vlakana na zdravlje priplodnog podmladka Michard (2011) zaključuje da razblaživanje gustine obroka nerastvorljivim vlaknima pozitivno utiče na ujednačenost jata, smiruje jedinke i smanjuje kljucanje perja i kontroliše kvalitet prostirke (suvo leglo). Slične rezultate u svojim istraživanjima su dobili Nielsen i sar., (2011) koji zaključuju da priroda vlakana ima presudan uticaj na kvalitet legla, obzirom da odnos rastvorljivih i nerastvorljivih vlakana ima veći uticaj na vlažnost prostirke u odnosu na ukupnu količinu vlakana u obroku. Autori navode da je poželjna što veća količina nerastvorljivih vlakana u obroku, obzirom da povećanje od 10% rastvorljivih vlakana rezultira povećanjem vlažnosti legla za čak 45%.

## 7. ZAKLJUČCI

1. Hemijski sastav potpunih smiješa za ishranu ispitivanih grupa brojlera bio je izoenergetski i izoproteinski izbalansiran i u potpunosti je zadovoljavao potrebe brojlera za svaku fazu tova.
2. Dodavanje većih količina lignoceluloze u obrok rezultiralo je najvećom tjelesnom masom i najvećim prosječnim dnevnim prirastom koji je bio značajno veći ( $p < 0,05$ ) u odnosu na ostvarene tjelesne mase i prosječan dnevni prirast brojlera kontrolne grupe, kao i O-I grupe brojlera koja je putem hrane dobijala manju količinu preparata lignoceluloze. Najveću tjelesnu masu ( $2611 \pm 266,69$ ), kao i najveći prosječni dnevni prirast ( $2569,29 \pm 266,50$ ) ostvarila je grupa brojlera (O-II) koja je putem hrane dobijala veću količinu preparata lignoceluloze (0,6%), a bez smanjenja učešća sojine sačme.
3. Korišćenje preparata lignoceluloze nije uticalo na apetit brojlera u eksperimentu, tako da je najveća dnevna i ukupna konzumacija hrane zabilježena kod O-II grupe brojlera hranjenih obrokom u koji je dodata veća količina, a najmanja kod O-I grupe brojlera kojoj je u obrok dodata manja količina preparata lignoceluloze. Kod svih oglednih grupa brojlera utvrđena je bolja konverzija hrane u odnosu na kontrolnu grupu, s tim da su brojleri oglednih grupa hranjeni smješama u kojima je dodavana različita količina lignoceluloze postigli skoro identičnu konverziju hrane.
4. Statističkom analizom nije utvrđena značajna razlika u prosječnim relativnim masama ispitivanih organa brojlera kontrolne i oglednih grupa. Najveća masa mišićnog i žljezdanog dijela želuca utvrđena je kod grupa brojlera kojima je u hranu dodavana veća količina preparata lignoceluloze, s tim da je najveća masa žljezdanog dijela želuca utvrđena u O-II grupi brojlera (bez smanjenja učešća sojine sačme), a najveća masa mišićnog dijela želuca u O-III grupi brojlera (smanjeno učešće sojine sačme). Dodavanje veće količine lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme rezultiralo je i najvećom masom crijeva kod brojlera O-II grupe.
5. Najniža pH vrijednost crijevnog sadržaja u jejunumu i mišićnom dijelu želuca zabilježena je kod brojlera O-II grupe koja je putem hrane dobijala i veću količinu preparata lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme i bila je značajno niža ( $p < 0,05$ ) u odnosu na pH vrijednost crijevnog sadržaja jejunuma i mišićnog dijela želuca kontrolne, O-I i O-III grupe brojlera.
6. Morfometrijske analize visine i širine crijevnih resica, kao i dubine kripte ukazuju na statistički značajne razlike ispitivanih parametara između kontrolne i oglednih grupa brojlera u zavisnosti od količine dodatog preparata lignoceluloze. Utvrđeno je da je



dodavanje veće količine preparata lignoceluloze rezultiralo najvećom visinom i širinom crijevnih resica duodenuma, ileuma i jejunuma, s tim da su utvrđene značajne razlike ( $p < 0,05$ ) u dužini i širini crijevnih resica duodenuma i ileuma između O-III grupe brojlera hranjenih obrokom sa većom količinom dodate lignoceluloze uz smanjenje učešća sojine sačme i ostalih posmatranih grupa. Isti trend utvrđen je i kod crijevnih resica jejunuma, s tim da utvrđene razlike nisu bile statistički značajne.

Utvrđena je najmanja dubina kripte duodenuma, jejunuma i ileuma kod brojlera kontrolne grupe koja je bila značajno manja ( $p < 0,05$ ) u odnosu na dubinu kripte brojlera oglednih grupa (O-II i O-III) koje su putem hrane dobijale veću količinu preparata lignoceluloze. Najveća dubina kripte duodenuma, jejunuma i ileuma utvrđena je kod grupe brojlera (O-III) koja je putem hrane dobijala veću količinu lignoceluloze uz smanjenje učešća sojine sačme u obroku.

7. U uzorcima sadržaja ileuma i cekuma uočljiv je pozitivan efekat dodavanja preparata lignoceluloze u hranu za brojlere s obzirom da je najveći broj korisnih vrsta mikroorganizama (*Lactobacilus spp.* i *Bifidobacterium spp.*) utvrđen u O-II grupi brojlera koji su hranjeni obrokom kome je dodavana veća količina lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme i bio je značajno veći ( $p < 0,05$ ) od prosiječnog broja posmatranih mikroorganizama u kontrolnoj i grupi brojlera koja je putem hrane dobijala manju količinu preparata lignoceluloze (O-I). Takođe u ileumu i cekumu brojlera kontrolne grupe utvrđen je najveći broj *E. Coli* i *C. perfringens* koji je bio značajno veći ( $p < 0,05$ ) u odnosu na utvrđen prosečan broj *E coli* i *C. perfringens* kod brojlera koji su putem hrane dobijali preparat lignoceluloze u različitoj količini (O-I, O-II i O-III grupa).
8. Prosiječna vlažnost stelje bila je najniža kod O-II grupe brojlera koja je putem hrane dobijala veću količinu preparata lignoceluloze, a bez smanjenja učešća sojine sačme i bila je značajno niža ( $p < 0,05$ ) od prosečne vlažnosti stelje brojlera kontrolne i O-I grupe brojlera koja je hranjena obrokom sa manjom količinom dodatog preparata lignoceluloze.
9. Analizom osnovnih ekonomskih pokazatelja (ukupni troškovi, vrijednost proiozvodnje, koeficijent ekonomičnosti) možemo zaključiti da je ukupan finansijski rezultat bio pozitivan za sve četiri posmatrane grupe brojlera, s tim da je dodavanje u hranu veće količine preparata lignoceluloze rezultiralo i najboljim finansijskim efektom.

## 8. SPISAK LITERATURE

1. Adams, C.A., TotalNutrition. Feeding Animals for Health and Nutrition. Notingham University Press, Thrumpton, UK.
2. Anonym, 2015a, Analiza u cjelokupnom proizvodnom ciklusu brojelra u Republici Srpskoj.
3. Arsenijević Ž., Pavlovsk Z., Lukić M., (2001), Uticaj genotipa na proizvodne i klaničke osobine tovnih pilića. Živnarstvo, 11, 241-244.
4. Aspinall, G.O. (Ed). 1982,1983, and 1985. The polysaccharides. Vols 1-3. Academic press.
5. Avian Group. ( 2014). Selekcijaska kuća avijagen, English
6. *Bach Knudsen KE: Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. Anim Feed Sci Technol. 1997, 67: 319-338.*
7. *Bach Knudsen KE: The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. Anim Feed Sci Technol. 2001, 90: 3-20.*
8. Bansal P., Hall M., Realf M.J., Lee J.H., Bommarius A.S. Multivariate statistical analysis of X-ray data from cellulose: A new method to determine degree of crystallinity and predict hydrolysis rates. *Bioresour. Technol. 2010;101:4461–4471. doi: 10.1016/j.biortech.2010.01.068.*
9. Barnes, E.M.. (1977).Ecological concepts of the anaerobic flora in the avian intestine. *Am. J. Clin. Nutr.*, 30: 1793-1798.
10. Barwary (2011),The effect of ARBOCEL on the litter moisture in layers. La Trope University Australia (personal communication).
11. Bašić N., (2008), Peradrastvo, Univerzitet u Bihaću, Grafičar, Bihać.
12. Baurhoo B, CA Ruiz-Feria and X Zhao, (2008), Purified lignin: nutritional and health impacts on farm animals – a review. *Anim Feed Sci Tech*, 144: 175-184.
13. Binkley, R. W., 1988. Modern Carbohydrate Chemistry. New York, Marcel Dekker.
14. Bjedov S., Đukić-Stojčić M., Perić L., Žikić D., Vukić-Vranješ M., (2009), Effect of probiotic on performance of broiler chickens. *Contemporary Agriculture*, 58, 1-2, 86-91.

15. Bjedov S., Ljubojević D.B., Milošević N., Stanaćev V., Đukić M. (2011), Productin performance of meat type hybrids, Biotechnology in animal husbandry, Institut for animal husbandry, Zemun-Beograd.
16. Bogusławska-Tryk M, A Piotrowska and K Burlikowska, 2012. Dietary fructans and their potential beneficial influence on health and performance parameters in broiler chickens. *J Centr Eur Agr*, 13: 272-291.
17. Bogusławska-Tryk M, Szymeczko R, Piotrowska A, Burlikowska K, Śliżewska K. Ileal and cecal microbial population and short-chain fatty acid profile in broiler chickens fed diet supplemented with lignocellulose. *Pakistan Veterinary Journal* 2015;35:212-216.
18. Branton, S.L., Lott, B.D., Deaton, J.W., Maslin, W.R., Austin, F.W., Pote, L.M., Latour, M.A., Day, E.J. (1997), the effects of added complex carbohydrates or added fiber on necrotic enteritis lesions in broiler chickens. *Poult Sci* 76, 24-28.
19. Brenes, A., Trevino, J., Canteno, C., Yuste, P. (1989): Influence of peas (*Pisum sativum*) as a dietary ingredient and flavomycin supplementation on the performance and intestinal microfora of broiler chicks. *Br. Poult. Sci.*, 30, 81-89.
20. Butcher, G.D., Miles, R.D.( 2009): Causes and prevention of wet litter in broiler houses.University of Florida,IFAS Extention, VM 99.
21. Cao BH, XP Zhang, YM Guo, Y Karasawa and T Kumao, 2003. Effectsof dietary cellulose levels on growth, nitrogen utilization,retention time of diets in digestive tract and caecal microflora ofchickens. *Asian-Australas J Anim Sci*, 16: 863-866.
22. Chaplin SB, Raven J, Duke GE. (1992). The influence of the stomach on crop function and feeding behavior in domestic turkeys. *Physiol. Behav.* 52, 261–266.
23. Chambers C. i Gray R. D., (1979), Development of the structural components of the brush brodering absorptive cells of the chick intestine. *Cell Tissue Res.*, 204-387.
24. Clarke, R. T. J., Bauchop, T. (1977): *Microbiol ecology of the gut*. Academic Press, New York.
25. Decuypere E, Vega C, Bartha T, Buyse J, Zoons J, Albers GA..(1994) Increased sensitivity to triiodothyronine (T3) of broiler lines with a high susceptibility for ascites. *Br Poult Sci.* 35(2):287-97..
26. Denbow,1994; Kuenzel. (1994). Appetite and its control. *Poult. Sci. Rev.* 5, s. 209-229
27. Dey, P. M., Dey, R. A., (1985). *Biochemistry of Storage Carbohydrates in Green Plants*. London, Academic Press.

28. Disbrey BD, Rack JH, 1970, Histological Laboratory Methods. E. & S. Livingstone. Edinburgh.
  
29. Djolai M., Somer Lj., Damjanov D., Hadnadjev Lj., Krnojelac D., 1998. Volume density of intestinal glands in clinical remission of ulcerative colitis. *Folia Anatomica*, 26, 56-57
  
30. Dr Stacey A. Roberts and Dr Arthur Kroismayr, (2007) Eubiotic lignocellulose as a source of fibre in poultry production. *International Poultry Production— Volume 17 Number 6*
  
31. Duke GE, Kimmel JR, Hunt H, Pollock HG. (1985). The influence of avian pancreatic polypeptide on gastric secretion and motility in laying hens. *Poult Sci.* 1985 Jun;64(6):1231-5.
  
32. Ensminger, M. E., Oldfield, J. E. and Heinemann, W. W., (1990). *Feeds and Nutrition*. Clovis, California. USA.
  
33. Esmail, H.M., 1997: Fibre in Nutrition. *Poultry International*, July, 31-34.
  
34. Eva Palmqvist Bärbel Hahn-Hägerda. Fermentation of lignocellulosic hydrolysates. II: inhibitors and mechanisms of inhibition. *Bioresource Technology* Volume 74, Issue 1, 2000, Pages 25-33
  
35. Exploitation of Food Industry Waste for High-Value Products. *Ravindran R, Jaiswal AK*
  
36. Farran MT, Pietsch M, Chabrilat T. Effect of lignocellulose on the litter quality and the ready to cook carcass yield of male broilers. *Actes des 10emes Journees de Recherche Avicole et Palmipedes a Foie Gras; 2013 Mars 26-28 ; La Rochelle. France.* p.917-921.
  
37. Farran, M.T.(2011). Effect of insoluble CFC on, the Performance, Carcass and Litter Quality of Broilers, American University of Beirut (personal communication).
  
38. Farran, M.T., Akilian, H. ( 2014): Effect of dietary lignocellulose in post peak production and hatching performance of broiler breeders grown under commercial settings. *XIV European Poultry Conference, Stavanger, P 158.*
  
39. Forman, L. P., and B. O. Schneeman. 1980. Effects of dietary pectin and fat on the small intestinal contents and exocrine pancreas of rats. *J. Nutr* 110:1992–1999.

40. Gonz´alez-Alvarado, J. M., E. Jim´enez-Moreno, D. Gonz´alez- S´anchez, R. L´azaro, and G. G. Mateos. 2010. Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. *Anim. Feed Sci. Technol.* 162:37–46.
41. Harmsen PFH, Huijgen WJJ, Bermudez Lopez LM, Bakker RRC. Literature review of physical and chemical pretreatment processes for lignocellulosic biomass. Wageningen: Wageningen University & Research Centre; 2010. Available from: <ftp://ftp.ecn.nl/pub/www/>
42. HARTINI, S., CHOCT, M., HINCH, G., KOCHER, A. & NOLAN, J.V. (2002) Effects of light intensity during rearing, beak trimming and dietary fibre sources on mortality, egg production and performance of ISA brown laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 11: 104–110.
43. Hassanzadeh M, Buyse J, Decuypere E. (2008). Further evidence for the involvement of anatomical parameters of the cardiopulmonary system in the development of ascites syndrome in broiler chickens. *Acta Vet Hung.* 56(1): s.71-80
44. HETLAND, H., SVIHUS, B. & KROGDAHL, A°. (2003) Effects of oathulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. *British Poultry Science*, 44: 275–282.
45. Hetland, H., Choct, M., Svihus, B. (2004), Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *Worlds Poult Sci J* 60 (4), 415-422.
46. Hubbard Company.( 2015). Selekcijska kuća Hubbard,France
47. Iji, P. A., A. A. Saki, and D. R. Tivey. 2001. Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a mannan oligosaccharide. *J. Sci. Food Agric.* 81:1186–1192.
48. Impey, C. S., Mead, G. C., George, S. M. (1982): Competitive exclusion of salmonellas from chick caecum using a defined mixture of bacterial isolates from the caecal microflora of an adult bird. *J. Hyg. Camb.*, 89: 479-490.
49. ISA (2007). Energy levels and feed presentation for laying hens: Effects on performance and intake. ISA. Ploufragan, France
50. Jamroz D, K Jacobsen, J Orda, J Skorupinska and A Wiliczekiewicz, (2001), Development of the gastrointestinal tract and digestibility of dietary fibre and amino acids in young chickens, ducks and geese fed diets with high amounts of barley. *Comp Biochem Physiol A*, 130: 643-652.

51. Jiménez-Moreno, E., J. M. González-Alvarado, R. Lázaro, and G. G. Mateos. 2009b. Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at different ages. *Poult. Sci.* 88:1925–1933.
52. Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado JM, González-Serrano A, Lázaro R, Mateos GG (2009). Effect of dietary fiber and fat on performance and digestive traits of broilers from one to twenty-one days of age. *Poultry Sci.* 2009 Dec;88 (12):2562-74.
53. Kheravii, SK., Swick, RA., Choct, M., Wu SB. (2017), Coarse particle inclusion and lignocellulose-rich fiber addition in feed benefit performance and health of broiler chickens. *Poult Sci.* 2017 Sep 1;96(9):3272-3281.
54. Kimiaetalab. MV, Cámara. L, Mirzaie Goudarzi. S, Jiménez-Moreno. E, Mateos GG (2017). Effects of the inclusion of sunflower hulls in the diet on growth performance and digestive tract traits of broilers and pullets fed a broiler diet from zero to 21 d of age. *Poultry Sci.* 2017 Mar 1;96(3):581-592.
55. Jiménez-Moreno. E, González-Alvarado. JM, de Coca-Sinova. A, Lázaro RP, Cámara L, Mateos. GG (2019), Insoluble fiber sources in mash or pellets diets for young broilers. 2. Effects on gastrointestinal tract development and nutrient digestibility. *Poultry Sci.* 2019 Jan 29. doi: 10.3382/ps/pey 599.
56. Jovanović S., Miladinović D., Stamenković T., (2004), *Proizvodnja živinskog mesa u svijetu i njene tendencije, Tehnologija mesa, Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd.*
57. Jørgensen, H., X.-Q. Zhao, K. E. B. Knudsen, and B. O. Eggum. (1996). The influence of dietary fibre source and level on the development of the gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. *Br. J. Nutr.* 75:379–395.
58. Julian R.J., M. Goryo (1990) Pulmonary aspergillosis causing right ventricular failure and ascites in meat-type chickens, *Avian Pathology*, 19:4, 643-654
59. Jurgens, M. H., (1996). *Animal Feeding and Nutrition*, Kendal/Hunt Publishing Company.
60. Kawai Y, Y Ishii, K Arakawa, K Uemura, B Saitoh, J Nishimura, H Kitazawa, Y Yamazaki, Y Tateno, T Itoh and T Saito, (2004), Structural and functional differences in two cyclic bacteriocins with the same sequences produced by lactobacilli. *Appl Environ Microbiol*, 70: 2906-2911.

61. Klapáčova K, Faixova Z, Grešáková L, Faix Š, Miklosova L, Leng L. Effects of feeding wheat naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on blood biochemistry and the effectiveness of dietary lignin treatment to alleviate mycotoxin adverse effects in broiler chickens. *Acta Veterinaria Beograd* 2011;61:227-237.
62. Krogdahl Å, Sell, J L. (1989). Influence of age on lipase, amylase, and protease activities in pancreatic tissue and intestinal contents of young turkeys. *Poult. Sci.* 68, 1561–1568
63. Lacy, R.C. (1985). Evidence that group selection counters the evolution of sexual dimorphism. *Evolutionary Theory* 7:173-177 library/report/2010/e10013.pdf.
64. Liu, J., Trautwein, J., Pietsch, M., Dusel, G. (2009). Einfluss von Lignocellulose in der Broilerfütterung. Boku Tagung Wien, Proceedings.
65. Lu J, U Idris, B Harmon, C Hofacre, JJ Maurer and MD Lee, (2003), Diversity and succession of the intestinal bacterial community of the maturing broiler chicken. *Appl Environ Microbiol*, 69: 68166824.
66. M Bogusławska-Tryk\*, R Szymeczko, A Piotrowska, K Burlikowska and K Śliżewska<sup>1</sup>. Ileal and Cecal Microbial Population and Short-Chain Fatty Acid Profile in Broiler Chickens Fed Diets Supplemented with Lignocellulose, *Pakistan Veterinary Journal* ISSN: 0253-8318.
67. Mai N.L., Ha S.H., Koo Y.M. Efficient pretreatment of lignocellulose in ionic liquids/co-solvent for enzymatic hydrolysis enhancement into fermentable sugars. *Process Biochem.* 2014;49:1144–1151. doi: 10.1016/j.procbio.2014.03.024.
68. Mateos GG, Jimenez-Moreno E, Serrano MP, Lazaro RP. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. *Journal of Applied Poultry Research* 2012;21:156-174.
69. MC Lelland. (1975). Aves digestive system. In “Sisson and Grossman’s The Anatomy of the Domestic Animals” (R. Getty, ed.), Vol. 2, pp. 1857–1882.
70. MC Lelland. (1979). Digestive system. In “Form and Function in Birds” (A. S. King and J. McLelland, eds.), pp. 69–181. Academic Press, London.
71. McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., 2002. *Animal Nutrition* Person&Prentice Hall, Harlow, England.
72. McDougall GJ, Morrison IM, Stewart D, Hillman JR: *Plant cell walls as dietary fibre: Range, structure, processing and function. J Sci Food Agric.* 1996, 70: 133-150.

73. McDougall GJ, Morrison IM, Stewart D, Hillman JR: *Plant cell walls as dietary fibre: Range, structure, processing and function. J Sci Food Agric. 1996, 70: 133-150.*
74. Meng X., Ragauskas A.J. Recent advances in understanding the role of cellulose accessibility in enzymatic hydrolysis of lignocellulosic substrates. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2014;27:150–158. doi: 10.1016/j.copbio.2014.01.014
75. Mohamad T.Farran (2011), Effect of a Dietary Lignocellulose ARBOCEL® on the Performance and Carcass Quality of Broilers. Agricultural Research and Education Center American University of Beirut, Libanon
76. Milošević N., Ljubojević N., Bjedov S., Stanačev V., (2010), Exstrudet corn in the diet of broiler chickens. Simpozijum „Stočarstvo, veterinarska medicina i ekonomika u ruralnom razvoju i proizvodnji bezbjedne hrane. Zbornik kratkih sadržaja, 78.
77. Michard, J. (2011), Dietary fiber-The forgotten nutrient. *International Poultry Production* 19 (7), 29-31.
78. Montagne L, Pluske JR, Hampson DJ. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. *Animal Feed Science and Technology* 2003;108:95-117.
79. Moran E. T., (1985), Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through prenatal development. *Journal of Nutrition*, 115:665.
80. Moran, L. A., Scrimgeour, K. G., Horton, H. R., Ochs, R. S., Rawn, J. D., 1994. *Biochemistry*. 2nd ed. Chapter 11. Neil Patterson ed.
81. Nelson JL, JW Alexander, L Gianotti, CL Chalk and T Pyles, (1994), Influence of dietary fiber on microbial growth in vitro and bacterial translocation after burn injury in mice. *Nutrition*, 10: 3236.
82. N. Milošević<sup>1</sup>, M. Đukić Stojčić<sup>1</sup>, L. Perić<sup>1</sup>, S. Bjedov<sup>1</sup> and M. Vukić-Vranješ. Effect of Lignocellulose on egg production and egg quality. European Symposium on Poultry Nutrition August 2015 | Prague, Czech Republic.
83. Nielsen, B.L., Thodberg, K., Malmkvist, j., Steinfeldt, S. (2011), Proportion of insoluble fiber in the diet affects behaviour and hunger in broiler breeders growing at similar rates. *Animal* 5 (8), 1247-1258.
84. Nilson A. (1974). Isolation, amino acid composition and terminal amino acid residue of the vasoactive octacosapeptide from chicken intestine: Partial purification of chicken secretin. *FEBS Lett.* 47, s. 284–289.



85. Obst B. S., Diamond J.(1992). Ontogenesis of intestinal nutrient transport in domestic chickens (*Gallus gallus*) and its relation to growth. *The Auk* 109(3):451-464.
86. O'Shea, EF ., Cotter, C., Stanton, RP., Ross and C Hill, (2012), Production of bioactive substances by intestinal bacteria as a basis for explaining probiotic mechanisms: Bacteriocins and conjugated linoleic acid. *Int J Food Microbiol*, 152: 189-205.
87. Owusu-Asiedu, A., J. F. Patience, B. Laarveld, A. G. Van Kessel, P. H. Simmins, and R. T. Zijlstra. 2006. Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility, and performance of grower pigs. *J. Anim. Sci.* 84:843–852.
88. Palmqvist E, Hahn-Hägerdal B. Fermentation of lignocellulosic hydrolysates. II: inhibitors and mechanisms of inhibition. *Bioresour Technol.* 2000;74:25–33. doi: 10.1016/S0960-8524(99)00161-3
89. Petričević V., Pavlovski Z., Škrbić Z., Lukić M., (2011), The effect of genotype on production and slaughter properties of broiler chickens. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27, 2, 171-183.
90. Philips SM, Fuller R. (1983).The activities of amylase and the gut contents of germ-free and conventional chickens. *Br. Poult. Sci.* 24, 115–121.
91. Pond, W. G., Church, D.,C., Pond, K. R. 1995. *Basic Animal Nutrition and Feeding.* John Wiley&Sons. New York.
92. Pottguter, R., 2008: Fibre in Layer Diets, *Lohmann Information*, 43, 22-31.
93. Preisinger R., (2004), Internationale Tendenzen der tierzucht und die Rolle der Zuchtunternehmen. *Züchtungskunde* 76, 395-402.
94. Priručník za laboratorijsku dijagnostiku, 1984, Bakteriološka pretraga hrane za stoku, str. 339-340.
95. Rama SV. (2013), Effect of supplementing lignocellulose (ARBOCEL®) with matrix value on performance parameters in commercial broilers study performed by. SRI RAMADHOOTHA RESEARCH FARM Hyderabad, India
96. Ragauskas A.J., Beckham G.T., Bidy M.J., Chandra R., Chen F., Davis M.F. Lignin valorization: Improving lignin processing in the biorefinery. *Science.* 2014;344:1246843. doi: 10.1126/science.1246843.
97. Rehman HU, W Vahjen, WA Awad and J Zentek, (2007), Indigenous bacteria and bacterial metabolic products in the gastrointestinal tract of broiler chickens. *Arch Anim Nutr*, 61: 319-335.

98. Rezaei, M., Karimi, T., Rouzbehan, Y. (2011), The influence of different levels of micronized insoluble fiber on broiler performance and litter moisture. *Poult Sci* 90, 2008-2012.
99. Rishell W.A., (1997), Breeding and genetics-historical perspective. *Poultry science*, 76, 8, 1057-1061.
100. Ristić M. i Damme K., (2013), Significance of pH value for meat quality of broilers: Influence of breed lines. *Veterinarski glasnik*, 67 (1-2), 67-73.
101. Rolfe, R. D. (1991): Population dynamics of the intestinal tract. In: *Colonization Control of Human Bacterial Enteropathogens in Poultry* (Ed. Blankenship, L. C.), Academic Press Inc., San Diego, 59-75.
102. Saki, AA., HR Hemati Matin, MM Tabatabai, P Zamani and R Naseri Harsini, (2010), Microflora population, intestinal condition and performance of broilers in response to various rates of pectin and cellulose in the diet. *Arch Geflügelk*, 74: 183-188.
103. Sakhatskiy M.I., (2014), Broiler meat production in the world: volumes, technologies, current states and prospects. *Ukraina*.
104. Salanitro, J., P., Fairchild, I. G., Zgornicki, Y. D. (1974): Isolation, culture characteristics and identification of anaerobic bacteria from the chicken cecum. *Appl. Microbiol.*, 27: 678-687.
105. Salle, A.J.(1967). *Fundamental principles of bacteriology*, McGraw Hill Book Company Inc.
106. Sarikhan M, Shahryar HA, Gholizadeh B, Hosseinzadeh MH, Beheshti B, Mahmoodnejad A. Effects of insoluble fiber on growth performance, carcass traits and ileum morphological parameters on broiler chickmales. *International Journal of Agriculture & Biology* 2010;12:531-536.
107. Savage, D. C. (1987): Factors influencing biocontrol of bacterial pathogens in the intestine. *Food Technol.*, 41: 82-87.
108. Shakouri MD, H Kermanshahi and M Mohsenzadeh, 2006. Effect of different non starch polysaccharides in semi purified diets on performance and intestinal microflora of young broiler chickens. *Int J Poult Sci*, 5: 557-561.
109. Shivus, B. Denstadli, V. (2010). The Effect of Feeding Pattern and Diet Composition on Efficacy of Exogenous Enzymes. XIIIth European Poultry Conference 575.

110. Shi XS, Noblet J: Digestible and metabolizable energy values of 10 feed ingredients in growing pigs fed ad-libitum and sows fed at maintenance level - comparative contribution of the hindgut. *Anim Feed Sci Technol.* 1993, 42: 223-236.
111. Singh R., Shukla A., Tiwari S., Srivastava M. A review on delignification of lignocellulosic biomass for enhancement of ethanol production potential. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2014;32:713–728.
112. Sinovec Z., 2000. Stimulatori rasta u ishrani nepreživara. Hemijska industrija Župa, Kruševac.
113. Sinovec Z. i Nemanja Ševković, (2008), Praktikum iz ishrane, FVM, Beograd.
114. Sklan, D., A. Smirnov, and I. Plavnik. 2003. The effect of dietary fibre on the small intestines and apparent digestion in the turkey. *Br. Poult. Sci.* 44:735–740.
115. Snoeynbos, G.H., Weinack, O.M., Swysen (1978): Protecting chicks and poults from salmonellae by oral administration of "normal gut microflora". *Av. Dis.*, 22: 273.
116. Spring, P. (1997): Understanding the development of the avian gastrointestinal microflora an essential key for developing competitive exclusion products. U: *Biotechnology in the Feed Industry. Proc. Alltechs 13th Annual Symposium.* (Ed.: T. P. Lyons) Nicholasville Kentucky. 313-324.
117. SRPS ISO 5983/2001. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja azota i izračunavanje sadržaja sirovih proteina, Metoda po Kjeldalu.
118. SRPS ISO 5984/2002. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja sirovog pepela.
119. SRPS ISO 6492/2001. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja masti.
120. SRPS ISO 6496/2001. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja vlage i drugih isparljivih materija.
121. SRPS ISO 6865/2004. Hrana za životinje - Određivanje sadržaja sirove celuloze, metoda sa međufiltracijom.
122. SRPS ISO 936/1999. Meso i proizvodi od mesa - Određivanje ukupnog pepela
123. Stanačev V., Kovčičin S., Filipović S., Milošević N., Božić A., (2007), Ekstrudirano zrno uljane repice u ishrani tovnih pilića. *Savremena poljoprivreda*, 1-2, 69-75.
124. Tešić MM, Nedić ND, Tajdić N, 2013, *Ekonomika veterinarstva, praktikum*, Fakultet veterinarske medicine, Beograd.
125. The Poultry Site.(2015). Seleksijska kuća Cobb, USA
126. *Trends Biotechnol.* 2016 Jan; 34(1):58-69.

127. Uni Z., Noy Y. i Sklan D., (1995), Post hatch changes in morphology and function of small intestines in heavy and lihgt strain chicks. *Poultry Science*, 74:1622-1629. 277.
128. Uni Z., Noy Y. i Sklan D., (1996), Developmental parameters of the small intestines in heavy and lihgt strain chicks pre-and-post hatch. *British Poultry Science*, 36:63-71.
129. Van Soest, P.J.(1967) Development of a komprehensive system of feed analysis and its application to gorages. *J. Anim. Sci.*,26, 119-128.
130. Vanbelle, M., Teller, E., Focant, M. (1990): Probiotics in animal nutrition: a review. *Arch. of Anim. Nutr. (Berlin)*, 40: 543-556.
131. *Wenk C: The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. Anim Feed Sci Technol. 2001, 90: 21-33.*  
Westendarp, H., Lubben, S., Baumeister, J., Gehrmeier, D., Dungalhoff, K., Westermann, P., (2014), Lignocellulose im Futter kann helfen. *DGS Magazin 9/2014*.
132. Westendarp i Lübben (2013), ARBOCEL® Crude Fiber Concentrate in broiler nutrition, University of applied science Osnabrück, Germany.
133. Yamabayashi S, 1987, Periodic acid-Schiff-Alcian Blue. A method for the differential staining for glycoproteins, *Histochemical Journal* 19, 565 - 571.
134. Yokhana.J.S.,Hussein,S.M.,Frankel,T.(2014).Effect of two different fiber sources on growth and digestive enzyme function in layer pullets.XIV European Poultry Conference,Stavanger,P 196.
135. Zeng Y., Zhao S., Yang S., Ding S.Y. Lignin plays a negative role in the biochemical process for producing lignocellulosic biofuels. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2014;27:38–45. doi: 10.1016/j.copbio.2013.09.008.

## 9. PRILOG

### Tjelesne mase brojlera

**Tabela 9.1.** Tjelesna masa brojlera 1. dana, g

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	41,72	1,41	0,14	40	44	3,38%
<b>O-I</b>	42,16	1,31	0,13	40	44	3,11%
<b>O-II</b>	41,71	1,40	0,14	40	44	3,36%
<b>O-III</b>	41,93	1,98	0,20	30	44	4,72%

**Tabela 9.2.** Tjelesna masa brojlera 7. dana, g

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	163,00	16,44	0,14	131	212	10,09%
<b>O-I</b>	170,00	14,35	1,48	141	208	8,44%
<b>O-II</b>	174,00	16,42	1,69	141	217	9,44%
<b>O-III</b>	167,80	14,54	1,50	139	204	8,67%

**Tabela 9.3.** Tjelesna masa brojlera 14. dana, g

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	376,30	61,97	6,39	250	534	16,47%
<b>O-I</b>	380,10	51,78	5,37	293	500	13,62%
<b>O-II</b>	394,60	60,18	6,24	296	558	15,25%
<b>O-III</b>	383,10	63,14	6,55	250	544	16,48%

**Tabela 9.4.** Tjelesna masa brojlera 21. dana, g

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	772,10	117,47	12,12	559	1072	15,21%
<b>O-I</b>	782,10	96,93	10,05	610	1110	12,39%
<b>O-II</b>	826,20	118,94	12,33	611	1181	14,40%
<b>O-III</b>	785,90	123,03	12,76	570	1101	15,65%

**Tabela 9.5.** Tjelesna masa brojlera 28. dana, g

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	1191	182,40	18,91	882	1732	15,31%
<b>O-I</b>	1218	157,80	16,36	910	1600	12,96%
<b>O-II</b>	1343	167,68	17,48	870	1798	12,49%
<b>O-III</b>	1253	185,31	19,87	952	1772	14,79%

**Tabela 9.6.** Tjelesna masa brojlera 42. dana, g

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	2428	332,15	37,37	1810	3456	13,68%
<b>O-I</b>	2423	260,32	28,75	1978	3285	10,74%
<b>O-II</b>	2611	266,69	29,82	2105	3334	10,21%
<b>O-III</b>	2495	309,56	34,61	2044	3514	12,41%

**Tabela 9.7.** Prosječan prirast brojlera u toku tova, g

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<i>1-21. dana (n=100)</i>						
<b>K</b>	750,84	109,44	21,31	568	1029	14,58%
<b>O-I</b>	742,47	98,06	11,03	566	1067	13,21%
<b>O-II</b>	794,80	118,81	13,37	570	1139	14,95%
<b>O-III</b>	758,19	117,98	13,27	528	1061	15,56%
<i>22-42. dana (n=100)</i>						
<b>K</b>	1627,71	330,58	37,19	1097	2609	20,31%
<b>O-I</b>	1653,41	269,32	30,30	1175	2520	16,29%
<b>O-II</b>	1781,18	278,99	31,39	1097	2453	15,66%
<b>O-III</b>	1707,80	305,97	34,42	1086	2759	17,92%
<i>1-42. dana (n=100)</i>						
<b>K</b>	2378,54	332,14	37,37	1769	3412	13,96%
<b>O-I</b>	2395,87	263,01	29,59	1934	3245	10,98%
<b>O-II</b>	2575,97	266,50	29,98	2065	3293	10,35%
<b>O-III</b>	2465,99	307,11	34,55	2033	3471	12,45%

**Elktrohemijske reakcije (pH vrijednost) pojedinih segmenata crijeva brojlera**

**Tabela 9.8.** Elktrohemijska reakcija *jejunuma* brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	4,90	0,023	0,010	4,87	4,93	0,47%
<b>O-I</b>	4,75	0,019	0,008	4,73	4,78	0,40%
<b>O-II</b>	4,59	0,021	0,009	4,57	4,62	0,46%
<b>O-III</b>	4,69	0,021	0,009	4,65	4,71	0,45%

**Tabela 9.9.** Elektrohemijska reakcija želuca brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	4,31	0,024	0,010	4,28	4,34	0,56%
<b>O-I</b>	4,20	0,018	0,007	4,17	4,22	0,43%
<b>O-II</b>	4,15	0,019	0,008	4,13	4,18	0,46%
<b>O-III</b>	4,19	0,014	0,006	4,16	4,20	0,33%

**Morfometrijska ispitivanja duodenuma brojlera****Tabela 9.10.** Visina resica duodenuma ( $\mu\text{m}$ ) brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	1330,00	126,48	51,64	1081,50	1426,06	9,51%
<b>O-I</b>	1380,00	91,59	37,39	1245,28	1466,20	6,64%
<b>O-II</b>	1434,00	284,52	116,15	1051,81	1883,16	19,84%
<b>O-III</b>	1574,00	148,60	60,67	1392,59	1817,82	9,44%

**Tabela 9.11.** Širina resica duodenuma ( $\mu\text{m}$ ) brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	96,70	11,59	4,73	79,17	110,57	11,99%
<b>O-I</b>	105,70	18,06	7,37	83,83	133,01	17,09%
<b>O-II</b>	105,70	13,46	5,50	84,84	121,54	12,73%
<b>O-III</b>	108,10	5,69	2,32	98,90	115,57	5,26%



**Tabela 9.12.** Dubina kriпти resica duodenuma ( $\mu\text{m}$ ) brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	132,10	20,75	8,47	96,40	153,44	15,71%
<b>O-I</b>	134,00	29,26	11,950	105,89	182,09	21,84%
<b>O-II</b>	156,60	20,36	8,31	144,50	197,72	13,00%
<b>O-III</b>	168,20	26,17	10,68	119,63	192,87	15,56%

**Morfometrijska ispitivanja jejunuma brojlera**

**Tabela 9.13.** Visina resica jejunuma ( $\mu\text{m}$ ) brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	871,40	137,07	55,960	694,40	1115,05	15,73%
<b>O-I</b>	873,40	316,94	129,39	621,10	1439,67	36,29%
<b>O-II</b>	892,60	145,08	59,23	728,87	1137,79	16,25%
<b>O-III</b>	984,80	199,83	81,58	686,50	1233,64	20,29%

**Tabela 9.14.** Širina resica jejunuma ( $\mu\text{m}$ ) brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	77,20	10,60	4,33	59,48	88,23	13,73%
<b>O-I</b>	81,40	12,57	5,13	64,73	99,94	15,44%
<b>O-II</b>	87,60	17,45	7,12	56,00	103,67	19,92%
<b>O-III</b>	102,10	27,08	11,05	75,59	146,85	26,52%

**Tabela 9.15.** Dubina kripi resica jejunuma ( $\mu\text{m}$ ) brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	131,90	10,02	4,09	123,02	150,00	7,60%
<b>O-I</b>	137,00	13,48	5,50	117,23	149,07	9,84%
<b>O-II</b>	145,20	8,94	3,65	132,85	157,72	6,15%
<b>O-III</b>	156,30	8,71	3,56	144,04	166,42	5,57%

**Morfometrijska ispitivanja ileuma brojlera**

**Tabela 9.16.** Visina resica ileuma ( $\mu\text{m}$ ) brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	630,10	66,75	27,25	546,19	742,37	10,59%
<b>O-I</b>	702,90	104,16	42,52	587,05	849,99	14,82%
<b>O-II</b>	731,40	119,13	48,64	596,62	887,08	16,29%
<b>O-III</b>	741,20	116,86	47,71	599,07	900,62	15,77%

**Tabela 9.17.** Širina resica ileuma ( $\mu\text{m}$ ) brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	70,30	9,60	3,92	55,47	84,80	13,66%
<b>O-I</b>	82,50	5,64	2,30	75,67	89,71	6,84%
<b>O-II</b>	88,90	11,84	4,83	76,81	103,80	13,32%
<b>O-III</b>	91,50	13,35	5,45	70,52	109,09	14,59%

**Tabela 9.18.** Dubina kripi resica ileuma ( $\mu\text{m}$ ) brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	131,20	22,87	9,34	93,78	156,38	17,43%
<b>O-I</b>	140,70	15,77	6,44	115,21	159,92	11,21%
<b>O-II</b>	145,60	11,65	4,76	123,15	157,55	8,00%
<b>O-III</b>	145,60	20,01	8,17	109,75	166,43	13,75%

**Mikrobiologija segmenata crijeva brojlera**

**Tabela 9.19.** Prosječan broj bakterija *E. Coli* u *Ileumu* i *Cekumu* ispitivanih grupa brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<i>E. Coli</i>						
Ileum						
<b>K</b>	6,32	0,22	0,09	6,10	6,65	3,55
<b>O-I</b>	5,81	0,06	0,02	5,74	5,91	1,07
<b>O-II</b>	5,45	0,09	0,04	5,34	5,57	1,68
<b>O-III</b>	5,49	0,07	0,03	5,39	5,61	1,31
Cekum						
<b>K</b>	7,05	0,14	0,05	6,85	7,20	1,92
<b>O-I</b>	6,62	0,06	0,03	6,54	6,72	0,99
<b>O-II</b>	6,26	0,15	0,06	6,00	6,40	2,40
<b>O-III</b>	6,30	0,09	0,03	6,18	6,42	1,37

**Tabela 9.20.** Prosječan broj bakterija *Cl.perfringens* u Ileumu i Cekumu ispitivanih grupa brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{min}$	$X_{max}$	
<b><i>Cl. perfringens</i></b>						
Ileum						
<b>K</b>	5,19	0,20	0,08	4,91	5,41	3,84
<b>O-I</b>	4,86	0,25	0,10	4,54	5,20	5,16
<b>O-II</b>	4,59	0,13	0,05	4,40	4,75	2,90
<b>O-III</b>	4,55	0,14	0,06	4,32	4,70	3,08
Cekum						
<b>K</b>	5,60	0,35	0,14	5,12	6,05	6,27
<b>O-I</b>	5,01	0,16	0,07	4,76	5,27	3,28
<b>O-II</b>	4,89	0,32	0,13	4,45	5,30	6,67
<b>O-III</b>	4,81	0,22	0,09	4,50	5,03	4,62

**Tabela 9.21.** Prosječan broj bakterija LAB u Ileumu i Cekumu ispitivanih grupa brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{min}$	$X_{max}$	
<b>LAB</b>						
Ileum						
<b>K</b>	5,85	0,14	0,06	5,69	6,05	2,41
<b>O-I</b>	6,21	0,22	0,09	5,90	6,46	3,50
<b>O-II</b>	6,81	0,23	0,09	6,40	7,03	3,43
<b>O-III</b>	6,71	0,26	0,11	6,41	7,02	3,93
Cekum						
<b>K</b>	6,89	0,15	0,06	6,70	7,04	2,20
<b>O-I</b>	7,21	0,19	0,08	6,97	7,47	2,74
<b>O-II</b>	7,52	0,17	0,07	7,31	7,75	2,22
<b>O-III</b>	7,50	0,18	0,07	7,27	7,73	2,43

**Tabela 9.22.** Prosječan broj bakterija Bifidobacterium u Ileumu i Cekumu ispitivanih grupa brojlera

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b><i>Bifidobacterium</i></b>						
<b>Ileum</b>						
<b>K</b>	5,61	0,23	0,09	5,31	5,85	4,07
<b>O-I</b>	6,32	0,13	0,05	6,18	6,50	2,04
<b>O-II</b>	6,82	0,19	0,08	6,51	7,02	2,83
<b>O-III</b>	6,75	0,27	0,11	6,47	7,06	4,09
<b>Cekum</b>						
<b>K</b>	6,63	0,21	0,08	6,41	6,85	3,17
<b>O-I</b>	7,03	0,12	0,05	6,89	7,20	1,66
<b>O-II</b>	7,38	0,33	0,14	6,93	7,95	4,51
<b>O-III</b>	7,31	0,14	0,06	7,20	7,57	1,89

**Tabela 9.23.** Težina različitih organa brojlera, (g)

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>Prazna crijeva</b>						
<b>K</b>	62,17	5,12	2,09	55,00	68,00	8,23%
<b>O-I</b>	67,83	4,17	1,70	54,00	65,00	7,21%
<b>O-II</b>	69,83	13,72	5,60	47,00	82,00	19,64%
<b>O-III</b>	66,33	6,74	2,75	58,00	78,00	10,17%
<b>Mišićni želudac</b>						
<b>K</b>	17,33	1,86	0,76	15,00	20,00	10,74%
<b>O-I</b>	18,0	2,45	1,00	15,00	22,00	13,61%
<b>O-II</b>	16,17	2,23	0,91	12,00	18,00	13,79%
<b>O-III</b>	16,33	1,63	0,67	14,00	18,00	10,00%
<b>Žljezdani želudac</b>						
<b>K</b>	6,67	1,63	0,67	4,00	9,00	24,49%
<b>O-I</b>	6,50	1,38	0,56	5,00	8,00	21,21%
<b>O-II</b>	5,67	1,63	0,67	4,00	8,00	28,82%
<b>O-III</b>	6,67	1,51	0,61	4,00	8,00	22,58%

**Tabela 9.24.** Vlažnost prostirke

Grupa	$\bar{X}$	SD	Mjere varijacije			
			SE	IV		CV%
				$X_{\min}$	$X_{\max}$	
<b>K</b>	29,32	1,73	0,77	27,10	31,20	5,88%
<b>O-I</b>	26,56	2,42	1,08	23,60	29,10	9,12%
<b>O-II</b>	21,98	1,67	0,75	20,30	24,20	7,58%
<b>O-III</b>	24,10	1,81	0,81	21,70	25,80	7,50%

## 10. Biografija autora

Rođen 29.04.1985. godine u Banja Luci. Osnovnu školu u Novom Gradu završio 2000. godine. Smjer Veterinarski tehničar, Poljoprivredno –prehrambena škola u Prijedoru završio 2004. godine. Poloprivredni fakultet u Univerziteta u Banja Luci upisao 2004. godine i završio 2008 . godine, sa zvanjem diplomirani inženjer poljoprivrede. Odmah nakon studija započeo je radni odnos u firmi Živanić DS d.o.o, Prnavor i ostaje u istoj firmi do 2013. godine, iste godine prelazi u firmu Rapić d.o.o, Gradiška, gdje i danas radi. Postdiplomske studije upisuje u Banja Luci 2009. godine i završava 2016. godine, sa zvanjem magistar poljoprivrednih nauka. Doktorske akademske studije na Fakultetu veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu upisao 2016/2017 godine. Tokom doktorskih studija, usmjerio se na oblast ishrane životinja. Objavio je četiri rada sa međunarodnim učešćem. Učestovao na vise simpozija sa domaćim i međunarodnim učešćem. Oženjen je i otac dvoje djece.

Прилог 1.

## Изјава о ауторству

Потписани Lazar T. Makivić

број уписа

**Изјављујем**

да је докторска дисертација под насловом

„Ispitivanje uticaja purifikovane lignoceluloze dodate u hranu za brojlere na zdravstveno stanje, proizvodne rezultate i stepen histoloških i morfoloških promjena u pojedinim segmentima digestivnog trakta“

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

**Потпис докторанда**

У Београду, 26.09.2019. године

---



Прилог 2.

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Lazar T. Makivić

Број уписа

Студијски програм Докторске академске студије

Наслов рада

„Ispitivanje uticaja purifikovane lignoceluloze dodate u hranu za brojlere na zdravstveno stanje, proizvodne rezultate i stepen histoloških i morfoloških promjena u pojedinim segmentima digestivnog trakta“

Ментор проф. Др Dragan S. Šefer

Потписани \_\_\_\_\_

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

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

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

**Потпис докторанда**

У Београду, 26.09.2019. године

\_\_\_\_\_

Прилог 3.

## Изјава о коришћењу

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

„Ispitivanje uticaja purifikovane lignoceluloze dodate u hranu za brojlere na zdravstveno stanje, proizvodne rezultate i stepen histoloških i morfoloških promjena u pojedinim segmentima digestivnog trakta“

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

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

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

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

**Потпис докторанда**

У Београду, 18.04.2019. године

---

1. Ауторство - Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. Ауторство – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.