

**MINISTARSTVO ZA PROSVETU I NAUKU REPUBLIKE SRBIJE**



**Projekat: ODABRANE BIOLOŠKE OPASNOSTI ZA BEZBEDNOST/KVALITET HRANE  
ANIMALNOG POREKLA I KONTROLNE MERE OD FARME DO POTROŠAČA**

Broj projekta: TR 31034

Rukovodilac projekta: Prof. dr Bojan Blagojević, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

Korisnik rešenja: Rapić d. o. o, PJ Farmofit, Gradiška, Republika Srpska (BiH)

**TEHNIČKO REŠENJE**

**SREDNJELANČANE MASNE KISELINE KAO DODATAK HRANI ZA BROJLERE  
(M83)**

**Aromabiotik®, Nuscience, Belgija**



Beograd, 2020.

Autori:

1. dr Branislav Baltić, naučni saradnik, Insitut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd
2. dr Radmila Mitrović, naučni saradnik, Insitut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd
3. dr Željko Sladojević, naučni saradnik, JU Veterinarski institut Republike Srpske „dr Vaso Butozan“, Banja Luka
4. dr Jelena Janjić, viši naučni saradnik, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu
5. dr Nenad Katanić, naučni saradnik, Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Republika Srbija
6. dr Dragoljub Jovanović, naučni saradnik, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu
7. dr Radmila Marković, redovni profesor, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu

OBLAST TEHNIČKOG REŠENJA

Oblast: Biotehničke nauke

Grana: Veterinarstvo

Naučna disciplina: Veterinarska medicina

Uža naučna disciplina: Ishrana

Napomena: Ovo tehničko rešenje je urađeno u okviru Projekta „Odabrane biološke opasnosti za bezbednost/kvalitet hrane animalnog porekla i kontrolne mere od farme do potrošača“, (evidencioni broj TR 31034)



## 1. PROBLEM KOJIM SE TEHNIČKO REŠENJE REŠAVA

Proizvodnja mesa živine (brojlera kokoši) dostigla je krajem 20. veka proizvodnju mesa svinja, a početkom ovog veka je i nadmašila. Sumnje nema, da će proizvodnja mesa živine i dalje rasti, i da će po obimu biti sve veća od proizvodnje mesa svinja. Razlozi većeg porasta proizvodnje mesa živine su, pre svega, ekonomski (mala cena koštanja proizvodnje, brz tov), ali i oni vezani za druge činioce (meso sa malo masti, nema religijskih ograničenja, brza i jednostavna priprema mesa itd). Genetskom selekcijom danas su ustanovljeni hibridi brojlera čiji tov u pravilu traje 42 dana ili manje, koji u trupu imaju najveće učešće mesa grudi (belo ili svetlo meso), mesa sa malo masti (oko 1%). Razume se da ovako visoko selekcionisane životinje za potpuno iskorišćenje svog genetskog potencijala zahtevaju i odgovarajuće uslove zdravstvene zaštite, nege, smeštaja, a naročito ishrane. Kada se govori o zdravstvenoj zaštiti, ona se uglavnom vezuje za ishranu, a to znači zdravlje gastrointestinalnog trakta. Digestivni trakt životinja, razume se i živine, nema samo funkciju varenja hrane i apsorpciju hranljivih sastojaka, već je to i metabolički i imunološki organ, koji služi kao zaštita od prisustva štetnih sastojaka u digestivnom traktu, prevashodno potrebama bakterija, ali i protozoa (kokcidija i crevnih parazita).

Za zaštitu i zdravlje digestivnog trakta životinja, naročito mladih kategorija, koristili su se antibiotici (promoteri rasta). Njihova, međutim, upotreba uzrokovala je dve negativne pojave, od kojih je jedna nalaz rezidua antibiotika u mesu (jajima), a druga, izvesno je mnogo ozbiljnija pojava, bakterijska rezistencija. Bakterijska rezistencija predstavlja sve veću teškoću u javnom zdravlju, odnosno lečenju ljudi, ali i životinja. Za neke patogene sve je teže naći odgovarajući antibiotik, što može da bude uzrok smrtnosti sve većeg broja ljudi. U ovo vreme od neefikasnosti antibiotika, odnosno bakterijske rezistencije na antibiotike, umre oko 700 hiljada ljudi godišnje. Najmanje optimističke prognoze govore da bi taj broj za 30 godina (2050. godine) mogao da bude 10 miliona godišnje. U ovakvim prilikama jedno od rešenja je bilo da se zabrani upotreba antibiotika u ishrani životinja u preventivne svrhe i kao stimulatora rasta. U Evropskoj Uniji doneta je Uredba o zabrani upotrebe antibiotika u ishrani životinja u preventivne svrhe od 2006. godine. Zabranu upotrebe antibiotika u preventivne svrhe, odnosno kao promotera rasta donele su i neke druge zemlje u svetu (SAD). Da bi se u savremenoj, intenzivnoj, stočarskoj proizvodnji kakvu danas poznajemo i koristimo u proizvodnji hrane za ljude, sačuvalo zdravlje životinja, traže se alternative za antibiotike. Tako se u ishrani životinja koriste različiti dodaci hrani



(probiotici, prebiotici itd) sa ciljem da se održi eubioza u digestivnom traktu, jer je digestivni trakt, kao što je to već rečeno, osnov i zdravlja životinja i proizvodnih rezultata. Kao alternativa antibioticima koriste se i organske kiseline i srednjelančane masne kiseline (MCFA), pojedinačno ili kao smeša dve ili više MCFA u ishrani nepreživara (svinje i živina). Jedan od takvih komercijalnih preparata Aromabiotik® preporučuje se u ishrani, pre svega živine, a zatim i svinja. Aromabiotik® u svom sastavu ima kapronsku, kaprilnu, kaprinsku i laurinsku kiselinu.

## **2. STANJE REŠENOSTI PROBELMA U SVETU**

### **2.1 MCFA u ishrani živine**

Kao energetski izvor u ishrani brojlera mogu da se koriste i bioaktivne masne kiseline kao što su to MCFA. Ove masne kiseline imaju od šest do 12 atoma ugljenika i spadaju u esencijalne masne kiseline. U esencijalne masne kiseline ubrajaju se i dve dugolančane masne kiseline i to linolna (C18:2) i linoleinska (C18:3), a značajne su za zdravlje ljudi i životinja. Jedan od najčešće pominjanih bioloških efekata MCFA je uticaj na smanjenje gojaznosti. Masti se uobičajeno koriste u ishrani brojlera kao izvor esencijalnih masnih kiselina i energije. One utiču, u zavisnosti od dužine lanca, i na apsorpciju masnih kiselina a posledično i na proizvodne rezultate i klanične karakteristike brojlera. Apsorpcija masnih kiselina zavisi od stepena saturacije i esterifikacija. MCFA se mnogo efikasnije resorbuju i metabolišu od dugolančanih masnih kiselina a dodatno imaju antinikrobne osobine što je dokazano i kod sisara. Takođe njihova upotreba u ishrani brojlera utiče na zdravlje gastrointestinalnog trakta (GIT), a i na proizvode rezultate. Dosadašnje studije *in vivo* uglavnom se odnose na upotrebu MCFA u ishrani životinja, na MCFA čija dužina lanca je do 10 C atoma, bilo da se one dodaju kroz hranu ili vodu.

### **2.2. MCFA i mikrobiota digestivnog trakta**

Od vremena zabrane upotrebe antibiotika za očuvanje zdravlja životinja traže se alternative za njih. Za to se koriste promoteri rasta kao što su prebiotici i probiotici, lekovito bilje, bakteriofagi, zakiseljivači itd. Kao promoteri rasta koriste se i SCFA i MCFA za koje je utvrđeno da imaju antibakterijsko dejstvo čiji efekat je naročito važan na acidorezistentne bakterije. Kombinacija organskih kiselina i MCFA značajno utiče na smanjenje pojave nektotičnog



enteritisa kod brojlera. Kod brojlera inficiranih virusima prvog dana tova utvrđeno je da upotreba mešavine SCFA i MCFA ima pozitivan efekat na zdravlje brojlera, smanjenje mortaliteta i bolje proizvodne rezultate u tovu. Masne kiseline čija dužina lanca je od 6 do 12 C atoma (MCFA) imaju antimikrobne osobine prema različitim vrstama bakterija (*E. coli*, salmonele, kampilobakterije, klostridije). S obzirom na to MCFA mogu da se smatraju aditivom, odnosno "novim antibiotikom" koji doprinosi zdravlju digestivnog trakta brojlera. Komercijalni preparat, aromabiotik, sadrži mešavinu MCFA, ima antibakterijski efekat kao i fiziološki i imunološki značaj. Najvažniji efekat vezuje se za smanjenje rasta salmonela i mortaliteta a utiče povoljno na proizvodne rezultate (prirast, konverzija) brojlera. Poznato je da MCFA imaju antimikrobni efekat u *in vitro* i da je taj efekat izraženiji prema gram pozitivnim bakterijama. Masne kiseline se integrišu u ćelijsku membranu ili ulaze u samu ćeliju u nedisosovanom obliku naročito pri niskoj pH vrednosti i na taj način negativno utiču na metabolizam u bakterijskoj ćeliji. Antibakterijski efekat imaju i slobodne i esterifikovane forme MCFA ali slobodne MCFA imaju mnogo efikasnije dejstvo. U digestivnom traktu (jejunumu) brojlera mogu da se nađu korisne bakterije (laktobacili i bifidobakterije- gram pozitivne), potencijalno patogene enterobakterije, *E. coli* i *Campylobacter jejuni* (gram negativni i patogeni za ljude). Efikasnost baktericidnog dejstva MCFA zavisi od količine dodatih MCFA i što je veća dodata količina to je dejstvo izraženije. Razlog manje antibakterijske aktivnosti možda treba tražiti u činjenici da se MCFA veoma efikasno apsorbuju već u duodenumu i da ih manje dolazi u jejunum pa im je i efekat slabije izražen. Međutim, ako se koristi 3% MCFA može da dođe do redukcije broja bakterija. Redukcija potencijalnih patogena koji su u kompeticiji sa nutritijentima je značajna zbog toga što oni mogu da utiču na oštećenje ćelijskog epitela GIT-a što se manifestuju smanjenom apsorbcijom nutritijenata, naročito u tankom crevu. Sa druge strane, neke bakterije imaju pozitivan efekat u digestivnom traktu jer imaju sposobnost fermentacije i stvaranja npr. butirata koji potpomažu funkciju enterocita i imunološkog sistema. Ima mišljenja da MCFA imaju inhibitorski efekat i preko laktobacila, ali ima i suprotnih mišljenja. GIT brojlera čini kompleksna mikrobiota koja ima značajnu ulogu za svarljivost i apsorbciju hrane, razvoj imunog sistema i zdravlje životinja, odnosno isključivanje aktivnosti patogena. Učestalost nalaza pojedinih bakterijskih vrsta za koje je rezultat kolonizacije bakterija i kompetitivnog isključivanja ima značaja za zdravlje. Studije pokazuju da neke bakterije koje se nalaze u istoj zajednici sa drugima, odnosno koriste istu hranu, imaju pozitivan efekat na iskorištavanje hrane. Ove studije



doprinosu boljem razumevanju ishrane životinja, značaju aditiva i antimikrobnih promotera koji utiču na mikrobiotu GIT-a, naročito u prve dve nedelje života brojlera. Odmah po izleganju i prva dva dana početna mikrobiota GIT-a je veoma jednostavna, sadrži malo bakterija, odnosno svega nekoliko vrsta bakterija. Kasnije, u komercijalnim uslovima držanja u GIT dospevaju različite vrste bakterija, a potiču i zavise od hrane, vode, opreme, prostirke, vazduha i drugih jedinki jata, gustine naseljenosti, vlažnosti vazduha, prisustva amonijaka itd. Zbog brojnih uslova vezanih za sredinu u kojoj se gaje brojleri mikrobiota GIT-a je veoma različita i često se menja tako da mikrobiotu mogu da čine patogeni u velikom broju, i da mikrobiota može da utiče na imuni sistem i proizvodne rezultate. O promeni broja bakterija najbolje govori podatak da 35. dana u mikrobioti ileuma laktobacili učestvuju sa preko 90%. Vrednost pH u GIT-u u velikoj meri utiče na odnos bakterija u njemu. Klostridije i druge patogene bakterije koje uzrokuju enterične bolesti ne rastu pri niskim vrednostima pH što znači da smanjenje pH vrednosti utiče na funkciju i osobine GIT-a. Organske kiseline su poznate po svojim bakteriostatskim osobinama. Komercijalni preraparati (zakiseljivači) utiču na svarljivost i prihvatljivost hrane pa otuda i na proizvodne rezultate. Upotreba SCFA i MCFA i drugih organskih kiselina u ishrani životinja zasnovana je pre svega na antibakterijskoj aktivnosti. MCFA deluju na gram pozitivne i gram negativne mikroorganizme i njihova antibakterijska aktivnost je veća nego SCFA. Antibakterijsko dejstvo prema različitim vrstama bakterija zavisi od dužine lanca MCFA. Kampilobakterioza je najčešći zoonotski uzrok oboljenja ljudi u više razvijenih zemalja sveta što je i razumljivo s obzirom na to da je živina prirodni domaćin ovog patogena i da su trupovi živine često kontaminirani ovim patogenom. Otuda je meso živine čest uzrok kampilobakterioze ljudi. Kako su mere higijene i biosigurnosti nedovoljne za sprečavanje kampilobakterioze to se pokušava umanjiti kolonizacijom kampilobakterija u GIT-u. Za to se mogu koristiti MCFA, za koje je poznato da imaju antibakterijske osobine što se naročito odnosi na kaprinsku kiselinu. Antibakterijski efekat se pojačava istovremeno upotrebom MCFA i SCFA u ishrani živine o čemu govori više studija. *Salmonella enteritica* serovar ENTERITIDIS je čest uzročnik bolesti prenosivih hranom a dovodi se u vezu sa konzumacijom kokošijih jaja i mesa živine. Zbog mogućnosti unakrsne kontaminacije zaštita tovnih brojlera treba da započne odmah po izleganju pa sve do klanja. Ta zaštita uključuje različite postupke među kojima su i upotreba SCFA i MCFA u ishrani brojlera. MCFA imaju znatno bolji baktericidni efekat prema gram negativnim i gram pozitivnim bakterijama nego SCFA. Kapronska, kaprilna i kaprinska kiselina se efikasno



koriste za inaktivaciju *Salmonella enteritica* serovar ENTERITIDIS. Najbolje rezultate pokazala je upotreba kapronske kiseline. Dokazano je dodavanje 3 g/kg hrane kapronske kiseline značajno utiče na kolonizaciju bakterija u GIT-u brojlera. Kokcidioza je ekonomski najznačajnija bolest živine širom sveta i predstavlja najznačajniji zdravstveni problem ove vrste. Smatra se da gubitci od kokcidioze čine dve milijarde dolara u proizvodnji živine (uginuća, lečenje, preventiva). U Indiji u gajenju brojlera od ukupnih gubitaka 95,6% se vezuje za gubitke uzrokovane kokcidiozom. Sedam je vrsta kokcidije živine: *E. acervulina*, *E. brunetti*, *E. mitis*, *E. necatrix*, *E. praecox* i *E. tenella* pri čemu je *E. tenella* najčešći uzročnik kokcidioze. U zadnjih četrdeset godina razvijano je više različitih strategija njihove kontrole. Na učestalost kokcidioze značajno utiču godišnja doba i ona je najčešća u jesen, zatim leto i proleće a najređa u zimu.

### 2.3 MCFA i proizvodni rezultati brojlera u tovu

Upotreba MCFA (aromabiotika) u ishrani brojlera ima pozitivne efekte na proizvodne rezultate brojlera u tovu (završna telesna masa, potrošnja hrane, konverzija). Studije svarljivosti hrane pokazuju da mlade ptice ne iskorištavaju i ne apsorbuju masti, naročito masti animalnog porekla što je posledica nedovoljne razvijenosti gastrointestinalnog trakta posle izleganja. Potencijalni razlog slabe svarljivosti je i kratko zadržavanje hrane u digestivnom traktu kao i nizak nivo žučnih soli i pankreasnog soka. Zbog toga je u ishrani živine bolje koristiti MCFA kao energetski izvor koje se bolje vare i apsorbuju jer se radi o manjim molekulima. Metabolizam MCFA je brz pa je i iskorištavanje energije brže a smanjeno je deponovanje masnog tkiva jer je njihova esterifikacija slabija nego dugolančanih masnih kiselina. Efekat MCFA na zdravlje brojlera (digestivni trakt, mikroflora) i proizvodne rezultate zavisi od toga da li su ove kiseline slobodne ili esterifikovane. Dokazano je da su slobodne forme mnogo efikasnije nego esterifikovane, odnosno vezane za glicerol. U *in vivo* uslovima hidroliza krtakolančanih triglicerida na slobodne masne kiseline (MCFA) i glicerol dovodi do smanjenja razlika u efektu slobodnih MCFA i onih vezanih za glicerol budući da se hidrolizom MCFA oslobađaju. Dodavanjem 3% MCFA u obrok živine može da se zameni deo sojinog ulja i animalnih masti i da se pritom postigne bolja konverzija hrane. Ima mišljenja da dodavanje MCFA u količini od 0,35 do 3% u ishrani brojlera ne utiče na proizvodne rezultate kada se MCFA ili kokosovo ulje koristi kao zamena za sojino ulje. Međutim, deponovanje masti može da bude smanjeno a prinos mesa grudi povećan. Zamena



sojinog ulja i animalnih masti sa MCFA u količini od 5 do 6% može da ima povoljne efekte na proizvodne i klanične rezultate. Laurinska i miristinska kiselina se prirodno nalaze u kokosovom i palminom ulju koja mogu da se koriste u ishrani životinja. Veće količine MCFA od 6% dovode do negativnih efekata u ishrani brojlera odnosno do lošijih proizvodnih rezultata što je posledica saponifikacije masnih kiselina i vezivanja za kalcijum što masne kiseline čini neiskoristivim. Povećane količine laurinske i miristinske kiseline mogu da utiču na unos hrane a posledično i na njenu potrošnju i proizvodne rezultate iako se slobodne masne kiseline mnogo bolje iskorištavaju odnosno apsorbiraju. Digestija masti u GIT-u uključuje hidrolizu triglicerida, emulzifikaciju monoglicerida i slobodnih masnih kiselina sa žučnim solima kada se stvaraju micelle pre apsorpcije. Apsorpcija je efikasnija kod brojlera u završnoj fazi tova. U ogledu u kome su brojleri Ross 308 dobijali 0,16%, 0,12%, odnosno 0,08% aromabiotika u starteru, groveru i finišeru (pojedinačno) utvrđeni su bolji proizvodni rezultati pa je 35. dana masa ogledne grupe brojlera bila 2,187 grama a kontrolne grupe 2,100 grama a konverzija kod ogledne grupe 1,63 a kontrolne grupe 1,73. Bolji proizvodni rezultati su posledica manjeg broja patogena u GIT-u, uticaja MCFA na morfološke osobine GIT-a čime je omogućena bolja svarljivost i apsorpcija hrane. Uporednim ispitivanjem dodavanja MCFA i *Saccharomyces cerevisiae* proizvodne rezultate brojlera utvrđeno je da u odnosu na kontrolnu grupu brojlera grupe brojlera koje su hranjene sa dodatkom MCFA i *Saccharomyces cerevisiae* imale su bolje proizvodne rezultate (završna masa, dnevni prirast, konverzija). U ogledu gde je u ishrani brojlera korišćeno je 1,4 g/kg aromabiotika (starter), 1,25 g/kg (grover) i 0,8 g/kg (finišer) u cilju praćenja proizvodnih rezultata, posle svake faze tova i na kraju tova 39. dana ogledna grupa brojlera imala je veću telesnu masu, bolju konverziju hrane, veću potrošnju hrane i veći dnevni prirast. Nisu utvrđene razlike između učestalosti mortaliteta brojlera, kontrolne i ogledne grupe za ceo period tova. Kontrolna grupa brojlera je 14. dana imala masu od 321 g, a ogledna grupa 331 g, dnevni unos hrane od 1. do 14. dana bio je identičan, 33,2 g/dan, prosečno, a od 1. do 49. dana 99,1 g, odnosno 100,6 g, dok je konverzija bila kod kontrolne grupe 1,828 a ogledne grupe 1,805 za ceo period tova. MCFA se dakle vrlo lako deponuju u masnom tkivu životinja pa u njihovoj ishrani imaju pre svega energetski značaj. U svom eksperimentu, ovi autori koristili su različite količine mešavine MCFA (1,6%, 4% i 6,4%) čime su značajno uticali na masnokiselinski sastav hrane (starter i finišer) za brojlere. U mesu grudi, bataka sa karabatakom i abdominalne masti nije utvrđeno prisustvo C6:0 a sadržaj C8:0 i C12:0 u mesu se povećavao sa sadržajem MCFA u



smešama za ishranu brojlera. Utvrđeno je da se sa povećanjem sadržaja MCFA u smešama smanjuje količina abdominalnog masnog tkiva.

### **3. OBJAŠNJENJE TEHNIČKOG REŠENJA I DETALJAN OPIS SA KARAKTERISTIKAMA**

Veliku pažnju naučne i stručne javnosti, a svakako i potrošača, izazivaju dodaci hrani koji deluju kao stimulatori rasta. Podaci o rezultatima ispitivanja korišćenja stimulatora rasta su nepotpuni i često vrlo kontradiktorni, naročito oni koji se odnose na uticaj na proizvodne rezultate brojlera u tovu.

Posle zabrane upotrebe antibiotika u cilju stimulisanja rasta životinja porasla je zainteresovanost naučne i stručne javnosti u pronalaženju alternativnih rešenja za uticaj na zdravstveno stanje, proizvodne rezultate, bezbednost i kvalitet mesa proizvodnih životinja.

Radni zadatak bio je ispitivanje:

- hemijskog i masnokiselinskog sastava aromabiotika i hrane za brojlere (potpune smeše za ishranu brojlera I, II i III);
- efekata korišćenja srednjelančanih masnih kiselina na zdravstveno stanje brojlera;
- proizvodnih rezultata brojlera (telesna masa, prirast, konzumacija, konverzija);
- uticaj korišćenja srednjelančanih masnih kiselina na morfološke karakteristike pojedinih segmenata digestivnog trakta i odnosa proizvodnih rezultata sa rezultatima morfoloških ispitivanja;
- mikrobiote crevnog sadržaja (tanko i debelo crevo) i odnosa proizvodnih rezultata sa rezultatima mikrobioloških ispitivanja.

### **4. Opis tehnološkog procesa proizvodnje**

Za ogled su korišćeni brojleri Cobb 500 provenijencije podeljeni u dve grupe po 98 životinja (sedam replikacija sa 14 piladi) i hranjeni standardnim smešama (NRC, 1998) po preporuci proizvođača, s tim što su se grupe razlikovale jedino u tome što je ogledna grupa (O) imala u obroku preparat sa srednjelančanim masnim kiselinama u preporučenoj količini, u smeši u svim fazama tova. Smeše su izbalansirane i u potpunosti su zadovoljavale potrebe životinja u svim fazama tova. Na kraju svake faze tova životinje su izmerene i izračunata je potrošnja hrane. Na



klanci su uzeti uzorci crevnog sadržaja za mikrobiološku analizu i uzorci segmenata creva za histološka ispitivanja.

Brojleri su podeljeni u dve grupe (K i O) i dobijali su hranu standardnog sirovinskog i hemijskog sastava za određenu provenijenciju (potpuna smeša za tov piladi I od 1. do 10. dana; potpuna smeša za tov piladi II od 11. do 21. dana i potpuna smeša za tov piladi III od 22. do 42. dana). Ispitivani aditiv (preparat sa srednjelančanim masnim kiselinama) dodat je u hranu za oglednu grupu i to u količini po preporuci proizvođača (Aromabiotic, Nuscience). Preparat sadrži izbalansiranu smešu MCFA (C6, C8, C10 i C12). Prva grupa brojlera (kontrolna grupa) hranjena je smešom standardnog hemijskog i sirovinskog sastava, bez kokcidiostatika i bez dodatih srednjelančanih masnih kiselina. Druga grupa brojlera (O grupa) hranjena je smešom standardnog hemijskog i sirovinskog sastava, bez kokcidiostatika sa dodatim preparatom sa srednjelančanim masnim kiselinama. Komercijalni preparat MCFA Aromabiotik® dodat je u hranu ogledne grupe (O grupa) potpune smeše za tov piladi I u količini od 0,16%, u potpunoj smeši za tov piladi II 0,12% i potpunoj smeši za ishranu piladi III 0,10%. U tabeli 1. je prikazan sirovinski sastav smeša za ishranu brojlera i kalkulatívne vrednosti metaboličke energije, kao i sadržaj lizina, metionina+cisteina i triptofana.

Tabela 1. Sirovinski sastav smeša za ishranu brojlera (%) i kalkulatívne vrednosti metaboličke energije kao i sadržaj lizina, metionina+cisteina i triptofana

Sastojci (%)	Starter (do 10. dana)		Grover (Od 11. do 21. dana)		Finišer (Od 22. do 42. dana)	
	K*	O*	K*	O*	K*	O*
Kukuruz	50,85	50,69	44,15	44,03	44,95	44,85
Pšenica	-	-	10,00	10,00	15,00	15,00
Sojin griz	15,00	15,00	17,00	17,00	20,00	20,00
Sojina sačma	12,40	12,40	1,00	1,00	1,00	1,00
Sojina pogača	17,00	17,00	23,30	23,30	14,70	14,70
Monokalcijum fosfat	1,20	1,20	1,00	1,00	0,90	0,90
Stočna kreda	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
So	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Premiks**	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lizin	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10
Metionin	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20



Adsorbent	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Aromabiotik	-	0,16	-	0,12	-	0,10
Parametar	Kalkulativna vrednost					
Metabolička energja MJ/kg	12,69	12,71	13,01	13,03	13,11	13,13
Lizin	1,50	1,49	1,42	1,42	1,17	1,17
Metionin+cistein	0,81	0,81	0,80	0,80	0,76	0,76
Triptofan	0,31	0,31	0,29	0,29	0,27	0,27

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

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

Za ispitivanje hemijskog sastava hrane za životinje uzeti u uzorci 1., 11., i 22. dana. Za ispitavnja su korišćene sledeće metode:

- Određivanje sadržaja sirovih proteina prema SRPS ISO 5983/2001
- Određivanje sadržaja vlage i drugih isparljivih materija prema SRPS ISO 6496/2001
- Određivanje sadržaja masti prema SRPS ISO 6492/2001
- Određivanje sadržaja sirovog pepela prema SRPS ISO 5984/2002
- Određivanje sadržaja kalcijuma (volumetrijska metoda) prema SRPS ISO 6490-1/2001
- Određivanje sadržaja fosfora (spektrometrijska metoda) prema SRPS ISO 6491/2002
- Određivanje sadržaja sirove celuloze prema SRPS ISO 6865/2004
- Određivanje bezazotnih ekstraktivnih materija prema Sinovec i Ševković, 2008

### Zdravstveno stanje

Tokom čitavog ogleđa praćeno je zdravstveno stanje brojlera standardnom procedurom. Svakodnevna opservacija vršena je pojedinaćnom i grupnom adspekcijom.



### **Proizvodni rezultati**

Merenja oglednih jedinki iz sve tri grupe brojlera izvršena su pri useljavanju (prvog dana), kao i na kraju svake faze tova brojlera. Merenja su izvršena na elektronskoj vagi sa tačnošću od 1 g. Na osnovu rezultata merenja izračunata je prosečna telesna masa piladi na kraju svake faze, kao i na početku i kraju ogleda zbirno. Iz razlika telesnih masa na početku i kraju svake faze izračunat je ukupan prirast, a na osnovu trajanja pojedinih faza, kao i samog ogleda, ukupan i dnevni prirast.

Tokom celog ogleda, na kraju svake faze, merena je količina utrošene hrane (konzumacija) za svaku grupu, kao i rastur hrane. Iz dobijenih podataka o utrošku hrane i prirastu izračunata je konverzija hrane za svaku fazu, odnosno za ceo ogled.

### **Histološka ispitivanja**

Neposredno posle klanja životinja uzeti su delovi tankih creva (duodenuma i ileuma) i cekuma za histološka ispitivanja po sedam uzoraka iz svake grupe. Isečci creva su fiksirani u 10% neutralnom formalinu, dehidrisani u seriji alkohola i kalupljeni standardnom tehnikom u parafin. Za bojenje isečaka tkiva debljine 5-8 mikrometara korišćena je standardna hematoksilin eozin (HE) metoda. Morfometrijska ispitivanja visine i širine resica, kao i dubine kriпти izvršena su korišćenjem okularnog mikrometra 1:100, a stereološko određivanje broja peharastih ćelija primenom višenamenskog testnog sistema.

### **Mikrobiološka ispitivanja**

Na kraju ogleda (42. dana) posle klanja i evisceracije od po sedam brojlera iz svake grupe uzeti su uzorci sadržaja creva u cilju ispitivanja mikropopulacije pojedinih segmenata digestivnog trakta (duodenum, ileum, cekum). Uzorci za bakteriološka ispitivanja uzeti su direktno iz creva sterilnim špricem i po 0,2 ml i inokulisani u 1,8 ml redukovanog tioglukonatnog bujona i fiziološki rastvor iz kojih je pripremljena dalja serija razblaženja do  $10^{-7}$ . Po 0,5 ml iz svakog razblaženja zasejano je na selektivne podloge za određivanje definisanih vrsta bakterija standardnim laboratorijskim metodama.



## **Određivanje sastava masnih kiselina aromabiotika, hrane i mesa brojlera**

Metoda se zasniva na ubrzanoj reakciji rastvaračima (accelerated solvent extraction – ASE 200 Dionex, Nemačka) prema sledećem postupku: Metilestri masnih kiselina su pripremljeni transesterifikacijom lipidnog ekstrakta sa trimetilsulfonijum hidroksidom (TMSH) prema standardu SRPS EN ISO 5509/2007. Metilestri masnih kiselina su analizirani na gasnom hromatografu, GC/FID Shimadzu 2010 (Kyoto, Japan) na cijanopropil-aril kapilarnoj koloni HP-88. Temperature injektora i detektora bile su 250 °C, odnosno 280 °C. Noseći gas je bio azot sa protokom 1,33 ml/min i odnosom splita 1:50. Injektovana zapremina iznosila je 1 µL. Temperatura peći kolone bila je programirana u opsegu od 125 °C do 230 °C. Ukupno vreme trajanja analize je 50,5 min. Metilestri masnih kiselina su identifikovani na osnovu relativnih retencionih vremena, poređenjem sa relativnim retencionim vremenima pojedinačnih jedinjenja u standardu smeše metilestara masnih kiselina, Supelco 37 Component FAME Mix (Supelco, Bellefonte, USA). Kvantifikacija masnih kiselina uradjena je u odnosu na interni standard (heneikozanoična kiselina, C23:0). Sadržaj masnih kiselina je izražen u procentima od ukupno identifikovanih masnih kiselina.

### **Statistička obrada podataka**

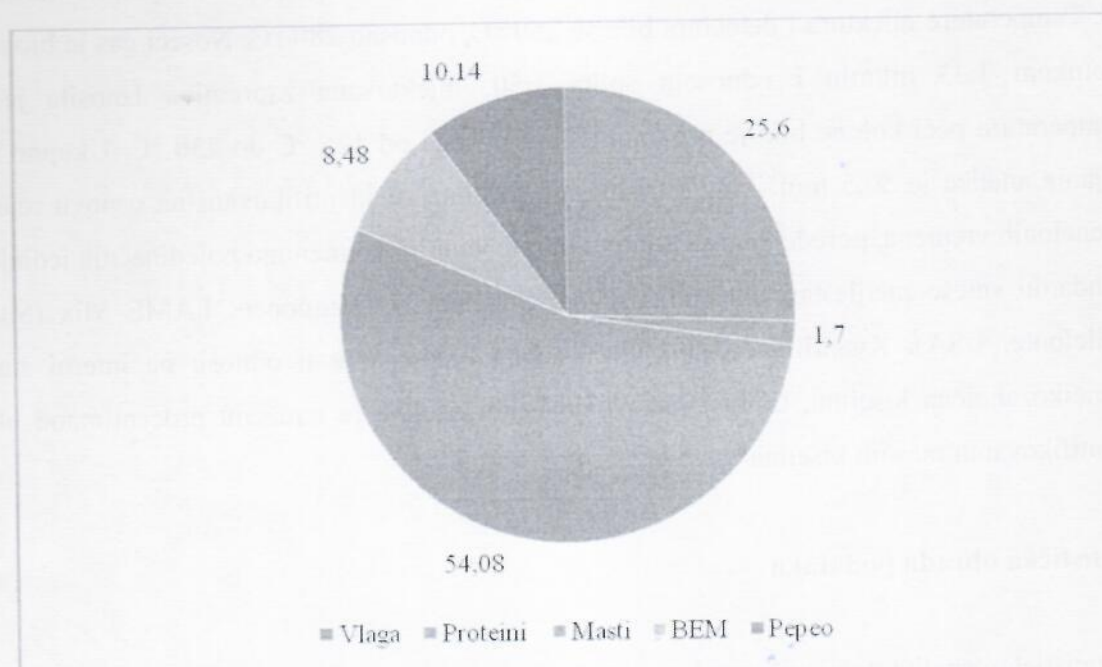
U statističkoj analizi dobijenih rezultata izvedenog eksperimenta, kao osnovne statističke metode korišćeni su deskriptivni statistički parametri (aritmetička sredina, standardna devijacija, standardna greška, minimalna, maksimalna vrednost i koeficijent varijacije). Za testiranje i utvrđivanje statistički značajnih razlika između ispitivanih grupa korišćen je T- test. Korelaciona zavisnost između odabranih ispitivanih parametara utvrđena je izračunavanjem Pirsonovog koeficijenta korelacije. Tumačenje koeficijenta korelacije definisano je prema Colton-u (1974). Značajnost razlika utvrđena je na nivoima značajnosti od 5%. Statistička analiza dobijenih rezultata urađena je u statističkom paketu PrismaPad 6.00.



## REZULTATI ISPITIVANJA

### Hemijski i masnokiselinski sastav aromabiotika

Hemijski sastav aromabiotika prikazan je grafikonom 1. Iz prikazanih rezultata zapaža se da je u sastavu aromabiotika najzastupljenija mast sa 54,08% a zatim voda sa 25,60%, pepeo sa 10,14%, BEM sa 2,48% i proteini sa 1,7%. Kalkulativna vrednost metaboličke energije aromabiotika za ishranu brojlera je 22,15 MJ/kg.



Grafikon 1. Hemijski sastav (%) Aromabiotika®

U tabeli 2. je prikazan masnokiselinski sastav aromabiotika. Prosečan sadržaj C6:0, C8:0, C10:0 i C12:0 je bio  $2,28 \pm 0,05\%$ ;  $36,85 \pm 0,03\%$ ;  $37,88 \pm 1,60\%$  i  $24,50 \pm 0,45\%$ , pojedinačno.

Tabela 2. Prosečan sadržaj (%) masnih kiselina u uzorku aromabiotika

Masne kiseline	$\bar{X}$	Mere varijacije				
		Sd	Se	$X_{\min}$	$X_{\max}$	$C_v$ (%)
C6:0	2,27	0,05	0,02	2,21	2,34	2,38
C8:0	36,15	0,03	0,01	36,82	36,88	0,08
C10:0	37,28	1,60	0,65	36,76	39,99	4,21
C12:0	24,3	0,45	0,19	24,07	24,92	1,86

Napomena: n=6



## Hemijski sastav hrane za brojlere

Hemijski sastav potpune smeše za ishranu brojlera I (starter), potpune smeše za ishranu brojlera II (grover), odnosno potpune smeše za ishranu brojlera III (finišer) kontrolne i ogledne grupe, pojedinačno, nisu se razlikovali (tabela 3.). Sadržaj pepela u finišeru bio je manji u odnosu na grover i starter dok je sadržaj masti bio veći u groveru i finišeru u odnosu na starter. Sadržaj proteina imao je sledeći opadajući niz: starter > grover > finišer. Sadržaj vode u sve tri smeše bio je ujednačen, a sadržaj BEM bio je veći u finišeru u odnosu na starter i grover. Nešto veći sadržaj kalcijuma i fosfora bio je u starteru u odnosu na grover i finišer. Sadržaj celuloze bio je za oko 0,5% manji u finišeru u odnosu na starter (tabela 3.).

Tabela 3. Hemijski sastav potpunih smeša za ishranu brojlera (I, II i III)

Sastojci (%)	Starter (do 10. dana)		Grover (od 11. do 21. dana)		Finišer (od 22. do 42. dana)	
	K	O	K	O	K	O
Parametar	Analitička vrednost					
Ukupni pepeo	6,77	6,77	6,66	6,66	6,16	6,15
Sirova mast	6,61	6,76	7,39	7,51	7,20	7,29
Celuloza	3,89	3,89	3,97	3,97	3,44	3,44
Sirovi proteini	22,24	22,22	21,14	21,13	19,62	19,62
Voda	10,41	10,39	10,20	10,18	10,54	10,53
Kalcijum	1,01	1,01	0,94	0,94	0,90	0,90
Fosfor	0,59	0,59	0,56	0,56	0,54	0,54
BEM*	50,08	49,96	50,63	50,55	53,04	52,97

Legenda: \* Bezazotne ekstraktivne materije.

## Zdravstveno stanje brojlera u tovu

U toku tova brojleri kontrolne i ogledne grupe bili su dobrog zdravstvenog stanja, vitalni bez znakova koji bi ukazivali na prisustvo oboljenja. Nije utvrđeno uginjavanje brojlera u toku tova.

## Proizvodni rezultati brojlera u tovu

### Mase brojlera u toku tova

Na početku ogleđa masa piladi je bila ujednačena po grupama i bila je prosečno  $41,96 \pm 3,20$  g (K grupa) i  $42,06 \pm 2,91$  g (O grupa). Posle deset dana tova prosečna masa brojlera bila je  $306,00 \pm 24,32$  g (K grupa) i  $313,20 \pm 19,58$  g (O grupa). Nije utvrđena statistički značajna razlika između prosečnih masa poređenih grupa brojlera desetog dana tova ( $p > 0,05$ ). Prosečna masa brojlera dvadeset prvog dana tova bila je  $876,50 \pm 85,26$  g (K grupa) i  $939,80 \pm 93,67$  g (O grupa). Prosečna masa brojlera 42. dana ogleđa, odnosno na kraju tova, bila je  $2358,00 \pm 329,36$  g (K grupa) i  $2520,00 \pm 269,84$  g (O grupa). Statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) između prosečnih masa brojlera utvrđene su posle 21. kao i posle 42. dana ogleđa, odnosno na kraju tova, budući da su prosečne mase ogleđne grupe brojlera bile veće u odnosu na kontrolnu grupu brojlera (tabela 4).

Tabela 4. Prosečna masa(g) brojlera kontrolne i ogleđne grupe u toku tova (n=98)

Dan merenja	K	O
	$\bar{X} \pm Sd$	
1.	$41,96 \pm 3,20$	$42,06 \pm 2,91$
10.	$306,00 \pm 24,32$	$313,20 \pm 19,58$
21.	$876,50^A \pm 85,26$	$939,80^A \pm 93,67$
42.	$2358^A \pm 329,36$	$2520^A \pm 269,84$

Legenda: ista slova <sup>A</sup> -  $p < 0,05$ .

### Prirast brojlera u toku tova

Prosečni prirast brojlera kontrolne i ogleđne grupe prikazan je u Tabeli 5 iz koje se može uočiti da postoji statistički značajna razlika između ispitivanih grupa po periodima tova (1-21. i 1-42.). Od prvog do desetog dana prosečan prirast iznosio je  $264,00 \pm 21,45$  g (K grupa) i  $271,10 \pm 16,98$  g (O grupa), od prvog do dvadeset prvog dana prosečan prirast bio je  $834,50 \pm 86,25$  g (K grupa) i  $897,80 \pm 99,06$  g (O grupa); a od prvog do četrdeset drugog dana prosečan prirast bio je  $2316 \pm 104,08$  g (K grupa) i  $2478 \pm 203,15$  g (O grupa). Statistički značajna razlika ( $p < 0,05$ ) utvrđena je između prosečnog prirasta brojlera kontrolne i ogleđne grupa brojlera 21. kao i 42. dana tova.



Tabela 5. Prosečan prirast(g) brojlera u toku tova (n=7)

Dan merenja	K	O
	$\bar{X} \pm Sd$	
1-10	264,00±21,45	271,10±16,98
1-21	834,50 <sup>A</sup> ±86,25	897,80 <sup>A</sup> ±99,06
1-42	2316 <sup>A</sup> ±104,25	2478 <sup>A</sup> ±203,15

Legenda: ista slova <sup>A</sup>- p<0,05.

### Konzumacija i konverzija tokom tova

Ukupna konzumacija hrane tokom tova bila je kod brojlera O grupe (4361±250,66g), a kod brojlera kontrolne grupe (4343±284,16g) (Tabela 6). Statistički značajna razlika u ukupnoj konzumaciji hrane brojlera tokom tova nije utvrđena za sva tri perioda tova, između kontrolne grupe i brojlera O grupe brojlera (p<0,05).

Tabela 6. Ukupna konzumacija hrane (g) tokom tova (n=7)

Dan merenja	K	O
	$\bar{X} \pm Sd$	
1-10	345,40±26,50	343,40±24,22
1-21	1256±90,14	1285±85,61
1-42	4343±284,16	4361±250,66

Konverzija hrane prikazana je u pojedinim fazama tova, kao i za ceo ogled zbirno (Tabela 7.). Iz dobijenih rezultata može se uočiti da je konverzija hrane bila kod brojlera K grupe (1,88±0,18 kg) posmatrano za ogled u celini a O grupe 1,76±0,12 kg. Statistički značajna razlika u konverziji hrane utvrđena je za ceo period tova, kao i za pojedine faze tova između brojlera kontrolne i ogledne grupe (p<0,05).

Tabela 7. Konverzija hrane (kg)u toku tova brojlera (n=7)

Dan merenja	K	O
	$\bar{X} \pm Sd$	
1-10	1,31±0,12 <sup>A</sup>	1,27±0,10 <sup>A</sup>
1-21	1,51±0,13 <sup>A</sup>	1,43±0,12 <sup>A</sup>
1-42	1,88±0,18 <sup>A</sup>	1,76±0,12 <sup>A</sup>

Legenda: ista slova<sup>A</sup> - p<0,05.

### Histomorfometrijske osobine digestivnog trakta i odnos proizvodnih rezultata i rezultata ispitivanih histomorfometrijskih osobina digestivnog trakta brojlera

U tabeli 8.su prikazani rezultati histomorfometrijskih ispitivanja duodenuma brojlera. Prosečna visina resica duodenuma bila je 472,90  $\mu\text{m}$  (kontrolna grupa) I 875,40  $\mu\text{m}$  (O grupa brojlera). Utvrđeno je da je razlika u visini resica dudenuma ispitivanih grupa brojlera bila statistički značajna (p<0,05). Širina resica dudenuma O grupe brojlera bila je statistički značajno manja (p>0,05) od širine resica duodenuma kontrolne. Nije utvrđena statistički značajna razlika između dubine kripte duodenuma ispitivanih grupa brojlera.

Tabela 8. Histomorfometrijska ispitivanja duodenuma brojlera (n=14)

Parametar, $\mu\text{m}$	Grupa ( $\bar{X} \pm Sd$ )	
	K	O
Visina resica	472,90 <sup>A</sup> ±139,50	875,40 <sup>A</sup> ±142,70
Širina resica	64,47 <sup>A</sup> ±9,91	59,48 <sup>A</sup> ±9,28
Dubina kripte	177,00±18,23	177,40±21,82

Legenda: isto slovo<sup>A</sup> – p<0,05.

Prosečna visina resica ileuma bila je 267,4  $\mu\text{m}$  (O-I grupa) do 503,8 $\mu\text{m}$  (kontrolna grupa brojlera), a širina resica je 55,42  $\mu\text{m}$  (O grupa) i 74,92  $\mu\text{m}$  (kontrolna grupa brojlera). Između prosečnih vrednosti visine, odnosno širine resica ileuma ispitivanih grupa brojlera utvrđena je statistički značajna razlika (p<0,05). Prosečna dubina kripte ileuma kontrolne grupe brojlera bila je statistički značajno veća (p<0,05) od prosečne dubine kripte ileuma brojlera O grupe (tabela 11).



Tabela 9. Histomorfometrijska ispitivanja ileuma brojlera (n=14)

Parametar $\mu\text{m}$	Grupa ( $\bar{X} \pm \text{Sd}$ )	
	K	O
Visina resica	503,8 <sup>A</sup> ±100,70	267,4 <sup>A</sup> ±52,59
Širina resica	74,92 <sup>A</sup> ±10,60	55,42 <sup>A</sup> ±7,59
Dubina kripti	223,3 <sup>A</sup> ±39,54	163,9 <sup>A</sup> ±21,23

Legenda: isto slovo <sup>A</sup> – p<0,05.

Rezultati histomorfometrijskih ispitivanja cekuma brojlera prikazani su u tabeli 10. Nije utvrđena statistički značajna razlika u dubini kripti i širini resica cekuma ispitivanih grupa brojlera. Prosečna visina resica cekuma kod O grupe brojlera bila statistički značajno veća (p<0,05) u odnosu na ispitivani parametar kontrolne grupe brojlera.

Tabela 10. Histomorfometrijska ispitivanja cekuma brojlera (n=14)

Parametar, $\mu\text{m}$	Grupa ( $\bar{X} \pm \text{Sd}$ )	
	K	O
Visina resica	201,70 <sup>A</sup> ±25,14	219,70 <sup>A</sup> ±26,64
Širina resica	58,95±8,83	58,42±6,90
Dubina kripti	168,30±22,04	173,00±23,35

Legenda: isto slovo <sup>A</sup> – p<0,05.

Prosečan odnos visineresica i dubine kripti duodenuma, ileuma i cekuma ispitivanih grupa brojlera prikazan je u tabeli 11. Utvrđena je statistički značajna razlika u odnosu visineresica:dubinakripti duodenuma između poređenih grupa brojlera (p<0,05), kao što je utvrđena razlika između odnosa visine resica:dubine kripti ileuma ispitivanih grupa brojlera.

Tabela 11. Odnos visina resica:dubinakripti pojedinih segmenata creva brojlera (n=14)

Parametar	Grupa ( $\bar{X} \pm \text{Sd}$ )	
	K	O
Duodenum	3,26 <sup>A</sup> ±0,97	5,01 <sup>A</sup> ±1,06
Ileum	2,37 <sup>A</sup> ±0,71	1,67 <sup>A</sup> ±0,43
Cekum	1,22±0,22	1,27±0,21

Legenda: isto slovo <sup>A</sup> – p<0,05.

U tabeli 12. je prikazan prosečan broj peharastih ćelija duodenuma, ileuma i cekuma ispitivanih grupa brojlera. Nisu utvrđene statistički značajne razlike u broju peharastih ćelija duodenuma, ileuma odnosno cekuma poređnih grupa brojlera.

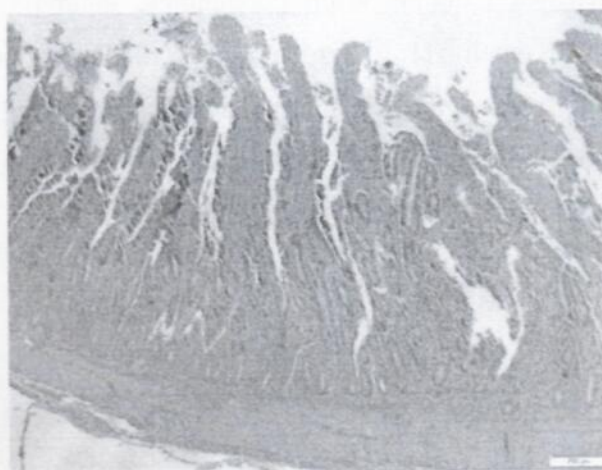
Tabela 12. Prosečan broj ( $\text{mm}^2$ ) peharastih ćelija duodenuma, ileuma i cekuma brojlera (n=14)

Parametar	Grupa ( $\bar{X} \pm \text{Sd}$ )		
	Duodenum	Ileum	Cekum
K	700,50±68,58	777,50±82,01	148,20±24,85
O	636,80±111,80	723,30±67,89	143,20±19,66

Slikama 1 do 6 prikazane su histomorfološke osobine (fotomikrografije) duodenuma, ileuma i cekuma brojlera kontrolne i oglednih grupa.

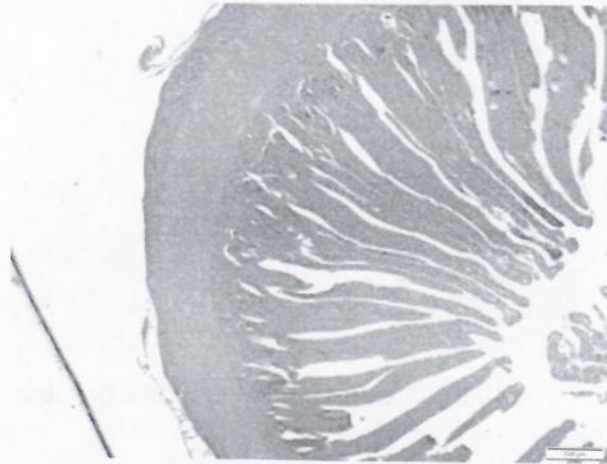


Slika 1. Duodenum kontrolne grupe brojlera

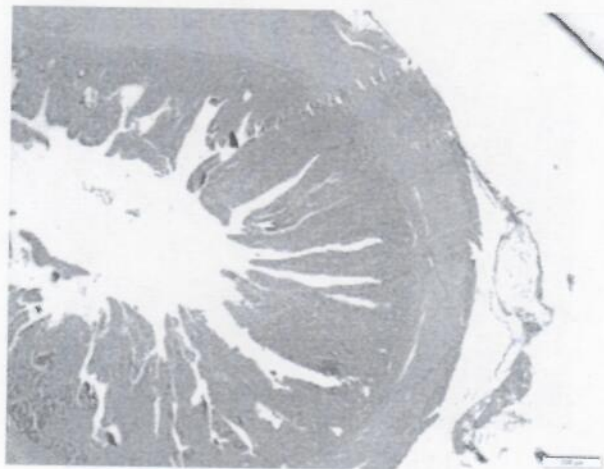


Slika 2. Duodenum O grupe brojlera

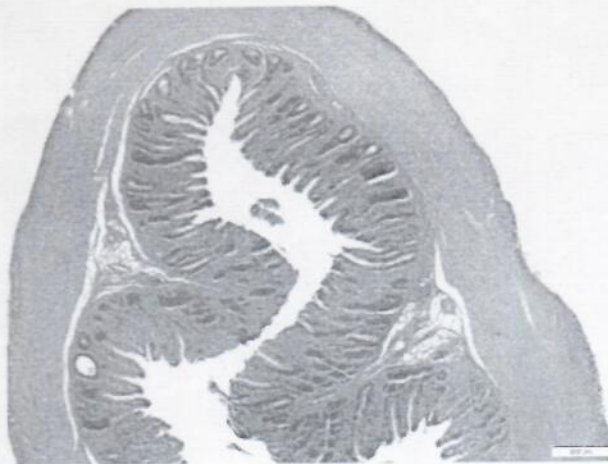




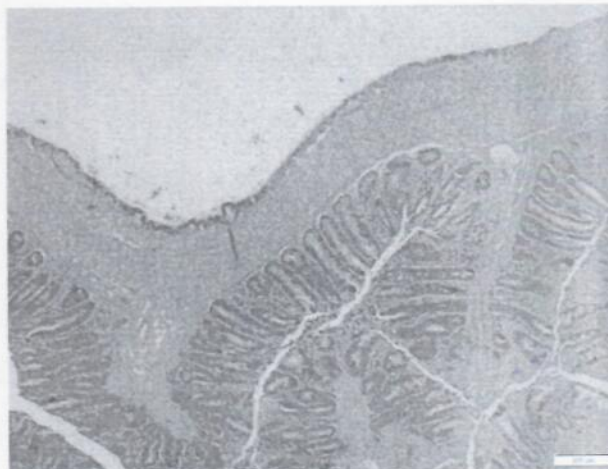
Slika 3. Ileum kontrolne grupe brojlera



Slika 4. Ileum O grupe brojlera



Slika 5. Cecum kontrolne grupe brojlera



Slika 6. Cecum O grupe brojlera

Korelaciona zavisnost i značajnost razlika između završne mase brojlera u tovu i histomorfometrijskih parametara pojedinih segmenata creva prikazana je u tabeli 13.

Između završne mase brojlera u tovu i visine resica duodenuma utvrđena je jaka statistički značajna ( $p < 0,05$ ) korelaciona zavisnost ( $r = 0,866$ ). Takođe, između završne mase brojlera u tovu i visine resica cekuma utvrđena je statistički značajna ( $p < 0,05$ ) jaka korelaciona zavisnost ( $r = 0,918$ ). Između završne mase brojlera u tovu i visine resica ileuma utvrđeno je da postoji slaba negativna korelaciona zavisnost ( $r = -0,281$ ) koja nije bila statistički značajna. Jaka ( $r = 0,841$ ) statistički značajna ( $p < 0,05$ ) korelaciona zavisnost utvrđena je između završne mase brojlera u tovu i širine resica duodenuma, kao što je takođe utvrđena jaka statistički značajna ( $p < 0,05$ )



korelaciona zavisnost ( $r=0,918$ ) između završne telesne mase brojlera i širine resica cekuma. Između širine resica ileuma i završne mase brojlera u tovu nije utvrđena korelaciona zavisnost ( $r=0,201$ ). Između dubine kripti duodenuma, odnosno dubini kripti cekuma utvrđena je srednja korelaciona zavisnost ( $r=0,543$ , duodenum, odnosno  $r=0,701$ , cekum). Pritom, korelaciona zavisnost ( $r=0,543$ ) između završne mase brojlera u tovu i dubine kripti duodenuma nije bila statistički značajna, dok je korelaciona zavisnost ( $r=0,701$ ) između završne mase brojlera u tovu i dubine kripti cekuma bila statistički značajna ( $p<0,05$ ). Utvrđeno je da je između završne mase brojlera u tovu i odnosa visine resica i dubine kripti utvrđena statistički značajna srednja korelaciona zavisnost ( $r=0,736$ ). Jaka ( $r=0,924$ ) statistički značajna ( $p<0,05$ ) korelaciona zavisnost utvrđena je između završne mase brojlera u tovu i odnosa visine resica i dubine kripti cekuma. Nije utvrđena korelaciona zavisnost ( $r= -0,208$ ) između završne mase brojlera u tovu i odnosa visine resica i dubine kripti ileuma.

Tabela 13. Korelaciona zavisnost i značajnost razlika između završne mase brojlera u tovu i histomorfometrijskih parametara pojedinih segmenata creva

Histomorfometrijski parametar	Segment creva	Koeficijent korelacije (r)	Tumačenje korelacione zavisnosti*	Značajnost razlike
Visina crevnih resica	Duodenum	0,866	Jaka	$p<0,05$
	Ileum	- 0,281	Slaba	ns
	Cekum	0,930	Jaka	$p<0,05$
Širina crevnih resica	Duodenum	0,841	Jaka	$p<0,05$
	Ileum	0,201	Nema	ns
	Cekum	0,918	Jaka	$p<0,05$
Dubina crevnih kripti	Duodenum	0,543	Srednja	ns
	Ileum	- 0,133	Nema	ns
	Cekum	0,701	Srednja	$p<0,05$
Odnos visina resica/dubina kripti	Duodenum	0,736	Srednja	$p<0,05$
	Ileum	- 0,208	Nema	ns
	Cekum	0,924	Jaka	$p<0,05$

Legenda: ns - nema statistički značajne razlike

\* Izvor: Colton, 1974.

### Mikrobiota crevnog sadržaja brojlera (tanko i debelo crevo) i odnos proizvodnih rezultata brojlerasa rezultatima mikrobioloških ispitivanja

U tabeli 14. je prikazana zastupljenost pojedinih bakterija u ispitivanim uzorcima duodenuma kontrolne i ogledne grupe, izražena kao log CFU/g. Utvrđeno je da je prosečan broj *Enterococcus* spp. i *E. coli* u uzorcima duodenuma O grupe brojlera bio statistički značajno veći ( $p < 0,05$ ) u odnosu na prosečan broj ovih mikroorganizama u uzorcima duodenuma kontrolne grupe brojlera. Prosečan broj *Staphylococcus aureus* je bio statistički značajno veći ( $p < 0,05$ ) u uzorcima duodenuma kontrolne grupe u odnosu na prosečan broj *Staphylococcus aureus* u uzorcima duodenuma O grupe brojlera.

Tabela 14. Zastupljenost pojedinih bakterija (log CFU/g) u ispitivanim uzorcima duodenuma kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=7)

Bakterije	Grupa	
	K	O-I
Bakterije mlečne kiseline	3,65±0,09	3,90±0,10
<i>Enterococcus</i> spp.	3,30 <sup>A</sup> ±0,09	3,57 <sup>A</sup> ±0,06
<i>E. coli</i>	3,31 <sup>A</sup> ±0,05	3,54 <sup>A</sup> ±0,03
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,15 <sup>A</sup> ±0,15	3,80 <sup>A</sup> ±0,09

Legenda: Ista slova u redu <sup>A</sup> -  $p < 0,05$ .

Zastupljenost pojedinih bakterija u ispitivanim uzorcima ileuma kontrolne i oglednih grupa brojlera prikazana je u tabeli 15. Prosečan broj bakterija mlečne kiseline i *Enterococcus* spp. u uzorcima ileuma O grupe brojlera bio je statistički značajno manji ( $p < 0,05$ ) u odnosu na prosečan broj ispitivanih mikroorganizama i kontrolne grupe brojlera. Nije utvrđena statistički značajna razlika u prosečnom broju *E. coli* i *Staphylococcus aureus*, pojedinačno u uzorcima ileuma kontrolne i ogledne grupa brojlera ( $p > 0,05$ ).



Tabela 15. Zastupljenost pojedinih bakterija(log CFU/g) u ispitivanim uzorcima ileuma kontrolne i oglednih grupa brojlera(n=7)

Bakterije	Grupa	
	K	O
Bakterije mlečne kiseline	4,47 <sup>A</sup> ±0,19	3,68 <sup>A</sup> ±0,13
<i>Enterococcus</i> spp.	3,80 <sup>A</sup> ±0,15	3,65 <sup>A</sup> ±0,10
<i>E. coli</i>	3,78±0,10	3,74±0,11
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,68±0,19	4,34±0,26

Legenda: Ista slova u redu <sup>A</sup>- p<0,05.

U tabeli 16.je prikazana zastupljenost pojedinih bakterija u ispitivanim uzorcima cekuma kontrolne i oglednih grupa brojlera. Nije utvrđena statistički značajna razlika u prosečnom broju *Enterococcus* spp., *E. coli* i *Staphylococcus aureus* u zorcima cekuma kontrolne i ogledne grupa brojlera (p>0,05).

Tabela 16. Zastupljenost pojedinih bakterija(log CFU/g) u ispitivanim uzorcima cekuma kontrolne i oglednih grupa brojlera (n=7)

Bakterije	Grupa	
	K	O
Bakterije mlečne kiseline	7,14±0,59	6,33±0,48
<i>Enterococcus</i> spp.	6,33±0,43	6,15±0,40
<i>E. coli</i>	6,28±0,47	6,00±0,59
<i>Staphylococcus aureus</i>	5,36±0,42	5,21±0,30

Između završne mase brojlera u tovu i broja *Enterococcus* spp., odnosno *E. coli*, u duodenumu utvrđena je srednja (r=0,759, odnosno r=0,703, pojedinačno) statistički značajna (p<0,05) korelaciona zavisnost (tabela 17.). Srednja korelaciona zavisnost (r=0,503) utvrđena je između završne telesne mase brojlera u tovu i broja bakterija mlečne kiseline u duodenumu. Međutim, korelaciona zavisnost nije bila statistički značajna. Između broja bakterija *Staphylococcus aureus* u duodenumu i završne telesne mase brojlera nije utvrđena korelaciona zavisnost (r=0,020).

Utvrđeno je da između završne mase brojlera u tovu i broja bakterija mlečne kiseline, broja bakterija *Enterococcus* spp. i broja bakterija *E. coli* ileuma, postoji srednja korelaciona zavisnost

( $r = -0,322$ ,  $r = 0,387$  i  $r = 0,416$ ) koja nije bila statistički značajna. Između broja bakterija *Staphylococcus aureus* u ileumu i završne telesne mase brojlera nije utvrđena korelaciona zavisnost ( $r = -0,172$ ). Između završne telesne mase i broja bakterija *Enterococcus* spp. u cekumu brojlera utvrđena je srednja korelaciona zavisnost ( $r = 0,626$ ) koja nije bila statistički značajna. Slaba korelaciona zavisnost ( $r = 0,402$ ) između broja bakterija *E. coli* u cekumu i završne telesne mase brojlera u tovu nije bila statistički značajna. Nije utvrđena korelaciona zavisnost između broja bakterija mlečne kiseline, odnosno broja bakterija *Staphylococcus aureus* u cekumu brojlera i završne mase brojlera u tovu ( $r = -0,245$ , odnosno  $r = 0,103$ ) (tabela 19).

Tabela 17. Korelaciona zavisnost i značajnost razlika između završne mase brojlera u tovu i mikrobiote pojedinih segmenata creva

Segment creva	Mikrobiota creva	Koeficijent korelacije (r)	Tumačenje korelacione zavisnosti*	Značajnost razlike
Duodenum	Bakterije mlečne kiseline	0,503	Srednja	ns
	<i>Enterococcus</i> spp.	0,760	Jaka	$p < 0,05$
	<i>E. coli</i>	0,703	Srednja	$p < 0,05$
	<i>Staphylococcus aureus</i>	- 0,020	Nema	ns
Ileum	Bakterije mlečne kiseline	- 0,322	Slaba	ns
	<i>Enterococcus</i> spp.	0,387	Slaba	ns
	<i>E. coli</i>	0,416	Slaba	ns
	<i>Staphylococcus aureus</i>	- 0,172	Nema	ns
Cekum	Bakterije mlečne kiseline	- 0,245	Nema	ns
	<i>Enterococcus</i> spp.	0,626	Srednja	ns
	<i>E. coli</i>	0,402	Slaba	ns
	<i>Staphylococcus aureus</i>	0,103	Slaba	ns

Legenda: ns - nema statistički značajne razlike

\* Izvor: Colton, 1974.

## ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Hemijskom analizom utvrđeno je da je mast najzastupljeniji sastojak (preko 50%) aromabiotika, a zatim slede voda, pepeo, BEM i proteini. Masnokiselinski sastav aromabiotika čine četiri srednjelančane masne kiseline, od kojih su najzastupljenije kaprinska i kaprilna, koje zajedno čine blizu tri četvrtine sadržaja masnih kiselina. Sadržaj laurinske kiseline je nešto manji od jedne četvrtine, a kaprilne 2,28%. Hemijski sastav potpune smeše za ishranu brojlera kontrolne i



ogledne grupe nije se međusobno značajno razlikovao, odnosno bio je izoproteinski i izoenergetski. Isto se odnosi i na potpune smeše za ishranu brojlera II, odnosno III. U toku ogleda brojleri obe grupe bili su dobrog zdravstvenog stanje, vitalni, sa izraženim apetitom i ponašanjem karakterističnim za vrstu. Nije bilo uginuća brojlera u toku tova. Između prosečnih telesnih masa poređenih grupa brojlera prvog i desetog dana ogleda nisu utvrđene statistički značajne razlike. Na kraju druge faze tova (21. dana) i na kraju ogleda (42. dana) prosečna masa brojlera i prosečni prirast ogledne grupa hranjene sa dodatkom MCFA bila je statistički značajno veća od prosečne mase brojlera, odnosno od prosečnog prirasta kontrolne grupe brojlera. Na kraju tova nisu utvrđene statistički značajne razlike u količini ukupne konzumacije hrane kod poređenih grupa brojlera. Utvrđeno je da su brojleri ogledne grupe imali statistički značajno bolju konverziju od konverzije kontrolne grupe brojlera. Visina resica duodenuma i cekuma ogledne grupa bila je statistički značajno veća, a ileuma statistički značajno manja od visine resica kontrolne grupe brojlera ovih segmenata creva. Širina resica ogledne grupe duodenuma odnosno ileuma bila je statistički značajno manja od širine resica duodenuma, odnosno ileuma kontrolne grupe. Nije utvrđena statistički značajna razlika između širine resica cekuma i dubine kripte duodenuma, odnosno dubine kripte cekuma poređenih grupa brojlera. Utvrđeno je da je dubina kripte ileuma kontrolne grupe bila statistički značajno veća od dubine kripte ileuma ogledne grupe brojlera. Odnos visine resica i dubine kripte duodenuma, odnosno cekuma bio je statistički značajno veći, a odnos visine resica i dubine kripte statistički značajno manji u odnosu na kontrolnu grupu brojlera.

Između morfometrijskih parametara duodenuma i cekuma i završne telesne mase brojlera utvrđena je značajna korelaciona zavisnost, što nije utvrđeno između morfometrijskih parametara ileuma i završne telesne mase brojlera u tovu. U duodenumu ogledne grupe brojlera broj bakterija mlečne kiseline, *Enterococcus* spp. bio je statistički značajno veći od kontrolne grupe brojlera. Nisu utvrđene statistički značajne razlike između broja bakterija *E. coli* i *Staphylococcus aureus*-a ispitivanih grupa brojlera. Slični rezultati dobijeni su pri ispitivanju mikrobiote ileuma.

Između broja bakterija *Enterococcus* spp. i broja *E. coli* u duodenumu i završne telesne mase brojlera u tovu utvrđena je jaka, odnosno srednja, statistički značajna korelaciona zavisnost. U ostalim slučajevima korelaciona zavisnost između broja bakterija u pojedinim segmentima creva i završne telesne mase brojlera u tovu je bila slaba ili je nije bilo.



## MOGUĆNOST PRIMENE

Tehničko rešenje „Srednjelančane masne kiseline kao dodatak hrani za brojlere“ može da se u potpunosti primeni u procesu tova (ishrani) brojlera. MCFA kao dodatak hrani utičuna histomorfološke i mikrobiološke parametre ispitivanih segmenata digestivnog trakta a samim tim utiču na zdravstveno stanje životinja a posledično i na bolje proizvodne rezultate. Otuda je i njihova primena i ekonomski opravdana. Srednjelančane masne kiseline su i dobar energetski izvor u ishrani brojlera i nemaju štetne efekte. Aromabiotik predstavlje dobro izbalansiranu smešu MCFA i efikasan je u zaštiti zdravlja brojlera koji su izloženi brojnim mogućnostima infekcije. U savremenom načinu gajenja živine koriste se linije koje su selekcionisane na brz rast i dobru konverziju hrane. Dobra konverzija hrane osigurava se većom digestijom hraniva zahvaljujući zdravom digestivnom traktu. Za zdravlje digestivnog trakta značajna su tri osnovna činioca: stanje crevne mukoze, izbor hraniva i mikrobiota GIT-a. Ono što se posebno ističe je činjenica da su MCFA prirodnog porekla. Sve navedeno opravdava upotrebu MCFA u ishrani brojlera što je i osnovni razlog da se proizvođač hrane za brojlere (Rapić d. o. o, PJ Farmofit, Gradiška, Republika Srpska, BiH) opredelio da MCFA koristi kao dodatak hrani za brojlera.

## LITERATURA

1. Baltić B., J. Ćirić, D. Šefer, A. Radovanović, J. Đorđević, M. Glišić, M. Bošković, M.Ž. Baltić, V. Đorđević, R. Marković, 2018, Effect of dietary supplementation with medium chain fatty acids on growth performance, intestinal histomorphology, lipid profile and intestinal microflora of broiler chickens, South African Society for Animal Science, 48 (No. 5), 885-896, (IF 0,976), Agriculture, dairy & animal science, 38/61.
2. Baltic B, J Janjic, I Brankovic Lazic, B Mrdovic, J Ciric, R Markovic, R Mitrovic, 2019, Relationships between broiler final weights and microbiota of certain segments of the intestine, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 60th International Meat Industry Conference (MEATCON2019), Kopaonik, September 22-25, 2019.



3. Baltić, B., Marković, R., Šefer, D., Glišić, M., Hermans, D., & De Laet, M. (2015). The Effect of Adding a Mixture Of Medium Chain Fatty Acid-"Aromabiotic" In The Diet On Broiler Performance. *Krmiva: Časopis o hranidbi životinja, proizvodnji i tehnologiji krme*, 57(2), 57-62.
4. Baltić, B., Starčević, M., Đorđević, J., Mrdović, B., & Marković, R. (2017). Importance of medium chain fatty acids in animal nutrition. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 85,(1),1-4.
5. Baltić, Ž. M., Marković, R., & Đorđević, V. (2011). Nutrition and meat quality. *Tehnologija mesa*, 52, 154-159.
6. Batovska, D. I., Todorova, T., Tsvetkova, V., & Najdenski, H. M. (2009). Antibacterial study of the medium chain fatty acids and their 1-monoglycerides: individual effects and synergistic relationships. *Polish Journal of Microbiology*, 58(1), 43-47.
7. Colton, T. (1974). Regression and correlation. *Statistics in medicine*, Little Brown and Company, New York, NY.189, 218.
8. Del Alamo, A. G., De Los Mozos, J., Van Dam, J. T. P., & De Ayala, P. P. (2007). The use of short and medium chain fatty acids as an alternative to antibiotic growth promoters in broilers infected with malabsorption syndrome.
9. Deschepper, K., Gantois, I., Maertens, L., Van Meenen, E., (2013). A balanced mixture of medium chain fatty acids improves zootechnical performances and slaughter results of broilers, 19th European Symposium on Poultry Nutrition, Potsdam, Germany, 26-29 August 2013.
10. Evans, N. P., Collins, D. A., Pierson, F. W., Mahsoub, H. M., Sriranganathan, N., Persia, M. E., Karnezos, T.P., Sims, M.D. & Dalloul, R. A. (2017). Investigation of medium chain fatty acid feed supplementation for reducing *Salmonella Typhimurium* colonization in turkey poults. *Foodborne pathogens and disease*, 14(9), 531-536.

11. Ferreira, L., Lisenko, K., Barros, B., Zangeronimo, M., Pereira, L., & Sousa, R. (2014).

**Influence of medium-chain triglycerides on consumption and weight gain in rats: a systematic review.** *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 98(1), 1-8.

12. Gutierrez, D. A., Enting, H., Mozos, J., & Perez, D. A. (2007). The effect of dietary short and medium chain fatty acids on the performance of broiler chickens. In *Proceedings of the 19th Australian Poultry Science Symposium, Sydney, New South Wales, Australia, 12-14 February 2007* (pp. 169-172). Poultry Research Foundation.

13. Hermans, D., Martel, A., Garmyn, A., Verlinden, M., Heyndrickx, M., Gantois, I., ...& Pasmans, F. (2012). Application of medium-chain fatty acids in drinking water increases *Campylobacter jejuni* colonization threshold in broiler chicks. *Poultry science*, 91(7), 1733-1738.

14. Islam, M. S., Rahman, M. S., Islam, M. A., & Belal, S. M. S. H. (2018). Efficacy of Medium Chain Fatty Acids and *Saccharomyces Cerevisiae* on Growth Performance of Broiler. *Bangladesh Journal of Veterinary Medicine*, 16(1), 31-38.

15. Khosravinia, H. (2015). Effect of dietary supplementation of medium-chain fatty acids on growth performance and prevalence of carcass defects in broiler chickens raised in different stocking densities. *Journal of Applied Poultry Research*, 24(1), 1-9.

16. Marković, R., Baltić, Ž. M. (2018). *Ishranom životinja do funkcionalne hrane. Monografija. Naučna KMD. Beograd.*

17. Mohammadzade, S., Shahriar, H. A., Ebrahimnejad, Y., Ahmadzadeh, A., & Tahmasebpour, B. (2013). Effect of different levels of medium chain fatty acids on performance, and some of microbial population of gastro in broiler chicks. *Res. J. Chem. Env. Sci*, 1, 05-07.

18. Sinovec, Z., Ševković, N. (1995). *Praktikum iz ishane. Beograd: Veterinarski fakultet.*



19. Tan, G. H., & Long, K. (2012). Preliminary study of anticoccidial activity of medium chain fatty acids (MCFA) and their corresponding monoglycerides on broiler chicken coccidiosis. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*, 1(2), 134-141.
20. Van Immerseel, F., De Buck, J., Boyen, F., Bohez, L., Pasmans, F., Volf, J., Sevcik, I. Rychlik, Freddy Haesebrouck, & Ducatelle, R. (2004). Medium-chain fatty acids decrease colonization and invasion through hlaA suppression shortly after infection of chickens with *Salmonella enterica* serovar Enteritidis. *Appl. Environ. Microbiol.*, 70(6), 3582-3587.
21. Wang, J., Wang, X., Li, J., Chen, Y., Yang, W., & Zhang, L. (2015). Effects of dietary coconut oil as a medium-chain fatty acid source on performance, carcass composition and serum lipids in male broilers. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 28(2), 223.
22. Weibel, E. R. (1989). Measuring through the microscope: development and evolution of stereological methods. *Journal of microscopy*, 155(3), 393-403.