

**UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET VETERINARSKE MEDICINE
Katedra za ishranu i botaniku**

Željko C. Maksimović

**Uticaj dodavanja različitih količina živih ćelija kvasca
(*Saccharomyces cerevisiae*) u hranu na proizvodne
performanse, morfometrijske parametre i mikrofloru
creva brojlera**

Doktorska disertacija

Beograd, 2024.

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

Željko C. Maksimović

**Effect of adding different amounts of live yeast cells
(*Saccharomyces cerevisiae*) to feed on production
performance, morphometric parameters and gut
microflora of broilers**

PhD Theses

Belgrade, 2024.

MENTORI:

Dr Radmila Marković, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine
Katedra za ishranu i botaniku

Dr Marija Starčević, viši naučni saradnik

Vojska Republike Srbije

ČLANOVI KOMISIJE:

Dr Dragan Šefer, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine
Katedra za ishranu i botaniku

Dr Anita Radovanović, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine
Katedra za histologiju i emriologiju

Dr Jakov Nišavić, redovni profesor

Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine
Katedra za mikrobiologiju

Dr Vesna Đorđević, naučni savetnik

Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd

Datum odbrane doktorske disertacije

Februar, 2024. godine

Zahvalnica

Neizmernu zahvalnost dugujem mentorki profesorici Radmili Marković na neizmernom strpljenu, pomoći i podršci tokom izrade i pisanja rada. Takođe, želim da se zahvalim višem naučnom saradniku dr Mariji Starčević, prof.dr Draganu Šeferu, prof.dr Aniti Radovanović, prof.dr Jakovu Nišaviću, naučnom savetniku dr Vesni Đorđević, profesorima i članovima komisije koji su doprineli da ova doktorska disertacija bude završena.

Zahvaljujem se svom prijatelju i kolegi asistentu Dejanu Periću na pomoći prilikom izvođenja oglada, korisnim savetima i podršci od početka doktorskih studija do završetka ove disertacije, kao i dr Jeleni Janjić za pomoć pri statističkoj obradi dobijenih rezultata.

Veliku zahvalnost dugujem gospodinu Bernhard Feix bez čije podrške nikada ne bih ni stigao do ove zahvalnice.

Najveću zahvalnost dugujem svojoj porodici za razumevanje i podršku tokom izrade disertacije.

Ovu disertaciju posvećujem svojim kćerkama Eleni i Irini.

*Zahvalan,
Željko (Cvijetin) Maksimović*

Uticaj dodavanja različitih količina živih ćelija kvasca (*Saccharomyces cerevisiae*) u hranu na proizvodne performanse, morfometrijske parametre i mikrofloru creva brojlera

Rezime

Cilj ove doktorske disertacije je bio da se ispita uticaj dodavanja različitih količina živih ćelija kvasca (*Saccharomyces cerevisiae*) u ishrani brojlera na zdravstveno stanje, proizvodne rezultate, morfometrijske parametre i mikrofloru brojlera pojedinih segmenata creva, kvalitet trupa kao i ekonomsku opravdanost upotrebe. Ogled je izveden na ukupno 270 brojlera hibrida ROSS 308 podjeljenih u tri grupe sa po 90 jedinki u svakoj grupi i 6 ponavljanja. Sve jedinke su hranjene smešama standardnog sirovinskog i hemijskog sastava po preporuci proizvođača hibrida. Jedina razlika između grupa je bio dodatak živih ćelija kvasca u oglednim grupama (O-I grupa je dobijala žive ćelije kvasca 250 g u toni hrane, a O-II grupa 650 g u toni hrane). Kontrolna grupa brojlera je hranjena bez dodavanja živih ćelija kvasca u hranu. Smeše za ishranu životinja bile su formulisane tako da u potpunosti zadovolje potrebe životinja u svim fazama tova. Tov je trajao 42. dana. Rezultati doktorske disertacije odnose se na ispitivanje hemijskog sastava smeša za ishranu brojlera (starter, grover, finišer), na proizvodne rezultate (masa brojlera, prirast, konzumacija, konverzija) za pojedine faze kao i za ceo tov. U toku ogleda praćeno je i zdravstveno stanje brojlera kao i „fecal scor“. Posle završenog tova i klanja brojlera ispitivana je pH vrednost pojedinih segmenata creva (ileum i cekum) i njihove morfometrijske karakteristike. Utvrđena je korelaciona zavisnost između završnih masa brojlera i morfometrijskih osobina pojedinih segmenata digestivnog trakta. Ispitivana je i mikrobiota digestivnog trakta i utvrđena je korelaciona zavisnost između završnih masa brojlera i mikrobiote pojedinih segmenata digestivnog trakta. Od parametara prinosa mesa izvršena su merenja trupa posle hlađenja i randman klanja. Posle rasecanja trupa merene su mase osnovnih delova (grudi i bataka sa karabatakom) i izračunato je njihovo učešće u masi trupa. Za sva ispitivanja korišćene su standardne i priznate metode sa dovoljnim brojem ponavljanja za statističku obradu podataka. Rezultati istraživanja ukazuju da grupa brojlera kojoj su dodate žive ćelije kvasca u količini od 250 g/t hrane ima bolje proizvodne rezultate i kvalitet trupa ($p < 0,05$), bolju morfologiju creva ($p < 0,001$), veći razvoj korisne mikroflore (*Lactobacillus* spp.) ($p < 0,001$) i smanjenje broja patogenih bakterija (*E. coli*) u crevima brojlera u poređenju sa kontrolnom grupom ($p < 0,05$). Grupa sa dodatkom većih količina živih ćelija kvasca (650 g/t) imala je slične rezultate kao i kontrolna grupa. Dobijeni rezultati ukazuju na to da žive ćelije kvasca *Saccharomyces cerevisiae* mogu da se koriste u ishrani brojlera kao promoteri rasta u zamenu za antibiotike, da utiču na očuvanje zdravlja brojlera, poboljšavaju proizvodne rezultate brojlera u tovu i parametre prinosa mesa brojlera u količini od 250 grama po toni hrane.

Ključne reči: brojleri, ishrana, žive ćelije kvasca, proizvodne performanse

Naučna oblast: Veterinarska medicina

Uža naučna oblast: Ishrana i botanika

UDK broj: 636.33.03.085.2(043.3)

Effect of adding different dosages of live yeast cells (*Saccharomyces cerevisiae*) to feed on production performance, morphometric parameters, and gut microflora of broilers

Summary

The aim of this study was to investigate the effect of adding different dosages of live yeast cells (*Saccharomyces cerevisiae*) to feed on health status, production performance, intestinal morphology, gut microflora of broilers, carcass quality as well as the economic justification of its use. The experiment was performed on a total of 270 broilers (ROSS 308) divided into three experimental groups. Each experimental group contained 90 animals housed in groups of 15 birds in six repetitions. All animals were fed with mixtures of standard raw materials and chemical composition as recommended by the hybrid manufacturer. The only difference between the groups was the addition of live yeast cells in the experimental groups (O-I group received live yeast cells 250 g/t and O-II group 650 g/t of feed). A control group of broilers was fed without the addition of live yeast cells to the feed. Animal feed mixtures were formulated to fully meet the needs of animals in all stages of fattening. The fattening lasted for 42 days. The results of this doctoral dissertation refer to the examination of the chemical composition of feed mixtures for broilers (starter, grower, finisher) and growth production results (body weight, weight gain, feed consumption, and feed conversion ratio) for individual phases as well as for the entire fattening period. During the trial, the broiler's health condition and "fecal score" were also monitored. After the slaughtering and evisceration of broilers, the pH value of contents from the ileum and cecum as well as their morphometric characteristics were examined. A correlational dependence was established between the final body weight of broilers and the morphometric characteristics of individual segments of the digestive tract. The microbiota of the digestive tract was also examined and a correlational dependence was established between the final body weight of broilers and the microbiota of individual segments of the digestive tract. With respect to carcass quality, cold carcass weight and dressing percentage were measured. Furthermore, carcasses were separated into breasts and drumsticks with thighs that were weighed, and their percentage of total cold carcass weight was calculated. For all analysis, standard methods and procedures were used with a sufficient number of repetitions for statistical data processing. The results from the study indicate that the addition of live yeast cells in the dosage of 250 grams per ton of feed achieved better production results and carcass quality ($p < 0.05$), improved intestinal morphology ($p < 0.001$), greater development of beneficial microflora (*Lactobacillus* spp.) ($p < 0.001$) and the reduction of pathogenic bacteria (*E. coli*) in the intestines of broilers compared to the control group ($p < 0.05$). The group

supplemented with higher dosage of live yeast cells (650 g/t) had similar results to the control group. The obtained results indicate that live yeast cells of *Saccharomyces cerevisiae* in the dosage of 250 grams per ton of feed can be used in broiler nutrition as growth promoters instead of antibiotics, can affect the preservation of broiler health, and improve growth production results and carcass quality of broilers .

Key words: broilers, nutrition, live yeast cells, production performance

Scientific field: Veterinary Medicine

Field of academic expertise: Nutrition and Botany

UDC number: 636.33.03.085.2(043.3)

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2.PREGLED LITERATURE.....	3
2.1. PROIZVODNJA ŽIVINSKOG MESA	3
2.2. SPECIFIČNOSTI U ISHRANI ŽIVINE.....	6
2.2.1. MORFOLOGIJA TANKIH CREVA	6
2.2.2. VARENJE HRANE KOD ŽIVINE	7
2.2.3. FUNKCIJA VOLJKE	8
2.2.4. FUNKCIJA MIŠIČNOG I ŽLEZLANOG ŽELUDCA	9
2.2.5. FUNKCIJA TANKIH CREVA	9
2.2.6. FUNKCIJA CEKUMA	10
2.3. ADITIVI U ISHRANI BROJLERA	11
2.3.1. KVASCI U ISHRANI BROJLERA	13
2.3.2. KVASAC KAO IZVOR PROTEINA U HRANI ZA ŽIVOTINJE.....	17
2.3.3. DERIVATI KVASACA	19
2.4. ŽIVE ČELIJE KVASCA U ISHRANI NEPREŽIVARA	21
2.4.1. ŽIVE ČELIJE KVASCA U ISHRANI ŽIVINE.....	22
3. CILJ I ZADACI ISPITIVANJA.....	30
4. MATERIJAL I METODE.....	32
4.1. IZBOR MATERIJALA	32
4.2. DRŽANJE I HRANJENJE BROJLERA	32
4.3. FORMIRANJE OGLEDA.....	32
4.4. ISHRANA BROJLERA.....	33
4.5. METODE HEMIJSKE ANALIZE SMEŠA	34
4.6. ZDRAVSTVENO STANJE.....	36
4.6.1. „FECAL“ SKOR	36
4.7. PROIZVODNI REZULTATI	36
4.8. ISPITIVANJE ELEKTROHEMIJSKE REAKCIJE HIMUSA	37
4.9. KVALITET TRUPA	37
4.10. HISTOLOŠKA ISPITIVANJA	37
4.11. MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA.....	37
4.12. IZRAČUNAVANJE EKONOMIČNOSTI PROIZVODNJE	38
4.13. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA	39
5. REZULTATI ISPITIVANJA	40
5.1. HEMIJSKI SASTAV SMEŠA.....	40
5.2. ZDRAVSTVENO STANJE ŽIVOTINJA	41
5.2.1. IZRAČUNAVANJE PROSEČNE VREDNOSTI ZA „FECAL“ SKOR	41
5.3. PROIZVODNI REZULTATI.....	41

5.3.1. TELESNE MASE BROJLERA U TOKU TOVA	41
5.3.2. PROSEČAN PRIRAST BROJLERA U TOKU TOVA.....	43
5.3.3. KONZUMACIJA HRANE BROJLERA TOKOM TOVA	44
5.3.4. KONVERZIJA HRANE BROJLERA TOKOM TOVA	46
5.4. ELEKTROHEMIJSKA REAKCIJA (PH VREDNOST) HIMUSA.....	48
5.5. KVALITET TRUPA	49
5.6. HISTOLOŠKA ISPITIVANJA	52
5.7. MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA.....	55
5.8. EKONOMIČNOST PROIZVODNJE	59
<u>6. DISKUSIJA</u>	<u>61</u>
6.1. HEMIJSKI SASTAV SMEŠA	61
6.2. ZDRAVSTVENO STANJE	62
6.2.1. "FECAL" SKOR	62
6.3. PROIZVODNI REZULTATI.....	64
6.3.1. TELESNE MASE BROJLERA U TOKU TOVA	64
6.3.2. PROSEČAN PRIRAST BROJLERA TOKOM TOVA.....	66
6.3.3. KONZUMACIJA HRANE BROJLERA TOKOM TOVA	68
6.3.4. KONVERZIJA HRANE BROJLERA TOKOM TOVA	69
6.4. ELEKTROHEMIJSKA REAKCIJA (PH VREDNOST) HIMUSA	70
6.5. KVALITET TRUPA	71
6.6. HISTOLOŠKA ISPITIVANJA	75
6.7. MIKROBIOLOŠKA ISPITIVANJA	78
6.8. EKONOMIČNOST PROIZVODNJE.....	80
<u>7. ZAKLJUČCI.....</u>	<u>82</u>
<u>8. SPISAK LITERATURE</u>	<u>84</u>

1. UVOD

U poslednjih 20 godina godišnja proizvodnja živinskog mesa je porasla sa 40 na 132 miliona tona, što predstavlja godišnji rast od 3,5 do 4,7%. Prosečna svetska godišnja potrošnja živinskog mesa po stanovniku je 15kg. Najveći svetski proizvođači mesa su SAD sa 17% od ukupne svetske proizvodnje, a zatim slede Kina, Brazil, Evropska Unija i Rusija (OECD-FAO, 2017). Razlozi za povećanje svetske proizvodnje živinskog mesa su visoka hranljiva vrednost i dobar odnos proteina i masti u mesu. Takođe, živinsko meso je prihvatljivo za mnoge kulture i religije, a i pristupačno je za ekonomski nerazvijene zemlje (Petracci i sar., 2019).

Intenziviranje živinarske proizvodnje dovelo je do veoma brzog rasta brojlera u kratkom vremenskom periodu. Zahvaljujući genetici, ishrani i uslovima držanja prirast brojlera je najveći od svih gajenih životinja. Međutim, veliki proizvodni zahtevi stvaraju i stresne uslove za brojlere.

Da bi se postiglo bolje iskorišćavanje hrane, duža održivost, lakša manipulacija, a u krajnjem ishodu povećanje proizvodnje i poboljšanje kvaliteta namirnica animalnog porekla, pored osnovnih hraniva u smeše se dodaje veliki broj aditiva koji imaju različite namene. Dodaci su supstance koje, dodate obroku u malim količinama, potenciraju korisne i suprimiraju štetne efekte. Zbog njihove neophodnosti i važnosti predlaže se uvođenje adekvatnijeg termina – *pronutritivne materije*, a definišu se kao mikroingredijenti koji uneti oralnim putem u relativno malim količinama poboljšavaju hranljivu vrednost obroka za životinje (Sinovec, 2000).

Antibiotici su se dodavali u hranu za životinje sa ciljem poboljšanja porasta i zaštite životinja od negativnih efekata patogenih i nepatogenih mikroorganizama koji se nalaze u digestivnom traktu. U uslovima intenzivnog gajenja živine, dodavanjem antibiotika u hranu postizala se veća profitabilnost čitave proizvodnje. Međutim, usled zabrinutosti zbog moguće rezistencije mikroorganizama na antibiotike, Komisija EU 1999. godine je donela odluku koja se odnosi na zabranu upotrebe antibiotika kao stimulatora porasta. Posledično, u živinarskoj industriji bilo je neophodno razviti alternative antibioticima kao stimulatorima rasta. U našoj zemlji, trenutno se kao alternative koriste enzimi, organske i neorganske kiseline, biljna i eterična ulja, imunostimulatori, mikroelementi, probiotici i prebiotici, nukleotidi, itd. (Radulović, 2014).

Značajno mesto u alternativama antibioticima, koji su trenutno u upotrebi, pripada i probioticima. Probiotici su živi mikroorganizmi (bakterije, gljivice i kvasci) koji izazivaju korisne efekte kod životinja domaćina održavanjem eubioze (Fuller, 1989). Upotrebom probiotika postižu se slični efekti kao i korišćenjem antibiotika, s tim što se izbegavaju mogući neželjeni efekti (rezidue, karenca, rezistencija, alergije, genotoksičnost).

Kvasac predstavlja nutritivno vredno hranivo koje je bogat izvor proteina visoke biološke vrednosti, kompleksa vitamina B, minerala u tragovima i mnogih drugih korisnih materija. Uglavnom je u upotrebi stočni i pivski kvasac. Suvi stočni kvasac dobija se gajenjem gljivica kvasca (*Saccharomyces species*) na različitim podlogama (melasa, celuloza). Ovakav kvasac sadrži 40-60% sirovih proteina visoke biološke vrednosti i svarljivosti. Od esencijalnih aminokiselina bogat je lizinom (3,47%), a sumpornih aminokiselina ima samo 1,14%, što ga razlikuje od animalnih i nekih biljnih proteinskih hraniva. Najbogatiji je izvor vitamina B kompleksa od svih hraniva. Energetska vrednost suvog stočnog kvasca je 10,1 MJ/kg hrane. Obično se koristi u ishrani svinja i živine u količini od 1-7% u smeši. Suvi pivski kvasac se dobija sušenjem svežeg pivskog kvasca nakon filtracije pivske čorbe fermentisane kvašćevim gljivicama (*Saccharomyces species*). Ovakav kvasac sadrži 40-50% proteina visoke biološke vrednosti i svarljivosti. Energetska vrednost suvog pivskog kvasca je 7,7 MJ/kg hrane (Marković i sar., 2023)

Žive ćelije kvasca poseduju velike količine polisaharida, zajedno sa manozom i glukanima, a poznata je njihova uloga i u modulaciji imunološkog odgovora organizma u interakciji sa različitim imunokompetentnim ćelijama. Pored toga, dodavanje živog kvasca u hranu životinja, može uticati na poboljšanje varenja i apsorpciju hranljivih materija iz intestinalnog trakta i to: modulacijom strukture creva, inhibicijom patogenih bakterija i smanjenjem pH vrednosti u crevima (što dovodi do stvaranja organskih kiselina koje deluju kao zakišeljivači) (Ogbuewu i sar., 2019).

2.PREGLED LITERATURE

2.1. PROIZVODNJA ŽIVINSKOG MESA

Proizvodnja živinskog mesa i jaja u svetu konstantno raste iz godine u godinu i očekivanja su da se ovaj trend nastavi u budućnosti. Nekoliko faktora imaju ključnu ulogu u konstantom rastu živinarske proizvodnje u svetu:

- Napredovanje u genetskim istraživanjima,
- Najnovija saznanja u pogledu nutritivnih potreba,
- Preventivne mere u kontroli bolesti.

Hrana je jedan od najvažnijih faktora u proizvodnji živine, jer troškovi ishrane čine od 60-70% ukupnih troškova.

Dostupnost hrane niske cene i visokog kvaliteta jedan je od ključnih faktora u živinarskoj proizvodnji da bi ova proizvodnja ostala konkurentna i nastavila kontinuirani rast (Velmurugu, 2019). Tov pilića je specifičan proizvodni proces koji karakterišu intenzivni proizvodni principi: brz rast, mala konzumacija hrane za kilogram prirasta i velika proizvodnja mesa tovnih piladi po jednom kvadratnom metru podne površine (Mitrović i sar., 2010). Mnogobrojna naučna i eksperimentalna istraživanja iz oblasti ishrane živine u prethodnim decenijama značajno su doprinela unapređenju živinarske proizvodnje u svetu i kod nas. Proizvodnja hibrida živine sa visokim genetskim potencijalom takođe je doprinela unapređenju proizvodnje. Gajenje novih hibrida zahtevalo je i odgovarajuće promene u sistemu i organizaciji držanja živine.

Sa poluekstenzivnog ili ekstenzivnog načina držanja prešlo se na gajenje u strogo kontrolisanim uslovima. U intenzivnoj industrijskoj proizvodnji brojlera dnevni prirast je konstanto rastao u prethodnih 60 godina sa 25 grama na 100 grama (Knowles i sar., 2008), a optimalnu telesnu masu od 3kg moguće je postići za 6 nedelja za šta je u prošlosti trebalo 16 nedelja (Griffin i Goddard, 1994; Haverstain i sar., 1994; Govaerts i sar., 2000). Gajenje živine u zatvorenim objektima bez mogućnosti da sama traži hranu zahteva kvalitetnu ishranu uz korišćenje potpunih i dobro izbalansiranih smeša. Ove smeše moraju da sadrže sve neophodne hranljive sastojke da bi živina mogla da postigne maksimum svog genetskog potencijala.

Proizvođači hibrida na osnovu naučnih istraživanja daju preporuke za potpune smeše, posebno za svaku vrstu, hibrid i kategoriju živine (Tabela 1 i 2).

Tabela 1. Preporuke za ishranu brojlera hibrida Ross 308 –završne mase od 2,50 do 3,00 kg

		Starter		Grover		Finišer I		Finišer II	
Starost	Dana	0-10		11-24		25-39		40 – do kraja	
Energija	kcal	3000		3100		3200		3200	
	MJ	12,55		12,97		13,39		13,39	
Aminokiseline		Ukupno	Svarljivo	Ukupno	Svarljivo	Ukupno	Svarljivo	Ukupno	Svarljivo
Lizin	%	1,44	1,28	1,29	1,15	1,15	1,02	1,08	0,96
Met + Cis	%	1,08	0,95	0,99	0,87	0,90	0,80	0,85	0,75
Metionin	%	0,56	0,51	0,51	0,47	0,47	0,43	0,44	0,40
Treonin	%	0,97	0,86	0,88	0,77	0,78	0,68	0,73	0,64
Valin	%	1,10	0,96	1,00	0,87	0,89	0,78	0,84	0,73
Izoleucin	%	0,97	0,86	0,89	0,78	0,80	0,70	0,75	0,66
Arginin	%	1,52	1,37	1,37	1,23	1,21	1,09	1,14	1,03
Triptofan	%	0,23	0,20	0,21	0,18	0,18	0,16	0,17	0,15
Leucin	%	1,58	1,41	1,42	1,27	1,26	1,12	1,19	1,06
Sir. Protein	%	23		21,5		19,5		18,3	
Kalcijum	%	0,96		0,87		0,78		0,75	
Dostupni P	%	0,480		0,435		0,390		0,375	
Magnezijum	%	0,05 – 0,50		0,05 – 0,50		0,05 – 0,50		0,05 – 0,50	
Natrijum	%	0,16 – 0,23		0,16 – 0,23		0,16 – 0,20		0,16 – 0,20	
Hlor	%	0,16 – 0,23		0,16 – 0,23		0,16 – 0,23		0,16 – 0,23	
Kalijum	%	0,40 – 1,00		0,40 – 0,90		0,40 – 0,90		0,40 – 0,90	

Izvor: Avian group – Ross nutrition specification 2019

Tabela 2. Preporuke za ishranu brojlera Cobb 500

		Starter	Grover	Finišer I	Finišer II
Starost	Dana	0-8	9-18	19-28	29 – prodaje
Energija	kcal	2975	3025	3100	3150
	MJ	12,45	12,66	12,97	13,18
Protein	%	21-22	19-20	18-19	17-18
Svarljivi lizin	%	1,22	1,12	1,02	0,97
Svarljivi metionin	%	0,46	0,45	0,42	0,40
Svarljivi met+cis	%	0,91	0,85	0,80	0,76
Svarljivi triptofan	%	0,20	0,18	0,18	0,17
Svarljivi treonin	%	0,83	0,73	0,66	0,63
Svarljivi arginin	%	1,28	1,18	1,07	1,02
Svarljivi valin	%	0,89	0,85	0,76	0,73
Svarljivi izoleucin	%	0,77	0,72	0,67	0,64
Kalcijum	%	0,90	0,84	0,76	0,76
Dostupni fosfor	%	0,45	0,42	0,38	0,38
Natrijum	%	0,16 – 0,23	0,16 – 0,23	0,16 – 0,23	0,16-0,23
Hlor	%	0,16 – 0,30	0,16 – 0,30	0,16 – 0,30	0,16 – 0,30
Kalcijum	%	0,60 – 0,95	0,60 – 0,95	0,60 – 0,95	0,60 – 0,95
Linoleinska kiselina	%	1,00	1,00	1,00	1,00

Izvor: Cobb 500 broiler performance & nutrition supplement 2018

Fabrike hrane za životinje prema ovim detaljnim uputstvima prave potpune ili dopunske smeše kao i premikse. Zbog veoma intenzivne proizvodnje živina je vrlo osjetljiva na nedostatke u hranljivim materijama, bilo da su to proteini, energija, masti, celuloza, aminokiseline, vitamini ili minerali. Da bi se smeše izbalansirale prema uzdržnim i proizvodnim potrebama neophodno je dobro poznavanje sastava sirovina i njihovo maksimalno učešće u smešama. Potrebno je takođe poznavanje građe i funkcije organa za varenje kod živine kao i principa varenja i usvajanja hranljivih materija.

2.2. SPECIFIČNOSTI U ISHRANI ŽIVINE

Dorđević i sar. (2009) navode specifičnosti po kojima se ishrana živine razlikuje od ishrane drugih vrsta domaćih životinja. Oni su te specifičnosti naveli u nekoliko tačaka:

1. Relativno kratak sistem za varenje gde se ceo proces varenja završava za najviše 12 sati.
2. U ishrani se koriste kvalitetna hraniva visoke biološke vrednosti i svarljivosti.
3. Visoka fiziološki normalna temperatura tela (40-41°C) ukazuje na veoma intenzivne fiziološke procese u organizmu, a pre svega varenje hrane, cirkulaciju krvi i disanje.
4. Visoka produktivnost za razliku od drugih vrsta životinja; pile za 6 nedelja uveća svoju početnu telesnu masu za preko 60 puta i utroši manje od 2kg hrane po kilogramu prirasta.
5. Potrebe koka nosilja u eksploataciji za kalcijumom su znatno veće od drugih vrsta životinja
6. Čurići u prvih 8 nedelja imaju znatno veće potrebe u hranljivim materijama za razliku od pilića u istom periodu.
7. Obnavljanje perja koje je bogato sumporom u periodu mitarenja živine utiče da su veće potrebe u sumpornim aminokiselinama, metioninu i cistinu.

2.2.1. Morfologija tankih creva

Tanko crevo je deo digestivnog kanala od pilorusa do slepog creva. Ono visi na dugom mezenterijumu i može se lako pomerati. Pokreti u tankom crevu su sporiji i kraći od pokreta u želucu. Tanko crevo vrši dve vrste pokreta: pendularne pokrete, u cilju mešanja sadržaja creva i peristaltičke pokrete, kojima se sadržaj potiskuje kaudalno. Tanko crevo se deli na: dvanaestopalačno (*duodenum*), prazno (*jejunum*) i vito crevo (*ileum*).

U tankom crevu vrši se najobilniji i najvažniji deo varenja i apsorbovanja hrane. U tom procesu učestvuju: žuč, pankreasni i crevni sok. Pod uticajem njihovih fermenta tu se vrši razlaganje sastojaka hrane: ugljeni hidrati, odnosno skrob razlažu se do maltoze i glukoze; belančevine, razložene u želucu do polipeptida, razlažu se u tankom crevu do aminokiselina; masti, razlažu se na glicerol i masne kiseline.

Prazno crevo (*jejunum*) se zove po tome što je posle smrti jedinke prazno. Nastavlja se na *duodenum* i prelazi neprimetno u *ileum*. Obrazuje mnogobrojne zavojce i visi na dugom mezenterijumu. Dugo je oko 120 cm u kokoške, a u guske i do 170 cm. Na srednjem delu jejunuma pilića nalazi se slabo izraženo kesasto proširenje (*diverticulum caecum vitelli – Meckeli*), koje predstavlja ostatak žumancetne kesice.

Zid tankog creva se sastoji: *tunica mucosa*, *tunica submucosa*, *tunica muscularis* i *tunica serosa*. Unutrašnja površina tankog creva je neravna i obrazuje crevne resice – *villi intestinales*.

Sluzokoža (*tunica mucosa*) se sastoji od *lamina epithelialis*, *lamina propria mucosae* i *lamina musculari mucosae*.

Lamina epithelialis – epitel ove lamine je jednoslojan prizmatičan epitel. Sastoji se od enterocita, peharastih, Panethovih i endokrinih ćelija.

U osnovi crevnih resica nalaze se ušća crevnih žlezda – *glandulae interstinales Liberkuhni*. To su prave, cevaste, jednostavne ili račvaste žlezde, poreklom od epitela, a smeštene su u krznu. Dna ovih žlezda dopiru do mišićnog sloja sluzokože. U dnu ovih kripti, odnosno žlezda, nalaze se matične ćelije koje se stalno umnožavaju i služe za obnavljanje epitela i diferentovanje enterocita, peharastih i drugih ćelija.

Povećanjem površine sluzokože creva, odnosno, povećanjem dužine i površine crevnih resica, obezbeđuje se veća dodirna površina sa svarenom hranom i na taj način bolje iskorišćavanje hrane.

U zavisnosti od uslova koji vladaju u lumenu creva, obnavljanje enterocita i peharastih ćelija može biti intenzivnije i tada je proliferativna aktivnost kripti veća, tako da nam dubina kripti može ukazati i na stanje unutar creva. Poznato je da povećan broj patogenih bakterija u crevu značajno utiče na smanjenje dužine života enterocita i na njihovu ubranu regeneraciju i migraciju (Šijački i sar., 1997).

2.2.2. Varenje hrane kod živine

Digestivni trakt savremenih hibrida živine morao je da se prilagodi drastičnim promenama intenzivnog uzgoja koji je stalno išao u pravcu sve više proizvedenih jaja po kokoški i sve većeg dnevnog prirasta kod brojlera. Na primer, brojler starosti 30 dana i muškog pola treba da pojede dnevno hrane u količini koja je ekvivalent 10% njegove telesne mase, a digestivni trakt treba to da svari preko 7 grama hrane na sat. Kada bi smo to preveli u ljudsku perspektivu to bi značilo da bi čovek od 75kg trebao da za 16 sati koliko je budan pojede 450g hrane po satu (Svihus, 2014).

Logično je pretpostaviti da ovako visok nivo proizvodnje i unosa hrane čine digestivni trakt osetljivim na oštećenja. Oštećenja digestivnog trakta mogu biti posledica nedovoljno razvijenog digestivnog trakta ili povezana sa spoljnim faktorima kao što su mikroflora ili nedostaci u hrani koju unose. U težim oblicima oštećenja funkcije digestivnog trakta lakše je uočiti promene, kao što je na primer nekroza zida digestivnog trakta uzrokovana *Clostridium perfringens*. Takođe, nedostatak strukturalnih komponenti može da rezultira u dilataciji proventrikulusa i nefunkcionalnosti mišićnog dela želudca. Na svu sreću ovakvo teški poremećaji funkcije digestivnog trakta se retko sreću u praksi. Generalno digestivni sistem živine je sličan digestivnom sistemu drugih životinjskih vrsta. Hrana se guta, vlaži, melje u manje čestice, zakišeljava i izlaže

delovanju endogenih enzima, a zatim razlaže u monosaharide, dipeptide, aminokiseline, slobodne masne kiseline i monogliceride koji mogu biti apsorbirani (Svihus, 2014).

2.2.3. Funkcija voljke

Za razliku od drugih vrsta životinja hrana se kod živine guta bez prethodne obrade u ustima. Nakon gutanja hrana može da ide u voljku ili da prođe direktno u žlezdani ili mišićni deo želuca kada su ovi delovi digestivnog trakta prazni (Chaplin i sar., 1992). Kada je potrebno da se konzumira veća količina hrane tada se hrana skladišti u voljci, jer je kapacitet mišićnog želuca svega 5 do 10 grama hrane. Iako skladištenje hrane varira znatno među jedinkama, oko 50% hrane koja se konzumira ujutru i uveče skladišti se u voljci (Jackson i sar., 1995). U ishrani komercijalnih brojlera *ad libitum* nema potrebe za velikim skladištenjem hrane u voljci (Nielsen, 2004). Voljka u suštini ima glavnu ulogu kao organ za skladištenje hrane kada je pristup hrani ograničen i voljka nije uključena u regulaciju konzumacije hrane (Jackson i sar., 1995).

Uprkos znatnim razlikama među jedinkama, Svihus i sar., (2013) su na osnovu laboratorijskih ispitivanja zaključili da brojleri hranjeni *ad libitum* nisu koristili voljku za značajnije skladištenje hrane, nego su jeli manje količine hrane na svakih pola sata. Ovo ukazuje da ishrana brojlera *ad libitum* menja i tradicionalan način ishrane živine i da hrana zaobilazi voljku. Takođe, Boa-Amposen i sar. (1991) su u voljci brojlera, i kod sporo rastućih kao i brzo rastućih, našli male količine hrane ukoliko su hranjeni *ad libitum*, dok su isti autori zaključili da obročna ishrana znatno povećava količinu hrane skladištene u voljci. Hranjenje živine dva puta dnevno je pokazalo da su životinje u stanju da konzumiraju oko 40% hrane po obroku u odnosu na količinu hrane koju na dnevnom nivou konzumiraju životinje hranjene *ad libitum* (Barash i sar., 1992). Buyse i sar. (1993) su zapazili znatno povećanje u težini i kapacitetu voljke za zadržavanje hrane kada su pilići hranjeni jednom do dva puta dnevno za razliku od onih koji su hranjeni *ad libitum*. Sve ovo ukazuje da je glavna funkcija voljke zadržavanje i skladištenje nesvarene hrane zbog ograničenog kapaciteta drugih organa za varenje.

Nije poznato da voljka ima bilo kakvu direktnu ulogu u varenju hrane, jer nema lučenje enzima niti apsorpcije hranljivih materija, ali je svakako veoma bitna uloga vlaženje hrane, što olakšava dalje varenje hrane u digestivnom sistemu. Prema rezultatima istraživanja Svihus i sar. (2010) sadržaj voljke se postepeno natapa i za otprilike 60 minuta vlažnost dostiže 50%. Rezultati pH u voljci variraju u velikom rasponu od 4,5 do 5,9, pa i preko 6. Prema Ao i sar. (2008) pH u hrani nepreživara je u rasponu od 5,5 do 6,5, što ukazuje da je pH hrane u voljci sličan onom pH koji je hrana imala pre ulaska u voljku. Međutim, duže zadržavanje hrane u voljci se povezuje sa fermentacijom koja proizvodi organske kiseline i samim tim snižava pH, pa se time mogu objasniti velike varijacije u pH vrednostima u voljci (Abbas i sar., 2007). Bolton (1965) je zapazio da

zadržavanje hrane u voljci kod brojlera snižava pH, dok kod koka nosilja se pH povećava, kao i puferski kapacitet hrane zbog visokog sadržaja kalcijum-karbonata.

2.2.4. Funkcija mišićnog i žlezdanog želuca

Pravi želudac kod živine su žlezdani i mišićni želudac. Žlezdani želudac luči hlorovodoničnu kiselinu i pepsinogen koji se mešaju sa hranom mišićnim pokretima mišićnog želuca. Kako hrana nije izdrobljena u ustima, veoma je bitna uloga drobljena hrane u mišićnom želucu.

Mišićni želudac se sastoji od snažne muskulature i sluzokože koja je presvučena rožinom, koja je potpora u drobljenju hrane (Duke, 1992). Proces drobljenja hrane počinje kontrakcijom muskulature žlezdanog želuca praćene otvaranjem pilorusa i snažnom peristaltičkom kontrakcijom u duodenumu. Kontrakcija mišićnog želuca započinje odmah nakon početka kontrakcije duodenuma, što rezultira da deo želudačnog sadržaja gura u duodenum, a deo u žlezdani želudac. Kada se mišići mišićnog dela želuca opuste, započinje kontrakcija žlezdanog dela želuca i vraća sadržaj ponovo u mišićni želudac. Ciklus kontrakcija se odvija 4 puta u minuti i melje hranu zahvaljujući trenju hrane sa sluzokožom želuca i drugim delovima hrane. Zbog ovog procesa mlevenja i drobljenja hrane, gde sadržaj prelazi iz jednog u drugi želudac, žlezdani i mišićni želudac se posmatraju kao jedna celina (Svihus B, 2011).

Zadržavanje hrane u žlezdanom i mišićnom želucu je između 30 i 60 minuta (Shires i sar., 1987; van der Klis i sar., 1990; Danicke i sar., 1999). Mišićni želudac selektivno zadržava velike čvrste delove hrane, dok manje i rastvorljive delove propušta znatno brže u duodenum. Vreme zadržavanja hrane je bilo znatno duže kod brojlera koji su genetski selektovani za visoku svarljivost hrane (Rougiere i Carre, 2010). Žlezdani deo želuca luči sok čiji je pH oko 2 (Duke, 1986; Farner 1960; Riley i sar. 1984; Mahagna i sar. 1995). Količina, vreme zadržavanja i hemijske karakteristike hrane u mišićnom i žlezdanom želucu utiču na odstupanja u pH. Zbog visokog sadržaja kalcijum-karbonata u obrocima koka nosilja pH vrednost u mišićnom želucu iznosi između 4 i 5 (Hetland i Svihus 2007; Senkoylu i sar. 2009).

Kada se u ishrani koriste cele ili grubo mlevene žitarice, kao i dodaci celuloze kao što su ljupe uljarica ili piljevina, pH u žlezdanom želucu se smanji od 0,2 do 1,2. Logično objašnjenje je da se povećava količina sadržaja u želucu, kao i vreme zadržavanja, što omogućava veće lučenje hlorovodonične kiseline (Svihus i sar. 2013; Sacranie i sar. 2012; Gabriel i sar. 2003).

2.2.5. Funkcija tankih creva

Tanka creva su deo digestivnog sistema živine gde se odvija najveći deo varenja hrane i mesto apsorpcije svih nutrijenata. Prvi segment tankih creva je duodenum. Iako se duodenum

završava na izlazu pankreasnog i žučnog kanala sadržaj želuca se meša sa žuči i pankreasnim sokovima gastro-duodenalnim refluksom. Hrana se u duodenumu kratko zadržava, što je prema nekim autorima manje od 5 minuta (Duke, 1986; Noy i Sklan, 1995). Noy i Sklan (1995) su u svojim istraživanjima utvrdili da se 95% masti iz hrane svari u duodenumu. Iako je Duke (1986) tvrdio da ne postoji histološki različit segment posle duodenuma, deo koji se nastavlja na duodenum, a završava se Mekelovim divertikulom naziva se jejunum. Ovaj segment ima ključnu ulogu u varenju hrane, jer su svi glavni hranljivi sastojci u najvećoj meri ovde svareni i apsorbirani.

U prilog ovoj tvrdnji ide i činjenica da je masa praznog jejunuma za 20-50% veća od težine ileuma (Hetland i Svihus, 2001; Rodgers i sar., 2012). Bez obzira na veličinu, vreme zadržavanja hrane u jejunumu je samo 40 do 60 minuta, što je u proseku duplo kraće vreme u odnosu na zadržavanje hrane u ileumu (Rougiere i Carre, 2010; Weurding i sar., 2001). Kraće vreme zadržavanja hrane u jejunumu uprkos većem kapacitetu za 25% je logično zbog znatno veće količine hrane koja ulazi u jejunum u poređenju sa količinom hrane koja uđe u ileum. Apsorpcija hranljivih materija iz masti, skroba i proteina u velikoj meri se završava na kraju jejunuma (Noy i Sklan, 1995), pa je i logično da znatno manja količina hrane dospe u ileum.

Ileum je poslednji segment tankih creva koji se završava na spoju cekuma i debelog creva. Uprkos činjenici da je dužina ovog segmenta creva približno ista kao i jejunuma, težina je znatno manja (Hurwitz i sar., 1973). U ileumu se takođe odvija varenje i apsorpcija masti, skroba i proteina ali se smatra da je ileum prvenstveno mesto apsorpcije vode i mineralnih materija. Činjenica je da je većina hranljivih materija već apsorbirana u prethodnom segmentu, pa je samim tim i vreme prolaska hrane kroz ileum znatno duže. Promene u funkcionisanju tankih creva nije lako objasniti. U različitim eksperimentima merena je težina creva, ali promene nisu uočene, a i kada su bile uočene teško je bilo objasniti ih. Sa naučne strane interesantnije je praćenje histoloških promena koje se dešavaju u samim crevima. Prema Yamauchi (2007) u velikoj meri nedostaje jasno razumevanje između morfologije i funkcije creva. Iako se često pretpostavlja da je veća visina resica pokazatelj poboljšane funkcije creva, pokazalo se da veća visina crevnih resica ileuma može biti posledica nefunkcionalnog jejunuma. Prema tome povećana visina resica ovog segmenta creva može biti posledica povećane potrebe za varenjem i apsorpcijom hranljivih materija.

2.2.6. Funkcija cekuma

Par cekuma koji se nalazi kod pripitomljenih vrsta živine (osim golubova) je takođe jedinstvena osobenost digestivnog trakta živine. Cekumi različitih oblika i veličine mogu se uočiti kod većine ptica (Clench i Mathias, 1995). Par cekuma se nalazi na spoju ileuma i debelog creva kao izdužene slepe vreće usmerene duž ileuma. Cekumi kod živine su dugački i dobro razvijeni sa

suženim proksimalnim delom koji se debelom crevu pridružuju distalno od mišićnog prstena. Duke i sar. (1984) su uočili pražnjenje cekuma u proseku dva puta dnevno kod ćuraka i to ujutru i popodne.

Zbog retkog pražnjenja vreme zadržavanja hrane u cekumu je znatno duže, na šta ukazuje i činjenica da se sadržaj cekuma nije smanjio ni posle 24 sata od uskraćivanja hrane (Warriss i sar., 2004). Vrsta materijala koji ulazi u cekum su uglavnom fino mlevene čestice ili rastvorljive supstance poreklom iz bubrega ili ileuma.

Jedna od najvažnijih funkcija cekuma je apsorpcija vode i elektrolita za šta se cekum smatra kvantitativno najvažnijim organom. Prema Thomasu (1982) veća apsorpcija vode nije zapažena u crevima do posle ileuma. U cekumu se uglavnom odvija reapsorpcija vode i elektrolita iz creva ili bubrega. Smatra se da 36% vode i 75% natrijuma poreklom iz bubrega biva apsorbovano u donjim delovima digestivnog trakta gde je cekum ključni organ. Takođe je moguće da cekum ima ulogu u reciklaži azota poreklom iz bubrega iako je ta količina neznatna. Na funkciju cekuma u velikoj meri utiče i sastav obroka. Ukoliko se u obroku nalazi veća količina hraniva koja fermentiše, dužina cekuma će biti veća. Sadržaj vlakana u hrani takođe utiče na dužinu cekuma. Primećeno je da ćurke hranjene sa većim sadržajem vlakana iz obroka su imale duži cekum za 25% u odnosu na kontrolnu (Duke i sar., 1984).

2.3. ADITIVI U ISHRANI BROJLERA

Pored osnovnih hranljivih sastojaka u kompletnim smešama za ishranu životinja, danas se koristi sve veći broj dodataka koji imaju nutritivnu, stimulativnu i preventivnu ulogu, ili se koriste kao konzervansi, antioksidansi, enzimi, kiseline, arome, boje i drugo (Slika 1). Aditivi se opisuju kao supstance koje, dodate smešama u malim količinama, potenciraju korisne, a suprimiraju štetne efekte (Đorđević i Dinić, 2006).

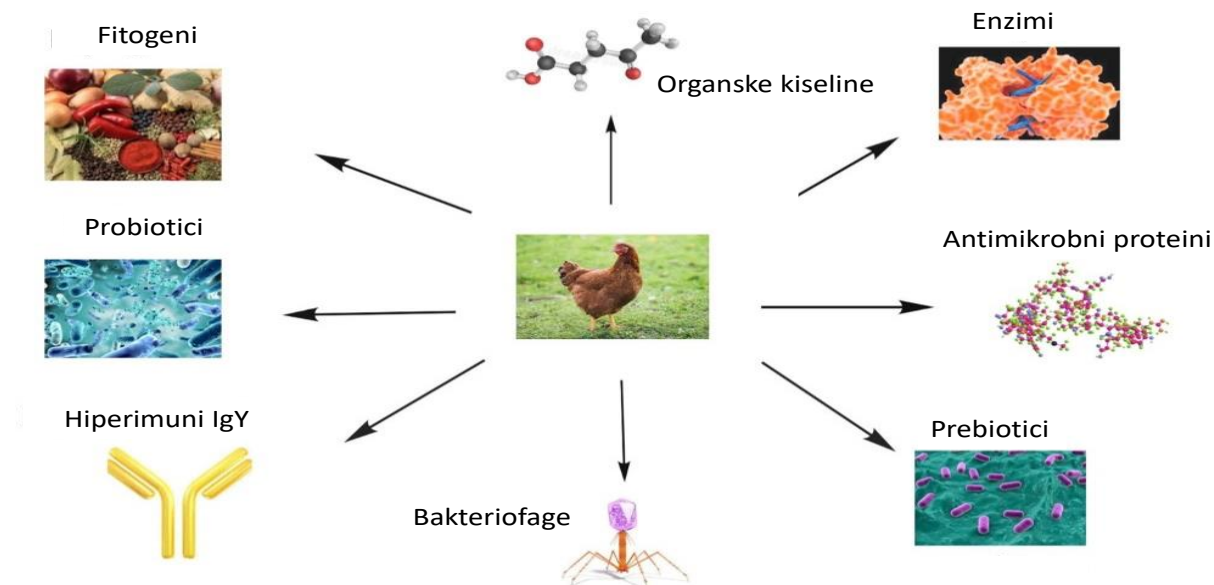
Probiotici su živi mikroorganizmi (bakterije, gljivice i kvasci) koji izazivaju korisne efekte kod životinja domaćina održavanjem eubioze (Fuller, 1989). Upotrebom probiotika postižu se slični efekti kao i korišćenjem antibiotika, s tim što se izbegavaju mogući neželjeni efekti (rezidue, karenca, rezistencija, alergije, genotoksičnost). Pored toga, nedostatak antibiotika je i u tome što je za puno dejstvo potrebno da prođe 5 do 10 dana od početka davanja, pri čemu efekat traje samo dok su prisutni u organizmu (Veld, 1997). Mehanizmi kojima korisna bakterijska populacija ostvaruje kolonizacionu rezistenciju zasnivaju se na nekoliko dejstava (Fuller and Cole, 1988): konkurencija za mesta pripajanja na intestinalnom epitelu, lokalna proizvodnja antibiotika, konkurencija za hranljive sastojke, stvaranje neodgovarajućeg pH.

Kao probiotici koriste se bakterije: *Bacillus (subtilis)*, *Lactobacillus (acidophylus, bifidus)*, *Streptococcus (faecium)*, kvasci (*Saccharomyces* i *Torulopsis*). Probiotski preparati mogu da budu

pojedinačne vrste mikroorganizama ili mešavina više vrsta. Kriterijumi koje treba da ispunjavaju probiotici su: da su pogodni za širu upotrebu i industrijsku obradu, da tokom lagerovanja i upotrebe budu stabilni i živi, da mogu da prežive u intestinalnom ekosistemu, da su bezbedni za životinje koje ih koriste uz bolje proizvodne rezultate i zdravstveno stanje životinja.

Mehanizam delovanja probiotika ni do danas nije dovoljno razjašnjen. Fuller and Cole (1988) smatraju da probiotici deluju slično kao i korisna mikroflora creva, tj. neutrališu toksine; vrše supresiju rasta patogenih bakterija, kompeticijom na adhezivna mesta, izazivaju poremećaje metabolizma nepoželjnih bakterija; stimulišu imunitet, proizvode vitamine, obnavljaju normalnu crevnu mikrofloru nakon terapije sa antibioticima. Krajnji efekti delovanja probiotika po Kalivodi (1983) su bolje iskorišćavanje hrane, povećanje prirasta, popravljjanje odnosa mesa, masti i vode, poboljšanje nosivosti, mlečnosti i plodnosti i dr.

Dodatak kvasca u hranu za brojlere u obliku živih ćelija kvasca predstavlja jednu od alternativa antibioticima koji su se dugi niz godina koristili u hrani za životinja kao stimulatori rasta, a zatim zbog negativnih efekata (rezistencija na antibiotike, genotoksično i teratogeno dejstvo, rezidue) postali zabranjeni. Kao alternativna rešenja veliki značaj imaju aditivi kao što su probiotici, prebiotici, zakišeljivači, fitobiotici i drugi čijim se korišćenjem postižu slični efekti kao pri korišćenju antibiotika, s tim što ne ostavljaju rezidue, niti imaju karencu. Navedeni dodaci omogućavaju stimulaciju rasta životinja korišćenjem njihovih prirodnih fizioloških potencijala i mehanizama obezbeđujući uslove za ostvarenje genetskog potencijala životinja.



Slika 1. Različite kategorije aditiva koji se koriste u ishani živine

Izvor: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11020278>

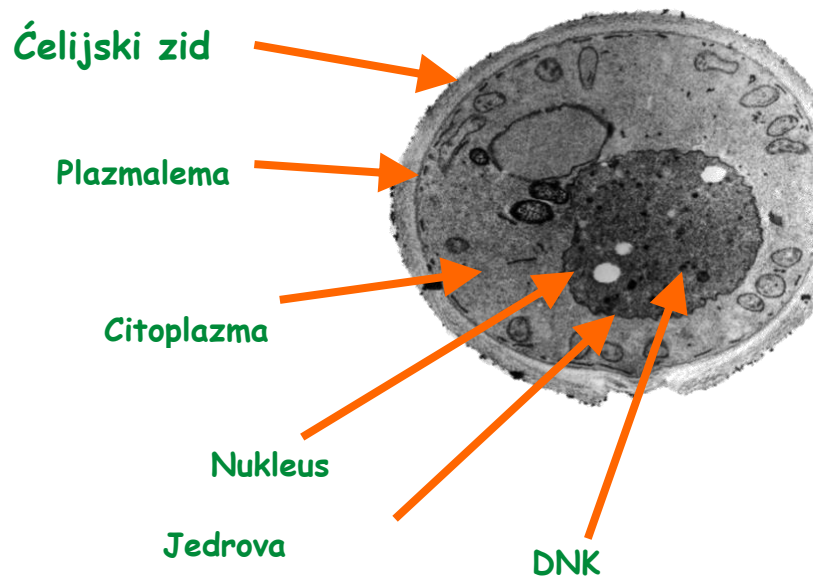
Pozitivni efekti pri njihovom korišćenju zasnivaju se na dobro poznatom značaju održavanja eubiotičkih odnosa, jer ravnoteža u mikropopulaciji digestivnog trakta omogućava efikasno varenje i resorpciju hranljivih materija povećavajući otpornost prema enteropatogenim bakterijama. Smanjena kolonizacija patogena rezultira zdravim gastrointestinalnim traktom, što za posledicu ima poboljšanje proizvodnih rezultata životinja, a samim tim i veći profit (Fuller, 1989).

Ishranom se može uticati na tri načina na održavanje eubioze i to: uključivanjem živih mikroorganizama koji nakon ingestije postaju metabolički aktivni (probiotici), uključivanjem hraniva koja sadrže nesvarljive sastojke i stimulišu rast i aktivnost poželjne mikroflore (prebiotici) ili upotrebom prirodnih dodataka sa jasno ispoljenim antibakterijskim dejstvom (fitobiotici) (Sinovec i sar., 2002).

2.3.1. Kvasci u ishrani brojlera

Kvasci su jednoćelijski eukariotski mikroorganizmi koji se svrstavaju po klasifikaciji u carstvo gljiva. Postoji oko 100 različitih rodova kvasaca i oko 2000 različitih vrsta kvasaca, ali značaj za hranu za životinje pokazuju sledeće vrste: *Saccharomices cerevisiae*, *Kluiveromices markianus*, *Candida utilis* i *Saccharomices boulardii*.

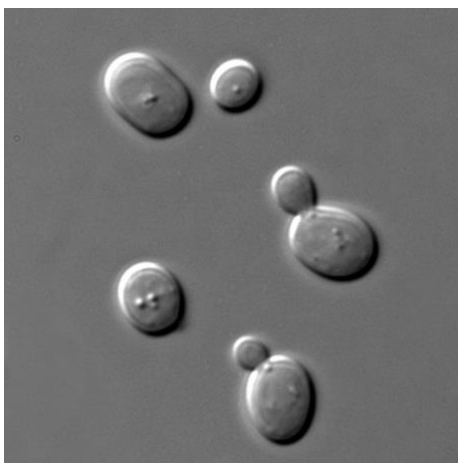
Kvasci su okarakterisani kao heterotrofi koji se oslanjaju i na žive i na mrtve organske materije kao izvore energije i hranljivih materija (Bennet JW, 1998). Ove mikroskopske gljive obično su veličine od 3-4 mikrona i imaju jedarnu membranu i ćelijski zid ali za razliku od biljaka ne sadrže hloroplaste (Slika 2).



Slika 2. Živa ćelija kvasca. Izvor: Lesaffre

Ćelije kvasaca zasnivaju svoju ishranu na stvaranju i oslobađanju različitih proteolitičkih, glikolitičkih i lipolitičkih enzima za varenje organskih materija ili apsorpcijom aminokiselina i monosaharida kroz ćelijski zid (Baron S, 1996).

Reprodukcija kvasaca se obavlja pupljenjem i deljenjem. Pupljenje se javlja kada se roditeljska ćelija povećava u veličini, a izbočina se formira duž ćelijskog zida kako bi se formirao „pupoljak“ koji se zatim odvaja od roditeljke ćelije ili je delimično povezan (Slika 3). Do deobe takođe dolazi i kada se majka ćelija podeli na dve ćerke ćelije (Evans i sar., 2000).



Slika 3. Čelija *Saccharomyces cerevisiae* pod mikroskopom. Izvor: Wikipedia

Kvasci se smatraju fakultativnim aerobima što znači da mogu preživeti u prisustvu, ali i odsustvu kiseonika (Stone, 2006). Razmnožavanje kvasaca se događa u aerobnim uslovima kada ćelije kvasca oksidativnim metabolizmom pretvaraju kiseonik i šećere u ugljen-dioksid i energiju, koja im omogućava efikasan rast i razmnožavanje. U anaerobnim uslovima poput onih koji se koriste u proizvodnji etanola za alkoholna pića i biodizel, kvasci su znatno manje efikasni u razmnožavanju, ali zato proizvode velike količine etanola (Bekatorou i sar., 2006). Da bi fermentacija počela svi složeni šećeri moraju biti razloženi na proste šećere, kao na primer saharoza do glukoze i fruktoze putem enzima koje luči kvasac. *Saccharomyces cerevisiae* poznat i kao pekarski kvasac jedna je od najčešće komercijalizovanih vrsta kvasaca koja se već duže vremena koristi u ishrani životinja (Razaipour i sar., 2012). Prema svetskoj organizaciji za hranu i poljoprivredu (FAO), probiotici su živi organizmi koji imaju pozitivan uticaj na zdravlje domaćina kada se unesu u organizam. Mikroorganizmi mogu biti svrstani u dve kategorije: autohtoni i alohtoni. Prva kategorija se javlja pri kontaktu novorođenčeta sa mikrobiotom majke, a druga kategorija obuhvata mikroorganizme koji se sa hranom unose u digestivni trakt (Quigley, 2010). *Saccharomyces cerevisiae* i *Saccharomyces boulardii* su vrste živih ćelija kvasaca koji se u ishrani koriste kao probiotici i dodavanje u hranu dovodi do boljeg zdravstvenog statusa, imunološkog odgovora, kao i poboljšanje rasta (Shen i sar., 2009). *Saccharomyces boulardii* je podvrsta *S. cerevisiae* i ima veću stopu preživljavanja, veću toleranciju na žučne soli i bolja antioksidativna svojstva pod različitim temperaturama i uslovima želudačne kiseline.

Kvasci mogu živeti u različitim sredinama kao što su biljke, životinje, zemljište i voda. Mogu se naći na koži i u gastrointestinalnom traktu životinja uključujući i vodene životinje, a takođe se mogu naći i u fermentisanoj hrani (Najak, 2011; Syal i Vohra, 2013). FAO je objavio vodič za sistematičnu procenu probiotskih mikroorganizama (Tabela 3).

Tabela 3. Kriterijumi za procenu probiotika u mikroorganizmima (FAO, 2001)

Identifikacija	In vivo test	Bezbednost	In vitro test
Rod	Tolerancija kiselina i žučnih soli	Patogenost	Odsustvom infektivnosti kod imunosupresivnih životinja
Vrsta	Svojstva vezivanja ćelijskog zida	Antibiotska rezistentnost	Određivanje doze
Probiotski soj	Vezivanje za crevnu mukozu i epitelne ćelije	Metabolička aktivnost	Trajanje terapije
	Imunomodulacija		Klinička ispitivanja

Primarna barijera u želucu je naravno želudačna kiselina koja ima inhibitorno delovanje sa niskim pH i prisustvom enzima. Kvasci izolovani iz fecesa i kefira su pokazali veliku adaptivnost na uslove gastrointestinalnog trakta čoveka. Kada su izloženi 8 sati na pH 2,5 i temperaturi 37°C, stopa preživljavanja je bila 86-97%. Pri pH 1,5 preživljavanje kvasaca izolovanih iz fecesa je bilo 85-92%, dok su izolati kefira pokazali veću osetljivost i njihova stopa preživljavanja je bila 33-38% nakon 8 sati inkubacije (Lara-Hidalgo i sar., 2017).

Što se tiče rezistencije na žučne soli, fekalni i kefirni izolati kod piladi su pokazali visoku otpornost na delovanje preparata „Ox bile“ u koncentracijama u 0,1 i 1,0%, imajući u vidu da je koncentracija žučnih soli u tankim crevima od 0,2 do 2% (Rajkowska i sar., 2010). Simulacija gastrointestinalnog trakta sa dodavanjem 0,3% pepsina i 0,5% NaCl i periodom inkubacije od 1,5 sati, pokazala je da preživljavanje kao i otpornost probiotika na prolazak kroz gastrointestinalni trakt zavisi od soja (Chen i sar., 2010). Ova studija je pokazala smanjenje preživljavanja do 97%, osim sojeva *Geotrichum* spp. i *Pichia kudriavzevii*. Syal i Vohra (2013) su istraživali otpornost na antibiotike kod 20 različitih vrsta kvasaca izolovanih iz tradicionalne orijentalne hrane. Rezultati su pokazali toleranciju na ampicilin (10 do 25 µg/ml), hloramfenikol (30 µg/ml), eritromicin (5 do 15 µg/ml), penicilin (10 µg/ml), streptomycin (25 µg/ml) i tetraciklin (30 µg/ml). Važno je naglasiti da većinu probiotskih mikroorganizama čine bakterije koje većinom nisu otporne na antibiotike. Kvasci imaju prirodnu rezistenciju i mogu se davati pacijentima koji su pod terapijom antibioticima (Nayak, 2011).

S obzirom na mogući potencijalni prenos gena plazmidima na bakterije i druge mikroorganizme crevne mikrobiote i izazivanja disbalansa crevne ravnoteže, sojevi koji sadrže pokretne elemente ne bi trebalo da se koriste kao probiotici (Marteau P. i Shanahan F, 2003). Kourelis i sar. (2010) su istraživali prisustvo plazmida kod *S. cerevisiae*, *S. boulardi*, *K. lactis*, *D. hansenii*, *C. parapsilosis* i *Isaatchenia orientalis* da bi se isključila mogućnost prenošenja

potencijalno prenosivih gena plazmidima. Ni jednu plazmidnu DNK nije bilo moguće izolovati niti iz jednog soja koje su istraživali ovi autori.

Kvasac i derivati kvasca (ćelijski zid kvasca, selenizirani kvasac, nukleotidi, glukani itd.) mogu se koristiti u ishrani u intenzivnoj stočarskoj proizvodnji. Mogu biti dodati u hranu kao žive ćelije kvasca, ćelijski zid kvasca (LCW- *live cell wall*), prečišćene komponente ćelijskog zida i ekstrakti kvasca nakon fermentacije. Ovi oblici dodatog kvasca se razlikuju po izgledu, sastavu biološki aktivnih komponenti i njihovoj primeni u proizvodnom sistemu. Pored toga, uslovi uzgoja kvasca ili uslovi fermentacije, kao i sojevi kvasca, imaju značajan uticaj na ishod finalnog proizvoda i rezultate kod primene. Neophodno je razumeti razlike u ovim proizvodima zbog izbora dodataka kvasca (Maicas, 2020).

2.3.2. Kvasac kao izvor proteina u hrani za životinje

Kvasac (*Saccharomices cerevisiae*) se može koristiti u ishrani životinja kao hranivo koje je bogat izvor proteina visoke biološke vrednosti, kompleksa vitamina B, minerala u tragovima i mnogih drugih korisnih materija (Reed, 1991). Sušeni kvasac, pivski sušeni kvasac, pivski tečni kvasac, *Torula* sušeni kvasac i kvasac od surutke su proizvodi koji se koriste u ishrani životinja zbog svoje hranljive vrednosti i konstantnog sadržaja mrtvih ćelija kvasca. Sušeni kvasac je skup i uglavnom se koristi u prehrambenoj industriji kao dodatak ishrani (Dubey i sar., 2010). Pivski kvasac se obično koristi kao izvor proteina, aminokiselina, vitamina i minerala i karakteriše ga visoka svarljivost i visoka biološka vrednost. Kvasac *Torula* (*Candida utilis*) takođe sadrži visoke koncentracije proteina, minerala i vitamina i našao je široku primenu u industriji prerađene hrane a nekada se koristio i u industriji hrane za životinje (Bekatorou i sar., 2006). Nekada se i kvasac surutke uobičajeno koristio u industriji hrane za životinje, a danas se vrlo malo proizvodi i teško je dostupan.

Tabela 4. Hranljiva vrednost i standardizovana ilealna svarljivosti kod svinja za pivski kvasac i oljuštenu sojinu sačmu. Izvor: INRA, 2004

Sadržaj	Pivski kvasac	Oljuštena sojina sačma
Suva materija	93,30 ± 2,5	87,80 ± 0,6
Sirovi proteini	46,5 ± 4,3	45,3 ± 1,0
Etarski ekstrakti	3,9 ± 1,1	1,9 ± 0,4
Skrob	1,0	0,0
NDF	6,2 ± 8,7	12,2 ± 1,7
ADF	1,8 ± 2,4	7,3 ± 1,9
Pepeo	7,1 ± 1,1	6,4 ± 0,5
Arginin	2,06 (78)	3,36 (94)
Cistein	0,29 (49)	0,67 (86)
Histidin	0,98 (77)	1,20 (91)
Izoleucin	1,99 (72)	2,09 (90)
Leucin	2,76 (73)	3,34 (89)
Lizin	2,85 (74)	2,78 (90)
Metionin	0,70 (69)	0,64 (92)
Fenilalanin	1,61 (66)	2,28 (91)
Treonin	2,01 (66)	1,77 (87)
Triptofan	0,49 (55)	0,59 (89)
Valin	2,20 (66)	2,18 (88)
Kalcijum	0,32 ± 0,28	0,34 ± 0,09
Fosfor	1,16 ± 0,16	0,62 ± 0,05
Metabolička energija (kcal/kg) za svinje	3466	3203

Kao što vidimo u tabeli broj 4. sadržaj proteina u pivskom kvascu je oko 46,5%, što je slično sadržaju proteina u oljuštenoj sojinoj sačmi. Oko 20% sirovih proteina u kvascu dolazi od nukleinskih kiselina što je oko 6-8% ukupnih proteina, a to ograničava količinu kvasca koji može da se doda u smeše za ishranu životinja (Reed i Nagodawithana, 1991). Iako je ukupna količina lizina, metionina i treonina veća kod pivskog kvasca u poređenju sa sojinom sačmom, standardizovana ilealna svarljivost kod svinja svih neophodnih aminokiselina u pivskom kvascu je znatno niža nego kod oljuštene sojine sačme. Pivski kvasac sadrži duplo više lipida (etarskog ekstrakta) u poređenju sa sojinom sačmom kao i duplo manje NDF (neutralnih deterdžentskih vlakana) što dorinosi većem sadržaju metaboličke energije u pivskom kvascu. Pivski kvasac je

bogat u vitaminima B kompleksa, ali se u formulacijama ne uzimaju u obzir zbog nestandardne količine vitamina i zbog toga što se koriste premiksi koji već sadrže dovoljne količine ovih vitamina ili čak i u višku. Većina hranljivih sastojaka kod pivskog ili sušenog kvasca koja su bitna za ishranu životinja se nalazi unutar ćelije.

Zbog toga, ćelije kvasca moraju biti razgrađene da bi oslobodile hranljive sastojke koje životinja može da svari i apsorbuje. Razgradnju ćelija kvasca mogu da izvrše mikroorganizmi koji se nalaze u digestivnom traktu, a izlučuju proteaze i glukanaze kako bi hidrolizovale ćelijski zid kvasca i oslobodile njihov sadržaj. Takođe, i enzimi unutar živih ćelija kvasca mogu da izvrše autolizu ćelijskog zida i da oslobode hranljive sastojke. Razlike u svarljivosti i biodostupnosti aminokiselina i vitamina dobijenih iz živih i mrtvih ćelija kvasca nisu poznate, ali mogu da budu znatna odstupanja u korist živih ćelija, jer se u sušenju mrtvih ćelija kvasca koriste više temperature. Upotreba prekomernih temperatura prilikom sušenja sastojaka hrane za životinje može dovesti do stvaranja Milardovih proizvoda koje znatno smanjuju iskoristivost aminokiselina, što može ubrzati peroksidaciju lipida i smanjiti biološku aktivnost vitamina rastvorljivih u mastima (Almeida i sar., 2013; Shurson i sar., 2015).

2.3.3. Derivati kvasca

Prebiotici

Prebiotici se definišu kao nesvarljivi sastojci hrane koji povoljno deluju na domaćina selektivno stimulišući rast i/ili aktivnost određenog broja bakterijskih vrsta prisutnih u crevima (Gibson i Robertfroid, 1995). Za ulogu kvasca kao stimulatora rasta životinja najzaslužniji je mananoligosaharid, izolovan iz spoljašnjeg zida kvasca (*S. cerevisiae*). Dodatak ishrani celim kvascem ili ćelijskim zidom kvasca u količini od 1,0-1,5 g/kg može poboljšati učinak rasta i rast brojlera.

Najznačajnija jedinjenja koja se nalaze u grupi prebiotika su oligosaharidi. Oligosaharidi predstavljaju široku grupu koja se zasniva na polimerizaciji bilo kog monosaharida sa 6C atoma i sadrži između 2 i 20 monosaharida. Zrnaste leguminoze su najznačajniji prirodni izvor oligosaharida. Sintetički oligosaharidi nastaju direktnom polimerizacijom disaharida ili odvajanjem pojedinih komponenata biljnih ćelija ili samih mikroorganizama. U zavisnosti od vrste monosaharida koji čini osnovu, oligosaharidi se dele na fruktooligosaharide, mananoligosaharide i glukooligosaharide. U tabeli 5. prikazane su njihove osnovne karakteristike.

Karakteristika prebiotika je delovanje na bakterije koje se već nalaze u digestivnom traktu životinja i već su naviknute na uslove sredine. Povoljni efekti prebiotskog dodavanja se ogledaju u antagonizmu sa patogenima od strane poželjnih mikroorganizama, kompeticija sa patogenima, stimulaciji enzimske reakcije, smanjenju amonijaka i fenolnih proizvoda povećavaju otpornost

prema kolonizaciji (Stewart, 1993). Poznato je da pojedine frakcije ugljenih hidrata stimuliraju porast određenih mikroorganizama koji proizvode isparljive masne kiseline i koriste amonijak kao izvor azota (Williams i sar., 2001). Najznačajniji efekat prebiotika je smanjenje ili supresija broja i aktivnosti poznatih patogena (Steer i sar., 2000). Poznato je da manozna (Ofek i sar., 1977) i galaktan (Mathew i sar., 1993) blokiraju vezivanje različitih vrsta *E.coli* za crevne resice. Mananoligosaharidi su polimeri manoze u kojima glavni lanac sastavljen od rezidua manoze povezanih α -(1→6) vezama nosi kraće grane (1-3 manoze) pripojene α -(1→2) i α -(1→3) vezama. Čelijski zidovi kvasca se uglavnom sastoje od glukana (35~45%), mananoligosaharida (40~45%), proteina (5~10%), hitina (1~2%), lipida (3~8%) i neorganskih soli (1~3%) (Phaff i Kurtzman, 1984). Delovanje mananoligosaharida nije ograničeno samo na bakterije, već i toksini i virusi poseduju sposobnost prepoznavanja pojedinih ugljenih hidrata na površini drugih ćelija (Stanley i sar., 1993, Davengowda i sar., 1994). Mananoligosaharidi pokazuju i sistematski efekat na ljude i životinje koji se prevashodno ogleda u pozitivnom delovanju na imunološki sistem u slučajevima bakterijskih infekcija i različitih tumora (Suda i sar., 1994, Mizuno i sar., 1995).

Tabela 5. Karakteristike oligosaharida sa prebiotskim delovanjem (modifikovano po Huyghebaert, 2003)

	Fruktooligosaharid	Mananoligosaharid	Glukooligosaharid
Monosaharid	Fruktoza	Manoza/glukoza	Glukoza
Poreklo	Polimerizacija fruktoze	Zid ćelija kvasca	Zid ćelija kvasca
Struktura	F – F – F	M – M – M / \ G – G – G	G – G – G
Način delovanja	sprečava rast patogena	sprečava rast patogena	sprečava rast patogena
Absorpcija patogena	Ne	Da	Ne
Imunostimulacija	Ne	Da	Da

Ozračeni kvasac

Ozračeni kvasac sadrži ergosterol koji može da se konvertuje u vitamin D2 (ergokalciferol) kada se ozrači sa ultravioletnom svetlošću. Zamisao je bila da se pravi funkcionalna hrana u vidu hleba obogaćenog vit D2 (Hohman i sar., 2011). Jedno vreme ozračeni kvasac je bio značajan izvor

aktivnosti vitamina D, ali ga je vremenom na tržištu zamenio jeftiniji sintetički oblik vitamina D3 (holokalciferol) među kojima nije bilo funkcionalne razlike.

Selenizirani kvasac

Organski selen se dobija uzgajanjem kvasaca na podlozi koja je obogaćena selenom. Tada se selen nalazi vezan u određenom procentu za metionin u formi Seleno-metionina. Ova forma se lako resorbuje u tankim crevima kod svih vrsta i kategorija životinja. Selen koji je ugrađen u telu životinja nalazi se u formi Seleno-cisteina, ali isto tako se može umesto sumpora ugraditi u metionin i onda nastaje Seleno-metionin. Organski selen se apsorbuje kroz epitelne ćelije creva na isti način kao i aminokiseline selektivnim transportom, a potom se skladišti u tkivima jetre, mišića i srca (Marković R., 2007). Na tržištu se organski selen nalazi u koncentracijama 2.000ppm i 3.000ppm.

Kvasac obogaćen hromom

U procesu fermentacije i uzgoja kvasaca u fermentator se dodaje hrom kao hrom hlorid. Nakon apsorpcije i transformacije hroma tokom rasta kvasaca dobija se organski hrom. Kvasac obogaćen hromom sadrži trovalentni hrom u kompleksu sa biološki aktivnim peptidima, aminokiselinama i niacinom. Ima funkciju „faktora tolerancije na glukozu“ koji deluje kao fiziološki pojačivač aktivnosti insulina za poboljšanje metabolizma ugljenih hidrata (Lukaski, 1999). Mowat i sar. (1993) su dokazali da dodatak organskog hroma u hranu goveda nakon izloženosti stresu izazvanim transportom smanjuje morbiditet i poboljšava performanse rasta. Organski hrom iz kvasca je kod brojlera značajno povećao nivo glukoze u plazmi kao i ukupnih proteina i globulina prema istraživanju Dhari i sar. (2010).

2.4. ŽIVE ĆELIJE KVASCA U ISHRANI NEPREŽIVARA

Gastro-intestinalni trakt sisara se sastoji od veoma složene mikrobne zajednice koje pružaju domaćinima brojne zaštite i metaboličke funkcije uključujući razvoj i modulaciju imunološkog sistema, razgradnju i usvajanje hranljivih materija iz složenih i nesvarljivih polisaharida, kao i konkurentsko isključivanje patogenih bakterija (Ley R i sar., 2008; Neish, 2014; Trompette i sar., 2014). Brojni naučnici su dokazali u istraživanjima da dodavanje živih ćelija kvasaca u ishrani krmača u gestaciji i laktaciji poboljšava zdravstveni status životinja i prirast prasadi pre zalučenja (Kim i sar., 2008; Shen i sar., 2011; Jang i sar., 2013). Kao i kod novorođenčadi drugih vrsta sisara širok spektar biotskih i abiotskih faktora utiče na formiranje mikrobiote digestivnog trakta kod prasadi (Kim i sar., 2015).

Probiotici se smatraju biotičkim faktorima koji mogu da moduliraju simbiotski odnos domaćina i njegove mikrobiotske flore gastro-intestinalnog faktora. Mehanizam delovanja probiotika je vezivanje i sprečavanje kolonizacije patogenih mikroorganizama, stimulaciju imunološkog sistema domaćina, i modifikovanje sastava i funkcionalnosti mikrobiote (Ng i sar., 2009). Jedna od strategija u ishrani svinja je dodavanje probiotika u hranu kako bi se podstakao razvoj digestivnog trakta i imuniteta kod zalučenih prasadi (Shen i sar., 2009).

Žive ćelije kvasca su jedna od najčešće korišćenih probiotika u svinjarskoj proizvodnji. Dodavanje živih ćelija kvasca u ishranu prasadi pozitivno je uticalo na proizvodne performanse stimulišući imuni sistem i održavajući povoljne eubiotičke odnose (Van Heugten i sar., 2003), kao i strukturu crevne sluznice. Dodavanje *Saccharomyces cerevisiae* u hranu je značajno povećalo visinu crevnih resica i nivo IgA u ileumu zalučenih prasadi, kao i imunološke indekse u serumu i na taj način pomoglo smanjenju pojava proliva kod prasadi uzrokovanom infekcijom enterotoksičnom *E. coli* (Lessard i sar., 2009; White i sar., 2002).

Mikrobiota digestivnog trakta prasadi se sastoji uglavnom od Gram pozitivnih bakterija kao što su aerotolerantni *Streptococcus*, mikroaerofilni ili obligatni anaerobi *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, obligatnih anaeroba *Peptostreptococcus*, *Clostridium*, ali takođe i Gram negativnih obligatnih anaeroba, kao što su *Fusobacterium*, *Bacteroides*, *Selenomonas*, *Butyrivibrio*, *Prevotella* i *Salmonella*, i fakultativnih anaeroba *Escherichia* (Gaskins, 2000). Oko 11% mortaliteta kod zalučenih prasadi je povezano sa pojavom dijareje (Owusu-Asiedu i sar., 2003). Dokazano je da dodavanje živih ćelija kvasca u ishranu zalučenih prasadi povećava otpornost organizma prasadi na delovanje enterotoksične *Escherichia coli* (ETEC), kao i infekciju sa salmonelom (Trevis i sar., 2015; Price i sar., 2010).

2.4.1. Žive ćelije kvasca u ishrani živine

Antibiotici u ishrani životinja kao promoteri rasta su sada zabranjeni u EU zbog negativnih uticaja koje imaju na životinje, životinjske proizvode i zdravlje ljudi kao krajnjih konzumenata animalnih namirnica (Marshall i Levy 2011; Khan i sar., 2012; Salim i sar., 2018; Kovitvadhi i sar., 2019). Zbog toga je veoma važan razvoj prirodnih alternativa antibioticima za očuvanje zdravlja životinja, kao i stimulatorima porasta u proizvodnji brojlera (Aalaei i sar., 2019).

Probiotik je definisan kao živi mikrobnii dodatak hrani koji blagotvorno deluje na organizam životinje kao domaćina poboljšavajući njenu mikrobnu ravnotežu creva. Mikroorganizmi koji se koriste u hrani za životinje kao probiotik su uglavnom bakterijski sojevi Gram pozitivnih bakterija koje pripadaju tipovima *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Pediococcus* i *Bacillus*. Takođe se kao probiotici koriste i mikroskopske gljive, kao što su sojevi kvasca koje pripadaju vrsti *Saccharomices cerevisiae* (Fuller, 1989; Fuller, 1992; Guillot, 1998).

Žive ćelije kvasca su mikroorganizmi sa najviše potencijala kao dodatak u ishrani životinja, kao i potencijalna alternativa antibioticima u hrani za životinje (Sousa i sar., 2019, Shen i sar., 2009). Prema istraživanju Ahive i sar., 2020., dodavanje živih ćelija kvasca i ćelijskog zida kvasca u ishrani brojlera u količini od 1,5 do 2kg po toni hrane može da poboljša proizvodne rezultate kao i prinos mesa. Dodavanjem živih ćelija kvasca u hranu u količinama 0,1%, 0,2% i 0,3% imalo je za rezultat povećanje dnevnog prirasta brojlera u poređenju sa negativnom kontrolom, a nije bilo statistički značajne razlike između različitih koncentracija živih ćelija kvasca u ogledu (Eltazi i sar., 2014).

Prema istraživanju Hoque i sar. (2021), prirast brojlera u starter fazi od prvog do sedmog dana, kao i u finišeru bila je značajno veća od kontrolne grupe. Ova prednost u prirastu se zadržala i tokom cele faze tova. Veći prosečni dnevni prirast sa nižim koeficijentom konverzije hrane kod grupa hranjenih sa dodatkom živih ćelija kvasca može se povezati sa boljim usvajanjem hranljivih materija. Žive ćelije kvasca su bogate peptidima i aminokiselinama koje imaju vrlo visoku svarljivost i apsorpciju, što značajno utiče na iskorišćavanje hrane kod brojlera i nižom konverzijom. Ahiwe i sar. (2020) su dokazali da kvasac može povećati svarljivost kod brojlera. Sousa i sar. (2019) su u svom istraživanju došli do rezultata da dodavanje 6% neaktivnog kvasca u hranu brojlera dovodi do većeg dnevnog prirasta i manje konverzije tokom finišer faze tova, ali nisu primećene statistički značajne razlike u konzumaciji hrane. Do sličnih zaključaka su došli Ding i sar. (2019) koji su u hranu dodavali β -1,3-1,6 glukane u hranu živine.

Dodavanje proizvoda na bazi kvasca u hranu za živinu dovodi do povećanja IgG (Ding i sar. 2019). Ćelijski zid živih ćelija kvasca luči neke trofične supstance i ima ulogu imunološkog kofaktora (Wang i sar., 2017). Viši sadržaj imunoglobulina G u kolostrumu, a kasnije u mleku zabeležen je kod krmača hranjenih sa živim ćelijama kvasca *S. cerevisiae* u kasnijoj fazi gestacije (Zanello i sar., 2013). Poboljšanje morfološke strukture creva koja se odnosi na povećanje visina crevnih resica, odnosa visine resica i dubine kripte, kao i manju dubinu kripte povoljno je uticalo na usvajanje hranljivih materija, veću otpornost na stresne faktore, kao i na funkciju crevne barijere kod farmskih životinja (Viveros i sar., 2011; Wang i sarl. 2017; Tufail i sar., 2019). Žive ćelije kvasca imaju mogućnost povećanja završnih telesnih masa brojlera u tovu zahvaljujući vezivanju patogenih bakterija u crevima i eliminacijom iz digestivnog trakta sprečavajući kolonizaciju (Broadway i sar., 2015).

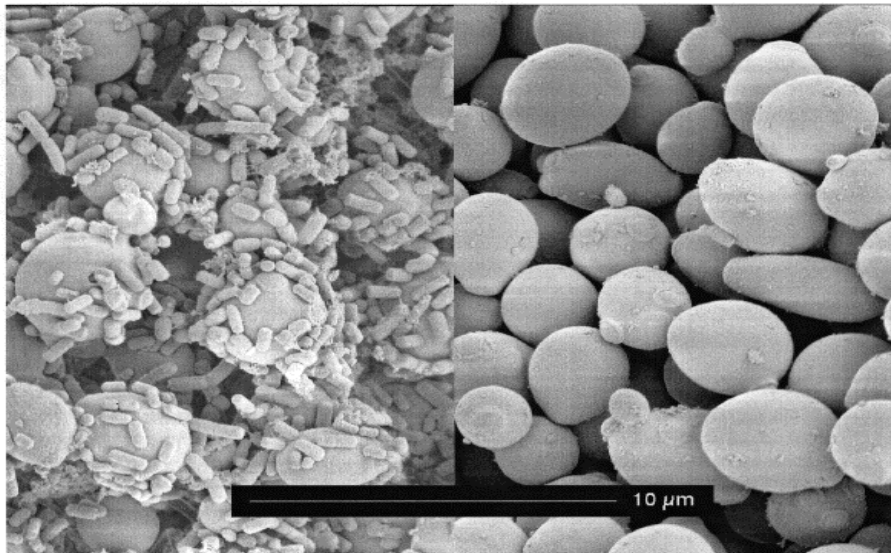
Žive ćelije kvasca su dobar izvor manjih peptida, slobodnih aminokiselina i nukleotida koji su neophodni za rast životinja i imaju vrlo visok stepen varenja i apsorpcije (Sun i sar., 2019; Shurson, 2017). Takođe, žive ćelije kvasca sadrže faktore rasta, kao što su provitamini i mikronutrijenti koji stimulišu rast brojlera (Shurson, 2017). Prema Resinger i sar. (2012) visoke koncentracije živih ćelija kvasca koje su dodate u hranu za životinje smanjuje performanse brojlera

zbog potencijalne prevelike reakcije imunog sistema. Različite doze probiotika dovode do varijacija u performansama rasta i kvalitetu trupa, što ukazuje da optimalne doze probiotika dodatih u hranu zavise od mikroorganizama koji se dodaju (Pourakbari i sar., 2016). Dodavanje većih količina živih ćelija kvasca može da ima negativne posledice pored slabijeg prirasta i negativne posledice na kvalitet trupa brojlera (Pascual i sar., 2020). Probiotici indukuju stvaranje kratkolančanih organskih kiselina koji stimulišu proliferaciju epitelnih ćelija i dovode do većih visina crevnih resica (Venegas i sar., 2019).

Dodavanje živih ćelija kvasaca u hranu za brojlere značajno poboljšava morfometrijske parametre creva, kako u ileumu tako i u cekumu, u pogledu veće visine crevnih resica, manje dubine kripti, kao i većeg odnosa visine resica i dubine kripti (Wang i sar., 2017; He i sar., 2021; Pascual i sar., 2020). Morfologija creva utiče na apsorpcioni kapacitet creva, jer veća visina resica omogućava bolji kontakt sa digestom i apsorpciju hranljivih materija. Veća visina resica povezana je sa boljim performansama rasta kod brojlera zbog veće apsorpcione površine za nutrijente (Park i sar., 2016). Pilad sa dodatkom živih ćelija kvasaca u hranu imali su veću ekspresiju gena uključenih u diferencijaciju epitelijarnih ćelija prvenstveno prema apsorptivnim ćelijama više nego prema sekretornim ćelijama, što rezultira u povećanju visine crevnih resica (Pascual i sar., 2020). Dodavanje živih ćelija kvasaca ili proizvoda od kvasaca u hranu za brojlere dovelo je do veće gustine peharastih ćelija, što ukazuje na to da kvasci indukuju proliferaciju peharastih ćelija kao odbrambeni mehanizam (Pascual i sar., 2020; Reisinger i sar., 2012; Baurhoo i sar., 2009). Pascual i sar. (2020) su pronašli da je veća gustina peharastih ćelija povezana sa njihovom manjom veličinom, jer su stalno bili izloženi stimulansima koji su ih stimulisali da proizvode i oslobađaju mucin. Veći broj peharastih ćelija i veća proizvodnja mucina imaju odbrambeno i zaštitničko dejstvo u stresnim situacijama za organizam, štiteći time mehanički epitelne ćelije creva od štetnih uticaja patogenih mikroorganizama i fizičkih oštećenja (Reisinger i sar., 2012; Johanson i Hansoon, 2016). Mucin koji luče peharaste ćelije je ključni faktor za normalno funkcionisanje creva i interakciju između crevnog imuniteta i crevne mikrobiote (Pelaseyed i sar., 2014). Dodavanje živih ćelija kvasaca u hranu kod životinja dovelo je do promene u sastavu crevne mikroflore u korist pozitivnih bakterija. Studije su pokazale da je dodavanje živih kvasaca u hranu dovelo do boljih proizvodnih rezultata zbog inhibicije patogenih bakterija, što je uočeno kod *E. coli* (Wang i sar., 2016) i takođe kod *Salmonella* spp. (Line i sar., 1998; Haldar i sar., 2011; Mountzoris i sar., 2015). Pozitivno delovanje živih ćelija kvasaca na crevnu mirofloru mogu se pripisati pojedinim važnim komponentama kvasaca, kao što su mananooligosaharidi i beta glukani.

Beta glukani mogu da apsorbuju ili vezuju toksine, viruse i patogene bakterije, dok mananooligosaharidi deluju kao prebiotici obezbeđujući hranljive materije za korisne mikrobe u gastrointestinalnom traktu kod životinja (Shurson, 2018). Prethodne studije su pokazale direktno

vezivanje patogenih bakterija, kao što su *E. coli*, *Salmonella* i *Listeria* za ćelijski zid kvasaca (Broadway i sar., 2015). Žive ćelije kvasca povećavaju broj *Lactobacillus*-a u gastrointestinalnom traktu životinja i na taj način smanjuju pH u ileumu i cekumu. Glavna prednost nižeg pH u crevima je stvaranje nepovoljne sredine za rast patogenih bakterija kao što su *E. coli* i *Salmonella spp.* (Deniz i sar., 2011) (Slika 4).



Slika 4. Vezivanje *E. coli* za ćeliju *S. cerevisiae* pod elektronskim mikroskopom. Izvor: Lesaffre

Tabela 6. prikazuje delovanje živih ćelija kvasca *S. cerevisiae*, ćelijskog zida kvasca i njegovih derivara na:

- prirast brojlera,
- poboljšanje i održavanje zdravstvenog stanja brojlera povećavajući koncentraciju korisnih bakterija ili supresijom patogenih bakterija kod životinja,
- povećanje aktivnosti digestivnih enzima menjajući pH sredine u crevima, što na indirektan način deluje na aktivnost nekih enzima,
- detoksikaciju toksina koje proizvode patogeni mikroorganizmi,
- povećanje imunološkog odgovora,
- čišćenje crevne mukoze i omogućava usvajanje nutrijenata,
- modulaciju crevne mikroflore i
- proizvodnju isparljivih masnih kiselina.

Tabela 6. Uticaj kvasca *S. cerevisiae* i njegovih derivata u ishrani na brojleru

Uticaji	Reference
1. Pобољшanje tovnih performansi	Santini sar., 2001
2. Menjanje crevne mikroflore	Al-Homidan i Fahmy, 2007
3. Pобољшanje varenja i usvajanja nutrijenata	Gao i sar., 2008
4. Menjanje crevne morfologije	Santhin i sar., 2001; Zhang i sar., 2005;
5. Snižavanje crevne pH	Afsharmanesh i sar, 2010
6. Povećanje aktivnosti digestivnih enzima	Gao i sar., 2008
7. Stimulisanje imunološkog odgovora	Morales-Lopez i Brufau, 2013

Izvor: <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100164>

Kvasci mogu biti dodati u hranu za brojleru kao probiotik, odnosno žive ćelije, ili kao prebiotik, odnosno nesvarljivi inaktivisani kvasac i njegovi derivati (tabela 7) (He i sar., 2006; Ivković i sar., 2012). Korisno dejstvo živog kvasca odnosi se na važne komponente kvasca, mananoligosaharide i β -glukane. U stvari, β -glukani mogu da adsorbuju ili vezuju toksine, viruse i patogene bakterije, dok mananoligosaharidi deluju kao prebiotici, obezbeđujući hranljive materije za korisne mikrobe u gastrointestinalnom traktu.

Kako je prethodno istaknuto probiotici su živi nepotogeni organizmi i kada se dodaju u pravoj dozi i količini značajno poboljšavaju performanse i zdravstveni status domaćina bilo ljudi ili životinja. Dugi niz godina nekoliko korisnih vrsta bakterija sa probiotskom ulogom se koristi u ishrani živine, kao što su *Lactobacillus spp.*, *Bacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.* itd. i nekoliko vrsta kvasaca, kao što su *Saccharomyces cerevisiae* i *Saccharomyces boulardii*. Način delovanja živih ćelija kvasaca na koji povećavaju performanse životinja i pospešuju zdravlje digestivnog trakta nije do kraja razjašnjen. Aditivi se dodaju da bi delovali kao stimulatori porasta kod zdravih životinja, ali i kod životinja koje su izložene povećanom stresu u industrijskom uzgoju (Muthusamy i sar., 2011; Wang i sar., 2016).

Zavisno od zdravstvenog statusa organizma, brojleri mogu različito da deluju na dodavanje živih ćelija kvasca u hranu (Kempf i Zeitouni, 2012; Wang i sar., 2016; Sun i sar., 2019). Dodavanje jednog soja probiotika živih ćelija kvasca u hranu za životinje može da prevenira proliferaciju patogenih bakterija sa proizvodnjom masnih kiselina kratkog lanca, smanjenjem pH u crevima i kompeticijom za nutrijente sa patogenim bakterijama. Takođe, održava balans između korisnih i patogenih mikroorganizama u organizmu osiguravajući zdravlje digestivnog trakta i prirast životinja (Dhama i Singh, 2010; Tabid i sar., 2013). Pored toga, dodavanje živih ćelija

kvasca može da poboljša crevnu funkciju održavanjem homeostaze ćelijskog epitela i pomaže u poboljšanju histomorfoloških parametara (Santin i sar., 2001; Zhang i sar., 2005).

Tabela 7. Forme i načini dodavanja probiotičkih ili prebiotičkih kvasaca (*Saccharomyces cerevisiae*) kao aditiva kod brojlera

Kvasac kategorija	Način dodavanja	Forma	Reference
Probiotički kvasac	U hranu Kroz vodu	Živi kvasac	Jetacar, 1999; Ghasemi et al., 2006; Onwurah et al., 2013; Beski and Al-Sardary, 2015; Wang et al., 2016b; Zhen et al. 2019; Ogbuewu et al., 2020.
Prebiotički kvasac	U hranu	Prebiotik kvasac prah	Al-Homidan and Fahmy, 2007; An et al., 2008; Morales-Lopez et al., 2009; Yalcin et al., 2013; Bortoluzzi et al., 2018; Ahiwe et al. 2019a; Ahiwe et al., 2020.
a) Mrtve ćelije kvasca			
b) Ćelijski zid kvasca			
c) Kvasac β -glukan			
d) Kvasac α -manan			

Izvor: <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100164>

Brojleri hranjeni sa dodatkom živih ćelija kvasca kao probiotika su imali veći prinos mesa u trupu i imali su veću težinu organa za varenje (želudac, srce i jetra), dok je abdominalna mast (masno tkivo u trbušnoj duplji koje nije povezano sa trupom), bila smanjena (Zhang i sar., 2005; Panda i sar., 2000; Paryad i Mahmoudi, 2008; Onifade i sar., 1998). Karakterizacija mikrobioma u gastrointestinalnom traktu živine počela je 1901. godine i od tada je otkriveno da je mikrobiom veoma raznolik i dinamičan (Zhu i sar., 2002). Kako su metode koje su bile zasnovane na mikrobiološkim kulturama napredovale ka molekularnim tehnikama i tehnikama sekvenciranja, uočena je šira sveobuhvatnija prisutnost mikrobioma (Zhu i sar., 2002; Lan i sar., 2002). Da bi se pronašle odgovarajuće metode za povećanje korisnih bakterija u digestivnom traktu kod živine neophodno ih je pre svega identifikovati.

Uprkos neverovatnoj raznovrsnosti, najzastupljeniji mikroorganizmi u mikrobioti creva živine su prvenstveno anaerobi (Pan i Yu, 2014). Ovo je donekle i očekivano s obzirom da je u crevima malo ili nimalo dostupnog kiseonika kao akceptora elektrona u lumenu creva. Koncentracija kiseonika je veća prema epitelu, što primorava bakterije da koriste fermentaciju za stvaranje organskih kiselina u lumenu (Sun i O'Riordan, 2013). Ovi autori dalje sugerišu da je neophodno uraditi dublju analizu ovih kratkolančanih masnih kiselina, jer bi njihovo prisustvo u određenom

delu creva ukazivalo na prisustvo i lokaciju anaerobnih bakterija. Nema dostupnih doslednih podataka koji ukazuju na karakteristike mikrobioma u gastrointestinalnom traktu živine. U cekumu netretiranih koka nosilja uočena je veoma velika raznolikost Gram pozitivnih i Gram negativnih bakterija, što se može pripisati uslovima držanja, rasi, ishrani pa čak i metodama karakterizacije bakterija (van Der Wielen i sar., 2000).

Lactobacili i bifidobakterije su jedne od najpoznatijih korisnih bakterija, međutim postoje i mnoge druge kao što su: *Bacillus*, *Enterococcus*, *E. coli*, *Lactococcus*, *Streptococcus* kao i nedefinisane mešovite kulture (Peterson i Burkholder, 2003). Ove bakterije su autohtone u gastrointestinalnom traktu, zauzimaju prostor i konzumiraju hranljive materije duž crevnog trakta ograničavajući kolonizaciju patogenih bakterija. Pored toga što se takmiče za prostor i hranljive materije, ove bakterije su poznate i po izlučivanju bakteriocina koje mogu da ciljaju i uništavaju patogene bakterije koje napadaju organizam (Sun i O’Riordan, 2013).

Svi ovi mikroorganizmi se uklapaju u pojam probiotik. Kao i prebiotik i probiotici imaju određene kriterijume i karakteristike:

1. nepatogeni i domaćini u organizmu,
2. otporni na pH želudca kao i procesuriranje i skladištenje,
3. sposobni da se vežu za epitelne i mukozne membrane,
4. menjaju imunološki odgovor,
5. proizvode inhibitorna jedinjenja (Peterson i Burkholder, 2003).

Bakterije mogu biti korisne za domaćina i tako što pomažu razgradnju polisaharida koji su inače nesvarljivi za domaćina. Razloženi polisaharidi razloženi su na monosaharide koji se dalje mogu razložiti na kratkolančane masne kiseline i mlečnu kiselinu (Backhed i sar., 2005). Laktobacili su deo grupe koji se zajednički nazivaju mlečnokiselinske bakterije koje metabolišu ugljene hidrate da bi proizveli mlečnu kiselinu kao primarni krajnji proizvod (Tannock, 2004).

Bifidobakterije su još jedne veoma dobro istražene i dokazane korisne bakterije. Često se povezuju sa mlečnokiselinskim bakterijama zbog njihove proizvodnje mlečne kiseline, međutim filogenetski su različite. Bifidobakterije su Gram pozitivne, heterofermentativne i nepokretne bakterije (Pokusaeva i sar., 2011). Kao i laktobacilusi i bifidobakterije vare oligosaharide da bi ih koristile kao ugljenik i izvor energije za proizvodnju mlečne, sirćetne, mravlje kiseline i etanola (Van der Meulen i sar., 2004). One su sposobne da koriste i jednostavne šećere koji ostaju u njihovom okruženju i na taj način sprečavaju patogene bakterije da ih koriste kao izvor hranljivih materija (Lorenzoni, 2010).

S obzirom da su laktobacili i bifidobakterije domaćini i dominant u gastrointestinalnom traktu mogu se koristiti kao sredstvo za kontrolu patogenih bakterija, kao što je *Clostridium perfringens* (Stephenson i sar., 2010). Pored proizvodnje masnih kiselina drugi krajnji proizvod

metabolizma je CO₂ koji ima inhibiciju rasta mikroba. Pokazalo se da je rast *E. coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa* i *Bacillus cereus* inhibiran u prisustvu CO₂ u različitim koncentracijama (Eklund, 1984). Diacetil je krajnji proizvod laktobacila koji ispoljava antimikrobno dejstvo. Pretpostavlja se da je diacetil efikasniji kod nižeg pH (<7), što ga čini smrtonosnim za Gram- bakterije (Jay, 1982).

Prekomerni rast bilo kojih bakterija može imati negativne efekte po domaćina. Iako domaćin može imati koristi od bakterija koje se takmiče sa patogenim bakterijama u crevima za mesto vezivanja, prekomerni rast korisnih bakterija može dovesti do prekomerne upotrebe hranljivih materija koje su onda nedostupne za domaćina (Zaidel i Lin (2003). Iako *Streptococcus bovis* može da bude probiotik jer inhibira rast *Salmonella typhimurium*, prekomeran rast ovog mikroorganizma može da stvaranjem mlečne kiseline u buragu kod preživara izazove acidozu (Herrera i sar., 2009).

3. CILJ I ZADACI ISPITIVANJA

Cilj istraživanja u okviru ove doktorske disertacije je ispitivanje opravdanosti upotrebe živih ćelija kvasca u ishrani brojlera, kao i utvrđivanje uticaja dodavanja različitih količina živih ćelija kvasca u hranu na zdravlje i proizvodne performanse brojlera. Takođe, tokom izrade ove doktorske disertacije biće ispitani parametri kvaliteta trupa, histomorfološke karakteristike pojedinih segmenata digestivnog trakta brojlera, kao i mikroflora creva brojlera. Na kraju, cilj ove doktorske disertacije biće da se ispita ekonomska isplativost korišćenja različitih količina živih ćelija kvasca u ishrani brojlera.

Radni zadatak je zahtevao da se ispita:

- zdravstveno stanje životinja,
- hemijski sastav smeša za ishranu brojlera,
- uticaj živih ćelija kvasca na proizvodne rezultate,
- uticaj živih ćelija kvasca na kvalitet trupa (belo meso i bataci),
- uticaj živih ćelija kvasca na histomorfološke karakteristike pojedinih segmenata digestivnog trakta brojlera,
- uticaj živih ćelija kvasca na broj korisnih i štetnih vrsta bakterija u ileumu i cekumu brojlera,
- uticaj živih ćelija kvasca na pH vrednost creva,
- ekonomski pokazatelji korišćenja živih ćelija kvasca u ishrani brojlera u tovu.

Da bi se dobili naučno validni rezultati, primenljivi i u praksi, organizovan je ogled ishrane brojlera po grupno-kontrolnom sistemu u zavisnosti od količine dodatih živih ćelija kvasca u obrok za brojlere. Pri tome su praćeni i obrađeni sledeći parametri:

1. Zdravstveno stanje i mortalitet
2. Proizvodni rezultati
 - a. Telesna masa
 - b. Prirast (dnevni i ukupni)
 - c. Konzumacija hrane (dnevna i ukupna)
 - d. Konverzija hrane
3. Histološka ispitivanja (ileum i cekum)
 - a. Dužina resica

- b. Dubina kripti
 - c. Odnos visine crevnih resica i dubine kripti
 - d. Broj peharastih ćelija
4. Mikrobiološka ispitivanja (ukupan broj aerobnih bakterija, *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp., *E. coli*)
- a. Ileum
 - b. Cekum
5. Elektrohemijska reakcija
- a. Ileum
 - b. Cekum
6. Kvalitet trupa (masa trupa, masa i udeo osnovnih delova trupa, randman)
- a. belo meso
 - b. bataci
7. Izračunavanje parametara ekonomičnosti proizvodnje.

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

4. MATERIJAL I METODE

Ispitivanja uticaja različitih količina živih ćelija kvasca (*Saccharomyces cerevisiae*) u hranu na proizvodne performanse, morfometrijske parametre i mikrofloru creva brojlera izvršeno je ogledom ishrane. Prilikom postavljanja plana ogleda i izbora metoda, uzeti su u obzir cilj i zadaci rada, kao i poznati podaci iz literature o upotrebi živih ćelija kvasaca u ishrani brojlera.

4.1. Izbor materijala

U cilju ispitivanja uticaja živih ćelija kvasca (*Saccharomyces cerevisiae*) u ishrani brojlera na zdravstveno stanje, proizvodne performanse, morfometrijske parametre i mikrofloru creva brojlera organizovan je ogled po grupno-kontrolnom sistemu na privatnoj farmi u Novoj Pazovi u trajanju od 42 dana. U ogled je uključeno 270 jednodnevnih brojlera ROSS 308 provenijence, oba pola poreklom iz iste inkubatorske stanice i ujednačene telesne mase.

4.2. Držanje i hranjenje brojlera

Tokom ogleda primenjavana je tehnologija držanja i ishrane brojlera prilagođena komercijalnim uslovima u redovnoj proizvodnji uz minimalne modifikacije koje je zahtevalo izvođenje ogleda. Postupak sa brojlerima tokom ogleda u smislu primene preventivnih mera, smeštaja, nege i načina hranjenja i pojenja bio je prilagođen podnom načinu uzgoja brojlera. Priprema i dezinfekcija objekta izvršena je pre početka ogleda po standardnoj proceduri pripreme farme pre useljavanja životinja. Hrana i voda bili su obezbeđeni *ad libitum*. Zoohigijenski i mikroklimatski uslovi su u potpunosti odgovarali tehnološkim normativima prema preporuci proizvođača provenijence, kao i uzrastu brojlera.

4.3. Formiranje ogleda

Prilikom formiranja ogleda izvršen je pojedinačni klinički pregled jednodnevnih brojlera, tako da su sve odabrane jedinke bile zdrave, vitalne i u dobroj kondiciji. Prilikom formiranja oglednih grupa svi jednodnevni pilići su bili ujednačeni po poreklu, polu i telesnoj masi ($\pm 10\%$). Pre postavljanja ogleda izvršene su uobičajene preventivne mere, a tokom ogleda svakodnevno je praćeno zdravstveno stanje oglednih jedinki.

Ogled je izveden na ukupno 270 brojlera, podeljenih u tri grupe po 90 jedinki u svakoj grupi sa jednakim odnosom polova (replikacije 6x15). Ogled je trajao 42 dana i bio je podeljen u tri faze. Prva faza je trajala od 1. do 10. dana, druga faza od 11. do 24. dana i treća faza od 25. do 42. dana. Tokom ogleda praćeni su proizvodni rezultati i zdravstveno stanje pilića sa posebnim osvrtom na morfometrijske parametre i mirkofloru pojedinih segmenata digestivnog trakta brojlera. Na kraju ogleda 42. dana nakon uobičajene procedure klanja brojlera, uzeti su uzorci pojedini segmenti creva za predviđena ispitivanja.

4.4. Ishrana brojlera

Sve ogledne grupe tokom ogleda su hranjene smešama standardnog sirovinskog sastava koje su u potpunosti zadovoljavale potrebe brojlera za starosnu dob i provenijencu u tovu, po preporukama proizvođača. Primenjeni program ishrane obuhvatao je tri faze tova. Prva faza obuhvatala je period tova od 1. do 10. dana i tada su životinje hranjene sa starter smešom u brašnastom obliku. Druga faza je obuhvatala period od 11. do 24. dana i životinje su hranjene sa grover smešom u brašnastom obliku. I treća faza je obuhvatala period od 25. do 42. dana ogleda tokom koje su životinje hranjene sa finišer smešom. Osnovni zadatak je bio da se utvrdi uticaj ishrane brojlera sa dodatkom živih ćelija kvasca na zdravstveno stanje i proizvodne rezultate, pa su prema tome i izvršene minimalne korekcije sastava premiksa da bi se postigao postavljeni cilj.

Kontrolna grupa brojlera (K) je hranjena smešama koje su u potpunosti zadovoljavale potrebe brojlera u svim fazama tova bez dodataka. Ogledne grupe su se razlikovale jedino u tome što su u smeši imale dodat preparat živih ćelija kvasca *Saccharomyces cerevisiae* proizvođača Lesaffre Francuska gde je broj živih ćelija kvasca u preparatu iznosio 1×10^{10} CFU/g, što znači da je broj živih ćelija u tri eksperimentalne grupe iznosio: 0 CFU/kg (kontrolna grupa), 2.5×10^9 CFU/kg (grupa sa 0.25 g/kg dodatog kvasca) i 6.5×10^9 CFU/kg (grupa sa 0.65 g/kg dodatog kvasca).

Smeše su bile izbalansirane i u potpunosti zadovoljavale potrebe životinja u svim fazama tova (tabela 8).

Tabela 8. Sirovinski sastav smeša za ishranu brojlera

Hraniva (g/kg)	Starter (0-10 dana)	Grover (11-24 dana)	Finišer (25-42 dana)
Kukuruz	458,70	494,10	548,00
Raž	50,00	50,00	50,00
Sojina sačma (44% SP)	226,50	147,80	67,40
Sojin griz	218,90	266,70	293,10
Monokalcijum fosfat	13,20	13,50	11,80
Stočna kreda	14,00	11,50	12,70
So	3,50	3,10	3,10
L-Lizin 79	3,00	1,40	1,70
Metionin DL-99	2,20	1,90	2,20
Vitaminsko-mineralni premiks	10,00	10,00	10,00
ME (MJ)	12,50	12,97	13,39

4.5. Metode hemijske analize smeša

Uzorci hrane za predviđena laboratorijska ispitivanja uzimani su na početku svake faze ogleda, odnosno 1., 11. i 25. dana. Uzorkovanje hrane izvršeno je prema Pravilniku o metodama uzimanja uzoraka i metodama fizičkih, hemijskih i mikrobioloških analiza stočne hrane (Sl. list SFRJ 15/1987). Ispitan je hemijski sastav hrane koja je korišćena za ishranu brojlera. Za potrebe ispitivanja korišćeni su sledeći postupci:

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

Princip metode: zagrevanjem uzorka sa koncentrovanom sumpornom kiselinom, uz prisustvo katalizatora (kalijum sulfat i bakar sulfat) razlaže se organska materija, a azot, koji se pri tome oslobađa u obliku amonijaka, gradi sa sumpornom kiselinom amonijum sulfat. Dejstvom koncentrovane baze na stvoreni amonijum sulfat, oslobađa se amonijak destilacijom, koji se prikuplja u kiselini i titruje bazom poznatog molariteta. Na osnovu određene količine amonijaka, odnosno azota, množenjem sa faktorom 6,25 izračunava se sadržaj proteina u ispitivanom delu uzorka.

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

Princip metode: gubitak mase dela uzorka za ispitivanje koji nastaje sušenjem pri 103 ± 2 °C.

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

Princip metode: hidroliza dela uzorka za ispitivanje sa hlorovodoničnom kiselinom uz zagrevanje. Nakon hlađenja i filtriranja rastvora, ostatak se ispere i osuši, a zatim se mast iz ostatka ekstrahuje petrol etrom korišćenjem aparature po Soxhlet-u. Rastvarač se ukloni destilacijom i sušenjem, a ostatak se izmeri.

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

Princip metode: udaljavanje organske materije i vode iz dela uzorka za ispitivanje žarenjem pri 550°C i merenje dobijenog ostatka – pepela (SRPS ISO 5984/2002).

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

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

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

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

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

Princip metode: deo uzorka za ispitivanje tretira se ključalom razblaženom sumpornom kiselinom. Ostatak se odvaja filtracijom, zatim ispira i tretira ključalim rastvorom kalijum-hidroksida. Nakon odvajanja ostatka filtracijom, ispiranja, sušenja i merenja, ostatak se žari. Gubitak mase nakon žarenja odgovara masi sirove celuloze u delu uzorka za ispitivanje.

-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 zdravstvene zaštite, sve životinje u ogledu su bile pod stalnim veterinarsko-medicinskim nadzorom, a sve promene zdravstvenog stanja su svakodnevno praćene i evidentirane. Svakodnevna opservacija vršena je pojedinačnom i grupnom adspekcijom, a posebna pažnja bila je usmerena na promene u izgledu fecesa kod brojlera. Mortalitet je svakodnevno praćen, a broj uginulih brojlera i njihove telesne mase evidentirane po danima uginuća.

4.6.1. „Fecal“ skor

Procena kvaliteta ekskreta u svakom ponavljanju izvršena je vizuelnim bodovanjem. Bila su najmanje 2 nezavisna ocenjivača i procena je vršena dva puta dnevno u 08:00 i 16:00 časova 7., 14., 21., 28. i 35. dana starosti. Bodovanje je vršeno ocenama od 1 do 5, odnosno 1 = suv, dobro formiran feces prekriven sa karakterističnim belim tragovima mokraćne kiseline, 2 = većinom suv feces prekriven sa mokraćnom kiselinom, 3 = vlažan feces prekriven belim tragovima mokraćne kiseline, 4 = mokr feces sa manje mokraćne kiseline i bez pravilnog oblika, 5 = potpuno vlažan feces malo ili nikako prekriven mokraćnom kiselinom (Bea i sar., 2019).

4.7. Proizvodni rezultati

Kontrolna merenja brojlera u ogledu sprovedena su pojedinačno pri useljavanju jednodnevnih pilića, kao i na kraju svake faze tova, odnosno 1., 10., 24. i 42. dana. Merenja su vršena na digitalnoj vagi sa tačnošću merenja od 1 gram. Na osnovu dobijenih rezultata merenja izračunate su prosečne telesne mase brojlera na kraju svake faze tova. Na osnovu razlike u telesnim masama brojlera na početku i kraju ogleda izračunat je prosečan ukupni prirast, a na osnovu trajanja faza ogleda i prosečni dnevni prirasti brojlera.

Kontrolna merenja količina utrošene hrane vršena su na kraju svake faze ogleda (starter, grover i finišer). Precizno je merena količina utrošene hrane. Preostala količina hrane u hranilicama nakon završene jedne faze ogleda je merena i oduzimana od ukupne količine hrane koja je data životinjama za taj period, kako bi se dobili što precizniji podaci o utrošku hrane. Na osnovu dobijenih podataka o utrošku hrane i prirasta po fazama izračunata je prosečna konverzija hrane za svaku fazu kao i za ukupan period ogleda.

4.8. Ispitivanje elektrohemijske reakcije himusa

Merenje pH vrednosti se vršilo 15-30 minuta nakon klanja, pH-metrom «Testo 205» (Nemačka) koji meri pH ubodom elektrode, odnosno sonde pH-metra u lumen delova creva ileum i cekum.

4.9. Kvalitet trupa

Nakon klanja i obrade trupa (trup pripremljen za pečenje) merene su mase trupova. Posle hlađenja trupovi su rasečeni na način opisan u Pravilniku o kvalitetu mesa pernate živine (Sl. list SFRJ 1/81 i 51/88) na osnovne delove (batak sa karabatakom, grudi, krila, vrat, leđa sa karlicom). Merene su težine belog mesa i bataka sa karabatakom na automatskoj vagi sa tačnošću $\pm 0,5$ grama. Na osnovu mase trupa i mase merenih delova izračunat je udeo belog mesa i bataka sa karabatakom u ohlađenom trupu brojlera.

4.10. Histološka ispitivanja

Neposredno posle klanja životinja (42. dana ogleda) uzimani su delovi creva (ileum i cekum) za histološka ispitivanja, po 12 uzoraka iz svake grupe. Nakon fiksiranja u pufersanom 10% formalinu i oblikovanja, uzorci su bili dehidrisani rastućim koncentracijama etil alkohola, očišćeni kiselinom, infiltrirani parafinom i ugrađeni u parafinske blokove. Isečci su sečeni na debljinu od 5 μm i bojeni Majerovim hematoksilin eozinom (HE) u kombinaciji sa PAS-AB (Periodic Acid – Schiff and Alcian blue) bojenjem (Yamabayashi, 1987). Histološke i morfometrijske analize su izvršene korišćenjem svetlosnog mikroskopa Olympus BX53 koji je opremljen kamerom *UC50 Soft Imaging Solutions* i softverom *Olympus cellSen*, a obuhvatale su sledeća merenja: visina resica, dubina kripti, odnos visine resica/dubina kripti, kao i prosečan broj peharastih ćelija. Prosečan broj peharastih ćelija je određivan na 10 pravilno orijentisanih resica duž 500 μm epitela svake resice (Funes i sar., 2014).

4.11. Mikrobiološka ispitivanja

Na kraju konvencionalnog tova (42. dana) neposredno nakon klanja brojlera i evisceracije trupova uzeti su sadržaji ileuma i cekuma (po 12 uzoraka iz svake grupe) radi utvrđivanja ukupnog

broja aerobnih bakterija, *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp. i *E. coli* u ovim segmentima digestivnog trakta i transportovani do laboratorije pri +4°C.

Uzorci za bakteriološka ispitivanja uzeti su direktno iz creva sterilnim štapićem po 1 g uzorka crevnog sadržaja koji su stavljeni u sterilnu epruvetu zajedno sa puferisanom peptonskom vodom. Svaki uzorak od 0,1 ml se sterilno razblaživao serijama razblaženja od 10^{-1} do 10^{-9} .

Mikrobiološka ispitivanja izvršena su primenom standardnih mikrobioloških metoda. Po 0,1 ml iz svakog razblaženja je bio zasejan na selektivnu podlogu za ispitivanje prisustva i određivanje ukupnog broja aerobnih bakterija standardnom laboratorijskom metodom (SRPS ISO 4833-1:2014, horizontalna metoda za određivanje broja mikroorganizama tehnika brojanja kolonija na 30°C). Kao odgovarajuća podloga korišćen je hranljiva podloga za brojanje bakterija Plate count agar (Merck, Nemačka).

Za određivanje ukupnog broja bakterija *Enterococcus* spp. korišćena je hranljiva podloga *Enterococcus* selective agar (Sigma-Aldrich, Nemačka), a za *E. coli* hranljiva podloga Violet Red Bile Glucose agar (VRBG), (HiMedia Indija).

Za ukupan broj *Lactobacillus*-a je korišćena kao hranljiva podloga selektivni MRS agar (de Man Rogosa, and Sharpe) sa dodatkom vankomicina (Sigma Aldrich), u količini od 20 mg/ml i cefotaksima (Sigma Aldrich, Nemačka) u količini od 2 mg/ml, kako bi se sprečio rast ostalih vrsta bakterija. Mikroaerofilni uslovi atmosfere za rast laktobacila su obezbeđeni primenom AnaerocultR C sistema (Merc KgaA, Damstadt Nemačka). Rezultati broja ispitivanih bakterija iskazani su kao log CFU (Colony Forming Unit) po gramu intestinalnog sadržaja.

4.12. Izračunavanje ekonomičnosti proizvodnje

Na osnovu formulacije hrane i cena pojedinačnih sirovina izračunata je cena koštanja hrane za svaku fazu i ogleđnu grupu. Ekonomski pokazatelji proizvodnje (ekonomičnost, cena koštanja i finansijski rezultati) izračunati su na kraju ogleđda uzimajući u obzir troškove proizvodnje i ostvarene rezultate. Ekonomska efikasnost proizvodnje brojlera u tovu izračunata je pomoću Faktora evropske efikasnosti proizvodnje – EPEF (*European Production Efficiency Factor*) (Ao i Kim, 2019; Rayan i sar., 2020; Susim et al., 2020) i Evropskog brojler indeksa – EBI (*European Broiler Index*) (Marcu et al., 2013).

BWG (g) po periodu = BW (g) na kraju perioda - BW (g) prvog dana tova

$$\text{ADG (g/pile/dan)} = \frac{\text{BWG (g)}}{\text{dužina tova}}$$

$$\text{FCR (kg hrane/ kg prirast)} = \frac{\text{Ukupan unos hrane (kg)}}{\text{Ukupna masa brojlera (kg)}}$$

Preživljavanje (%) = broj brojlera na kraju tova / broj životinja na početku tova x 100

$$\text{EPEF} = \frac{\text{preživljavanje (\%)} \times \text{BW (kg)}}{\text{starost brojlera (dani)} \times \text{FCR (kg hrane/ kg prirast)}} \times 100$$

$$\text{EBI} = \frac{\text{preživljavanje (\%)} \times \text{ADG (g/pile/dan)}}{\text{FCR (kg hrane/ kg prirast)} \times 10}$$

BWD- ukupan prirast

ADG- prosečan dnevni prirast

FCR- konverzija

4.13. 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 vrednost i koeficijent varijacije. Navedeni deskriptivni statistički parametri omogućavaju opisivanje eksperimentalnih rezultata i njihovo tumačenje. Dobijeni rezultati ispitivanja su upoređeni statističkom analizom koristeći Microsoft Excel 2010 i GraphPad Prism software, verzija 9.00 za Windows (GraphPad Software, San Diego, California USA, www.graphpad.com). 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. Stepen 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.

5. REZULTATI ISPITIVANJA

Poglavlje Rezultati ispitivanja, shodno postavljenim zadacima, podeljeno je u 8 potpoglavlja.

5.1. Hemijski sastav smeša

Hemijski sastav potpunih smeša za ishranu brojlera u ogledu prikazan je u tabeli 9. Rezultati hemijskih analiza smeša za ishranu brojlera u tovu su pokazali da su smeše bile optimalno izbalansirane za vrstu i kategoriju životinja u ogledu. Potpune smeše u ogledu su hemijski odgovarale zahtevima i ciljevima koji su postavljeni na početku ogleda.

Tabela 9. Hemijski sastav smeša za ishranu brojlera u tovu

	Starter (0-10 dana)	Grover (11-24 dana)	Finišer (25-42 dana)
ME (MJ/kg)	12,50	12,97	13,39
Suva materija (%)	89,82	90,14	89,63
Sirovi protein (%)	22,46	21,50	17,84
Sirova vlakna (%)	3,31	3,49	2,93
Pepeo (%)	6,41	5,93	4,86
Kalcijum (%)	0,98	0,97	0,95
Ukupan fosfor	0,79	0,84	0,69
Lizin (%)	1,51	1,29	1,16
Metionin (%)	0,56	0,52	0,51
Metionin + cistin (%)	0,96	0,90	0,87
Treonin (%)	0,87	0,81	0,73
Triptofan (%)	0,27	0,25	0,22
Vitaminsko mineralni premiks sastav po kg hrane: Vitamin A: 10.000 IU, Vitamin D3: 4.000 IU, Vitamin E: 55mg, Vitamin K3: 3mg, Vitamin B1: 3mg, Vitamin B2: 8 mg, Vitamin B3: 65 mg, Vitamin B5: 20 mg, Vitamin B6: 5 mg, Vitamin B7: 0,3 mg, Vitamin B9: 2 mg, Vitamin B12: 0,02 mg, Gvožđe (FeSO4): 80 mg, Bakar (CuSO4): 8 mg, Mangan (MnSO4): 60 mg, Cink (ZnSO4): 40 mg, Jod (KI): 0,33 mg			

5.2. Zdravstveno stanje životinja

Brojleri u oglednim i kontrolnoj grupi su bili normalne telesne građe, pravilno razvijenog koštanog i mišićnog tkiva i živahnog temperamenta. Koža i vidljive sluznice bile su uobičajenog izgleda bez patoloških promena. Konzumacija je bila dobra kod svih eksperimentalnih grupa, a feces normalno formiran za dati hibrid. Sposobnost aktivnog kretanja i koordinacija pokreta bili su usklađeni. Tokom oglada nije bilo poremećaja zdravstvenog stanja i ispoljavanja kliničkih znakova oboljenja.

5.2.1. Izračunavanje prosečne vrednosti za „Fecal“ skor

Procena kvaliteta fecesa u svakoj replikaciji je izvršena putem vizuelnog bodovanja za „Fecal“ skor. Postojala su najmanje dva nezavisna evaluatora i procena je vršena dva puta dnevno (u 08.00 i 16.00 h) i to: 7., 14., 21., 28. i 35. dana. Rezultati su se kretali od 1 do 5 (Tabela 10), a podaci su sumirani za ukupni rezultat kvaliteta izlučevina za svaki tretman.

Table 10. Prosečna vrednost za „Fecal“ skor

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K	2,86 ^{AB}	0,2190	0,0660	2,54	3,18	7,67%
O-I	1,76 ^{AC}	0,1404	0,0423	1,54	2,01	7,99%
O-II	2,04 ^{BC}	0,2212	0,0667	1,68	2,36	10,86%

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} $p < 0,01$

Iz Tabele 10 može se uočiti da je bilo statistički značajnih razlika ($p < 0,01$) za prosečnu vrednost za „Fecal“ skor između posmatranih grupa brojlera. Najmanju prosečnu vrednost ($1,76 \pm 0,1404$), odnosno najbolju ocenu za „Fecal“ skor imala je O-I grupa i to značajno bolju u odnosu na O-II ($2,04 \pm 0,2212$) i K grupu ($2,86 \pm 0,2190$).

5.3. Proizvodni rezultati

5.3.1. Telesne mase brojlera u toku tova

Prosečne telesne mase brojlera po fazama prikazane su u tabelama. Iz tebele 11 možemo da vidimo da su prosečne telesne mase brojlera na početku oglada (1. dan) bile ujednačene (K: 42,12g, O-I: 42,88g i O-II: 42,12g) i između grupa nisu uočene značajne statističke razlike ($p > 0,05$).

Tabela 11. Prosečna masa (g) kontrolne i oglednih grupa brojlera prvog dana ispitivanja (n=90)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	42,12	3,16	0,333	36,0	50,0	7,50
O-I	42,88	1,27	0,344	35,0	51,0	7,62
O-II	42,12	2,61	0,275	36,0	49,0	6,20

U tabeli 12 su prikazane prosečne telesne mase brojlera merene 10. dana starosti (K:277,7g, O-I: 274,5g i O-II: 280,7g). Najveći numerički prosečan prirast ostvarila je grupa O-II, ali nisu uočene značajne statističke razlike između grupa ($p>0,05$).

Tabela 12. Prosečna masa (g) kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=90) 10. dana ispitivanja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	277,7	49,58	5,226	174	382	17,85
O-I	274,5	45,31	4,777	154	351	16,51
O-II	280,7	45,26	4,771	158	357	16,12

Prosečne telesne mase brojlera merenih 24. dana prikazane su u tabeli 13. Najveću numeričku prosečnu telesnu masu ostvarila je ogledna grupa O-I i to 1.150 grama u poređenju sa kontrolnom grupom (K) 1.071 grama i oglednom O-II (1.113 grama). Utvrđena je statistički značajna razlika ($p<0,05$) između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-I. Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nisu nađene statistički značajne razlike ($p>0,05$).

Tabela 13. Prosečna masa (g) kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=90) 24. dana ispitivanja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	1071 ^A	162,8	17,16	420	1420	15,20
O-I	1150 ^{AB}	108,2	11,40	890	1335	9,40
O-II	1113 ^B	128,2	13,51	730	1340	11,52

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B} - $p<0,05$

U tabeli 14 prikazane su prosečne telesne mase brojlera na kraju tova brojlera 42. dana starosti. Na kraju ogleda najveću prosečnu telesnu masu postigla je ogledna grupa O-I (2.611

grama), dok je kontrolna grupa K postigla prosečnu završnu masu 2499 grama, a ogledna O-II grupa 2.548 grama. Utvrđena je statistički značajna razlika između kontrolne K grupe i ogledne O-I ($p < 0,05$), dok između ostalih grupa nije utvrđena statistički značajna razlika ($p > 0,05$).

Tabela 14. Prosečna masa (g) kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=90) 42. dana ispitivanja

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	2499 ^A	385,7	40,66	1365	3640	15,43
O-I	2611 ^A	246,7	26,01	2125	3150	9,45
O-II	2548	269,7	28,43	1990	3070	10,59

Legenda: Isto slovo u koloni ^A - $p < 0,05$

5.3.2. Prosečan prirast brojlera u toku tova

Prosečen dnevni prirast brojlera tokom eksperimenta prikazan je u tabeli 15. Najveći statistički značajan ($p < 0,05$) prosečni dnevni prirast ostvarila je ogledna grupa O-I za period od 11. do 24. dana (62,57 g) u poređenju sa kontrolnom K (56,65 g) i oglednom grupom O-II (59,45 g). Posmatrano za celi period tova od 1. do 42. dana starosti najveći prosečan dnevni prirast ostvarila je ogledna grupa O-I (61,14 g) u odnosu na kontrolnu (58,50 g) ($p < 0,05$) i oglednu grupu O-II (59,64 g). Za ostale periode tova nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 15. Prosečan dnevni prirast (g) kontrolne i oglednih grupa (n=6)

Period tova	Grupe				
	K	O-I	O-II	SEM	P value
1-10	23,56	23,16	23,86	0,85	0,6039
11-24	56,65 ^{AB}	62,57 ^{AC}	59,45 ^{BC}	1,18	<0,0001
25-42	84,00	85,94	84,41	2,01	0,4770
1-42	58,50 ^A	61,14 ^A	59,64	1,33	0,0532

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - $p < 0,05$

U tabeli 16 prikazani su prosečni prirasti po fazama tova (starter, grover, finišer). U starter i finišer fazi nisu utvrđene statistički značajne razlike između grupa ($p > 0,05$), iako je u finišer fazi najveću numeričku vrednost postigla ogledna grupa O-I (1461 g). U grover fazi najveći prosečni

prirast ostvarila je ogledna grupa O-I (875,5 g) u poređenju sa kontrolnom grupom K (793,30 g) i oglednom grupom O-II (832,30 g) i ova razlika je bila statistički značajna ($p < 0,05$). Posmatrano za čitav period tova od 42 dana veći prosečan prirast je postigla ogledna grupa O-I (2568,12 g) u poređenju sa kontrolnom K grupom (2456,88 g) i ova razlika je statistički značajna ($p > 0,05$).

Tabela 16. Prosečan prirast (g) brojlera kontrolne i oglednih grupa tokom eksperimenta (n=6)

Period tova	Grupe				
	K	O-I	O-II	SEM	P value
1-10	235,58	231,62	238,58	0,85	0,6039
11-24	793,30 ^{AB}	875,5 ^{AC}	832,30 ^{BC}	1,18	<0,0001
25-42	1428,00	1461,00	1435,00	2,01	0,4770
1-42	2456,88 ^A	2568,12 ^A	2505,88	1,33	0,0532

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - $p < 0,05$

5.3.3. Konzumacija hrane brojlera tokom tova

Prosečna dnevna konzumacija starter smeše od 1. do 10. dana starosti prikazana je u tabeli 17 iz koje može da se vidi da je kontrolna grupa brojlera tokom eksperimenta konzumirala najveću količinu hrane (5.175 g). Najmanju prosečnu konzumaciju hrane u starter periodu je postigla ogledna grupa O-I (5.167 g) u poređenju sa kontrolnom grupom K (5.175 g) i oglednom grupom O-II (5.167 g). Ova razlika je statistički značajna ($p < 0,05$). Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nije utvrđena statistički značajna razlika ($p > 0,05$).

Tabela 17. Prosečna konzumacija starter smeše (g) po grupama (n=6)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	5175 ^A	78,10	31,89	5070	5280	1,51
O-I	4917 ^{AB}	72,59	29,63	4817	5015	1,48
O-II	5167 ^B	88,39	36,08	5065	5278	1,71

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B} - $p < 0,05$

Prosečna konzumacija hrane u grover fazi od 11. do 24. dana starosti prikazana je u tabeli 18. Iz ove tabele možemo da vidimo da je najmanju prosečnu konzumaciju hrane ostvarila kontrolna grupa K (17.262 grama) u poređenju sa oglednom grupom O-I i oglednom grupom O-II.

Statistički je značajna razlika između kontrone grupe K i ogledne grupe O-I ($p < 0,05$). Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nije utvrđena statistički značajna razlika ($p > 0,05$).

Tabela 18. Prosečna konzumacija grover smeše (g) po grupama (n=6)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	16815 ^A	137,7	56,23	16615	16995	0,82
O-I	17262 ^A	368,2	150,3	16825	17770	2,13
O-II	17035	245,0	100,0	16670	16670	1,44

Legenda: Isto slovo u koloni ^A - $p < 0,05$

Prosečna konzumacija finiše smeše od 25. do 42. dana starosti prikazana je u tabeli 19. Najmanju konzumaciju hrane ostvarila je ogledna grupa O-II i to 42.382 grama. Ogledna grupa O-I je u finiše fazi tova postigla prosečnu konzumaciju hrane od 43.600 grama, dok je kontrolna grupa K postigla prosečnu konzumaciju od 42.563 grama. Ogledna grupa O-I je ostvarila statistički značajnu razliku u poređenju sa kontrolnom grupom K i oglednom grupom O-II ($p < 0,05$), dok između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nije bilo statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 19. Prosečna konzumacija finiše smeše (g) po grupama (n=6)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	42563 ^A	552,3	225,5	41830	43290	1,30
O-I	43600 ^{AB}	386,5	157,8	43105	44050	0,89
O-II	42382 ^B	330,5	134,9	42010	42950	0,78

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B} - $p < 0,05$

Ukupna prosečna konzumacija od početka do kraja tova, odnosno od 1. do 42. dana starosti prikazana je u tabeli 20. Iz ove tabele mozemo da vidimo da je za čitav period tova najveću konzumaciju postigla ogledna grupa O-I i iznosila je 65.853 grama hrane. Kontrolna grupa je postigla prosečnu konzumaciju od 65.093 grama hrane, a ogledna grupa O-II je ostvarila prosečnu konzumaciju hrane od 64.583 grama. Statistički značajna razlika utvrđena je između grupe O-I i kontrolne grupe K, kao i između ogledne grupe O-I i ogledne grupe O-II ($p < 0,05$). Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 20. Prosečna konzumacija od 1. do 42. (g) po grupama (n=6)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	65093 ^A	592,8	242,0	64420	66060	0,91
O-I	65853 ^{AB}	453,1	185,0	65150	66402	0,69
O-II	64583 ^B	425,5	173,7	64020	65146	0,66

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B} - p<0,05

5.3.4. Konverzija hrane brojlera tokom tova

Posečna konverzija hrane kod brojlera u kontrolnoj i oglednim grupama od 1. do 10. dana starosti prikazana je u tabeli broj 21. Iz navedenog možemo da zaključimo da je u starter fazi najbolju prosečnu konverziju ostvarila ogledna grupa O-I i ona je iznosila 1,418 kilograma hrane za kilogram prirasta. Ogledna grupa O-II je ostvarila konverziju od 1,437, dok je kontrolna grupa K ostvarila prosečnu konverziju od 1,463 kilograma hrane za kilogram prirasta brojlera. Statistički značajna razlika je utvrđena između kontrolne grupe K i oglednih grupa O-I i O-II (p<0,05), dok između oglednih grupa O-I i O-II nisu utvrđene statistički značajne razlike (p>0,05).

Tabela 21. Prosečne konverzije kontrolne i oglednih grupa brojlera od prvog do desetog dana tova (starter) (n=6)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	1,463 ^{AB}	0,019	0,008	1,440	1,490	1,24
O-I	1,418 ^A	0,031	0,012	1,380	1,470	2,16
O-II	1,437 ^B	0,019	0,008	1,420	1,470	1,30

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B} - p<0,05.

U tabeli 22 prikazane su prosečne konverzije hrane brojlera kod kontrolne i oglednih grupa u grover periodu od 11. do 24. dana starosti. Iz ove tabele vidimo da je ogledna grupa O-I ponovo ostvarila najnižu konverziju hrane od 1,315 kilograma hrane za kilogram prirasta. Najlošiju prosečnu konverziju hrane je ostvarila kontrolna grupa K (1,418), kao i u starter fazi. Ogledna grupa O-II je postigla prosečnu konverziju od 1,363 kilograma hrane za kilogram prirasta kod brojlera. Statistički značajna razlika je utvrđena između svih grupa na nivou značajnosti od p<0,05.

Tabela 22. Prosečne konverzije kontrolne i oglednih grupa brojlera od 11. do 24. dana tova (grover) (n=6)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	1,418 ^{AB}	0,012	0,005	1,400	1,430	0,82
O-I	1,315 ^{AC}	0,022	0,009	1,290	1,340	1,65
O-II	1,363 ^{BC}	0,010	0,004	1,350	1,380	0,76

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - $p < 0,05$.

Prosečne konverzije hrane kod kontrolne i oglednih grupa od 25. dana do 42. dana starosti brojlera, finišer faza, prikazane su u tabeli 23. Najslabiju prosečnu konverziju ostvarila je kontrolna grupa K (1,992). Najbolju prosečnu konverziju je ostvarila ogledna grupa O-II (1,970), dok je ogledna grupa O-I postigla konverziju hrane od 1,980 grama za kilogram prirasta. Nisu utvrđene statistički značajne razlike među grupama ($p > 0,05$).

Tabela 23. Prosečne konverzije kontrolne i oglednih grupa brojlera od 25. do 42. dana tova (finišer) (n=6)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	1,992	0,017	0,007	1,970	2,020	0,86
O-I	1,980	0,015	0,006	1,960	2,000	0,78
O-II	1,970	0,023	0,009	1,930	1,990	1,16

U tabeli 24 prikazane su prosečne konverzije hrane za čitav period tova, odnosno od 1. do 42. dana starosti. Za celi period tova najbolju prosečnu konverziju ostvarila je ogledna grupa O-I i ona je iznosila 1,708 kilograma hrane za kilogram prirasta. Ogledna grupa O-II je postigla drugu najbolju prosečnu konverziju u ogledu i ona je iznosila 1,733, dok je najlošiju prosečnu konverziju postigla kontrolna grupa i ona je iznosila 1,758 kilograma hrane za kilogram prirasta. Statistička značajnost utvrđena je između kontrolne grupe K i oglednih grupa O-I i O-II ($p < 0,05$). Takođe statistički značajna razlika je utvrđena i između oglednih grupa O-I i O-II ($p < 0,05$).

Tabela 24. Prosečne konverzije kontrolne i oglednih grupa brojlera za ceo period tova (1. do 42. dana) (n=6)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	1,758 ^{AB}	0,013	0,005	1,740	1,780	0,76
O-I	1,708 ^{AC}	0,017	0,007	1,690	1,740	1,01
O-II	1,733 ^{BC}	0,012	0,005	1,720	1,750	0,70

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - $p < 0,05$.

5.4. Elektrohemijska reakcija (pH vrednost) himusa

Prosečne vrednosti za elektrohemijsku reakcija himusa ileuma kontrolne i oglednih grupa prikazana je u tabeli 25. Najnižu prosečnu vrednost pH himusa ileuma ostvarila je ogledna grupa O-II i iznosila je 6,280. Prosečna vrednost pH himusa ileuma kod kontrolne grupe je iznosio 6,354 dok je kod ogledne grupe O-I iznosio 6,354. Nije utvrđena statistički značajna razlika među grupama ($p > 0,05$).

Tabela 25. Prosečne vrednosti pH crevnog sadržaja ileuma kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=10)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	6,354	0,177	0,056	5,990	6,600	2,79
O-I	6,381	0,360	0,113	5,890	6,970	5,61
O-II	6,280	0,320	0,101	5,820	6,760	5,10

U tabeli 26 prikazani su rezultati ispitivanja elektrohemijske reakcije himusa cekuma kod kontrolne i oglednih grupa. Iz prikazanih podataka možemo da zaključimo da je najnižu prosečnu vrednost za pH himusa cekuma postigla ogledna grupa O-I. Prosečna vrednost pH himusa cekuma kod ogledne grupe O-II iznosila je 6,955, dok je kod kontrolne grupe pH iznosio 6,949. Nisu utvrđene statistički značajne razlike među grupama ($p > 0,05$).

Tabela 26. Prosečne vrednosti pH crevnog sadržaja cekuma kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=10)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	6,949	0,189	0,060	6,550	7,210	2,72
O-I	6,855	0,220	0,070	6,380	7,120	3,20
O-II	6,955	0,137	0,043	6,720	7,130	1,97

5.5. Kvalitet trupa

Prosečne žive mase brojlera na kraju tova sa 42. dana starosti na slučajnom uzorku od 30 jedinki za ispitivanje kvaliteta trupa prikazane su u tabeli 27. Iz tabele se vidi da je najveću prosečnu masu ostvarila ogledna grupa O-I (2.673 grama) što je u korelaciji sa završnim masama na kraju ogleada. Ogledna grupa O-II je ostvarila prosečnu živu masu brojlera od 2.628 grama, a kontrolna grupa je postigla prosečnu živu masu od 2.559 grama. Statistički značajna razlika za ovaj parametar utvrđena je između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-I ($p < 0,05$). Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nisu nađene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 27. Prosečne žive mase kontrolne i oglednih grupa brojlera na kraju tova (g) (n=30)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	2.559 ^A	219,6	40,09	2.150	2.960	8,58
O-I	2.673 ^A	211,2	38,55	2.355	3.120	7,90
O-II	2.628	214,3	39,13	2.325	3.050	8,16

Legenda: Isto slovo u koloni ^A - $p < 0,05$.

U tabeli 28 prikazane su prosečne mase ohlađenog trupa kod kontrolne i oglednih grupa. Najveću prosečnu masu trupa ostvarila je ogledna grupa O-I (2.005 grama), što je u korelaciji sa masama živih životinja na kraju tova. Ogledna grupa O-II postigla je prosečnu masu ohlađenog trupa 1.959 grama, a kontrolna grupa je postigla prosečnu masu 1.899 grama. Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-I utvrđena je statistički značajna razlika na nivou značajnosti od $p < 0,05$. Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nisu nađene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 28. Prosečne mase trupa kontrolne i oglednih grupa brojlera na kraju tova (g) (n=30)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	1.899 ^A	195,7	35,73	1.550	2.261	10,30
O-I	2.005 ^A	191,7	35,01	1.714	2.397	9,56
O-II	1.959	188,1	34,34	1.681	2.320	9,60

Legenda: Isto slovo u koloni ^A - p<0,05.

Prosečni randmani kontrolne i oglednih grupa kod brojlera na kraju tova prikazan je u tabeli 29. Najveći randman ostvarila je ogledna grupa O-I i iznosio je 74,90%. Ogledna grupa O-II imala je randman 74,49%, dok je kontrolna grupa postigla randman od 73,99%. Statistički značajna razlika na nivou značajnosti p<0,05 utvrđena je između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-I. Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nisu nađene statistički značajne razlike (p>0,05).

Tabela 29. Prosečni randmani kontrolne i oglednih grupa brojlera na kraju tova (%) (n=30)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	73,99 ^A	1,253	0,223	72,08	76,71	1,69
O-I	74,90 ^A	1,216	0,222	72,92	76,72	1,62
O-II	74,49	1,158	0,211	72,30	76,45	1,55

Legenda: Isto slovo u koloni ^A - p<0,05.

Prosečna masa grudi kod brojlera na kraju tova prikazana je u tabeli 30. Iz tabele vidimo da je najveći prosečan prinos grudi ostvarila ogledna grupa O-I (805,3 grama). Kontrolna grupa je postigla prosečnu masu grudi od 737,6 grama, a ogledna grupa O-II je ostvarila prosečnu masu grudi od 758,6 grama. Utvrđena je statistički značajna razlika između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-I (p<0,05). Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nisu nađene statistički značajne razlike (p>0,05).

Tabela 30. Prosečna masa grudi kontrolne i oglednih grupa brojlera na kraju tova (g) (n=30)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	737,6 ^A	106,2	19,40	564,0	910,5	14,40
O-I	805,3 ^A	99,73	18,21	636,7	1010	12,38
O-II	758,6	102,0	18,62	614,0	963,7	13,44

Legenda: Isto slovo u koloni ^A - p<0,05.

U tabeli 31 prikazan je prosečni udeo grudi u masi ohlađenog trupa kod kontrolne i oglednih grupa. Najveći prosečan udeo grudi u masi ohlađenog trupa je ostvarila ogledna grupa O-I (39,27%). Prosečan udeo grudi u masi ohlađenog trupa kod kontrolne grupe iznosio je 38,33%, dok je kod ogledne grupe O-II iznosio 38,59%. Statistički značajna razlika za ove parametre na nivou značajnosti od $p < 0,05$ utvrđena je između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-I. Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nisu nađene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 31. Prosečan udeo grudi u masi trupa kontrolne i oglednih grupa brojlera na kraju tova (%) (n=30)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K	38,33 ^A	1,297	0,237	36,20	40,85	3,39
O-I	39,27 ^A	1,445	0,264	37,08	42,15	3,68
O-II	38,59	1,496	0,273	36,18	41,54	3,88

Legenda: Isto slovo u koloni ^A - $p < 0,05$.

Prosečna masa bataka sa karabatakom na kraju tova brojlera kod kontrolne i oglednih grupa prikazana je u tabeli 32. Najveću masu bataka sa karabatakom imala je ogledna grupa O-I i ona je iznosila 577,0 grama. Kontrolna ogledna grupa K je ostvarila prosečnu masu bataka sa karabatakom 525,6 grama, a ogledna grupa O-II je ostvarila prosečnu masu bataka sa karabatakom od 553,0 grama. Statistički značajna razlika je utvrđena između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-I ($p < 0,05$). Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nisu nađene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 32. Prosečna masa bataka sa karabatakom kontrolne i oglednih grupa brojlera na kraju tova (g) (n=30)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K	525,6 ^A	70,89	12,94	407,9	667,0	13,49
O-I	577,0 ^A	77,28	14,11	458,1	740,9	13,39
O-II	553,0	68,93	12,58	438,7	701,7	12,46

Legenda: Isto slovo u koloni ^A - $p < 0,05$.

U tabeli 33 prikazani su prosečni udeli mase bataka sa karabatakom u masi ohlađenog trupa brojlera na kraju tova. Najveći prosečni udeo bataka sa karabatakom u masi ohlađenog trupa je postigla ogledna grupa O-I i iznosio je 28,74%. Ogledna grupa O-II je ostvarila prosečni udeo bataka sa karabatakom u masi ohlađenog trupa 28,19%, dok je kontrolna grupa postigla najmanji prosečni udeo bataka sa karabatakom od 28,03%. Statistički značajna razlika utvrđena je između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-I ($p < 0,05$). Između kontrolne grupe K i ogledne grupe O-II nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 33. Prosečan udeo bataka sa karabatakom u masi trupa kontrolne i oglednih grupa brojlera na kraju tova (%) (n=30)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	28,03 ^A	1,266	0,231	26,12	30,26	4,52
O-I	28,74 ^A	0,995	0,182	26,85	30,84	3,46
O-II	28,19	0,935	0,171	26,10	30,25	3,32

Legenda: Isto slovo u koloni ^A - $p < 0,05$.

5.6. Histološka ispitivanja

U tabeli 34 prikazani su rezultati morfometrijskih ispitivanja ileuma kod posmatranih grupa brojlera u ogledu. Prosečna visina crevnih resica u ileumu kod brojlera bila je najveća kod ogledne grupe O-I (1.448 μm) u poređenju sa kontrolnom grupom K (1.192 μm) i oglednom grupom O-II (1.394 μm). Statistički značajna razlika je utvrđena između kontrolne i ogledne grupe O-I, kao i između ogledne grupe O-II i kontrolne grupe K ($p < 0,05$), dok između oglednih grupa O-I i O-II nisu uočene statistički značajne razlike ($p > 0,05$).

Tabela 34. Prosečna visina resica ileuma brojlera, μm (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	1192 ^{AB}	152,0	43,87	971,4	1403	12,75
O-I	1448 ^A	113,9	32,89	1201	1601	7,86
O-II	1349 ^B	88,22	25,47	1207	1492	6,54

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B} - $p < 0,05$;

Prosečna dubina kripti ileuma kod brojlera u ogledu prikazana je u tabeli 35. Najmanja prosečna dubina kripti uočena je kod ogledne grupe O-I (114,80 μm), dok je najveća dubina kripti u ileumu utvrđena kod kontrolne grupe K (138,30 μm), a u oglednoj grupi O-II iznosila je 126,00 μm . Statistički značajna razlika na nivou značajnosti od $p < 0,05$ je uočena između kontrolne grupe K i oglednih grupa O-I i O-II, i između oglednih grupa O-I i O-II.

Tabela 35. Prosečna dubina kripti ileuma brojlera, μm (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K	138,30 ^{AB}	13,19	3,807	117,9	158,1	9,36
O-I	114,80 ^{AC}	11,50	3,321	100,8	134,0	10,02
O-II	126,00 ^{BC}	12,33	3,559	100,7	145,20	9,78

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - $p < 0,05$

U tabeli 36 prikazan je broj peharastih ćelija u ileumu kod brojlera u ogledu. Najveći prosečan broj peharastih ćelija je utvrđen kod ogledne grupe O-I (100,60), dok je najmanji broj peharastih ćelija utvrđen kod kontrolne grupe K (89,90). Statistički značajna razlika uočena je između kontrolne grupe K i oglednih grupa O-I i O-II, kao i između oglednih grupa O-I i O-II. Nivo statističke značajnosti je $p < 0,05$.

Tabela 36. Prosečan broj peharastih ćelija ileuma brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K	89,90 ^{AB}	7,988	2,306	80,78	103,3	8,89
O-I	100,60 ^{AC}	10,48	3,025	83,60	121,8	10,42
O-II	96,40 ^{BC}	8,147	2,352	81,55	107,6	8,45

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - $p < 0,05$

Odnos prosečne visine resica i prosečne dubine kripti u ileumu kod brojlera u ogledu prikazano je u tabeli 37. Najveći odnos prosečne visine resica i prosečne dubine kripti u ileumu je utvrđen kod brojlera u oglednoj grupi O-I (12,70), dok je najmanji prosečan odnos uočen kod kontrolne grupe K (8,72). Statistički značajna razlika na nivou značajnosti od $p < 0,05$ je utvrđena između kontrolne grupe K i oglednih grupa O-I i O-II. Takođe statistički značajna razlika je utvrđena i između oglednih grupa O-I i O-II.

Tabela 37. Odnos prosečnih visina resica i prosečnih dubina kripti ileuma brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	8,72 ^{AB}	1,576	0,455	6,21	11,71	18,09
O-I	12,70 ^{AC}	1,697	0,490	9,98	15,13	13,32
O-II	10,08 ^{BC}	1,447	0,418	8,95	13,53	13,37

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - p<0,05

U tabeli 38 je prikazana prosečna visina resica cekuma brojlera u ogledu. Najveću visinu resica u cekumu postigla je ogledna grupa O-I (225,60 μm), dok je najmanju visinu resica ostvarila kontrolna grupa K (198,00 μm). Statistički značajna razlika na nivou statističke značajnosti p<0,05 utvrđena je između kontrolne K i oglednih grupa O-I i O-II, kao i između oglednih grupa O-I i O-II.

Tabela 38. Prosečna visina resica cekuma brojlera, μm (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	198,00 ^{AB}	15,60	4,502	175,50	217,60	7,876
O-I	225,60 ^{AC}	14,02	4,047	200,40	240,40	6,215
O-II	212,80 ^{BC}	15,16	4,375	190,50	235,10	7,121

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - p<0,05

Prosečna dubina kripti cekuma brojlera u ogledu prikazana je u tabeli 39. Najveću prosečnu dubinu kripti postigla je kontrolna grupa K (42,20 μm), a najmanju dubinu kripti ostvarila je ogledna grupa O-II (31,40 μm). Statistički značajna razlika utvrđena je između kontrolne grupe K i oglednih grupa O-I i OII na nivou statističke značajnosti od p<0,05. Između oglednih grupa O-I i O-II nisu utvrđene statistički značajne razlike (p>0,05).

Tabela 39. Prosečna dubina kripti cekuma brojlera, μm (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	42,20 ^{AB}	4,22	1,220	36,12	48,85	10,02
O-I	32,20 ^A	3,17	0,915	28,99	38,80	9,838
O-II	31,40 ^B	2,26	0,653	28,55	35,22	7,213

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B} - p<0,05

Prosečan broj peharastih ćelija cekuma brojlera u ogledu prikazana je u tabeli 40. Najveći prosečan broj peharastih ćelija uočen je u oglednoj grupi O-I (54,20), a najmanji broj u kontrolnoj grupi K (49,50). Međutim, između svih grupa u ogledu nije utvrđena statistički značajna razlika ($p>0,05$).

Tabela 40. Prosečan broj peharastih ćelija cekuma brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K	49,50	4,952	1,429	40,22	58,05	10,01
O-I	54,20	5,990	1,729	44,80	65,42	11,05
O-II	53,60	6,852	1,978	44,10	67,66	12,78

U tabeli 41 prikazani su rezultati odnosa prosečnih visina resica i prosečnih dubina kriпти cekuma brojlera u ogledu. Najveći odnos prosečnih visina resica i prosečnih dubina kriпти cekuma postigla je ogledna grupa O-I (7,06), dok je najmanji odnos prosečnih visina resica i prosečnih dubina kriпти cekuma ostvarila kontrolna grupa K (4,74). Statistički značajna razlika na nivou statističke značajnosti od $p<0,05$ uočena je između kontrolne grupe K i oglednih grupa O-I i O-II, kao i između oglednih grupa O-I i O-II.

Tabela 41. Odnos prosečnih visina resica i prosečnih dubina kriпти cekuma brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X_{\min}	X_{\max}	C_v (%)
K	4,74 ^{AB}	0,586	0,169	3,78	5,62	12,35
O-I	7,06 ^{AC}	0,800	0,231	5,43	8,11	11,34
O-II	6,81 ^{BC}	0,614	0,177	5,76	8,05	9,01

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - $p<0,05$

5.7. Mikrobiološka ispitivanja

U tabeli 42 prikazan je ukupan prosečan broj aerobnih bakterija u ileumu kod brojlera u ogledu. Najveći ukupan prosečan broj aerobnih bakterija utvrđen je kod kontrolne grupe K (6,84 log₁₀ cfu/g), dok je najmanji utvrđen kod ogledne grupe O-I (6,69 log₁₀ cfu/g). Ogledna grupa O-II postigla je ukupan prosečan broj aerobnih bakterija 6,70 log₁₀ cfu/g. Među grupama nisu utvrđene statistički značajne razlike ($p>0,05$).

Tabela 42. Ukupan prosečan broj aerobnih bakterija (log₁₀ cfu/g) u ileumu kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	6,84	0,518	0,150	6,25	7,86	7,58
O-I	6,69	0,205	0,059	6,25	6,92	3,06
O-II	6,70	0,343	0,099	6,20	7,40	5,12

Ukupan prosečan broj *Lactobacillus* spp. u ileumu kod brojlera u ogledu prikazan je u tabeli 43. Najmanji prosečan ukupan broj korisnih bakterija *Lactobacilus* spp. u ileumu ostvarila je ogledna grupa K (6,99 log₁₀ cfu/g), dok je najveći ukupan prosečan broj postigla ogledna grupa O-I (7,16 log₁₀ cfu/g). Ogledna grupa O-II postigla je ukupan prosečan broj *Lactobacillus* spp. 7,06 log₁₀ cfu/g. Među oglednim grupama nisu utvrđene statistički značajne razlike (p>0,05).

Tabela 43. Ukupan prosečan broj *Lactobacilus* spp. (log₁₀ cfu/g) u ileumu kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	6,99	0,464	0,134	6,21	7,85	6,64
O-I	7,16	0,650	0,188	5,60	7,90	9,08
O-II	7,06	0,432	0,125	6,27	7,87	6,11

U tabeli 44 prikazan je ukupan prosečan broj bakterija *Enterococcus* spp. u ileumu kod brojlera u ogledu. Najmanji prosečan broj *Enterococcus* spp. u ileumu postigla je ogledna grupa K (6,66 log₁₀ cfu/g), a najveći je postigla ogledna grupa O-II (7,31 log₁₀ cfu/g). Između grupa u ogledu nisu uočene statističke značajne razlike (p>0,05).

Tabela 44. Ukupan prosečan broj *Enterococcus* spp. (log₁₀ cfu/g) u ileumu kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	6,66	0,583	0,168	6,00	7,48	8,76
O-I	7,08	0,894	0,258	6,02	8,70	12,64
O-II	7,31	0,442	0,128	6,56	8,00	6,05

Ukupan prosečan broj *E. coli* u ileumu kod kontrolne i ogledne grupe brojlera u ogledu prikazan je u tabeli 45. Najveći ukupan prosečan broj bakterija *E. coli* utvrđen je kod kontrolne grupe K (6,50 log₁₀ cfu/g), a najmanji kod ogledne grupe O-I (5,95 log₁₀ cfu/g). Statistički značajna razlika ($p < 0,05$) uočena je između kontrolne grupe K i oglednih grupa O-I i O-II, kao i između oglednih grupa O-I i O-II.

Tabela 45. Ukupan prosečan broj *E. coli* (log₁₀ cfu/g) u ileumu kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	6,50 ^{AB}	0,710	0,205	5,30	7,86	10,93
O-I	5,95 ^{AC}	0,348	0,100	5,27	6,50	5,85
O-II	6,09 ^{BC}	0,335	0,097	5,55	6,60	5,49

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - $p < 0,05$

U tabeli 46 prikazan je ukupan prosečan broj aerobnih bakterija u cekumu kod brojlera u ogledu. Najveći ukupan prosečan broj aerobnih bakterija u cekumu postigla je kontrolna grupa K (8,23 log₁₀ cfu/g), dok je najmanji postigla ogledna grupa O-I (7,65 log₁₀ cfu/g). Ogledna grupa O-II imala je ukupan prosečan broj aerobnih bakterija 7,69 log₁₀ cfu/g. Statistički značajna razlika ($p < 0,05$) uočena je između kontrolne grupe K i oglednih grupa O-I i O-II, kao i između oglednih grupa O-I i O-II.

Tabela 46. Ukupan prosečan broj aerobnih bakterija (log₁₀ cfu/g) u cekumu kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	8,23 ^{AB}	0,377	0,109	7,36	8,68	4,58
O-I	7,65 ^{AC}	0,562	0,162	6,75	8,45	7,34
O-II	7,69 ^{BC}	0,651	0,188	6,46	8,61	8,47

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - p<0,05

Ukupan prosečan broj *Lactobacillus* spp. u cekumu kod brojlera u ogledu prikazan je u tabeli 47. Najmanji prosečan ukupan broj korisnih bakterija *Lactobacillus* spp. u cekumu imala je ogledna grupa K (7,65 log₁₀ cfu/g), dok je najveći ukupan prosečan broj ostvarila ogledna grupa O-I (7,98 log₁₀ cfu/g). Ogledna grupa O-II imala je ukupan prosečan broj *Lactobacillus* spp. 7,88 log₁₀ cfu/g. Statistički značajna razlika (p<0,05) uočena je između kontrolne grupe K i oglednih grupa O-I i O-II, kao i između oglednih grupa O-I i O-II.

Tabela 47. Ukupan prosečan broj *Lactobacillus* spp. (log₁₀ cfu/g) u cekumu kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	7,65 ^{AB}	0,226	0,065	7,30	7,95	2,95
O-I	7,98 ^{AC}	0,192	0,055	7,68	8,30	2,40
O-II	7,88 ^{BC}	0,270	0,078	7,32	8,38	3,43

Legenda: Ista slova u koloni ^{A, B, C} - p<0,05

U tabeli 48 prikazan je ukupan prosečan broj bakterija *Enterococcus* spp. u cekumu kod brojlera u ogledu. Najmanji prosečan broj *Enterococcus* spp. u cekumu ostvarila je ogledna grupa O-II (7,75 log₁₀ cfu/g), a najveći je ostvarila kontrolna grupa K (7,93 log₁₀ cfu/g). Između grupa u ogledu nisu uočene statističke značajne razlike (p>0,05).

Tabela 48. Ukupan prosečan broj *Enterococcus spp.* (log₁₀ cfu/g) u cekumu kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	7,93	0,445	0,129	7,35	8,75	5,62
O-I	7,78	0,281	0,081	7,26	8,25	3,61
O-II	7,75	0,361	0,104	7,23	8,31	4,67

Ukupan prosečan broj *E. coli* u cekumu kod kontrolne i ogledne grupe brojlera u ogledu prikazan je u tabeli 49. Najveći ukupan prosečan broj bakterija *E. coli* uočen je kod kontrolne grupe K (7,84 log₁₀ cfu/g), a najmanji kod ogledne grupe O-I (7,34 log₁₀ cfu/g). Statistički značajna razlika nije uočena između grupa u ogledu (p>0,05).

Tabela 49. Ukupan prosečan broj *E. coli* (log₁₀ cfu/g) u cekumu kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=12)

Grupa	\bar{X}	Mere varijacije				
		Sd	Se	X _{min}	X _{max}	C _v (%)
K	7,84	0,463	0,134	7,00	8,51	5,91
O-I	7,34	0,595	0,172	5,90	8,21	8,11
O-II	7,36	0,468	0,135	6,10	7,90	6,36

5.8. Ekonomičnost proizvodnje

Izračunati na osnovu proizvodnih rezultata ogleda, u tabeli 50 su prikazani indeksi ekonomičnosti proizvodnje brojlera (EPEF - European Production Efficiency Factor; EBI - European Broiler Index) za sve ispitivane grupe. Najekonomičnije proizvodne rezultate, po EPEF i EBI indeksima, postigla je O-I grupa brojlera (EPEF=364 i EBI=344). Najniže rezultate ostvarila je kontrolna grupa K (EPEF=338 i EBI=332).

Tabela 50. Proizvodni rezultati i parametri ekonomske efikasnosti tova brojlera (n=90)

Dani tova	Parametar	K	O-I	O-II
1. do 42.	BW (kg)	2,499±0,386 ^A	2,611±0,247 ^B	2,548±0,270 ^{AB}
	ADG (g)	58,50±4,14 ^A	61,14±5,00 ^B	59,64±4,80 ^{AB}
	FCR (kg hrane/kg prirasta)	1,76±0,013 ^A	1,71±0,017 ^B	1,73±0,012 ^C
	Preživljavanje (%)	100	100	100
	EPEF	338,07±26,58 ^A	363,41±25,45 ^B	350,67±27,24 ^C
	EBI	332,39±25,91 ^A	357,54±25,25 ^B	344,91±26,01 ^C

Legenda: Različita slova u istom redu ^{A, B, C} – p<0,05;

Statistički značajno veće (p<0,05) vrednosti EPEF i EBI utvrđene su u grupi brojlera koje su hranjene uz dodatak 0,25 g/kg kvasca (O-I grupa) u odnosu na kontrolnu grupu i grupu koja je u hrani dobijala 0,65 g/kg kvasca (O-II grupa). Prosečne EPEF vrednosti O-I grupe (363,41±25,45) bile su statistički značajno veće (p<0,05) u odnosu na prosečne EPEF vrednosti O-II (344,91±26,01) i K grupe (332,39±25,91). Takođe, prosečne EPEF vrednosti O-II grupe bile su statistički značajno veće (p<0,05) u odnosu na K grupu. Ista situacija zapažena je i kod prosečnih EBI vrednosti, gde je O-I grupa (357,54±25,25) postigla statistički značajno veću (p<0,05) prosečnu EBI vrednost u odnosu na O-II (344,91±26,01) i K grupu (332,39±25,91), dok je O-II grupa bila statistički značajno bolja (p<0,05) u odnosu na K grupu.

6. DISKUSIJA

U cilju bolje preglednosti poglavlje diskusija je podeljeno na potpoglavlja prema postavljenom cilju i zadacima istraživanja. Zadatak ovog rada bio je da se ispita uticaj dodavanja različitih količina živih ćelija kvasca (*Saccharomyces cerevisiae*) u hranu na zdravstveno stanje, proizvodne performanse, morfometrijske parametre i mikrofoloru creva brojlera. Dobijeni rezultati eksperimentalnih grupa su poređeni međusobno, kao i u odnosu na literaturne podatke.

6.1. Hemijski sastav smeša

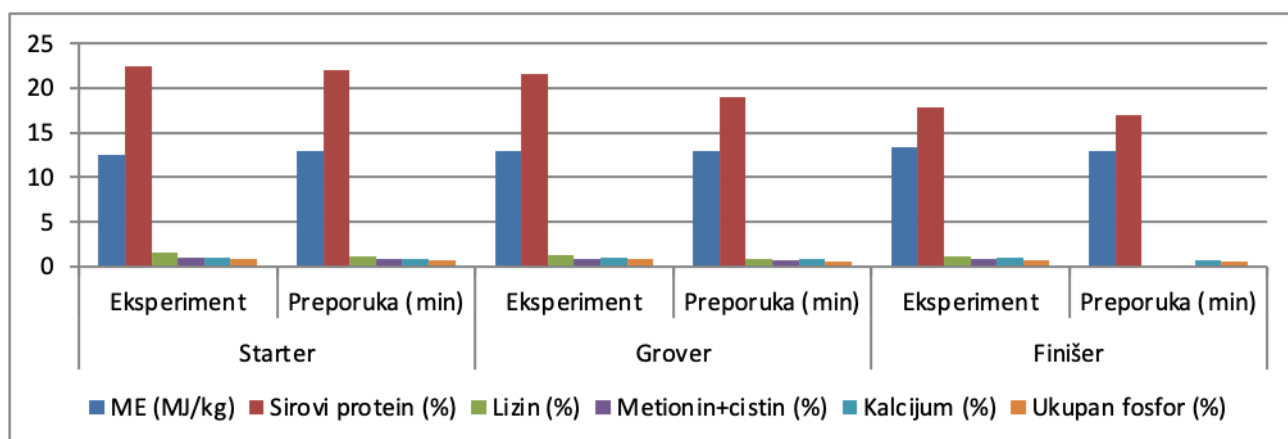
Smeše koje su korišćene u ogledu formulisane su prema zahtevima i preporukama proizvođača hibrida ROSS 308. Tokom ogleda životinje su hranjene sa potpunim smešama standardnog sirovinskog i hemijskog sastava za ishranu brojlera u tovu. Za izvođenje ogleda korišćene su tri smeše prema uzrastu brojlera.

Potpuna smeša za ishranu brojlera starter je korišćena od 1. do 10 dana starosti, od 11. do 24. dana korišćena je potpuna krmna smeša grover i od 25. do 42. dana starosti korišćena je potpuna krmna smeša finišer. Potpune krmne smeše su formulisane prema standardnim hranivima koja se koriste u našoj zemlji i bazirane su na kukuruzu kao osnovnom energetskom hranivu i sojinoj sačmi kao osnovnom proteinskom hranivu. U ogledu je u sve grupe dodato 5% raži da bi se video uticaj živih ćelija kvasca na varenje NSP (ne skrobni polisaharidi).

Prema planu i cilju istraživanja u smeše koje su korišćene za ishranu životinja u oglednim grupama dodavane su žive ćelije kvasca kao probiotik, dok smeša za ishranu životinja u kontrolnoj grupi nije sadržavala nikakav dodatak standardnim smešama.

Kontrolna grupa (K) je hranjena sa potpunim smešama standardnog hemijskog sastava bez dodatih živih ćelija kvasca. Prva ogledna grupa O-I je hranjena sa potpunim smešama standardnog hemijskog sastava uz dodatak živih ćelija kvasca u količini od 250g po toni hrane u starteru, groveru i finišeru. Druga ogledna grupa O-II je hranjena sa potpunim smešama standardnog hemijskog sastava uz dodatak živih ćelija kvasca u količini od 650 grama po toni hrane u starteru, groveru i finišeru (grafikon 1).

Pošto su dodate količine preparata u jako maloj koncentraciji bile su potrebne minimalne izmene u formulaciji hrane. Dodate količine živih ćelija kvasca zamenile su za isti iznos količinu kukuruza u formulacijama što se nije odrazilo na hemijski sastav smeša. Odstupanja u sastavu smeša su bila znatno ispod granica dozvoljenih odstupanja prema Pravilniku o kvalitetu hrane za životinje (SG RS 4/2010) koji propisuje maksimalna dovoljena odstupanja od 5%.



Grafikon 1. Sadržaj energije i osnovnih hranljivih materija u ogledu u odnosu na preporuke za provenijenciju Ross 308

6.2. Zdravstveno stanje

Dodavanje živih ćelija kvasaca u hranu za životinje kao probiotika ima za cilj održavanje balansa crevne mikroflore kod životinja što za posledicu daje zdravu životinju koja može da ispolji svoj genetski potencijal proizvodnih performansi. Zdravlje životinja tokom celog ogleda je bilo zadovoljavajuće bez ispoljavanja kliničkih i subkliničkih znakova bolesti. Brojleri kontrolne kao i oglednih grupa su bili skladne telesne građe, dobre kondicije i temperamenta, kao i pravilno razvijenog koštano-mišićnog sistema. Perje, koža i vidljive sluznice su bile uobičajenog izgleda. Apetit je bio dobar, a feces formiran uobičajeno. Na osnovu dobrog zdravstvenog stanja u svim grupama može se doneti zaključak da dobijeni rezultati se mogu prihvatiti sa visokom verovatnoćom i da dodavanje živih ćelija kvasaca kao probiotika ima ekonomsku opravdanost kroz povećanje prirasta i smanjenje konverzije kod brojlera u tovu.

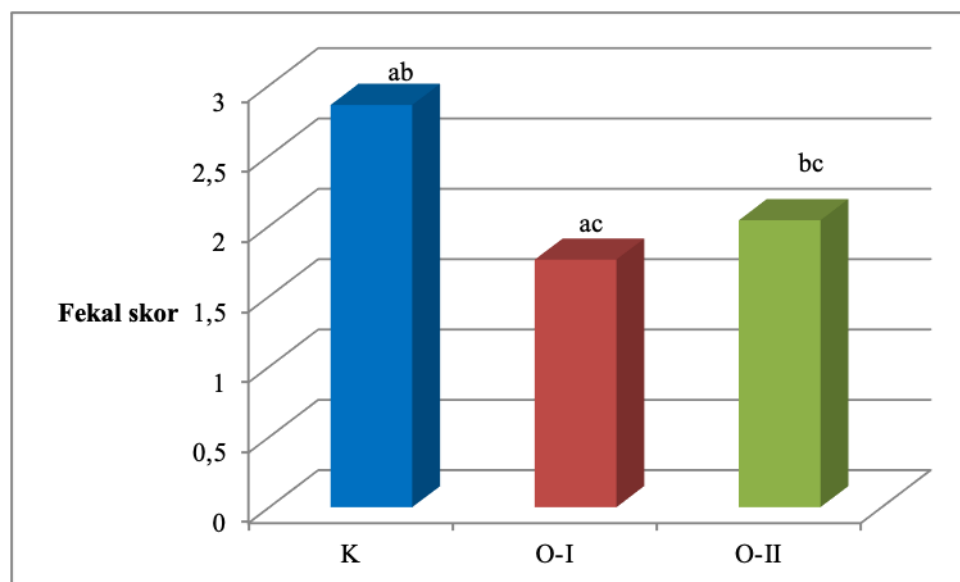
Prema Muthusamy i sar. (2011) i Wang i sar. (2016) aditivi se dodaju da bi delovali kao stimulatori rasta kako kod zdravih životinja, tako i kod bolesnih i životinja koje su izložene stresu.

Zavisno od zdravstvenog statusa organizma, brojleri mogu različito da deluju na dodavanje živih ćelija kvasaca u hranu (Kempf i Zeitouni, 2012; Wang i sar., 2016; Sun i sar., 2019).

6.2.1. "Fecal" skor

"Fecal" skor je dobar pokazatelj zdravstvenog stanja životinja i pokazatelj iskorišćavanja hranljivih materija iz digestivnog trakta. Prema dobijenim rezultatima "fecal" skora kod brojlera u ogledu utvrđena je statistički značajna razlika između posmatranih grupa ($p < 0,01$). Najbolju

prosečnu ocenu fecesa ostvarila je grupa O-I, što je u skladu sa ostalim dobijenim parametrima u ogledu kao što je telesna masa, konverzija i morfologija creva. Ovi rezultati pokazuju da je dobro zdravstveno stanje životinja jedan od bitnih preduslova da životinje mogu da iskažu svoj puni genetski potencijal u proizvodnim rezultatima (grafikon 2).



Legenda: Ista slova a, b, c - $p < 0,01$

Grafikon 2. Prosečne vrednosti ispitivanih grupa brojlera za „fecal“ skor

Ispitivanje prosečne vrednosti za „fecal“ skor ispitivali su Md-Raihanul i sar. (2021) u ogledu gde su dodavali kulturu kvasca (*Saccharomyces cerevisiae*) u hranu za brojlere i pratili uticaj na proizvodne performanse, kvalitet mesa brojlera i druge parametre (emisiju štetnih gasova, iskorišćenost hranljivih materija, broj mikroba u fecesu). Ukupno, 360 jednodnevnih brojlera provenijencije Ross 308 sa prosečnom telesnom težinom (BW) od $42,90 \pm 1,43$ g je nasumično odabrano i raspoređeno u dve grupe; hranjeni su ili bazalnom ishranom (kontrola) ili bazalnom ishranom sa dodatkom 1% kulture kvasca (yeast cells, YC). Svaka tretirana grupa je imala 10 replikacija i svaka replikacija je sadržala 18 jedinki. Eksperiment je podeljen u 3 faze (od 1. do 7., od 8. do 21. i od 22. do 35. dana) za posmatranje performansi rasta. U prvoj fazi (od 1. do 7. dana) samo je povećanje telesne težine (BWG) značajno povećano ($p < 0,05$) kod jedinki sa YC ishranom u poređenju sa kontrolnom grupom. Značajni efekti na BWG ($p < 0,05$) i koeficijent konverzije hrane (FCR) ($p < 0,05$) primećeni su kod brojlera koji su dobijali hranu sa YC u trećoj fazi (od 22. do 35. dana) u poređenju sa kontrolnom grupom. Pored toga, tokom ukupnog perioda (od 1. do 35. dana), BWG je bio značajno veći ($p < 0,05$), a koeficijent konverzije hrane (FCR) je bio bolji ($p < 0,05$). Tokom ovog eksperimenta kvalitet mesa, iskorišćenost hranljivih materija, emisija štetnih gasova i broj bakterija u izlučevinama nisu značajno varirali između grupa. Ova studija je dokazala da bi

veća doza dodatka YC (*Saccharomices cerevisiae*) mogla da održi konzistentan pozitivan efekat na rast brojlera, ali je eliminisala mogućnost uticaja na svarljivost, broj bakterija ili emisiju gasova iz izlučevina.

U literaturi nema puno podataka o „fecal“ skor u kod dodavanja živih ćelija kvasca u hranu za brojlere, ali ima za druge životinjske vrste, kao što u svinje i mačke (Yanjiao i sar., 2019; Bankuti Ferenc i sar., 2020).

Uticaj dodavanja kulture kvasca na performanse rasta, „fecal“ skor i svarljivost hranljivih materija kod svinja su ispitivali Yanjiao i sar. (2019) kod odbijenih svinja u 6-nedeljnom ogledu. Dijetetski tretmani su bili sledeći: 1) kontrola, bazalni obrok (CON) i 2) dodata 0,10% kultura kvasca, na bazalni obrok (YC). Na kraju istraživanja, rezultati ove studije su pokazali da je dodatak ishrani od 0,1% kvasca samo poboljšao unos hrane za svinje koje se odbijaju; međutim, dodatak kulture kvasca nije uticao na prosečan dnevni prirast, konverziju, ukupnu svarljivost suve materije i azota, nivo energije, kao i na vrednost za prosečan „fecal“ skor (Yanjiao i sar., 2019).

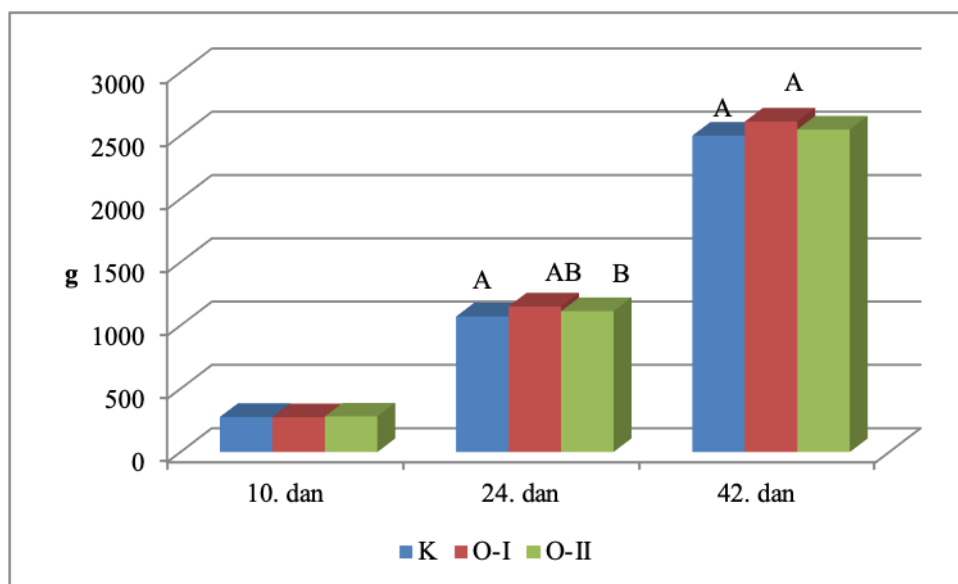
Ferenc i sar. (2020) su u ogledu na mačkama ispitivali efekte dve vrste tehnika mikrokapsuliranja, različitih agenasa za inkapsulaciju i 120 dana skladištenja na održivost komercijalnog probiotičkog proizvoda i istražili populacije fekalne mikrobiote i fekalne karakteristike odraslih mačaka hranjenih obrokom dopunjenim probioticima. Visoke temperature ekstruzije mogu ugroziti funkcionalnost probiotika u suvoj hrani. Ova studija je imala za cilj (i) da proceni tri eksperimentalna tretmana: T1, komercijalna hrana (kontrola); T2, komercijalne granule obložene probioticima; i T3, komercijalna hrana koja je dopunjena zamrzavanjem osušenim probioticima i fruktooligosaharidima. Fruktooligosaharidi i guma arabika su korišćeni kao agensi za kapsuliranje za sušenje zamrzavanjem i sušenje raspršivanjem, a korišćeni su *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Enterococcus faecium* kao i *Saccerevisia probiochar*. Na kraju je zaključeno da suplementiranje hrane za mačke probioticima pozitivno utiče na mikrobiotu creva. Međutim, rezultati potvrđuju da probiotički mikroorganizmi moraju biti ugrađeni u stočnu hranu putem efikasnih mehanizama da bi izdržali teške uslove obrade i skladištenja (Ferenc i sar., 2020).

6.3. Proizvodni rezultati

6.3.1. Telesne mase brojlera u toku tova

Prosečne telesne mase brojlera na početku ogleda su bile ujednačene i kretale su se između grupa od 42,12 do 42,88 g. Ove razlike u masi na početku ogleda nisu bile statistički značajne ($p > 0,05$), što je osnovni preduslov za pravilno izvođenje ogleda i tumačenje dobijenih rezultata.

Ni na kraju prve faze tova 10. dana nije bilo statistički značajnih razlika u masama brojlera $p > 0,05$ (grafikon 3).



Legenda: Ista slova A, B – $p < 0,05$.

Grafikon 3. Prosečne telesne mase kontrolne i oglednih grupa brojlera 10., 24. i 42. dana ispitivanja

Dobijeni rezultati su u skladu sa rezultatima koje su dobili Sun i Kim (2019) koji su dodavali mešavinu *Saccharomyces cerevisiae* i *Kluyveromyces maxianus* u odnosu 1:1, a u količini od 0,1 i 0,2%, ali je suprotno rezultatima koje su dobili Hoque i sar. (2021). Oni su dodavanjem 1% *Saccharomyces cerevisiae* u prvoj fazi tova od 1. do 7. dana dobili statistički značajno veći prirast brojlera u poređenju sa kontrolnom grupom ($P < 0,05$).

Na kraju druge faze ogleada od 11. do 24. dana utvrđena je statistički značajna razlika ($P < 0,05$) u telesnoj masi brojlera ogledne grupe O-I u poređenju sa kontrolnom grupom K i oglednom grupom O-II. Prosečan prirast brojlera na kraju druge faze u oglednoj grupi O-I je bio za 7,37% veći u odnosu na kontrolnu grupu i za 3,32% veći u odnosu na kontrolnu grupu O-II, što je sa aspekta ekonomske isplativosti proizvodnje značajna razlika (grafikon 3).

Prosečne završne telesne mase brojlera na kraju eksperimenta, odnosno 42. dana proizvodnje, su najbitniji parametar i pokazatelj opravdanosti upotrebe živih ćelija kvasaca u proizvodnji brojlera. Dodavanje živih ćelija kvasca u hranu oglednih grupa O-I i O-II povećalo je završne telesne mase brojlera. Dodatak od 250 grama živih ćelija kvasca po toni hrane u oglednoj grupi O-I rezultiralo je najboljim prosečnim završnim masama koje su iznosile 2611 grama što je za 4,48% više u poređenju sa kontrolnom grupom i za 2,47% više u odnosu na grupu O-II (grafikon 3).

Istraživanje Gheisari i Kholeghipoura (2006) je u skladu sa dobijenim rezultatima u ovom ogledu. Oni su u ogledu na 273 brojlera dodavali različite nivoe živih ćelija kvasaca u hranu

brojlera u količini od 0,1, 0,2 i 0,3% u dve forme, praškast i granulisan. Najbolje prosečne završne mase brojlera imala je grupa sa dodatim 0,1% živih ćelija kvasaca u granuliranoj formi. U grupi u kojoj su dodavane žive ćelije kvasca u praškastoj formi najbolje prosečne završne mase imala je grupa sa dodatkom 0,3% živih ćelija kvasaca.

Prema studiji koju su sprovedeli He i sar. (2021) dodavanje živih ćelija kvasaca u količini od 1000g/t hrane imalo je najbolje završne mase u poređenju sa kontrolnom i CTC (hlortetraciklin) grupom, kao i u poređenju sa grupom koja je hranjena sa dodatkom 500 grama kvasca po toni hrane.

Mulatu i sar. (2019) su dodavali u hranu za brojlere pekarski kvasac u količini od 0, 0,5, 1,5 i 2,5%. Najbolje završne mase imala je grupa sa dodatkom 2,5% pekarskog kvasca.

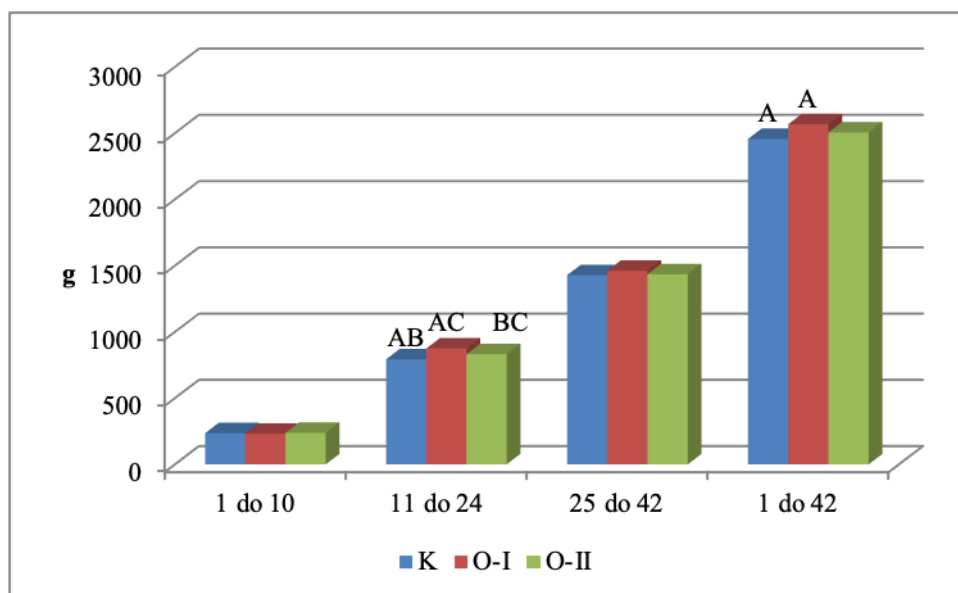
Massacci i sar. (2019) su izveli ogled sa dodavanjem *Saccharomyces cerevisiae boulardii* u količini od 1×10^9 u hranu brojlera koji su eksperimentalno zaraženi sa *Campylobacter jejuni* i dobili su rezultate da je grupa sa dodatkom živih ćelija kvasaca imala bolje završne mase na 40. danu starositi za 229,57 grama u poređenju sa kontrolnom grupom.

Slično rezultatima u našem ogledu, He i sar. (2021) i Wang i sar. (2017) su koristili istu koncentraciju živih ćelija kvasaca 1×10^{10} CFU/g, ali dodavanjem većih nivoa u hranu (0,5g/kg što je približno 5×10^9 ; 1g/kg što je približno 1×10^{10} i 5g/kg što je približno 5×10^{10}) nisu uočene statistički značajne razlike na prirast brojlera.

Bitan parametar kod poređenja rezultata iz drugih ogleda je i broj CFU (kolonijaformirajućih jedinica) u preparatu živih ćelija kvasaca koji su korišćeni u ogledu, kao i njihova stabilnost. Stabilnost kvasaca se meri sa brojem preživelih ćelija nakon peletiranja hrane, kao i brojem koji je nepromenjen izlučen iz digestivnog trakta životinja. U našim rezultatima bolje završne mase su imali brojleri sa manjom dodatkom količinom živih ćelija kvasaca u poređenju sa većom dozom. Čini se da visoki nivoi živih ćelija kvasaca u hrani brojlera negativno utiču na prirast (Pascuala i sar., 2021). Ovo može da se objasni i prevelikom aktivacijom imunskog sistema životinja, pa se više energije troši na imunitet, a manje na proizvodne rezultate (Reisinger i sar., 2021).

6.3.2. Prosečan prirast brojlera tokom tova

Telesne mase su dobar pokazatelj kvaliteta hrane, ali je dnevni prirast još pouzdaniji parametar. Analizirajući dobijene rezultate možemo zaključiti da je dodavanje različitih količina živih ćelija kvasca u hranu brojlera pozitivno delovalo na postignuti prosečni dnevni prirast (grafikon 4).



Legenda: Ista slova A, B, C – $p < 0,05$.

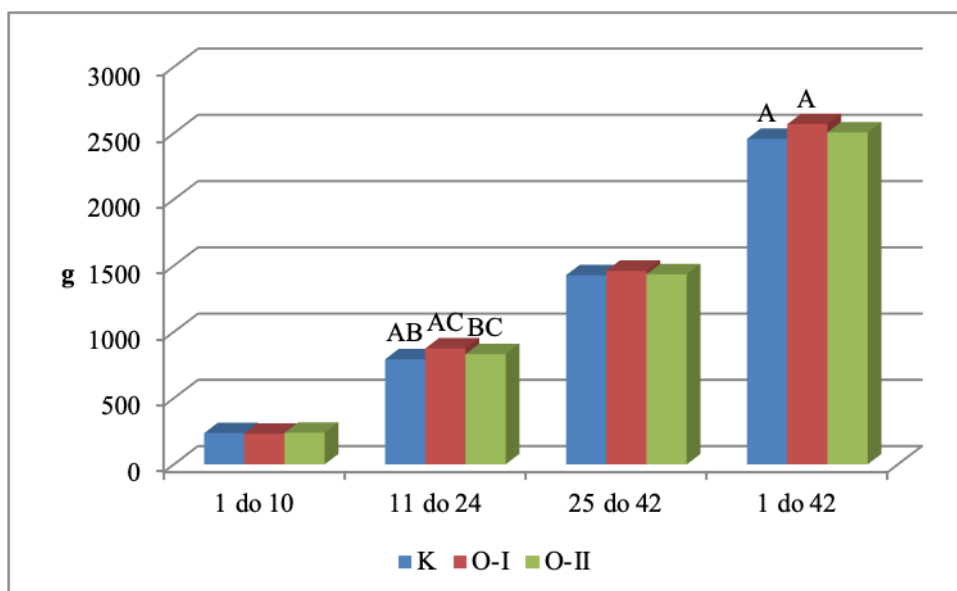
Grafikon 4. Prosečan dnevni prirast (g) kontrolne i oglednih grupa

U skladu sa navedenim slične rezultate su dobili He i sar. (2021) koji su dodavanjem živih ćelija kvasaca u količini 1g/kg hrane za brojlere postigli veći prosečan dnevni prirast za 19% u poređenju sa kontrolnom grupom.

Slične rezultate kao u ovom radu dobili su Gao i sar. (2008) koji su dodavanjem 2,5g/kg kvasaca dobili veći prosečan dnevni prirast u poređenju sa kontrolnom i oglednim grupama koje su dobijale kvasce u količini od 5 i 10g/kg hrane. To potvrđuje naše rezultate, odnosno da veće količine kvasaca imaju depresiju na prosečan dnevni prirast brojlera.

Suprotno našim dobijenim rezultatima, Gheisari i Kholehipur (2006) su dodavanjem 0,3% živih ćelija kvasaca imali numerički najveći prosečan dnevni prirast u poređenju sa kontrolnom grupom i grupama koje su dobijale 0,1 i 0,2% živih ćelija kvasaca u obroku.

Ako posmatramo po fazama tova kao i za celi period tova, možemo zaključiti da je dodavanje manje količine živih ćelija kvasca (O-I grupa) imala pozitivan uticaj na prirast tokom tova, kako u grover fazi takođe i u celom periodu tova (grafikon 4 i grafikon 5) u poređenju sa kontrolnom grupom K i oglednom grupom sa većom dodatom količinom kvasca u hranu brojlera (O-II). Na osnovu dobijenih rezultata možemo zaključiti da veće količine živih ćelija kvasca u hrani brojlera imaju depresivan uticaj na prirast brojlera.

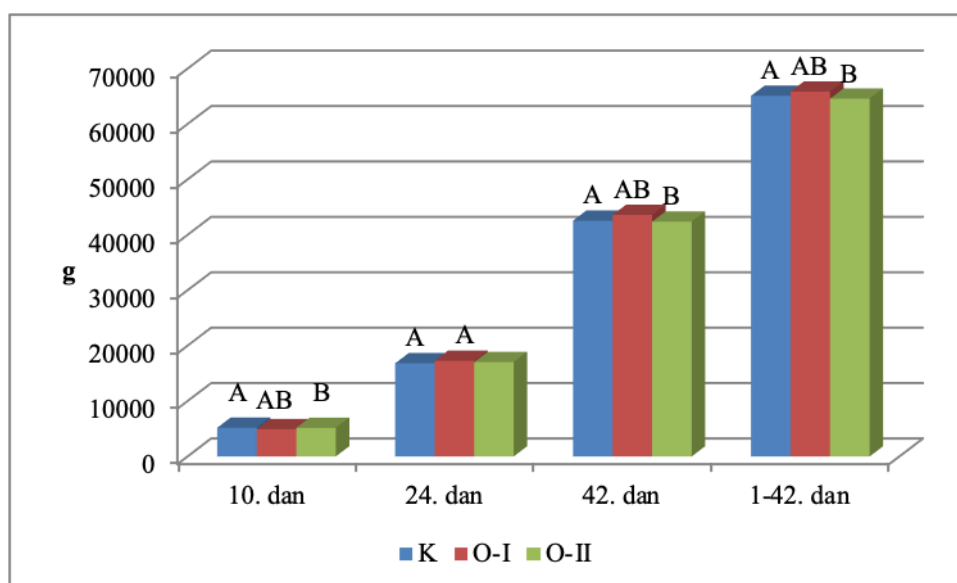


Legenda: Ista slova A, B, C – $p < 0,05$.

Grafikon 5. Prosečan prirast (g) brojlera kontrolne i oglednih grupa tokom eksperimenta

6.3.3. Konzumacija hrane brojlera tokom tova

Apetit je jedan od prvih i osnovnih pokazatelja kvaliteta hrane za životinje kao i zdravstvenog stanja životinja u ogledu. U starter fazi konzumacija starter smeše bila je najveća kod kontrolne grupe, a najmanja je bila kod ogledne grupe O-I. Posmatranjem rezultata prosečne konzumacije u grover fazi uočava se da je konzumacija grover smeše najveća kod grupe O-I. Najveća konzumacija finišer smeše u finišer fazi bila je kod ogledne grupe O-I u poređenju sa ostalim grupama u ogledu (grafikon 6).



Legenda: Ista slova A, B – $p < 0,05$.

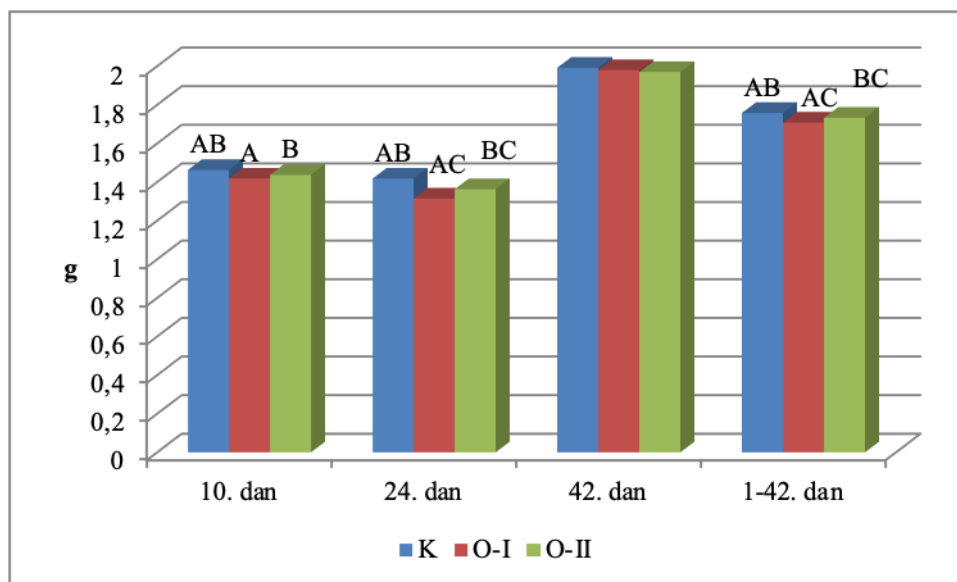
Grafikon 6. Prosečne konzumacije kontrolne i oglednih grupa brojlera starter, grover i finišer smeše

Rezultati izvedenog eksperimenta su u skladu sa istaživanjima Mulatu i sar. (2019), koji su dodavanjem pekarskog kvasca u količinama od 0, 0,5, 1,5 i 2,5% najveću prosečnu konzumaciju hrane u starter fazi imali u kontrolnoj grupi. Takođe, dobijeni rezultati u ovom ogledu su u skladu sa istaživanjima Mountzouris i sar. (2015) gde je najveća konzumacija hrane bila najveća kod grupe koja je hranjena sa dodatkom živih ćelija kvasca u hranu u količini od 1×10^9 u poređenju sa kontrolnom grupom bez dodatih živih ćelija kvasca tokom celog ogleda od 35 dana.

Suprotno našim rezultatima gde je kontrolna grupa bila najveća po konzumaciji samo u starter fazi, Gheisari i Kholeghipoura (2006) su u kontrolnoj grupi imali najveću konzumaciju hrane u poređenju sa dodatkom živih ćelija kvasaca u količinama 0,1; 0,2 i 0,3% tokom čitavog perioda tova od 40 dana.

6.3.4. Konverzija hrane brojlera tokom tova

Konverzija hrane kao interakcija konzumacije hrane i prirasta predstavlja jedan od najboljih parametara za određivanje kvaliteta hrane i ekonomičnosti proizvodnje. Posmatrano po fazama ogleda najnižu konverziju hrane postigla je ogledna grupa O-I u starter i grover fazi, ali ne i u finišer fazi ogleda gde je najbolju konverziju hrane postigla ogledna grupa O-II. Ako posmatramo period celog ogleda od 42 dana, najniža konverzija je bila u oglednoj grupi O-I (grafikon 7).



Legenda: Ista slova A,B,C – $P < 0,05$.

Grafikon 7. Prosečne konverzije kontrolne i oglednih grupa brojlera starter, grover i finišer smeše

Za upotrebu živih ćelija kvasaca u ishrani brojlera i njihov uticaj na konverziju postoje različiti podaci. Prema istaživanju Mountzouris i sar. (2015), ogledna grupa sa dodatkom živih

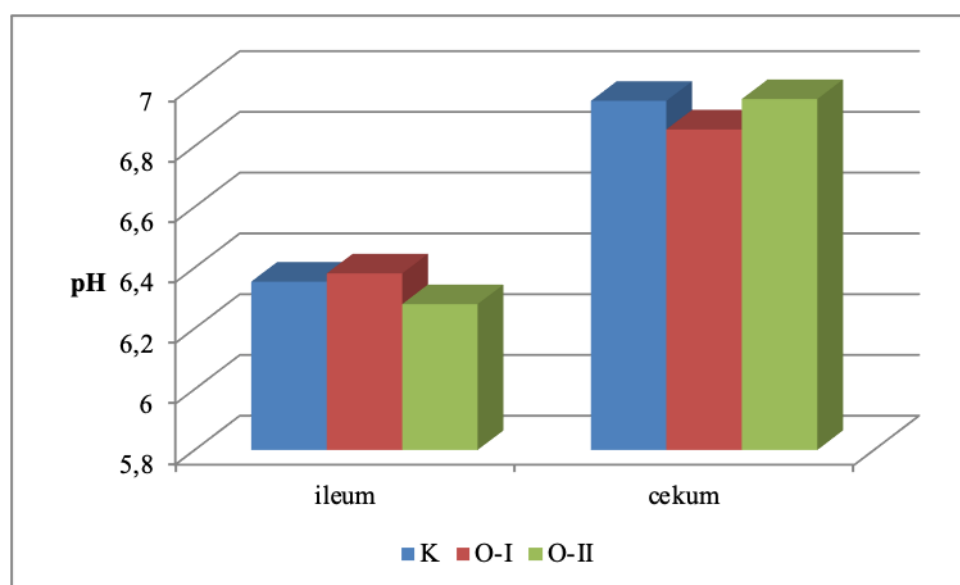
ćelija kvasca imala je najbolju konverziju hrane samo u 3. nedelji ogleđa, dok je u 4. i 5. nedelji kao i tokom celog ogleđa najbolju konverziju imala kontrolna grupa.

Dobijeni rezultati u ovom istraživanju se u potpunosti slažu sa istraživanjem Gheisari i Kholeghipour (2006), koji su najnižu konverziju za čitav period ogleđa imali kod grupe u kojoj su dodavane žive ćelije kvasca u količini od 0,1% u granulisanom formi i u praškastom formi.

Istraživanja El-Manaveja i sar. (2021) takođe pokazuju pozitivan uticaj dodavanja 0,1% živih ćelija kvasca na konverziju hrane kod brojlera tokom 35 dana koliko je ogleđ trajao.

6.4. Elektrohemijaska reakcija (pH vrednost) himusa

Optimalna vrednost elektrohemijske reakcije himusa obezbeđuje efikasno varenje i apsorpciju hranljivih materija, ali i stvara nepovoljnu sredinu za razvoj patogenih bakterija. Nivo pH sredine u određenim delovima digestivnog sistema je faktor koji utiče na razmnožavanje određenih vrsta bakterija. Većina patogenih bakterija raste na pH 7 ili više, dok suprotno njima, korisne bakterije žive u kiselom sredini pH 5,8-6,2 (Ferd, 1974). Rezultati ispitivanja elektrohemijske reakcije pojedinih segmenata digestivnog sistema brojlera prikazani su u grafikonu 8. Dodavanje veće količine kvasca rezultiralo je najnižim numeričkim pH vrednostima u ileumu brojlera ogleđne grupe O-II, dok je u cekumu najniža vrednost zabeležena kod grupe O-I (grafikon 8).



Grafikon 8. Prosečne vrednosti pH crevnog sadržaja ileuma i cekuma kontrolne i ogleđnih grupa brojlera

Žive ćelije kvasca su prirodno otporne na antibiotike i sulfanamide. Ova otpornost je prirodno genetski zapisana i ne može se preneti na druge mikroorganizme. Ova sposobnost omogućava kvascima da prežive u crevima domaćina (Ghazanfar i sar., 2017). Optimalni pH za rast

kvasaca je između 4,5 i 6,5 za razliku od bakterija koje rastu na pH između 6,5 i 7,5. Ovo omogućava kvascima da efikasno deluju u delovima gastrointestinalnog trakta gde je delovanje bakterija ograničeno. Kvasci su više tolerantni na delovanje želudačne kiseline i soli žuči za razliku od bakterija, ali se za razliku od kvasaca bakterije bolje vezuju za crevni epitelijum (Dixon i sar, 2022).

Žive ćelije kvasca imaju ulogu da smanje pH creva proizvodnjom velikog broja organskih kiselina, što dovodi do kiselog okruženja u crevima i za krajnju posledicu imaju inhibiciju rasta patogenih bakterija u crevima (Ogbuevu i sar., 2019).

Prema istraživanju Yasar i Yegen (2017) dodavanje kvasca u količini od 5g/kg hrane za brojlere dovelo je do nižeg pH u ileumu u poređenju sa kontrolnom grupom dok 42. dana proizvodnje nije bilo razlike između ogledne i kontrolne grupe.

Chen i saradnici (2013) dodavanjem živih ćelija kvasaca 10^6 CFU/g u hranu za brojlere koja je zatim fermentisala nisu snizili pH u digestivnom traktu živine. Ovo je objašnjeno na sledeći način:

1. da su glavni proizvodi fermentacije mlečna i sirćetna kiselina lako isparile i apsorbivane u digestivnom traktu;
2. životinje nisu hranjene 12 sati pre klanja i da nije bilo sadržaja u digestivnom traktu.

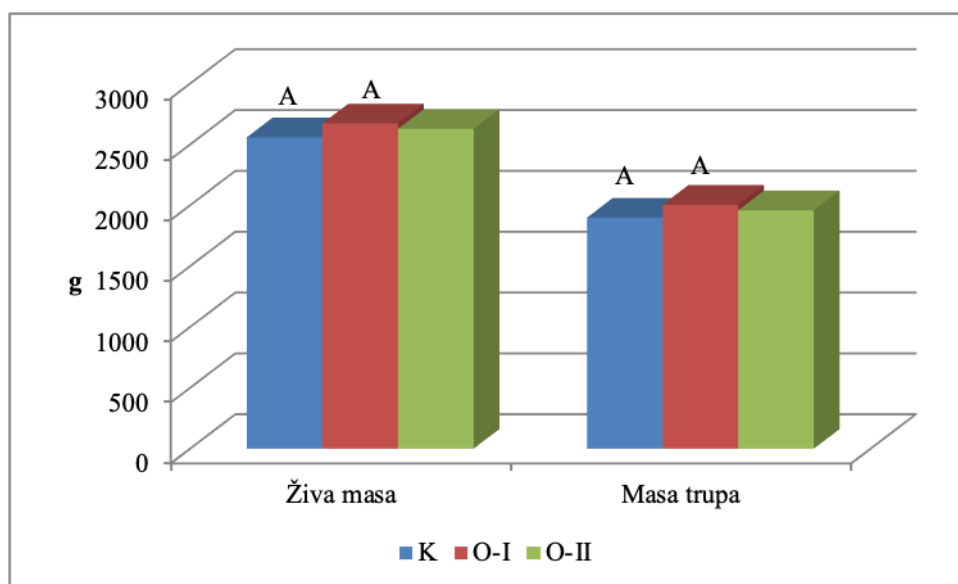
6.5. Kvalitet trupa

Na mesnatost trupova brojlera utiče veliki broj različitih faktora kao što su: genetika, ishrana, starost i pol jedinke, uslovi držanja, kao i postmortalni faktori- postupak obrade trupova i način hlađenja (Glamočlija i sar., 2018). Prema dobijenim rezultatima parametara kvaliteta trupa kod grupe O-I sa 250g živih ćelija kvasca po toni hrane utvrđen je najveći randman mesa (grafikoni 9 i 10). Takođe je utvrđena i najveća prosečna masa najvrednijih delova trupa, a to su grudi i bataci, kao i njihovo procentualno učešće u ohlađenom trupu.

Iste rezultate su dobili Sun i sar. (2021), gde su dodavanjem živih ćelija kvasca u količini od 0,1% brojleri imali veće težine grudi u poređenju sa grupom koja je hranjena sa dodatkom 1% živih ćelija kvasca.

Slično performansama rasta u našoj studiji, parametri kvaliteta trupa u grupi sa najvećom dodatkom količinom živih ćelija kvasca (650g/t hrane) nisu se statistički razlikovali od kontrolne grupe (grafikoni 9 i 10). Kao što je ranije pomenuto, ovo bi moglo biti posledica depresivnih efekata visokih doza živog kvasca u ishrani na rast životinja, a posledično i na kvalitet trupa (Pascual i sar., 2020).

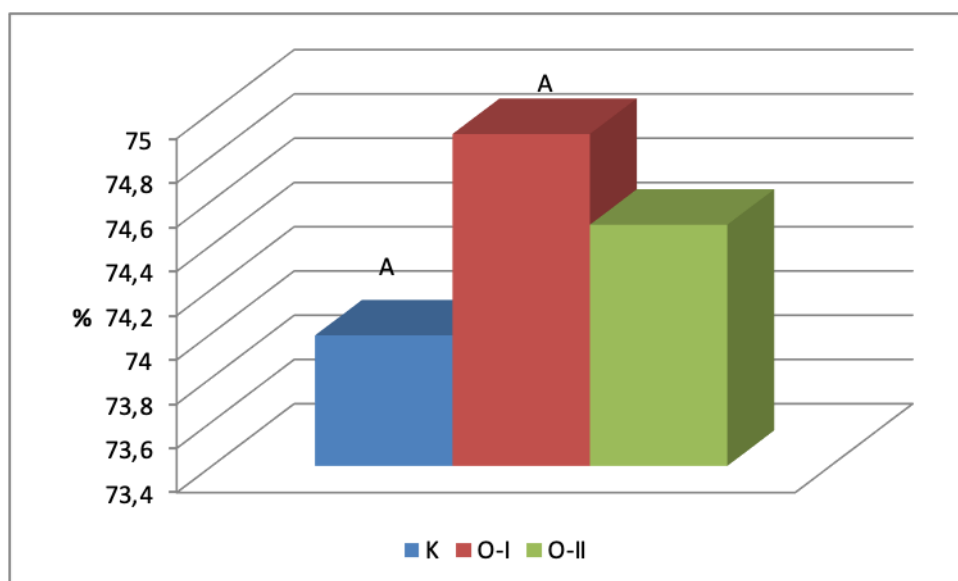
Ovu tezu potvrđuju i rezultati eksperimenta koji su sproveli Hogue i sar. (2021) gde su dodavanjem 1% kulture kvasaca u hranu brojlera dobili niže prinose belog mesa u poređenju sa kontrolnom grupom. Za razliku od njih Gheisari i Kholeghipour (2006) su dodavanjem 0,3% živih ćelija kvasaca u hranu za brojlere imali najveće procentualno učešće trupa u poređenju sa kontrolnom grupom i grupama u koje je dodato 0,1 i 0,2% živih ćelija kvasaca u hranu.



Legenda: Isto slovo A – $p < 0,05$.

Grafikon 9. Prosečne žive mase i mase trupa kontrolne i oglednih grupa brojlera

Različite doze probiotika rezultiraju varijacijama u performansama rasta i kvalitetu trupa, što sugeriše da optimalna doza probiotika zavisi od mikroorganizama koji se dodaju u hranu za brojlere (Pourakbari i sar., 2016).



Legenda: Isto slovo A – $p < 0,05$.

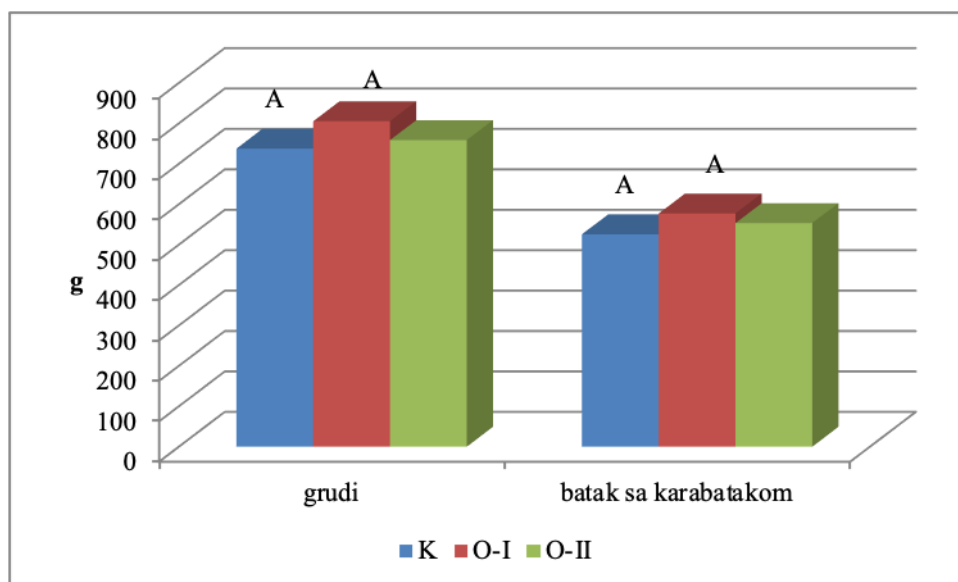
Grafikon 10. Prosečni randmani kontrolne i oglednih grupa brojlera

Uticaj dodavanja živih ćelija kvasaca u hranu za brojlere istraživali su Paryad i Mahmoudi (2008) u šestonedeljnom ogledu. Četiri dijetarna tretmana sa po 6 ponavljanja i 10 životinja u svakom sadržali su 0, 0,5, 1,0 i 1,5% kvasca *Saccharomyces cerevisiae*. Dodavanje 1,5% kvasca u hranu za brojlere poboljšalo je sve karakteristike kvaliteta trupa, a za nas najbitnije parametre procenat belog mesa i bataka sa karabatakom.

Prema istraživanju Mulatu i saradnika (2019) dodavanje 2,5% pekarskog kvasca u hranu 240 brojlera podeljenih u četiri grupe sa 3 ponavljanja u trajanju od 45 dana, dovelo je do povećanja težine belog mesa i bataka sa karabatakom, kao i njihovo procentualno učešće u težini ohlađenog trupa.

Slično istraživanjima prethodnih autora u našoj studiji dodavanje kvasca u količini od 250g/t hrane dovelo je do povećanja težine belog mesa i bataka sa karabatakom, kao i povećanja njihovog procentualnog učešća u težini ohlađenog trupa. Međutim, težina i učešće najvrednijih delova trupa brojlera kojoj je dodata najveća količina živih ćelija kvasca (650g/t hrane) nije se statistički razlikovala od kontrolne grupe (grafikoni 11 i 12).

He i saradnici (2022) su istraživali uticaj dodavanja živih ćelija kvasaca u hranu brojlera u koncentraciji od $1 \times 10^{10} \text{CFUg}^{-1}$ na serumske metaboličke parametre, kvalitet mesa, kao i aktivnost antioksidativnih enzima transportovanih brojlera. Ukupno 192 jednodnevnih brojlera nasumično raspoređenih u 4 tretmana sa šest ponavljanja i 8 brojlera u svakom ponavljanju: standardna smeša bez transporta (CON) i bez dodavanja živih ćelija kvasaca, standardna smeša koja je sadžala 0 (T), 500 (T+LY500) i 1000 mg/kg (T+LY1000) živih ćelija kvasaca i 3 sata transporta 42. dana proizvodnje. Pored najvećih zavšnih telesnih masa, grupa T+LY1000 smanjila je sadržaj laktata u serumu i poboljšala pH mesa, smanjila gubitak vode i povećala ukupni antioksidativni kapacitet mesa transportovanih brojlera.

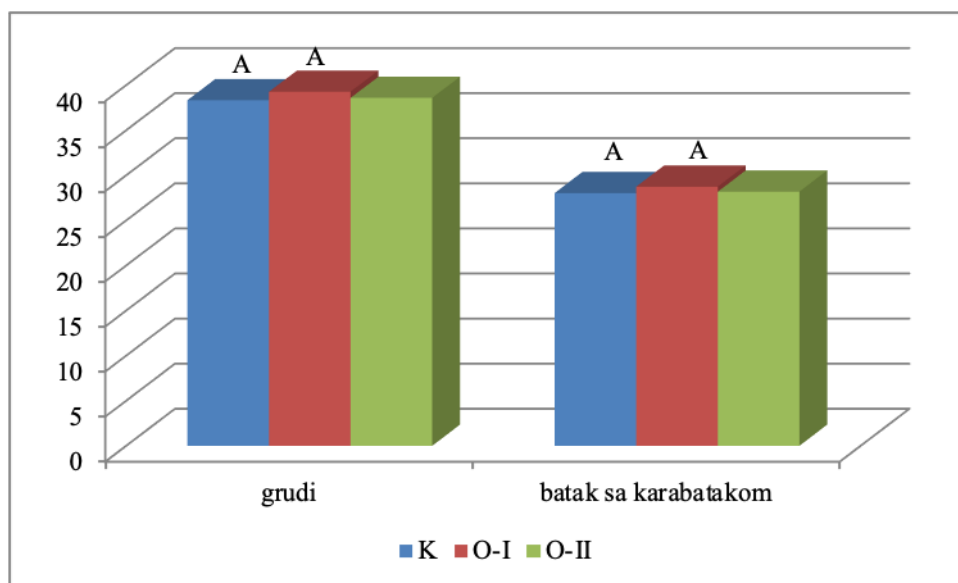


Legenda: Isto slovo A – $p < 0,05$.

Grafikon 11. Prosečne mase grudi i bataka sa karabatakom kontrolne i oglednih grupa brojlera

Kyoung i saradnici (2023) su ispitivali uticaj dodavanja ćelijskog zida kvasca na kvalitet trupa. U ogledu na 800 brojlera raspoređenih u dve grupe sa 10 ponavljanja po tretmanu: kontrolna grupa (CON) i ogledna grupa (YCW) sa dodatkom 0,05% ćelijskog zida kvasca. Ogledna grupa (YCW) je imala veće mase belog mesa (504,38g) u poređenju sa kontrolnom grupom (488,21g), dok je masa bataka sa karabatakom bila neznatno veća (150,27 grama kod ogledne grupe u poređenju sa 149,54 grama kod kontrolne grupe).

Za razliku od njih Hoque i saradnici (2021) dodavanjem 1% kvasca u hranu brojlera nisu dobili veći prinos belog mesa u odnosu na kontrolnu grupu.



Legenda: Isto slovo A – $p < 0,05$.

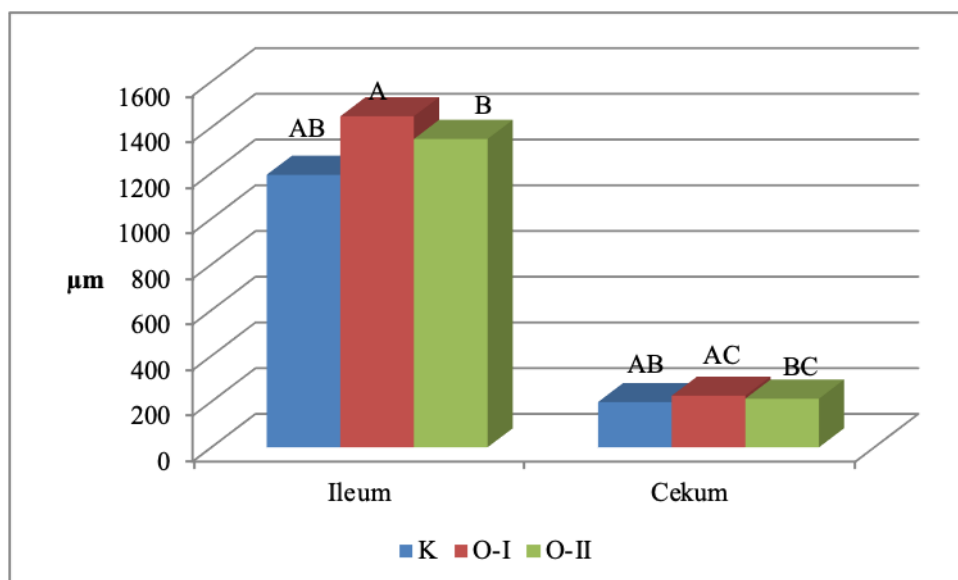
Grafikon 12. Prosečni udeo grudi i bataka sa karabatakom u masi trupa kontrolne i oglednih grupa brojlera

6.6. Histološka ispitivanja

U digestivnom traktu živine odvijaju se mnogobrojni biohemijski i fiziološki procesi koji su od vitalnog značaja za funkciju varenja i resorpciju unetih hranljivih materija. Poboľšanje morfološke strukture creva uključujući veću visinu crevnih resica, odnos visine resica i dubina kripti i manju dubinu kripti korisno je za iskorišćenje hranljivih materija, otpornost na stres i funkciju crevne barijere kod životinja (Wang i sar., 2016; Venegas i sar., 2019). Tanka creva brojlera se tokom života razvijaju i prolaze kroz dramatične molekularne, biohemijske i morfološke promene u prve dve nedelje nakon leženja (Moran, 1985). U optimalnim uslovima enterociti sluzokože tankog creva se brzo i kontinuirano obnavljaju deobom i diferencijacijom matičnih ćelija koje migriraju iz kripti prema vrhu crevnih resica (Cloft i sar., 2023). Crevne resice u duodenumu završavaju rast nakon prve nedelje po leženju, dok se u jejunumu i ileumu razvoj nastavlja do druge nedelje života brojlera. Dubina kripti i broj enterocita po poprečnom preseku se povećava sa starošću jedinke za razliku od broja resica koji se po jedinici površine smanjuju, a što je naročito izraženo u duodenumu (Uni i sar., 1995/96).

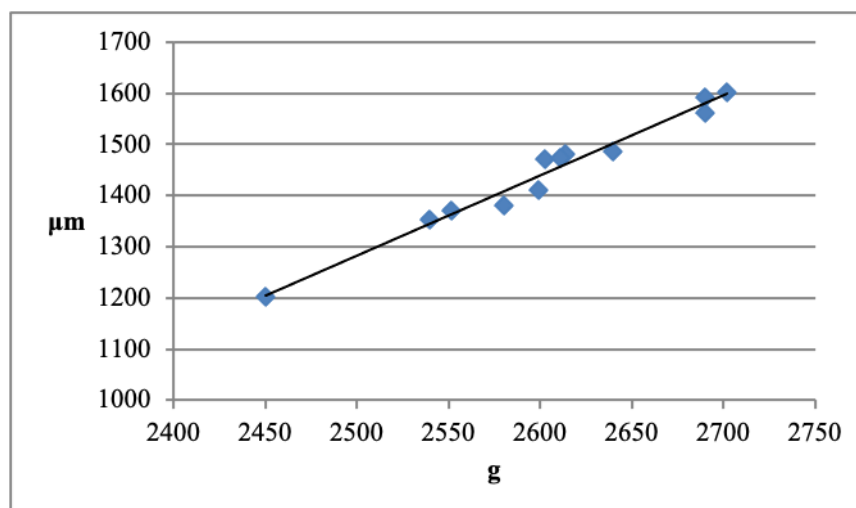
Histološke analize ispitivanih segmenata creva (ileuma i cekuma) pokazuju da su sve ogledne grupe imale pravilno razvijenu morfologiju creva koja im je obezbeđivala odgovarajuću apsorpciju hranljivih materija. Dodavanje živih ćelija kvasca u hranu brojlera u ovoj studiji značajno je uticala na crevnu morfologiju, kako u ileumu, tako i u cekumu. Posmatrane ogledne grupe su u ispitivanim segmentima creva imale veću dužinu crevnih resica, manju dubinu kripti i veći odnos visine resica i dubine kripti, čime se dokazuje pozitivan uticaj živih ćelija kvasca.

Morfometrijska ispitivanja ileuma brojlera (grafikon 13) pokazuju da je najveća statistički značajna razlika u visini crevnih resica bila kod ogledne grupe O-I, kao i najmanje dubine kripti (grafikon 15) i odnos visine resica i dubina kripti (grafikon 16) u poređenju sa kontrolnom i oglednom grupom.



Legenda: Ista slova A,B,C – $p < 0,05$.

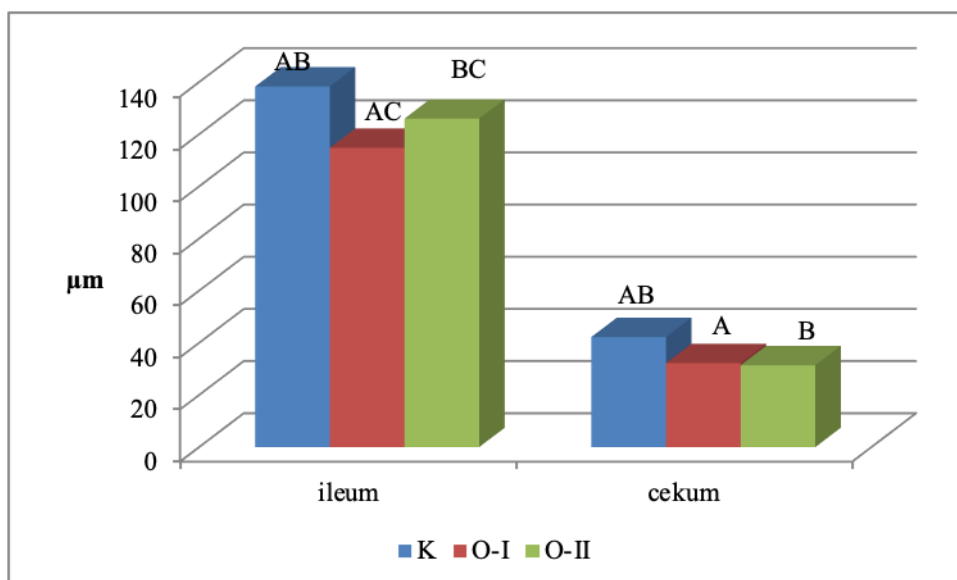
Grafikon 13. Prosečna visina resica ileuma i cekuma brojlera



Grafikon 14. Korelaciona zavisnost završne mase brojlera (g) koji su dobijali 0,25 g/kg živih ćelija kvasca hranom i visine crevnih resica (µm) ileuma

Između konačne mase brojlera i visine resica ileuma utvrđena je jaka pozitivna statistički značajna korelacija ($p < 0,01$) ($p = 0,987$) (grafikon 14).

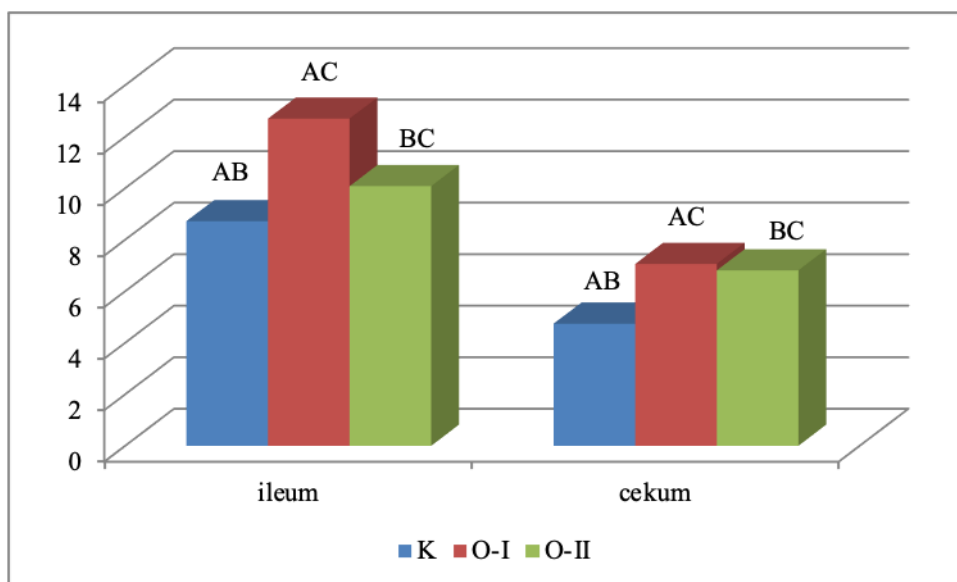
Morfometrijska ispitivanja cekuma brojlera u ogledu (grafikon 13) pokazuju da je najveća statistički značajna visina crevnih resica brojlera takođe utvrđena u oglednoj grupi O-I, dok je najmanja dubina kripte utvrđena u oglednoj grupi O-II (grafikon 15). Naši rezultati su u skladu sa rezultatima do kojih su došli drugi autori (Wang i sar., 2016; Pascual i sar., 2020; He i sar., 202). Probiotici indukuju formiranje kratkolančanih organskih kiselina koje stimulišu proliferaciju epitelnih ćelija, što dovodi do veće visine crevnih resica (Venegas i sar., 2019).



Legenda: Ista slova A,B,C – $p < 0,05$.

Grafikon 15. Prosečna dubina kripti ileuma i cekuma brojlera

Struktura creva utiče na apsorpcioni kapacitet creva, jer veća visina resica omogućava bolji kontakt sa digestom i apsorpciju hranljivih materija. Ove promene u visini resica su povezane sa boljim performansama rasta zbog veće apsorptivne površine (Park i sar., 2016). Pilad sa dodatkom živih ćelija kvasca imali su veću ekspresiju gena koji su uključeni u diferencijaciju epitelnih ćelija, prvenstveno prema apsorptivnim ćelijama nego prema sekretornim ćelijama što je rezultiralo povećanjem visine resica (Pascual i sar., 2020).

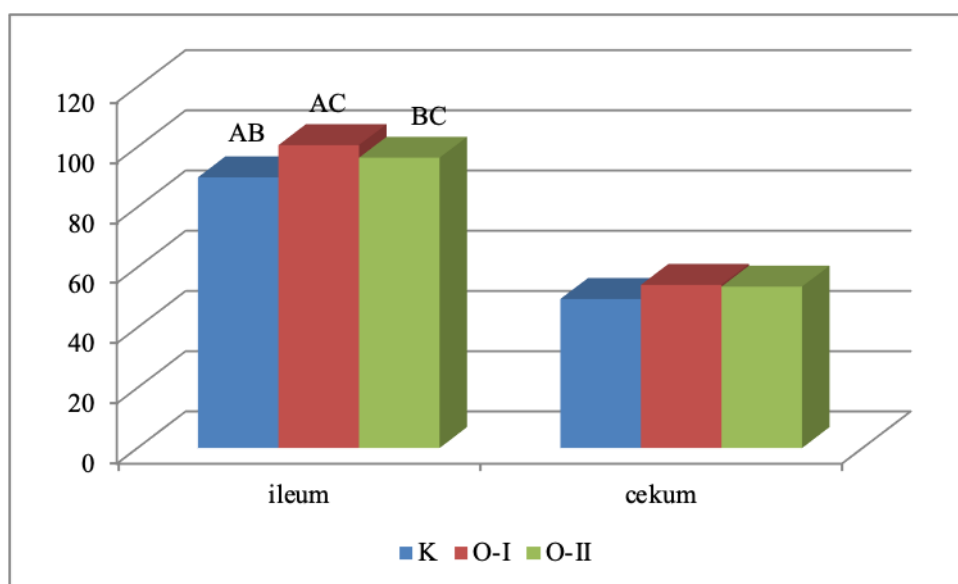


Legenda: Ista slova A,B,C – $p < 0,05$.

Grafikon 16. Prosečan odnos visina resica i dubine kripti ileuma, odnosno cekuma brojlera

U našoj studiji broj peharastih ćelija u ileumu utvrđen je veći u oglednoj grupi O-I u poređenju sa kontrolnom grupom. Sa druge strane, dodavanje živih ćelija kvasca nije uticalo na

broj peharastih ćelija u cekumu (grafikon 17). Što se tiče dodavanja živih ćelija kvasaca u hranu brojlera i njihovog uticaja na broj peharastih ćelija i drugi autori su prijavili veći broj peharastih ćelija, što sugerise da kvasci indukuju diferencijaciju peharastih ćelija kao odbrambeni mehanizam (Baurhoo i sar., 2009; Reisinger i sar., 2012; Pascual i sar., 2020). Pascal i sar. (2020) su otkrili da je veći broj peharastih ćelija povezana sa njihovom manjom veličinom, pošto su stalno bile izložene stimulansu proizvođači i oslobađajući mucin.



Legenda: Ista slova A,B,C – $p < 0,05$.

Grafikon 17. Broj peharastih ćelija ileuma i cekuma brojlera

Veći broj peharastih ćelija i veća proizvodnja mucina imaju zaštitne efekte u bilo kom izazovnom stanju štiteći epitelne ćelije od patogenih mikroorganizama i mehaničkih oštećenja (Reisinger i sar., 2012; Johansson i Hansson, 2016). Mucin koji proizvode peharaste ćelije je ključni faktor za normalnu funkciju creva i interakciju između imunog sistema i crevne mikrobiote (Pelaseyed i sar., 2014).

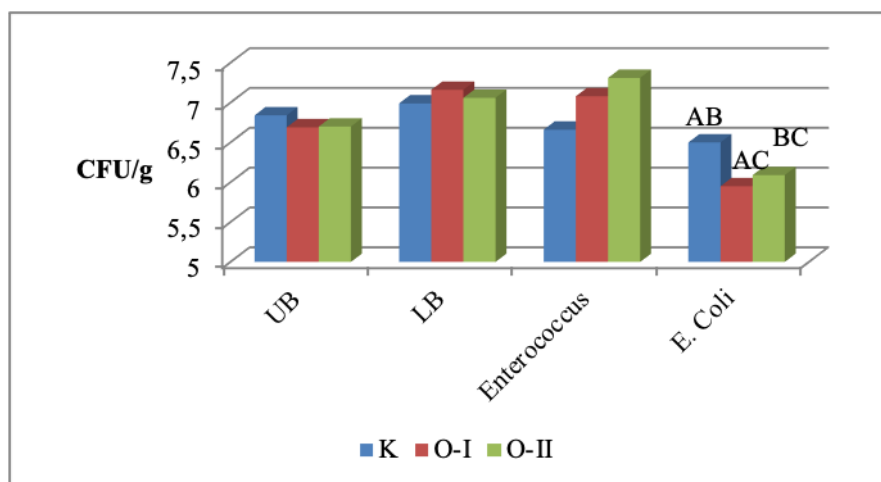
Suprotno očekivanjima, grupa sa najvećim unosom živih ćelija kvasca (650g/toni) nije pokazala nikakvu razliku u gustini peharastih ćelija u poređenju sa kontrolnom grupom. Ovo ukazuje da visoka doza živih ćelija kvasca remeti reprodukciju peharastih ćelija, za šta pretpostavljamo da bi moglo da smanji otpornost brojlera na patogene mikroorganizme.

6.7. Mikrobiološka ispitivanja

Eubioza koja je ostvarena u digestivnom sistemu omogućava efikasno varenje i resorpciju hranjivih materija i indukuje promene u strukturi zida creva povećavajući time i otpornost

organizma na veliki broj bolesti. Složeni ekosistem koji se uspostavlja u digestivnom traktu nije definisan za stalno, već bi se mogao okarakterisati kao složeni mehanizam koji se stalno mora prilagođavati na nove uslove. I u normalnim uslovima, a zavisno od trenutne mikrobiote, postoji stalna kompetencija između pojedinih vrsta i sojeva bakterija (Sinovec, 2000). Poznato je da se gustina i raznolikost bakterijske populacije u različitim segmentima gastrointestinalnog trakta brojlera značajno menja sa starošću jedinke (Saki i sar., 2010).

U našem istraživanju dodavanje živih ćelija kvasca imalo je pozitivan uticaj na crevnu mikrobiotu. Utvrdili smo manji ukupan broj aerobnih bakterija i *E. coli*, kao i veći broj *Lactobacillus spp.* u ileumu i cekumu u grupi O-I sa dodatih 250g/t hrane u poređenju sa kontrolom (grafikoni 18 i 19).



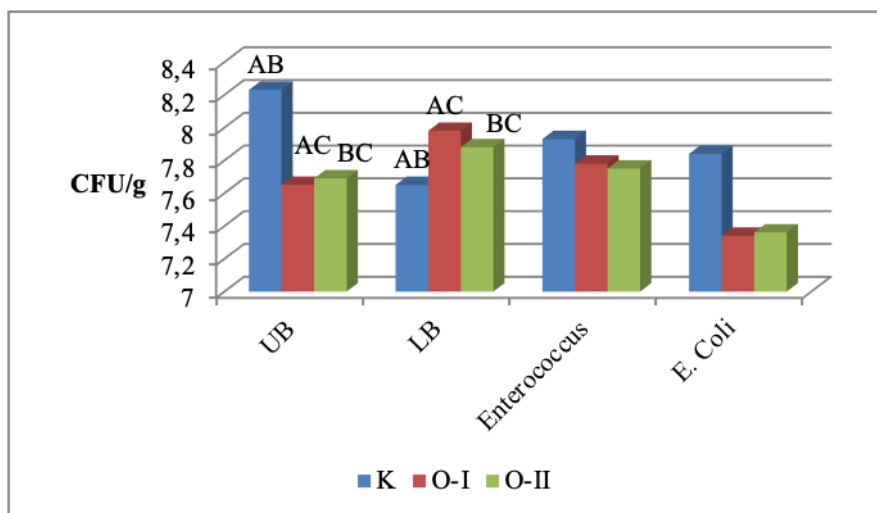
Legenda: Ista slova A,B,C – $p < 0,05$.

Grafikon 18. Prosečan broj aerobnih bakterija, *Lactobacillus spp.*, *Enterococcus spp.* i *E. coli* u ileumu kontrolne i oglednih grupa brojlera

Korisne promene crevne mikroflore nakon dodavanja živih ćelija kvasca u hranu za životinje primetili su i drugi autori (Baurhoo i sar., 2009; Wang i sar., 2017; Zhen i sar., 2019). Druge studije su pokazale da dodavanje kvasca u hranu poboljšava performanse brojlera zbog inhibicije patogena, što je uočeno kod *E. coli* (Wang i sar., 2016), *Salmonella* (Line i sar., 1998; Haldar i sar., 2011; Mountzouris i sar., 2015) i *Campylobacter* (Line i sar., 1998).

Pozitivni efekti živih ćelija kvasca na crevnu mikrobiotu mogu se pripisati važnim komponentama kvasca, mananoligosaharidima i β -glukanima. β -glukani mogu da apsorbuju ili vezuju toksine, viruse i patogene bakterije, dok mananoligosaharidi deluju kao prebiotici, obezbeđujući hranljive materije za korisne mikrobe u gastrointestinalnom traktu (Shurson, 2018). Nedavne studije su otkrile direktno vezivanje ćelijskog zida *S. cerevisiae* za patogene bakterije, *E. coli*, *Salmonella* i *Listeria* (Broadvai i sar., 2015).

U ovoj studiji grupa brojlera sa najvišim nivoom dodavanja kvasca je postigla slične rezultate u pogledu crevne mikrobiote, kao i kontrolna grupa, što ukazuje da ova visoka doza *S. cerevisiae* nije pozitivno uticala na crevnu mikrobiotu (grafikoni 19 i 20). Ovo bi mogla biti posledica veoma visoke koncentracije kvasca u crevima koja je kompromitovala rast drugih korisnih mikroorganizama takmičeći se za iste hranljive materije. Međutim, dodati kvasac je povećao broj laktobacila u gastrointestinalnom traktu i smanjio pH u ileumu i cekumu. Jedna od prednosti nižeg pH u crevima je da stvara nepovoljnije okruženje za rast patogenih bakterija, kao što su *E. coli* i *Salmonella* spp. (Deniz i sar., 2011).



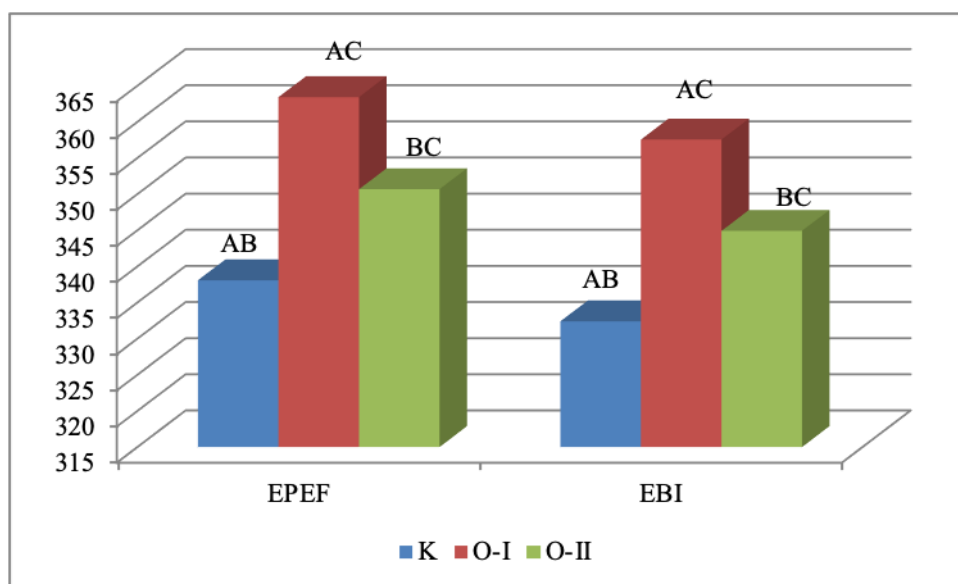
Legenda: Ista slova A,B,C – $p < 0,05$.

Grafikon 19. Prosečan broj aerobnih bakterija, *Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp. i *E. coli* u cekumu kontrolne i oglednih grupa brojlera

6.8. Ekonomičnost proizvodnje

Poslednjih godina za izračunavanje isplativosti tova živine korišćena su dva indeksa: evropski faktor efikasnosti proizvodnje (EPEF - *European factor of production efficiency*) i evropski indeks brojlera (EBI - *European broiler index*). EPEF se koristi širom sveta kao indikator učinka rasta živine (Janjić i sar., 2022; Rayan i sar., 2020; Susim et al., 2020; Ao i Kim, 2019). Neki autori, pored EPEF, koriste EBI, koji se može izračunati za jata različite starosti, za procenu performansi živine (Marcu et al., 2013). Prema tome, faktori uključeni u EPEF su povećanje telesne mase (BWG - *body weight gain*), konverzija (FCR - *feed conversion ratio*) i broj preživelih jedinki i smatraju se univerzalnim merilima za procenu performansi (Marcu et al., 2013). U ovom eksperimentu grupa brojlera koja je hranjena sa 0,25 g/kg ćelija živog kvasca pokazala se kao najisplativija, s obzirom da su EPEF i EBI vrednosti bile statistički značajno veće ($p < 0,05$) u

odnosu na kontrolnu i grupu brojlera hranjenu sa većom koncentracijom ćelija živog kvasca (grafikon 20).



Legenda: Ista slova A,B,C – $p < 0,05$.

Grafikon 20. Prosečne vrednosti pokazatelja ekonomske efikasnosti kontrolne i oglednih grupa brojlera

7. ZAKLJUČCI

Na osnovu dobijenih rezultata izvedeni su sledeći zaključci:

1. Hemijski sastav potpunih smeša za ishranu ispitivanih grupa brojlera bio je izoenergetski i izoproteinski izbalansiran i u potpunosti je zadovoljavao potrebe brojlera za svaku fazu tova.
2. Na kraju tova grupa brojlera hranjena sa dodatkom 0,250 g/kg živih ćelija kvasca u hranu za brojlere ostvarila je veću prosečnu telesnu masu, veći prosečan prirast i veću konzumaciju, kao i bolju konverziju hrane u odnosu na kontrolnu grupu ($p < 0,05$) kao i u odnosu na grupu brojlera hranjenih sa većom količinom živih ćelija kvasca (0,650 g/kg).
3. Prosečna vrednost za "Fecal" skor bila je najmanja za oglednu grupu brojlera kojima je u hranu dodato 0,250 g/kg živih ćelija kvasca. Između prosečnih vrednosti za "Fecal" skor svih poređenih grupa utvrđena je statistički značajna razlika.
4. Nije utvrđena statistički značajna razlika u pH vrednosti himusa kontrolne i oglednih grupa. Najmanja prosečna pH vrednost himusa ileuma utvrđena je kod ogledne grupe sa dodatkom 0,650 g/kg živih ćelija kvasca, a u cekumu kod grupe brojlera koje su hranom dobijale 0,250 g/kg živih ćelija kvasca.
5. Prosečna vrednost randmana ogledne grupe brojlera hranjenih sa dodatkom 0,250 g/kg živih ćelija kvasca bila je značajno veća ($p < 0,05$) od prosečnih vrednosti randmana kontrolne grupe s tim da nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečnih vrednosti randmana oglednih grupa. Prosečna masa pojedinih delova trupa (grudi, batak sa karabatakom) i prosečan udeo navedenih osnovnih delova u trupu brojlera bio je ($p < 0,05$) veći kod ogledne grupe sa dodatkom 0,250 g/kg živih ćelija kvasca u odnosu na kontrolnu grupu. Nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečnih masa pojedinih delova (grudi, batak sa karabatakom) trupa brojlera i udela ovih delova između brojlera hranjenih sa manjom (0,250 g/kg) i većom (0,650 g/kg) količinom živih ćelija kvasca.
6. U ileumu brojlera koji su u obroku dobijali 0,250 g/kg živih ćelija kvasca utvrđena je značajno ($p < 0,05$) veća prosečna visina resica, manja dubina kripte i veći prosečan broj peharastih ćelija u odnosu na kontrolnu grupu brojlera. Grupa brojlera koja je dobijala 0,650 g/kg živih ćelija kvasca imala je značajno ($p < 0,05$) veću vrednost za prosečnu visinu resica i broj peharastih ćelija, a manju vrednost za prosečnu dubinu kripte u odnosu na kontrolnu grupu, ali ne i u odnosu na grupu sa manjom količinom dodatih živih ćelija kvasca (0,250 g/kg). U cekumu brojlera utvrđena je značajno ($p < 0,05$) veća prosečna visina resica i manja

dubina kripti kod oglednih grupa brojlera u odnosu na kontrolnu grupu brojlera. Nisu utvrđene značajne razlike u prosečnom broju peharastih ćelija u cekumu ispitivanih grupa brojlera.

7. U odnosu na brojlere kontrolne grupe, kod brojlera oglednih grupa je u ileumu utvrđeno smanjenje ukupnog broja aerobnih bakterija, povećanje broja *Lactobacillus* i *Enterococcus* vrsta, a značajno manji broj *E.coli*. U cekumu životinja iz oglednih grupa utvrđen je značajno manji ukupan broj aerobnih bakterija, odnosno veći broj *Lactobacillus* vrsta u odnosu na kontrolnu grupu brojlera..
8. Najbolji proizvodni rezultati izraženi preko EPEF i EBI indeksa utvrđeni su kod grupe brojlera hranjenih sa dodatkom 0,250 g/kg živih ćelija kvasca.

8. SPISAK LITERATURE

1. Aalaei M, Khatibjoo A, Zaghari M, Taherpou K, Akbari GM, Soltani M, 2019, Effect of single- and multi-strain probiotics on broiler breeder performance, immunity and intestinal toll-like receptors expression. *J Appl Anim Res.* 47:236–242.
2. Abbas Hilmi HT, Surakka A, Apajalahti J, Saris PEJ, 2007, Identification of the most abundant *Lactobacillus* species in the crop of 1- and 5-week-old broiler chickens, *Appl. Environ. Microbiol.* 73:7867–7873.
3. Ahiwe EU, Abdallh ME, Chang EP, Omede AA, Al-Qahtani M, Gausi H, Graham H, Ade IP, 2020, Influence of dietary supplementation of auto-lyzed whole yeast and yeast cell wall products on broiler chickens, *Asian Australas J Anim Sci.* 33:579–587
4. Ahiwe EU, Tedeschi Dos Santos TT, Graham H, Iji PA, 2021, Can probiotic or prebiotic yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) serve as alternatives to in-feed antibiotics for healthy or disease-challenged broiler chickens?: a review. *J Appl Poult Res* 30:100164.
5. Almeida FN, Htoo, JK, Thomson J, Stein HH, 2013, Amino acid digestibility of heat damaged distillers dried grains with solubles fed to pigs. *J Animal Sci Biotechnol.* 4, 44. <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-44>.
6. Ao T, Cantor AH, Pescatore AJ, Pierce JL, 2008, In vitro evaluation of feed-grade enzyme activity at pH levels simulating various parts of the avian digestive tract. *Anim. Feed Sci. Technol.* 140:462–468.
7. Bäckhed F, Ley RE, Sonnenburg JL, Peterson DA, Gordon JL, 2005, Host-bacterial mutualism in the human intestine. *Science* 307:1915–20. doi:10.1126/science.1104816
8. Barash I, Nitsan Z, Nir I, 1992, Metabolic and behavioural adaptation of light-bodied chicks to meal feed- ing. *Br. Poult. Sci.* 33:271–278.
9. Baron S, 1996, *Medical Microbiology*, 4th ed. The University of Texas Medical Branch at Galveston.
10. Baurhoo B, Goldflus F, Zhao X, 2009, Purified Cell Wall of *Saccharomyces cerevisiae* increases protection against intestinal pathogens in broiler chickens. *Int J Poult Sci*, 8, 133-137 DOI: 10.3923/ijps.133.137
11. Baurhoo B, Goldflus F, Zhao X, 2009, Purified Cell Wall of *Saccharomyces cerevisiae* increases protection against intestinal pathogens in broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 8, 133–137. <https://doi.org/10.3923/ijps.2009.133.137>
12. Bekatorou A, Psarianos C, Koutinas AA, 2006, Production of food grade yeasts. *Food Technol. Biotechnol.* 44, 407–415.

13. Birger Svihus, 2014, Function of the digestive system. J. Appl. Poult. Res. 23:306-314
14. Boa-Amponsem K, Dunnington EA, Siegel PB. 1991, Genotype, feeding regimen, and diet interactions in meat chickens. 2. Feeding behaviour. Poult. Sci. 70:689–696.
15. Bolton W, 1965, Digestion in the crop of the fowl. Br. Poult. Sci. 6:97–102.
16. Broadway PR, Carroll JA, Sanchez NC, 2015, Live Yeast and Yeast Cell Wall Supplements Enhance Immune Function and Performance in Food-Producing Livestock: A Review. Microorganisms. 7, 417-427. <https://doi.org/10.3390/microorganisms3030417>.
17. Broadway PR, Carroll JA, Sanchez NCB, 2015, Live yeast and yeast cell wall supplements enhance immune function and performance in food-producing livestock: A review. Microorganisms, 7, 417-427, DOI: 10.3390/microorganisms3030417
18. Chaplin SB, Raven J, Duke E, 1992, The influence of the stomach on rop function and feeding-behavior in domestical turkeys. Physiol. Behav. 52:261-266
19. Chen LS, Ma Y, Maubois JL, He SH, Chen LJ, Li HM, 2010, Screening for the potential probiotic yeast strains from raw milk to assimilate cholesterol. Dairy Science and Technology, 90: 537-548.
20. Chen W, Zhu XZ, Wang JP, Wang ZX, Huang YQ, 2013, Effects of *Bacillus subtilis* var. *natto* and *Saccharomyces cerevisiae* fermented liquid feed on growth performance, relative organ weight, intestinal microflora, and organ antioxidant status in Landes geese, Journal of Animal Science, Volume 91, Issue 2, February 2013, Pages 978–985, <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5148>
21. Clench MH, Mathias JR. 1995, The avian cecum: A review. Wilson Bull. 107:93–121.
22. Cloft SE, Uni Z, Wong EA, 2023, Profiling intestinal stem and proliferative cells in the small intestine of broiler chickens via in situ hybridization during the peri-hatch period. Poult Sci. 2023 Apr;102(4):102495. doi: 10.1016/j.psj.2023.102495. Epub 2023 Jan 13. PMID: 36758370; PMCID: PMC9929584.
23. Cobb 500 broiler performance & nutritional supplement, 2018, <https://cobbstorage.blob.core.windows.net/guides/5a171aa0-6994-11e8-9f14-bdc382f8d47e>
24. Dänicke S, Vahjen W, Simon O, Jeroch H, 1999, Effects of dietary fat type and xylanase supplementation to rye-based broiler diets on selected bacterial groups adhering to the intestinal epithelium, on transit time of feed, and on nutrient digestibility. Poult. Sci. 78:1292–1299.
25. Deniz G, Orman A, Cetinkaya F., Gencoglou H, Meran Y, Turkmen II, 2011, Effects of probiotic (*Bacillus subtilis* DSM 17299) supplementation on the caecal microflora and

- performance in broiler chickens. *Rev. Med. Vet. (Toulouse)* 162, 538–545. <https://doi.org/10.3382/japr/pfx032>.
26. Deniz G, Orman A, Cetinkaya F, Gencoglou H, Meran Y, Turkmen II, 2011, Effects of probiotic (*Bacillus subtilis* DSM 17299) supplementation on the caecal microflora and performance in broiler chickens. *Rev Med Vet (Toulouse)*, 162, 538-545.
 27. Dixon B, Kilonzo-Nthenge A, Nzomo M, Bhogaju S, Nahashon S, 2022, Evaluation of Selected Bacteria and Yeast for Probiotic Potential in Poultry Production. *Microorganisms*. 2022; 10(4):676. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10040676>
 28. Dhama K, Singh SD, 2010, Probiotics improving poultry health and production: an overview. *Poult. Punch*, 26, p. 41.
 29. Dhia KI, Essa HA, Luma KA, 2010, Effect of supplementing different levels of chromium yeast to diet on broiler chickens on some physiological traits. *Pak. J. Nutr* 9 (10):942–949.
 30. Ding, Zheng J, Wang X, Zhang L, Sun D, Xing Q, Pirone A, Fronte B, 2019, Effects of dietary yeast beta-1,3-1,6-glucan on growth performance, intestinal morphology and chosen immunity parameters changes in Haidong chicks. *Asian Australas J Anim Sci*. 32:1558–1564.
 31. Dubey RC, Maheshwari DK, Saravanamurthu R, 2010, Industrial Exploitation of Microorganisms. International Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi.
 32. Duke GE, 1986, Alimentary canal: Anatomy, regulation of feeding, and motility. Pages 269–288 in *Avian Physiology*. P. D. Sturkie, ed. Springer-Verlag, New York, NY.
 33. Duke GE, 1992, Recent studies on regulation of gastric motility in turkeys. *Poult. Sci*. 71:1–8.
 34. Duke GE, Eccleston E, Kirkwood S., Louis CF, Bedbury HP, 1984, Cellulose digestion by domestic turkeys fed low or high fiber diets. *J. Nutr*. 114:95–102.
 35. Đorđević N, Makević M, Grubić G, Jokić Ž, 2009, Ishrana domaćih i gajenih životinja. Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.
 36. Đorđević N, Dinić B, 2006, Koncentrati za domaće životinje, divljač i ribe. NOLIT-Beograd.
 37. Eklund T 1984, The effect of carbon dioxide on bacterial growth and on uptake processes in bacterial membrane vesicles. *Int J Food Microbiol* 1:179–85. doi:10.1016/0168-1605(84)90014-X
 38. Eltazi SM, Mohamed KA and Mohamed MA, 2014, Response of broiler chicks to diets containing live yeast as probiotic natural feed additive. *International Journal of Pharmaceutical Research and Allied Science*, 3: 40-46.

39. El-Manaway MA, Yousif EY, Abo-Taleb AM, Atta AM, 2021, The effect of dietary inclusion of whole yeast, extract, and cell wall on production performance and some immunological parameters of broiler chickens. *World.*;11(2):257–62.
40. Evans EGV, Heritage J, Killington RA, 2000, *Introductory Microbiology*. Cambridge University Press, New York, NY.
41. FAO/WHO, Guidelines for the evaluation of probiotics in food, 2002, Food and Health Agricultural Organisation of the United Nations - World Health Organisation.
42. Farner D S, 1960, Digestion and the digestive system. in *Biology and comparative physiology of birds*. A. J Marshall, ed. Academic press, New York. Pages 411-467
43. Ferd DJ, 1974, The effect of microflora on gastrointestinal pH in the chick. *Poult. Sc.* 53: 115-131.
44. Fuller R, 1989, Probiotics in man and animals. *J. Appl. Bacteriol.*, 66: 365- 378.
45. Fuller R, Cole BC, 1988, The scientific basis of probiotic concept. U: *Probiotics-Theory and Application*. 1-14, Chalcombe Publ., Bucks.
46. Fuller R, 1992, *Probiotics, the scientific basis*. Chapman and Hall-London.
47. Funes SC, Filippa VP, Cid FD, Mohamed F, Caviedes-Vidal E, Chediack JG, 2014, Effect of fasting in the digestive system: histological study of the small intestine in house sparrows. *Tissue Cell*. 2014 Oct;46(5):356-62. doi: 10.1016/j.tice.2014.06.007. Epub 2014 Jun 27. PMID: 25035101.
48. Gao J, Zhang H, Yu S, Wu S, Yoon I, Quigley J, Gao Y, Qi G, 2008, Effects of Yeast Culture in Broiler Diets on Performance and Immunomodulatory Functions. *Poultry science*. 87. 1377-84. 10.3382/ps.2007-00418.
49. Garcia BA, Aguirre-Reyes AT, Decena K, Sulabo R, 2019, Effect of a performance enhancer mixture as replacement for antibiotic growth promoters on production performance, excreta quality and carcass characteristics of broilers. *Philipp. J. Vet. Anim. Sci.*, 45, pp. 34-47.
50. Gaskins HR, 2000, Intestinal bacteria and their influence on swine growth. In *Swine nutrition*, Second Edition. pp. 586- 609. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
51. Ghazanfar S, Khalid N, Ahmed I, Imran M, 2017, Probiotic yeast: mode of action and its effects on ruminant nutrition. *Yeast-Industrial Applications*, IntechOpen, 179-202.
52. Gheisari A, Kholehipour B, 2006, Effect of dietary inclusion of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth performance, immune responses and blood parameters of broiler chickens. *7 European Poultry Conference, Verona, Italia*, 10(2): 17. Available at: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093210426>

53. Glamočlija N, Starčević M, Đorđević Jasna, Marković Radmila, Baltić Milan, Glisic Milica, Bosković Cabrol Marija, 2018, Ispitivanje mesnatosti trupova brojlera, Veterinarski žurnal republike srpske, 16. 10.7251/VETJ1601039G.
54. Govaerts T, Room G, Buyse J, Lippens M, De Groote G, Decuyper E, 2000, Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 2. Effects on allometric growth and growth hormone secretion. *British Poultry Science* 41:355-362.
55. Griffin HD, Goddard C, 1994, Rapidly growing broiler (meat type) chickens: their origin and use for comparative studies of the regulation of growth. *The international Journal of Biochemistry* 26:19-18.
56. Guillot JF, 1998, Les probiotiques en alimentation animale. *cahier Agricultures*, 7: 49-55.
57. Ha CH, Yun CW, Paik HD, Kim SW, Kang CW, Hwang HJ, Chang H, 2006, Preparation and analysis of yeast cell wall mannoproteins, immune enhancing materials, from cell wall mutant *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Microbiol. Biotechnol*, 16, pp. 247-255.
58. Haldar S, Ghosh TK, Toshiwatia Bedford MR, 2011, Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and yeast protein concentrate on production performance of broiler chickens exposed to heat stress and challenged with *Salmonella enteritidis*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 168, 61–71. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.03.007>.
59. Haldar S, Ghosh TK, Toshiwatia, Bedford MR, 2011, Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and yeast protein concentrate on production performance of broiler chickens exposed to heat stress and challenged with *Salmonella enteritidis*. *Anim Feed Sci Technol*, 168, 61–71, DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2011.03.007
60. Hao-Yang Sun and In-Ho Kim, 2019, Dietary Supplementation of Mixed Yeast Culture Derived from *Saccharomyces cerevisiae* and *Kluyveromyces fragilis*, Effects on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Meat Quality, Blood Parameters, and Gut Health in Broilers. *J Poult Sci.* Apr 25; 56(2): 140–147. doi: 10.2141/jpsa.0180052
61. Havenstein GB, Ferret PR, Qureshi MA, 2003, Growth, livability and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets, *Poultry Science* 82:1500-1508
62. He TF, Mahfuz S, Piao XS, Wu D, Wang WT, Yan HB, Ouyang T, Liu YH, 2021, Effects of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a substitute to antibiotic on growth performance, immune function, serum biochemical parameters and intestinal morphology of broilers. *J. Appl. Anim. Res.*; 49:15–22. doi: 10.1080/09712119.2021.1876705.
63. He T, Ma J, Mahfuz S, Zheng Y, Long S, Wang J, Wu D, Piao X, 2022, Dietary live yeast supplementation alleviates transport-stress-impaired meat quality of broilers through maintaining muscle energy metabolism and antioxidant status. *J Sci Food Agric.* 2022

- Aug 15;102(10):4086-4096. doi: 10.1002/jsfa.11758. Epub 2022 Jan 20. PMID: 34997593; PMCID: PMC9302652.
64. Herrera P, Kwon YM, Ricke SC, 2009, Ecology and pathogenicity of gastrointestinal *Streptococcus bovis*. *Anaerobe*, 15:44–54 doi:10.1016/j.anaerobe.2008.11.003
 65. Hetland H, Svihus B, 2001, Effect of oat hulls on performance, gut capacity and feed passage time in broiler chickens. *Br. Poult. Sci.* 42:354–361.
 66. Hetland H, Svihus. B, 2007, Inclusion of dust bathing materials affects nutrient digestion and gut physiology of layers. *J. Appl. Poult. Res.* 16:22–26.
 67. Hohman EE, Martin BR, Lachcik PL, Gordon DT, Flet JC and Weaver CM, 2011, Bioavailability and efficacy of vitamin D2 from UV-irradiated yeast in growing, vitamin D-deficient rats. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 59, 2341–2346.
 68. Hoque MR, Jung HI, Kim IH, 2021, Effect of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) Supplementation on Growth Performance, Excreta Microbes, Noxious Gas, Nutrient Utilization, and Meat Quality of Broiler Chicken. *J Poult Sci.* Oct 25;58(4):216-221.doi: 10.2141/jpsa.0190144
 69. Hurwitz S, Bar A, Katz M, Sklan D, Budowski P, 1973, Absorption and secretion of fatty acids and bile acids in the intestine of the laying fowl. *J. Nutr.* 103:543–547.
 70. INRA, 2004, In: Sauvant, D., Perez, J.-M., Tran, G. (Eds.), *Tables of composition and nutritional value of feed materials*, 2nd revised edition. Wageningen Academic.
 71. Ivkovic M, Peric IZ, Cvetkovic D, Glamocic D, Spring P, 2012, Effects of a novel carbohydrate fraction on a broiler performance and intestinal function. *S. Afri. J. Anim. Sci*, 42, pp. 131-137.
 72. Jackson S, Duke GE, 1995, Intestine fullness influences feeding behaviour and crop filling in the domestic turkey. *Physiol. Behav.* 58: 1027-1034.
 73. Jang YD, Kang KW, Piao LG, Jeong TS, Auclair E, Jonvel S, D’Inca R, and Kim YY, 2013, Effects of live yeast supplementation to gestation and lactation diets on reproductive performance, immunological parameters and milk composition in sows. *Livest. Sci.* 152:167–173. doi:org/10.1016/j.livsci.2012.12.022
 74. Jay JM, 1982, Antimicrobial properties of diacetyl. *Appl Environ Microbiol*, 44:525-32.
 75. Johansson ME, Hansson GC, 2016, Immunological aspects of intestinal mucus and mucins, *Nat. Rev. Immunol.* 16, 639-649. <https://doi.org/10.1038/nri.2016.88>
 76. Kalivoda M, 1983, Koristi i rizici upotrebe stimulativnih i drugih dodataka u stočnoj hrani. *Krmiva*, 25, 1-2: 1-7.
 77. Kempf S. Zeitouni, 2012, Coût biologique De La résistance aux antibiotiques: analyse et consequences. *Pathologie Biologie*, 60, pp. e9-e14.

78. Khan RU, Naz S, Nikousefat Z, Tufarelli V, Laudadio V, 2012 Thymus vlugaris: alternative to antibiotics in poultry feed. World Poult Sci J. 68(3):401–408.
79. Kourelis A, Kotzamanidis C, Litopoulou-Tzanetaki E, Scouras Z, Tzanetakis N, Yiangou M, 2010, Preliminary probiotic selection of dairy and human yeast strains. Journal of Biological Research-Thessaloniki.; 13: 93-104.
80. Kim HB, Isaacson RE, 2015, The pig gut microbial diversity: Understanding the pig gut microbial ecology through the next generation high throughput sequencing. Vet. Microbiol. 177, 242–251, <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2015.03.014>
81. Kim SW, Brandherm M, Freeland M, Newton B, Cook D, Yoon I, 2008, Effects of yeast culture supplementation to gestation and lactation diets on growth of nursing piglets. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 21:1011–1014. doi: 10.5713/ajas.2008.70438
82. Knowles TG, Kestin SC, Haslam SM, Brown SN, Green LE, Butterworth A, Pope SJ, Pfeiffer D, Nicol CJ, 2008, Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factor and prevention. PLoS ONE: 3:e1545
83. Kovitvadhi A, Chundang P, Tirawattanawanich C, Prathumpai W, Methacanon P, Chokpipatpol K, 2019, Effects of dietary supplementation with different levels and molecular weights of fungal β -glucan on performances, health and meat quality in broilers. Asian Australas J Anim Sci. 32:1548–1557
84. Kyoung H, Kim E, Cho JH, Lee H, Kim Y, Park KI, Kim HB, Song M, 2023, Dietary yeast cell wall enhanced intestinal health of broiler chickens by modulating intestinal integrity, immune responses, and microbiota. Poult Sci. 2023 Jun;102(6):102660. doi: 10.1016/j.psj.2023.102660. Epub 2023 Mar 16. PMID: 37043955; PMCID: PMC10140172.
85. Lan PTN, Hayashie H, Sakamoto M, Benno Y, 2002, Phylogenetic analysis of cecal microbiota in chicken by the use of 16S rDNA clone libraries. Microbiol Immunol, 46:371–82. doi:10.1111/j.1348-0421.2002.tb02709.xLara-Hidalgo CE, Hernández-Sánchez H, Hernández-Rodríguez C, Dorantes-Álvarez L, 2017, Yeasts in fermented foods and their frobiotic potential. Austin Journal of Nutrition and Metabolism. 4(1):1043–1045.
86. Lessard M, Dupuis M, Gagnon N, Nadeau E, Matte JJ, Goulet J, et al., 2009, Administration of *Pediococcus acidilactici* or *Saccharomyces cerevisiae boulardii* modulates development of porcine mucosal immunity and reduces intestinal bacterial translocation after Escherichia coli challenge. J Anim Sci., 8 7:922–34.

87. Ley RE, Lozupone CA, Hamady M, Knight R, Gordon JI, 2008, Worlds within worlds: evolution of the vertebrate gut microbiota. *Nature reviews. Microbiology* 6, 776–788, <https://doi.org/10.1038/nrmicro1978>
88. Line JE, Bailey JS, Cox NA, Stern NJ, Tompkins T, 1998, Effect of yeast- supplemented feed on *Salmonella* and *Campylobacter* populations in broilers. *Poult Sci*, 77, 405-410. DOI: 10.1093/ps/77.3.405
89. Line JE, Bailey JS, Cox NA, Stern NJ, Tompkins T, 1998, Effect of yeast supplemented feed on *Salmonella* and *Campylobacter* populations in broilers. *Poult. Sci.*, 77, 405-410. <https://doi.org/10.1093/ps/77.3.405>.
90. Lorenzoni G, 2010, Prebiotics. In: Lorenzoni G, editor. *Poultry Diseases Influenced by Gastrointestinal Health: Traditional Treatments and Innovative Solutions*. Nottingham: Nottingham University Press, p. 36–8.
91. Lukaski HC, 1999, Chromium as a supplement. *Annu. Rev. Nutr.* 19, 279-302
92. Mahagna M, Nir I, Larbier M, Nitsan Z, 1995, Effect of age and exogenous amylase and protease on development of the digestive tract, pancreatic enzyme activities and digestibility of nutrients in young meat-type chicks. *Reprod. Nutr. Dev.* 35:201–212.
93. Maicas S, 2020, The Role of Yeasts in Fermentation Processes. *Microorganisms*. 8(8):1142. doi: 10.3390/microorganisms8081142. PMID: 32731589; PMCID: PMC7466055.
94. Marteau P, Shanahan F, 2003, Basic aspects and pharmacology of probiotics: an overview of pharmacokinetics, mechanisms of action and side-effects. *Best Prac Res Clin Gastroenterol.*, 17: 725-740.
95. Marković Radmila, 2007, Uticaj selena organskog i neorganskog porekla i različite količine vitamina E na proizvodne rezultate i kvalitet mesa brojlera. Doktorska disertacija, Beograd.
96. Marković R, Perić D, Maksimović Ž, Grdović S, Šefer D, 2023, Kvasac u ishrani monogastričnih životinja. in 28. Godišnje savjetovanje doktora veterinarske medicine Republike Srpske (Bosna i Hercegovina), Trebinje, 15 - 17. jun 2023.;172-173.
97. Marshall BM, Levy SB, 2011, Food animals and antimicrobials: impacts on human health. *Clin Microbiol Rev.* 24:718–733.
98. Massacci FR, Lovito C, Tofani S, Tentellini M, Genovese DA, De Leo AAP, Papa P, Magistrali CF, Manuali E, Trabalza-Marinucci M, Moscati L, Forte C, 2019, Dietary *Saccharomyces cerevisiae boulardii* CNCM I-1079 Positively Affects Performance and Intestinal Ecosystem in Broilers during a *Campylobacter jejuni* Infection.

- Microorganisms, 2019 Nov 21, 7(12):596. doi: 10.3390/microorganisms7120596. PMID: 31766507; PMCID: PMC6956328.
99. Md-Raihanul Hoque, Hong-Ik Jung and In-Ho Kim, 2021, Effect of Yeast Culture (*Saccharomyces cerevisiae*) Supplementation on Growth Performance, Excreta Microbes, Noxious Gas, Nutrient Utilization, and Meat Quality of Broiler Chicken. J Poult Sci, volume 58 Issue 4: 216-221.
100. Mitrović S, Đermanović V, Radivojević M, Rajić Z., Tivković D, Ostojić Đ, Filipović N, 2010, The influence of population density and duration of breeding on broiler chickens productivity and profitability. African Journal of Biotechnology: 4486-4490.
101. Moran ET, 1985, Digestion and absorption of carbohydrates in fowl and events through prenatal development. Journal of Nutrition, 115:665.
102. Mountzouris KC, Dalaka E, Palamidi I, Paraskeuas V, Demey V, Theodoropoulos G, Fegeros K, 2015, Evaluation of yeast dietary supplementation in broilers challenged or not with *Salmonella* on growth performance, cecal microbiota composition and *Salmonella* in ceca, cloacae and carcass skin. Poult Sci, 94 (10):2445-2455, DOI: 10.3382/ps/pev243
103. Mountzouris KC, Dalaka E, Palamidi I, Paraskeuas V, Demey V, Theodoropoulos G, Fegeros K, 2015, Evaluation of yeast dietary supplementation in broilers challenged or not with *Salmonella* on growth performance, cecal microbiota composition and *Salmonella* in ceca, cloacae and carcass skin, Poultry Science, Volume 94, Issue 10, Pages 2445-2455, ISSN 0032-5791, <https://doi.org/10.3382/ps/pev243>.
104. Mowat DN, Chang X, Yang WZ, 1993, Chelated chromium for stressed feeder calves' Can. J Anim Sci' 73: 49-55'
105. Mulatu Kassech, Negassi Ameha and Meseret Girma, 2019, "Effects of Feeding Different Levels of Baker s Yeast on Performance and Hematological Parameters in Broiler Chickens."Journal of World's Poultry Research J. World Poult. Res. 9(2): 38-49 DOI:<https://dx.doi.org/10.36380/jwpr.2019.5>
106. Muthusamy N, Haldar S, Ghosh TK, Bedford MR, 2011, Effects of hydrolysed *Saccharomyces cerevisiae* yeast and yeast cell wall components on live performance, intestinal histo-morphology and humoral immune response of broilers. Br. Poult. Sci, 52, pp. 694-703.
107. Mountzouris KC, Dalaka E, Palamidi I, Paraskeuas V, Demey V, Theodoropoulos G, Fegeros K, 2015, Evaluation of yeast dietary supplementation in broilers challenged or not with *Salmonella* on growth performance, cecal microbiota composition and *Salmonella* in ceca, cloacae and carcass skin. Poult Sci. 94, 10, 2445-2455. <https://doi.org/10.3382/ps/pev243>.

108. Nayak S, 2011, Biology of eukaryotic probiotics. Liong MT, In: Probiotics. Springer- Verlag Berlin Heidelberg., 29-56.
109. Neish AS, 2014, Mucosal immunity and the microbiome. Ann. Am. Thorac. Soc. 11(Suppl 1), S28–32, <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201306-161MG>
110. Ng S, Hart A, Kamm M, Stagg A, Knight S, 2009, Mechanisms of action of probiotics: recent advances. *Inflamm. Bowel. Dis.* 15, 300–310, <https://doi.org/10.1002/ibd.20602>.
111. Nielsen BL, 2004, Behavior aspects of feeding constraints: Do broilers follow their gut fillings? *Appl. Anim. Behav. Sci.* 86:251-260
112. Noy Y, Sklan D, 1995, Digestion and absorption in the young chick. *Poult. Sci.* 74:366–373.
113. OECD-FAO, 2017, Agricultural Outlook 2017-2026 OECD Publishing, Paris.
114. Ogbuewu IP, Okoro VM, Mbajorgu EF, Mbajorgu CA, 2019, Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its effect on production indices of livestock and poultry – a review. *Com Clinic Path.* 28(3):669–677.
115. Onifade AA, Babatunde GM, Afonja SA, Ademola SG, Adesina EA, 1998, The effect of a yeast culture addition to a low-protein diet on the performance and carcass characteristics of broiler chickens (Abstract). *Poultry Science* 77(Suppl. 1):44.
116. Owusu-Asiedu A, Nyachoti C, Marquardt R, 2003, Response of early-weaned pigs to an enterotoxigenic *Escherichia coli* (k88) challenge when fed diets containing spray-dried porcine plasma or pea protein isolate plus egg yolk antibody, zinc oxide, fumaric acid, or antibiotic. *Journal of Animal Science* 81:1790-1798. Publishers, The Netherlands.
117. Pan D, Yu Z, 2014, Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet. *Gut Microbes*, 5:108–19. doi:10.4161/gmic.26945
118. Panda AK, Reddy MR, Rama Rao SV, Raju MLN, Paraharaj NK, 2000, Growth, carcass characteristics, immune competence and response to *Escherichia coli* of broiler fed diets with various level of probiotic. *Archiv Fur Geflugelkunde* 64:152-156.
119. Park YH, Hamidon F, Rajangan C, Soh KP, Gan CY, Lim TS, Abdullah WN, Liong MT, 2016, Application of probiotics for the production of safe and high-quality poultry meat. *Korean J Food Sci Anim Reour*, 36, 567-576, DOI:10.5851/kosfa.2016.36.5.567
120. Paryad A, Mahmoudi M, 2008, Effect of different levels of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, blood constituents and carcass characteristics of broiler chicks. *African Journal of Agricultural Research* 3:835-842.
121. Pascual A, Pauletto M, Giantin M, Radaelli G, Ballarin C, Birolo M, Zomeño C, Dacasto M, Bortoletti M, Vascellari M, Xiccato G, Trocino A, 2020, Effect of dietary

- supplementation with yeast cell wall extracts on performance and gut response in broiler chickens. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 1, 11, 40. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00448-z>
122. Patterson JA, Burkholder KM, 2003, Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poult Sci.*, 82:627–31. doi:10.1093/ps/82.4.627
123. Pelaseyed T, Bergström JH, Gustafsson JK, Ermund A, Birchenough GM, Schütte A, van der Post S, Svensson F, Rodríguez-Piñeiro AM, Nyström EE, Wising C, Johansson ME, Hansson GC, 2014, The mucus and mucins of the goblet cells and enterocytes provide the first defense line of the gastrointestinal tract and interact with the immune system. *Immunol Rev.*, 260, 8-20, DOI: 10.1111/imr.12182
124. Pelaseyed T, Bergström JH, Gustafsson JK, Ermund A, Birchenough GM, Schütte A, van der Post S, Svensson F, Rodríguez-Piñeiro AM, Nyström EE, Wising C, Johansson ME, Hansson GC, 2014, The mucus and mucins of the goblet cells and enterocytes provide the first defense line of the gastrointestinal tract and interact with the immune system. *Immunol Rev.* 260, 1, 8-20. <https://doi.org/10.1111/imr.12182>. PMID: 24942678; PMCID: PMC4281373.
125. Petracci M, Soglia F, Madruga M, Carvalho L, Ida E, Estévez M, 2019, Wooden-bread, white striping, and spaghetti meat: Causes, consequences and consumer perception of emerging broiler meat abnormalities. *Compr. Rev. Food Sci. F.* 2, 565–583. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12431>.
126. Pokusaeva K, Fitzgerald GF, van Sinderen D, 2011, Carbohydrate metabolism in Bifidobacteria. *Genes Nutr.*, 6:285–306. doi:10.1007/s12263-010-0206-6
127. Pourakbari M, Seidavi A, Asadpour L, Martínez A, 2016, Probiotic level effects on growth performance, carcass traits, blood parameters, cecal microbiota, and immune response of broilers. *An Acad Bras de Ciênc*, 88, 1011-1021,. DOI:10.1590/0001-3765201620150071
128. Pourakbari M, Seidavi A, Asadpour L, Martínez A, 2016, Probiotic level effects on growth performance, carcass traits, blood parameters, cecal microbiota, and immune response of broilers. *An. Acad. Bras. de Ciênc.* 88, 1011-1021. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150071>.
129. Paryad A, i Mahmoudi M, 2008, Effect of different levels of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance, blood constituents and carcass characteristics of broiler chicks. *African Journal of Agricultural Research*, 3 (2008): 835-842.
130. Pravilnik o kvalitetu hrane za životinje, 2010. Službeni glasnik RS, broj 41/09.

131. Quigley EM, 2010, Prebiotics and probiotics; modifying and mining the microbiota. *Pharmacol Res.*; 61: 213-218.
132. Radulović S, 2014, Ispitivanje uticaja prirodnih stimulatora rasta na zdravstveno stanje i proizvodne rezultate prasadi u odgoju. Doktorska disertacija. Beograd
133. Rajkowska K, Kunicka- Styczynska A, 2010, Probiotic properties of yeasts isolated from chicken feces and kefir. *Pol J Microbiol.* 59: 257-263.
134. Reed G, Nagodawithana TW, 1991, *Yeast Technology*. 2nd edition New York, Van Nostrand Reinhold, USA.
135. Rezaei-pour V, Fononi H, Irani M, 2012, Effects of dietary L-threonine and *Saccharomyces cerevisiae* on performance, intestinal morphology and immune response of broiler chickens. *SA J Anim Sci.*; 42: 266-273.
136. Reisinger N, Ganner A, Masching S, Schatzmayr G, Applegate TJ, 2012, Efficacy of a yeast derivative on broiler performance, intestinal morphology and blood profile. *Livest Sci*, 143, 195-200,. DOI: 10.1016/j.livsci. 2011.09.013
137. Reisinger N, Ganner A, Masching S, Schatzmayr G, Applegate TJ, 2012, Efficacy of a yeast derivative on broiler performance, intestinal morphology and blood profile. *Livest Sci.* 143:195–200. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.09.013>.
138. Riley WW, Jr., RE Austic, 1984, Influence of dietary electrolytes on digestive tract pH and acid-base status of chicks. *Poult. Sci.* 63:2247-2251.
139. Rodgers NJ, Choct M, Hetland H, Sundby F, Svihus B, 2012, Extent and method of grinding of sorghum prior to inclusion in complete pelleted broiler chicken diets affects broiler gut development and performance. *Anim. Feed Sci. Technol.* 171:60-67.
140. Rodrigues Bruna M, Olivo Paula M, Osmari Milene P, Vasconcellos Ricardo S, Ribeiro Leonir B, Bankuti Ferenc I, Magali SS Pozza, Microencapsulation of Probiotic Strains by Lyophilization Is Efficient in Maintaining the Viability of Microorganisms and Modulation of Fecal Microbiota in Cats, 2020, *International Journal of Microbiology*, Volume 2020 Article ID 1293481 <https://doi.org/10.1155/2020/1293481>
141. Ross 308 nutrition specification, 2019, http://tmea.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RossBroilerNutritionSpecs2019-EN.pdf
142. Rougiere N, Carre B, 2010, Comparison of gastrointestinal transit times between chickens from D+ and D- genetic lines selected for divergent digestion efficiency. *Animal* 4:1861–1872.

143. Salim H, Huque K, Kamaruddin K, Beg AH, 2018, Global restriction of using antibiotic growth promoters and alternative strategies in poultry production. *Sci Progress*. 101:52–75.
144. Santin E, Maiorka A, Macari M, Grecco M, Sanchez JC, Okada TM, Myasaka AM, 2001, Performance and intestinal mucosa development of broiler chickens fed diets containing *saccharomyces cerevisiae* cell wall. *J. Appl. Poult. Res*, 10, pp. 236-244
145. Senkoylu N, Samli HE, Akyurek H, Okur AA, Kanter M, 2009, Effects of whole wheat with or without xylanase supplementation on performance of layers and digestive organ development. *Ital. J. Anim. Sci.* 8:155–163.
146. Shen YB, Piao XS, Kim SW, Wang L, Liu P, Yoon I, et al., 2009, Effects of yeast culture supplementation on growth performance, intestinal health, and immune response of nursery pigs. *J Anim Sci.*;87(8):2614–24.
147. Shen YB, Carroll JA, Yoon I, Mateo RD, Kim SW, 2011, Effects of supplementing *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product in sow diets on performance of sows and nursing piglets. *J. Anim. Sci.* 89:2462–2471. doi: 10.2527/jas.2010-3642
148. Shires A, Thompson JR, Turner BV, Kennedy PM, Goh YK, 1987, Rate of passage of canola meal and corn-soybean meal diets through the gastrointestinal tract of broiler and white leghorn chickens. *Poult. Sci.* 66:289–298.
149. Shurson GC, Kerr BJ, Hanson AR, 2015, Evaluating the quality of feed fats and oils and their effects on pig growth performance, *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 6, 10.
150. Shurson C, 2018, Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. *Anim Feed Sci Technol*, 235, 60-76,. DOI: 10.1016/j.anifeedsci. 2017.11.010
151. Shurson C, 2018, Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. *Anim. Feed Sci. Technol.* 235, 60-76. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.010>.
152. Sinovec Z, 2000, Stimulatori rasta u ishrani nepreživara. *Hemijska industrija Župa, Kruševac*.
153. Sinovec Z, Jokić Z, Šefer D, 2002, Dodaci hrani za svinje. *Veterinarski glasnik.* 56(1-2):73-82. doi: 10.2298/VETGL0202073S
154. Sousa RF, Dourado LRB, Lopes JB, Fernandes ML, Kato RK, Nascimento DCN, Sakomura NK, Lima SBP, Ferreira GJBC, 2019, Effect of an enzymatic blend and yeast on the performance, carcass yield and histomorphometry of the small intestine in broilers from 21 to 42 days of age. *Braz J. Poult Sci.* 21:1–6

155. Stephenson DP, Moore RJ, Allison GE, 2010, Lactobacillus strain ecology and persistence within broiler chickens fed different diets: identification of persistent strains. *Appl Environ Microbiol*, 76:6494-503. doi:10.1128/AEM.01137-10
156. Sun Z, Wang T, Demelash N, Zheng S, Zhao W, Chen X, Zhen Y, Qin G: Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on broilers: A preliminary study on the effective components of yeast culture. *Animals*, 10 (1):68, 2019. DOI:10.3390/ani10010068
157. Sun Y, O’Riordan MX, 2013, Regulation of bacterial pathogenesis by intestinal short-chain fatty acids. *Adv Appl Microbiol*, 85:93–118. doi:10.1016/B978-0-12-407672-3.00003-4
158. Sun Z, Zhen Y, Li,T, Aschalew ND, Wang T, Chen X, Zhao W, Zhang X, Qin G, 2021, Yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) and its active metabolites affect the cecal microbiome of broilers. *South African Journal of Animal Science*, 51(6), 678-688.
159. Syal P, Vohra A, 2013, Probiotic Potential of Yeasts Isolated From Traditional Indian Fermented Foods. *International Journal of Microbiology Research.*, 5: 390-398.
160. Svihus B, 2014, Function of the digestive system1. *J Appl Poult Res*. 23:306–14. 10.3382/japr.2014-00937
161. Svihus B, Sacranie A, Denstadli V, Choct M, 2010, Nutrient utilization and functionality of the anterior digestive tract caused by intermittent feeding and inclusion of whole wheat in diets for broiler chickens. *Poult. Sci*. 89:2617-2625
162. Svihus B, 2011, The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. *World’s Poult. Sci. J*. 67:207–223.
163. Svihus B, Lund VB, Borjgen B, Bedford MR, Bakken M, 2013, Effect of intermittent feeding, structural components and phytase on performance and behaviour of broiler chickens. *Br. Poult. Sci*. 54:222–230.
164. Tabidi MH, Mulhtar AM, Elkhidir Eel, 2013, Response of chicks for diet containing live yeast as probiotic natural feed additive. *J. Current Res. Sci*, 1, pp. 316-319
165. Tannock GW, 2004, A special fondness for lactobacilli. *Appl Environ Microbiol* 70:3189–94. doi:10.1128/AEM.70.6.3189-3194.2004
166. Tengfei He, Shad Mahfuz, Xiangshu Piao, Di Wu, Wentao Wang, Haibo Yan, Tong Ouyang & Yahui Liu, 2021, Effects of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as a substitute to antibiotic on growth performance, immune function, serum biochemical parameters and intestinal morphology of broilers, *Journal of Applied Animal Research*, 49:1, 15-22, DOI: 10.1080/09712119.2021.1876705
167. Thomas DH, 1982, Salt and water excretion by birds: The lower intestine as an integrator of renal and intestinal excretion. *Comp. Biochem. Physiol*. 71:527-535.

168. Trompette A. et al., Gut microbiota metabolism of dietary fiber influences allergic airway disease and hematopoiesis. *Nat. Med.* 20, 159-166, [https://doi.org/10.1038/nm.3444\(2014\)](https://doi.org/10.1038/nm.3444(2014)).
169. Tufail M, Chand N, Rafiullah AS, Khan RU, Mobashar M, Naz S, 2019, Mannan oligosaccharide (MOS) in broiler diet during the finisher phase: 2. Growth traits and intestinal histomorphology. *Pak J Zool.* 51:597–602.
170. Uni Z, Noy Y, Sklan D, 1995, Post hatch changes in morphology and function of small intestines in heavy and light strain chicks. *Poultry Science*, 74:1622-1629. 277.
171. Uni Z, Noy Y, Sklan D, 1996, Developmental parameters of the small intestines in heavy and light strain chicks pre-and-post hatch. *British Poultry Science*, 36:63-71.
172. van Der Wielen PW, Biesterveld S, Notermans S, Hofstra H, Urlings BA, van Knapen F, 2000, Role of volatile fatty acids in development of the cecal microflora in broiler chickens during growth. *Appl Environ Microbiol*, 66:2536-40. doi:10.1128/AEM.66.6.2536-2540.2000
173. van der Klis JD, Verstegen MWA, de Wit W, 1990, Absorption of minerals and retention time of dry matter in the gastrointestinal tract of broilers. *Poult. Sci.* 69:2185–2194.
174. Van Heugten E, Funderburke D, Dorton K, 2003, Growth performance, nutrient digestibility, and fecal microflora in weanling pigs fed live yeast. *J Anim Sci.*;81:1004–12.
175. Van der Meulen R, Avonts L, De Vuyst L, 2004, Short fractions of oligofructose are preferentially metabolized by *Bifidobacterium animalis* DN-173 010., *Appl Environ Microbiol*, 70:1923–30. doi:10.1128/AEM.70.4.1923-1930.2004
176. Veld JHJ, 1997, Probiotics and the control of pathogens: what do we know? XI International Congress of the Veterinary Poultry Association, Abstracts, 111, Budapest.
177. Velmurugu R, 2013, Poultry feed availability and nutrition in developing countries. *Poultry Development Review.* 60-63.
178. Venegas DP, De la Fuente MK, Landskron G, Gonzalez MJ, Quera R, Dijkstra G, Harmsen HJM, Faber KN, Hermoso MA, 2019, Short chain fatty acids (SCFAs)-mediated gut epithelial and immune regulation and its relevance for inflammatory bowel diseases. *Front. Immunol.* 10, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2019.00277>.
179. Viveros A, Chamorro S, Pizarro M, Arija I, Centeno C, Brenes A, 2011, Effects of dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks. *Poult Sci.* 90:566-578.

180. Warriss PD, Wilkins IJ, Brown SN, Phillips AJ, Allen V, 2004, Defaecation and weight of the gas- trointestinal tract contents after feed and water withdrawal in broilers. *Br. Poult. Sci.* 45:61–66.
181. Wang WW, Ren WL, Li Z, Yue YS, Guo YM, 2017, Effects of live yeast on immune responses and intestinal morphological structure in lipopolysaccharide-challenged broilers. *Can J Anim Sci.* 97:136-144.
182. Wang W, Ren W, Li Z, Yue Y, Guo Y, 2016, Effects of live yeast on immune responses and intestinal morphological structure in lipopolysaccharide-challenged broilers. *J. Anim. Sci*, 97, pp. 136-144.
183. Wang W, Ren W, Li Z, Yue Y, Guo S, 2017, Effects of live yeast on immune responses and intestinal morphological structure in lipopolysaccharide-challenged broilers, *Can. J. Anim. Sci*, 97, 136-144. <https://doi.org/10.1139/cjas-2015-0148>
184. Weurding RE, Veldman A, Veen WAG, van der Aar PJ, Verstegen MWA, 2001, Starch digestion rate in the small intestine of broiler chickens differs among feedstuffs. *J. Nutr.* 131:2329–2335.
185. White L, Newman M, Cromwell G, Lindemann M, 2002, Brewers dried yeast as a source of mannan oligosaccharides for weanling pigs, *J Anim Sci.*;80:2619-28.
186. Yamabayashi S, 1987, Periodic acid-Schiff-alcian blue: a method for the differential staining of glycoproteins. *Histochem J.* Oct-Nov;19(10-11):565-71. doi: 10.1007/BF01687364. PMID: 2450077.
187. Yamauchi K, 2007, Review of a histological intestinal approach to assessing the intestinal function in chickens and pigs. *Anim. Sci. J.* 78:356–370.
188. Yanjiao Li, Tianshui Li, Inho Kim, 2019, Effect of the Yea-Sacc yeast culture on growth performance, nutrient digestibility and fecal score in weanling pigs, *Korean Journal Of Agricultural Science*, 46(2), 229-237 doi: <http://doi.org/10.7744/kjoas.20180053>
189. Yasar S, Yegen, MK, 2017, Yeast fermented additive enhances broiler growth. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46(10):814-820.
- 190.
191. Zanello G, Meurens F, Serreau D, Chevaleyre C, Melo S, Berri MD, Inca R, Auclair E, Salmon H, 2013, Effects of dietary yeast strains on immunoglobulin in colostrum and milk of sows. *Vet Immuno Immunopathol.* 152:20-27.
192. Zaidel O, Lin HC, 2003, Uninvited guests: the impact of small intestinal bacterial overgrowth on nutritional status. *Pract Gastroenterol*, 7:27-34.

193. Zhang AW, Lee BD, Lee SK, Lee KW, An GH, Song KB, Lee CH, 2005, Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality and ileal mucosa development of broiler chicks. Poultry Science 84:1015-1021.
194. Zhen YG, Zhao W, Chen X, Li LJ, Lee HG, Zhang XF, Wang T, 2019, Effects of yeast culture on broiler growth performance, nutrient digestibility and caecal microbiota, S. Afr. J. Anim. Sci., 49, 1, <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v49i1.12>.
195. Zhu XT, Zhong T, Pandya Y, Joerger RD, 2002, 16S rRNA-based analysis of microbiota from the cecum of broiler chickens. Appl Environ Microbiol, 68:124–37. doi:10.1128/AEM.68.1.124-137.2002
196. <http://en.angelyeast.com//products/animal-nutrition/yeavita-live-yeast-probiotics.html>
197. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100164>
198. : <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100164>

BIOGRAFIJA

Željko Maksimović je rođen 03.01.1984. godine u Bijeljini. Osnovnu školu u Suvom Polju završio je 1998. godine a srednju Poljoprivrednu i medicinsku školu, smer veterinarski tehničar, u Bijeljini završio je 2002. godine.

Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, smer animalna proizvodnja upisao je 2002. godine i završio 2008. godine, sa zvanjem diplomirani inženjer i prosečnom ocenom 8,10.

Master studije na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu upisao je 2010. godine a završio 2014. godine sa prosečnom ocenom 9,67 i zvanjem Master inženjer poljoprivrede.

Doktorske akademske studije na Fakultetu veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu Željko Maksimović je upisao 2017. godine i položio sve ispite predviđene planom i programom sa prosečnom ocenom 9,44.

Odmah nakon diplomiranja započeo je rad u firmi Feix Nutrition doo iz Novog Sada gde i danas radi. Tokom dugogodišnjeg rada i doktorskih studija, usmerio se u oblasti ishrane životinja.

Objavio je jedan rad iz kategorije M23 sa tematikom vezanom za predloženu doktorsku disertaciju.

1. **Željko Maksimović**, Marija Starčević, Dragan Šefer, Jelena Janjić, Anita Radovanović, Stamen Radulović, Dejan Perić, Radmila Marković, 2022, Effects of Adding Different Dosages of *Saccharomyces cerevisiae* in Diet on Growth Performance, Carcass Characteristics, Intestinal Morphology and Gut Microflora of Broilers, *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi* 28 (4): 461-468 (M23) Doi: 10.9775/kvfd.2022.27458

Prijavu doktorske disertacije pod nazivom “Uticaj dodavanja različitih količina živih ćelija kvasca (*Saccharomyces cerevisiae*) u hranu na zdravlje, proizvodne performanse, kvalitet trupa, morfometrijske parametre i mikrofloru creva brojlera” predao je oktobra meseca 2022. godine, a na 235. sednici održanoj 19.10.2022. godine, Nastavno-naučno veće Fakulteta veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu imenovalo je Komisiju za procenu ispunjenosti uslova o naučnoj zasnovanosti doktorske disertacije i podobnosti kandidata za njenu izradu u sastavu: dr Radmila Marković, redovni profesor, dr Marija Dokmanović Starčević, dr Dragan Šefer, redovni profesor, dr Anita Radovanović, redovni profesor.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани Жељко Ц. Максимовић

број уписа 2017/5016

Изјављујем

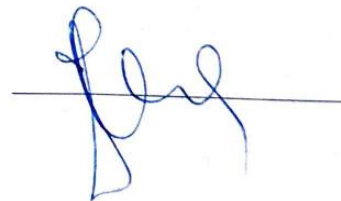
да је докторска дисертација под насловом

Утицај додавања различитих количина живих ћелија квасца (*Saccharomyces cerevisiae*) у храну на производне перформансе, морфометријске параметре и микрофлору црева бројлера

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

Потпис докторанда

У Београду, јануар 2024



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Жељко Максимовић

Број уписа: 2017/5016

Студијски програм: Докторске академске студије

Наслов рада: Утицај додавања различитих количина живих ћелија квасца (*Saccharomyces cerevisiae*) у храну на производне перформансе, морфометријске параметре и микрофлору црева бројлера

Ментор 1: Проф. др Радмила В. Марковић

Ментор 2: др Марија Старчевић

Потписани Жељко Ц. Максимовић

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.

У Београду, јануар 2024

Потпис докторанда



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

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

Утицај додавања различитих количина живих ћелија квасца (*Saccharomyces cerevisiae*) у храну на производне перформансе, морфометријске параметре и микрофлору црева бројлера

која је моје ауторско дело.

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

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

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

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

У Београду, јануар 2024

Потпис докторанда



1. Ауторство - Дозвољава 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. Дозвољава 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. Дозвољава 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. Дозвољава 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. Дозвољава 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. Дозвољава 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.