

3  
4  
5 IZVEŠTAJ O OCENI ZAVRŠENE DOKTORSKE DISERTACIJE

6  
7 I PODACI O KOMISIJI:

8  
9 1. Datum i naziv organa koji je imenovao komisiju: 14.02.2018.god., 183. sednica  
10 Nastavno-naučnog veća Fakulteta veterinarske medicine, Univerziteta u Beogradu

11  
12 2. Sastav komisije sa naznakom imena i prezimena svakog člana, zvanja, naziva uže  
13 naučne oblasti za koju je izabran u zvanje, godinom izbora u zvanje i naziv fakulteta,  
14 ustanove u kojoj je član komisije zaposlen:

- 15 1. Dr Radmila Marković, vanredni profesor, Ishrana, 2014., Fakultet veterinarske  
16 medicine, Univerziteta u Beogradu
- 17 2. Dr Dragan Šefer, redovni profesor, Ishrana, 2014., Fakultet veterinarske  
18 medicine, Univerziteta u Beogradu
- 19 3. Dr Nikola Krstić, redovni profesor, Radiološka, ultrazvučna i endoskopska  
20 dijagnostika, 2008 god., Fakultet veterinarske medicine, Univerziteta u Beogradu
- 21 4. Dr Milan Ž. Baltić, redovni profesor u penziji, Higijena i tehnologija mesa, 1996.,  
22 Fakultet veterinarske medicine, Univerziteta u Beogradu
- 23 5. Dr Ksenija Nešić, viši naučni saradnik, 2018, Veterinarska medicina – javno  
24 zdravlje, Naučni Instut za veterinarstvo Srbije, Beograd

25  
26 II PODACI O KANDIDATU:

27  
28 1. Ime, ime jednog roditelja, prezime: Marija (Slobodan) Pavlović

29  
30 2. Datum rođenja, opština, Republika: 19.06.1985 godine, Sremska Mitrovica, Srbija

31  
32 3. Datum odbrane, mesto i naziv magistarske teze\*:

33  
34 4. Naučna oblast iz koje je stečeno akademsko zvanje magistra nauka\*:

35  
36 III NASLOV DOKTORSKE DISERTACIJE: "Uticaj dodavanja neorganskog fosfora  
37 različitog porekla u ishrani brojlera na proizvodne rezultate i stepen mineralizacije koštanog  
38 sistema"

39  
40 IV PREGLED DOKTORSKE DISERTACIJE (navesti broja strana poglavlja, slika, šema,  
41 grafikona i sl.): Doktorska disertacija Marije Palović napisana je na 155 strana teksta i sadrži  
42 sledeća poglavlja: Uvod (tri strane), Pregled literature (38 strana), Ciljevi i zadaci istraživanja  
43 (dve strane), Materijal i metode istraživanja (15 strana), Rezultati istraživanja (26 strana),  
44 Diskusija (34 strana), Zaključci (tri strane), Spisak literature (23 strana) i Prilozi (11 strana).  
45 Na početku disertacije dat je kratak sadržaj na srpskom i engleskom jeziku. Disertacija je  
46 dokumentovana sa 65 tabela, 14 slika i 18 grafikona.

47  
48 V VREDNOVANJE POJEDINIH DELOVA DOKTORSKE DISERTACIJE (dati kratak opis  
49 svakog poglavlja disertacije: uvoda-do 250 reči, pregleda literature-do 500 reči, cilja i  
50 zadataka istraživanja-nije ograničeno, materijal i metoda – nije ograničeno, rezultata –  
51 nije ograničeno, diskusije-do 100 reči, spiska referenci-navesti broj referenci u  
52 doktorskoj disertaciji):

53  
54 U Uvodu kandidat ističe značaj adekvatno izbalansiranog obroka, kao ključne determinante  
55 produktivnog odgoja brojlera, a posebno u uslovima intezivne živinarske proizvodnje, koja  
56 globalno posmatrano ima trend porasta.

57 Osnovni zahtev u odgoju i tovu brojlera jeste optimalno izbalansirana ishrana, tako da se  
58 postigne zadovoljavanje svih nutritivnih potreba životinje, ali i da se postigne što manji utrošak  
59 hrane po jedinici prirasta, u što kraćem vremenskom periodu. U tom smislu, neophodno je

1 adekvatno uskladiti kako organske, tako i neorganske sastojke hrane, pa i obezbediti  
2 optimalne količine mineralnih materija, među kojima i fosfora.  
3 Između ostalih, izazov u ishrani brojlera je i u tome da se fosfor prisutan u hrani učini što  
4 dostupnijim životinjama. Fosfor je u biljnim hranivima, koji su osnovni sastojci hrane za živinu,  
5 prisutan u različitim formama. U manjoj meri je vezan za organske molekule (lipide, proteine),  
6 a u većoj meri je u formi fitinske kiseline ili njenih soli. Fosfor iz fitinske kiseline je samo  
7 delimično raspoloživ za životinje (0-50%). Usled ograničene iskoristivosti fosfora iz biljnih  
8 hraniva, a da bi se podmirile potrebe brojlera, neophodno je dodati u hranu fosfor iz različitih  
9 mineralnih izvora. Monokalcijum fosfat (uz dikalcijum fosfat, dinatrijum fosfat, defluorinisani  
10 fosfat...) je najrasprotrranjeniji komercijalno dostupan suplement, koji se upotrebljava kao izvor  
11 fosfora u ishrani brojlera.

12 Kako se fosfor prisutan u hrani samo delimično resorbuje i zadržava u organizmu, veći njegov  
13 deo izlučuje se fecesom u spoljašnju sredinu, pa predstavlja jedan od osnovnih polutanata  
14 okoline. Stoga koncentrisanje i izlučivanje fosfora fecesom predstavlja značajan ekološki  
15 aspekt ovog problema.

16 Fosfor je relativno skup mineral, ograničenih izvora, koji kada je poreklom iz mineralnih  
17 hraniva pokriva tokom toga, oko 60% potreba brojlera za nefitinskim fosforom.

18 Takođe, podaci o iskoristivosti fosfora iz različitih izvora, kao i njegovom uticaju na proizvodne  
19 rezultate su nepotpuni i često vrlo kontradiktorni. Ne postoje standardizovane metode u EU  
20 za evaluaciju svarljivosti fosfora iz različitih neorganskih izvora. Istraživači su koristili različite  
21 metode i kriterijume za utvrđivanje iskoristivosti fosfora iz različitih hraniva, pa podaci  
22 najčešće ne mogu ni da se porede.

23 Zbog svega ovoga, postoji potreba za određivanjem i definisanjem iskoristivosti neorganskog  
24 fosfora različitog porekla, u poređenju sa nutritivnim zahtevima brojlera u tovu. Takođe,  
25 predmet ovog ispitivanja je i uticaj fosfora različitog mineralnog porekla na proizvodne  
26 performanse, zdravstveni status, ali i stepen mineralizacije kostiju ispitivanih jedinki, kako bi  
27 se utvrdila optimalna suplementacija za postizanje najboljih proizvodnih rezultata, bez štetnih  
28 efekata na zdravstveni status životinja, ali i sa ciljem da se izbegne dodavanje fosfora u višku,  
29 i smanje njegovi efekti kao zagađivača.

30  
31 U poglavlju **Pregled literature** istaknute su uloge i značaj fosfora u organizmu. Opisani su  
32 mehanizmi apsorpcije fosfora, kao i njegov metabolizam i održavanje homeostaze fosfora.  
33 Dalje, opisani su faktori koji utiču na iskoristivost fosfora (hemijska forma fosfora u hrani,  
34 koncentracije kalcijuma u hrani, uzrast i genotip, vitamin D3 i njegovi metaboliti, fitaza), kao i  
35 potrebe u fosforu i različiti izvori fosfora (biljna hraniva, animalna hraniva, mineralna hraniva).  
36 U ovom poglavlju objašnjene su metode koje su upotrebi u ispitivanjima iskoristivosti fosfora i,  
37 to kvalitativne metode (sadržaj pepela i fosfora u kostima, sila loma, gustina kostiju, parametri  
38 krvi, proizvodne performanse) i kvantitativne metode (ukupna prividna svarljivost, endogeni  
39 gubici fosfora, ukupna prava svarljivost fosfora, ilealna svarljivost fosfora, sadržaj fosfora u  
40 celom telu i *in vitro* testovi).

41  
42 **Cilj istraživanja** je bio da se ispitaju mogućnosti i efekti suplementacije fosfora u ishrani  
43 brojlera tokom celog perioda tova, što je omogućeno ispitivanjem uticaja ishrane brojlera  
44 obrocima sa i bez dodatog monokalcijum fosfata, kao neorganskog fosfora u hrani različitog  
45 porekla, na proizvodne rezultate i zdravstveno stanje brojlera, iskoristivost fosfora iz potpune  
46 smeše, sa posebnim osvrtom na stepen mineralizacije kostiju.

47 Cilj je ostvaren rešavanjem sledećih zadataka:

- 48 - Uticaj fosfora iz različitih izvora na zdravstveno stanje i mortalitet brojlera;
- 49 - Uticaj fosfora iz različitih izvora na proizvodne rezultate:
  - 50 a) telesna masa
  - 51 b) prirast (ukupni i dnevni)
  - 52 c) konzumacija hrane (ukupna i dnevna)
  - 53 d) konverzija hrane;
- 54 - utvrđivanje sadržaja mineralnih materija (Ca i P) u biološkom materijalu:
  - 55 a. hrana
  - 56 b. feces
  - 57 c. krvni serum
- 58 - Utvrđivanje iskoristivosti mineralnih materija:
  - 59 a. fosfor
  - 60 b. kalcijum;

- 1 - Utvrđivanje aktivnosti alkalne fosfataze (ALP) u krvnom serumu;
- 2 - Utvrđivanje stepena mineralizacije kostiju:
  - 3 a) hemijskim analizama - sadržaj ukupnog pepela, kalcijuma, fosfora
  - 4 b) biomehaničkim ispitivanjima – sila loma kostiju
  - 5 c) ispitivanja morfometrijskih osobina kostiju – površine poprečnih preseka,
  - 6 mase i dužine kostiju
  - 7 d) radiološka ispitivanja kostiju- rentgenološka i CT ispitivanja
- 8 - Međusobna zavisnost količine fosfora u hrani i stepena njegove dostupnosti
- 9 organizmu, proizvodnih rezultata i stepena mineralizacije koštanog tkiva.

10  
11 U poglavlju **Materijal i metode istraživanja** dati su detalji eksperimentalnog rada.

12  
13 U ogled je bilo uključeno 300 jednodnevne piladi, Cobb 500 provenijencije, oba pola,  
14 poreklom iz iste inkubatorske stanice, ujednačene telesne mase. Ogled je trajao 42 dana i bio  
15 je podeljen u tri faze (I faza – 1 – 21. dana za potpunu smešu za tov piladi I (starter), II faza –  
16 22 – 35. dana za potpunu smešu za tov piladi II (grover) , III faza – 36 – 42. dana za potpunu  
17 smešu za tov piladi III (finišer). Pilad su podeljena u tri jednake grupe od po 100 jedinki. Sve  
18 ogledne grupe su hranjene smešama standardnog sirovinskog sastava, koje su zadovoljavale  
19 potrebe za starosnu dob i provenijenciju piladi u tovu, po preporukama NRC (1994), za sve  
20 nutritijente osim za kalcijum i fosfor. Smeše su korigovane samo u odnosu na sadržaj  
21 mineralnih hraniva, tako da su za dve ogledne grupe (O – I i O – II) u hranu dodata dva  
22 različita monokalcijum fosfata, kao neorganski izvor fosfora, delimičnom zamenom kukuruza  
23 u smeši. Ogledna grupa O – I hranjena je hranom sa monokalcijum fosfatom proizvođača  
24 „Elixir Feed“ DOO, Šabac, Srbija, dok je za oglednu grupu O – II u hranu dodat monokalcijum  
25 fosfat proizvođača „Balakovo Mineral Fertilizers“, Balakovo, Rusija. Treća ogledna grupa  
26 (kontrolna - K) dobijala je smešu bez neorganskog izvora fosfora, u kojoj je ukupna količina  
27 fosfora poticala iz samih hraniva. Smešama za ishranu svih oglednih grupa dodat je hrom  
28 trioksid ( $Cr_2O_3$ ) kao inertna materija, u količini od 0,5% vazdušno-suve materije (VSM).  
29 Tokom ogleda praćeni su proizvodni rezultati i zdravstveno stanje piladi. Po 10 jedinki iz  
30 svake grupe prebačeno je 11. i 25. dana ogleda u individualne kaveze, sa ciljem da se  
31 obezbedi uzorkovanje fecesa za ispitivanje svarljivosti. Na kraju ogleda brojleri su zaklani u  
32 registrovanom objektu za klanje živine i uzeti su uzorci krvi i kostiju za planirana ispitivanja  
33 (od po dvanaest jedinki po grupi).

34  
35 Metode kojima su ispitivani uzorci su sledeće:

### 36 37 **A. Zdravstveno stanje**

38  
39 Pored preventivnog programa zaštite, sve ogledne jedinke su bile pod stalnom veterinarsko –  
40 medicinskom kontrolom, a sve promene zdravstvenog stanja su praćene i beležene.  
41 Svakodnevna opservacija vršena je pojedinačnom i grupnom adspekcijom, a posebna pažnja  
42 bila je usmerena na aktivnost i stanje lokomotornog aparata piladi. Mortalitet je svakodnevno  
43 praćen i beležen.

### 44 45 **B.Hemijska analiza hrane**

46  
47 Za potrebe ispitivanja hemijskog sastava hrane za ishranu brojlera korišćene su sledeće  
48 metode:

- 49 -Određivanje sadržaja sirovih proteina – metoda po Kjledalu (SRPS ISO 5983/2001),
  - 50 -Određivanje sadržaja vlage i drugih isparljivih materija (SRPS ISO 6496/2001),
  - 51 -Određivanje sadržaja masti (SRPS ISO 6492/2001),
  - 52 -Određivanje sadržaja sirovog pepela (SRPS ISO 5984/2002),
  - 53 -Određivanje sadržaja sirove celuloze – metoda sa međufiltracijom (SRPS ISO 6865/2004),
  - 54 -Određivanje sadržaja kalcijuma (metoda atomske apsorpcije spektrometrije) (SRPS ISO
  - 55 6490-1/2001),
  - 56 -Određivanje sadržaja fosfora (spektrometrijska metoda) (SRPS ISO 6491/2002),
  - 57 -Sadržaj bezazotnih ekstraktivnih materija (BEM) (%) je određen računski prema formuli:  
58  $BEM = 100 - (\% \text{ vlaga} + \% \text{ pepeo} + \% \text{ celuloza} + \% \text{ proteini} + \% \text{ mast})$  (Sinovec i Ševković,  
59 1995).
- 60

## 1 C. Proizvodni rezultati

2  
3 Kontrolna merenja telesne mase oglednih jedinki izvršena su prvog, sedmog, 21, 35. i 42.  
4 dana, na tehničkoj vagi sa tačnošću od  $10^{-2}$  kg. Na osnovu rezultata merenja izračunavana je  
5 prosečna telesna masa, a iz razlika telesnih masa ukupni prirast, dok je dnevni prirast  
6 izračunavan na osnovu trajanja pojedinih faza, kao i ogleđa u celini.

7 Tokom ogleđa tačno je merena količina potpunih smeša datih oglednim grupama. Na kraju  
8 svake faze i ogleđa u celini, na osnovu sabiranja dnevnih količina, utvrđen je utrošak hrane. Iz  
9 dobijenih podataka o konzumaciji i prirastu izračunavana je konverzija hrane i to posebno za  
10 svaku fazu, kao i za ogleđ u celini.

## 11 D. Hemijske analize krvi

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

13  
14 -Određivanje sadržaja kalcijuma (metoda atomske apsorpcione spektrometrije) (modifikovana  
15 SRPS ISO 6869/2008).

## 16 E. Hemijske analize kostiju

17  
18 -Određivanje sadržaja fosfora (spektrometrijska metoda) (SRPS ISO 6491/2002).

19  
20 -Određivanje sadržaja kalcijuma (metoda atomske apsorpcione spektrometrije) (modifikovana  
21 SRPS ISO 6869/2008).

## 22 F. Hemijske analize fecesa

23  
24 -Određivanje sadržaja fosfora (spektrometrijska metoda) (SRPS ISO 6491/2002).

25  
26 -Određivanje sadržaja kalcijuma (metoda atomske apsorpcione spektrometrije) (modifikovana  
27 SRPS ISO 6869/2008).

28  
29 -Određivanje sadržaja hroma (metoda atomske apsorpcione spektrometrije) (modifikovana  
30 SRPS ISO 14083/2008).

## 31 G. Morfološke i biomehaničke osobine kostiju nogu

32  
33 Za ispitivanje morfoloških i biomehaničkih osobina kostiju korišćene su: tibija (golenjača,  
34 *tibiotarsus*) i tarsus (pisak, *tarsometatarsus*), prema metodici koju su opisali Mašić i sar.  
35 (1985) i Vitorović (1992).

36  
37 Za ispitivanje čvrstoće, tj. sile loma, korišćeni su leva tibija i levi tarsus. Sila loma je merena  
38 metodom sa tri tačke oslonca, korišćenjem uređaja IPINIS, sa rastojanjem oslonaca na  
39 koje se postavlja kost, od 40 mm. Sila (kg) je delovala odozgo, na srednji deo dijafize, do  
40 postizanja loma.

41 Za ispitivanje makroskopske strukture korišćena je desna tibija. Izvršeno je presecanje  
42 srednjeg dela dijafize, upravo na uzdužnu osu kosti. Na dobijenom preseku mereni su  
43 spoljašnji i unutrašnji poluprečnici (mm), a u cilju određivanja: površine ukupnog  
44 poprečnog preseka dijafize kosti; površine poprečnog preseka medularne šupljine kosti i  
45 površine poprečnog preseka kortikalnog dela dijafize kosti.

## 46 H. Analiza krvi (alkalna fosfataza)

47  
48  
49 Metoda –IFCC kinetički, kolorimetrijski metod (AMP pufer)

## 50 I. Rentgenografska ispitivanja kostiju

51  
52  
53 Sva rendgenografska snimanja kostiju kontrolne i dve eksperimentalne grupe brojlera  
54 izvršena su na stacionarnom rendgen aparatu «Selenos-4» uz upotrebu kondicija od 35  
55 KV, 16-20Mas i FOO-100cm. Ispitivanja su obavljena na Katedri za radiologiju i  
56 radijacionu higijenu Fakulteta veterinarske medicine u Beogradu.

## 57 J. Kompjuterizovana tomografija – tomoskener

1 Snimanja kostiju piladi su obavljena monoslajsnim aparatom za kompjuterizovanu tomografiju  
2 SOMATOM AR STAR. Urađeni su transverzalni skenovi uz upotrebu kondicija od 110kV i  
3 105mA, nakon čega je izvršena multiplanarna (MPR) rekonstrukcija dobijenih snimaka.

4 Kod kompjuterizovane tomografije atenuacija X zraka je određena na osnovu gustine tkiva  
5 (radiodenzitet), to jest odnosa gustine merenog i okolnog tkiva izraženih u Hounsfieldovim  
6 jedinicama (HU).

7 Na dobijenoj slici ili tomogramu kostiju živine izmerene su vrednosti gustine koštanog tkiva  
8 kortikalnog dela kosti, za obe ispitivane kosti (tibija i tarzus) i, to na poprečnim presecima  
9 u nivou proksimalne epifize, 1/2 dužine dijafize i distalne epifize. Takođe, mereni su i  
10 linearni parametri: dužina kostiju i spoljašnji i unutrašnji prečnici preseka središnjeg dela  
11 dijafize radi izračunavanja površina porečnih preseka.

## 12 13 **K. Statistička obrada podataka**

14  
15 Korišćeni su deskriptivni statistički parametri (aritmetička sredina, standardna greška, mere  
16 varijacije – standardna devijacija, minimalna vrednost, maksimalna vrednost, koeficijent  
17 varijacije i interval varijacije). Testom analiza varijanse (ANOVA) kao i ortogonalim  
18 polinomijalnim kontrastom (linearni i kvadratni) izvršeno je međusobno poređenje i utvrđivanje  
19 statistički značajnih razlika svih tretmana. Naknadne analize značajnosti statističkih razlika  
20 između pojedinih tretmana izvršene su Tukey post testom. Stepenn međusobne zavisnosti dva  
21 ispitivana parametra izražen je *Pearson*-ovim koeficijentom korelacije. Svi testovi su korišćeni  
22 na nivou rizika od  $p < 0,05$ .

23  
24 Poglavlje **Rezultati ispitivanja** podeljeno je u potpoglavlja radi bolje preglednosti.

25  
26 **Prvo potpoglavlje** Rezultata ispitivanja odnosi se na **zdravstveno stanje piladi**, a sa  
27 posebnim osvrtom na stanje lokomotrnog aparata. Brojleri oglednih grupa O – I i O – II bili su  
28 skladne telesne građe, pravilno razvijenog koštanog i mišićnog tkiva, živahnog temperamenta  
29 i dobre kondicije. Perje, koža i vidljive sluznice bile su uobičajenog izgleda. Appetit je bio  
30 dobar, a feces uobičajeno formiran. Sposobnost aktivnog kretanja i koordinacija pokreta bili  
31 su usklađeni, a mišićni tonus normalno izražen. Kontrolna grupa ispoljila je zaostajanje u  
32 telesnom rastu i razvoju. Mortalitet tokom ogleda kretao se u okvirima tehnoloških normativa,  
33 bez značajnih razlika među grupama.

34  
35 **Drugo potpoglavlje** Rezultata ispitivanja odnosi se na **proizvodne rezultate brojlera**. Pri  
36 postavljanju ogleda (prvog dana) pilad su imala ujednačenu **telesnu masu**, sa minimalnim  
37 numeričkim, ne i statistički značajnim razlikama. Jedinke obe ogledne grupe u odnosu na  
38 kontrolnu grupu, postigle su visoko statistički signifikantnu veću telesnu masu ( $p < 0,01$  i  $p <$   
39  $0,001$ ) u svim fazama ogleda, kao i za ogled u celosti. Pilad oglednih grupa, pokazala su  
40 razlike u izmerenoj telesnoj masi na nivou značajnosti od  $p < 0,05$  - sedmog dana,  $p < 0,001$  -  
41 21. dana,  $p < 0,001$  - 35. dana i  $p < 0,05$  posmatrano za ceo ogled zbirno. Najveća izmerena  
42 telesna masa 42. dana ogleda bila je kod ogledne grupe O – I ( $2519,00 \pm 249,10$  g) koja je bila  
43 statistički značajno veća ( $p < 0,05$ ) u odnosu na oglednu grupu O – II.

44 **Prosečan ukupni prirast** piladi obe ogledne grupe koje su dobijale monokalcijum fosfat, kao  
45 mineralno hranivo, bio je u granicama predviđenim tehnološkim normativima za ovu  
46 provenijenciju i dob života. Ostvaren ukupni prirast obe ogledne grupe u odnosu na kontrolnu  
47 grupu, u svim fazama ogleda, bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$  i  $p < 0,001$ ). Ostvaren  
48 **dnevni prirast** po fazama ogleda, kao i za ogled u celosti, pokazao je isti trend kretanja kao i  
49 ukupan prirast, tj. zabeleženi rezultati za prosečan dnevni prirast analogni su onima za  
50 prosečan ukupni prirast ( $p < 0,01$  i  $p < 0,001$ ). Najmanja **konzumacija hrane**, u svim fazama  
51 ogleda, kao i posmatrano za ogled u celosti, bila je u kontrolnoj grupi (K). Ogledne grupe  
52 postigle su konzumaciju sa manjim numeričkim razlikama, između sebe, tako da je ogledna  
53 grupa O – II imala manji utrošak hrane u svim fazama ogleda pojedinačno, kao i za ceo ogled  
54 zbirno. **Prosečna dnevna konzumacija** hrane, pratila je rezultate zabeležene za ukupnu  
55 konzumaciju, pa je kontrolna - K grupa postigla najmanju, a ogledna grupa O – I najveću  
56 dnevnu konzumaciju hrane, u svim merenjima. Najbolju **konverziju hrane** postigla je grupa O  
57 – I (1,78), a najlošiju kontrolna grupa (1,97), posmatrano za ceo ogled zbirno, ali i za svaku  
58 fazu ogleda pojedinačno.

59

1 **Treće potpoglavlje** odnosi se na rezultate **ispitivanja sadržaja mineralnih materija (P i Ca)**  
2 **u biološkom materijalu**. Ispitivanjem sadržaja kalcijuma i fosfora u **hrani**, u oba uzrasna  
3 perioda (I period – 11 – 15. dana i II period – 25 – 29. dana), uočen je statistički značajno ( $p <$   
4  $0,001$ ) veći unos oba elementa u obe ogledne grupe (O – I i O – II) u odnosu na kontrolnu  
5 grupu. Najveći **dnevni unos P i Ca hranom** postigla je ogledna grupa brojlera O – I ( $598 \pm$   
6  $45,86$  mg/dan fosfora i  $855 \pm 61,10$  mg/dan kalcijuma). **Količina dnevno izlučenog fosfora i**  
7 **kalcijuma fecesom** takođe je prikazana u ovom potpoglavlju. Kontrolna grupa brojlera imala  
8 je najmanju količinu P i Ca u fecesu, statistički značajno manju od ostalih oglednih grupe (O –  
9 I i O – II) ( $p < 0,001$  za P u oba ogledna perioda,  $p < 0,001$  za Ca u I periodu, dok je za II  
10 period  $p < 0,05$  u odnosu na O – I i  $p < 0,01$  za O – II).

11  
12 Zabeležene razlike u **koncentraciji fosfora i kalcijuma u krvnom serumu**, su bile statistički  
13 značajne ( $p < 0,05$ ,  $p < 0,001$ , istim redom) između obe ogledne grupe ( $135,3 \pm 16,82$  mmol/L  
14 P i  $203,05 \pm 21,04$  mmol/L Ca – O – I grupa;  $141 \pm 34,57$  mmol/L P i  $212 \pm 14,14$  mmol/L Ca  
15 – O – II grupa) s' jedne strane i kontrolne grupe ( $75,17 \pm 15,41$  mmol/L P i  $127,7 \pm 25,05$   
16 mmol/L Ca) sa druge strane.

17  
18 U **četvrtom potpoglavlju** prikazani su rezultati ispitivanja **količine dnevno apsorbovanog**  
19 **kalcijuma i fosfora**, pri čemu su utvrđene su statistički značajne razlike ( $p < 0,001$ ) između  
20 kontrolne i ostale dve ogledne grupe, u oba perioda, dok su između ove dve ogledne grupe  
21 postojale numeričke, ne i statistički značajne razlike. Procentualno izražena **iskoristivost**  
22 **suve materije obroka** nije značajno varirala među oglednim grupama za oba posmatrana  
23 uzrasna perioda, što ukazuje na ujednačen stepen svarljivosti kompletne smeše kod piladi  
24 svih poređenih grupa. Utvrđene razlike u **prividnoj svarljivosti fosfora i kalcijuma** između  
25 prve i druge ogledne grupa (O – I i O – II) međusobno, nisu bile statistički značajne. U  
26 poređenju ove dve ogledne grupe sa kontrolnom grupom ustanovljene su statistički značajne  
27 razlike ( $p < 0,05$  i  $p < 0,01$ ). **Prava svarljivost fosfora** izračunata je regresijom dnevne  
28 količine apsorbovanog fosfora iz hrane u odnosu na dnevni unos fosfora hranom za oba  
29 ogledna perioda. Dobijene su jednačine linearne regresije  $y=0.5937x+46.673$  i  $y=$   
30  $0.5596x+116.32$ , iz kojih je procenjena vrednost prave svarljivosti fosfora  $59,37\%$  i  $55,96\%$  za  
31 I i II period, redom. U ispitivanju prave svarljivosti fosfora iz potpune smeše, računskom  
32 korekcijom odnosa dnevnog unosa fosfora i izlučenog fosfora fecesom, na endogene gubitke  
33 fosfora, dobijene razlike među grupama nisu bile statistički značajne, a najveći procenat  
34 prave svarljivosti u oba posmatrana uzrasna perioda utvrđen je za O – I grupu ( $60,68\%$  – I  
35 period,  $57,39\%$  – II period).

36  
37 U **petom potpoglavlju** prikazane su razlike u **aktivnosti alkalne fosfataze u krvnom**  
38 **serumu**, koje nisu bile statistički značajne ( $7142,33 \pm 2689,11$  – K grupa;  $4097,67 \pm 2743,86$   
39 – O – I;  $4758,33 \pm 2242,21$  – O – II) između poređenih grupa.

40  
41 U **šestom potpoglavlju** Rezultata ispitivanja prikazani su rezultati utvrđivanja stepena  
42 mineralizacije kostiju.

43 **Hemijskim analizama kostiju** utvrđen je **sadržaj pepela** u kostima piladi, koji je bio veći  
44 srazmerno većoj količini ukupnog fosfora u hrani. Sa stanovišta statističke analize utvrđene  
45 razlike su bile značajne za tibiju ( $p < 0,05$ ), dok su za tarsus postojale numeričke, ne i  
46 statistički značajne razlike. Slično ovome, hemijskim analizama utvrđen **sadržaj fosfora i**  
47 **kalcijuma**, bio je veći srazmerno sadržaju ukupnog fosfora u hrani, ali ove razlike, za obe  
48 ispitivane kosti, nisu bile statistički značajne (tibija:  $7,46 \pm 0,44\%$  P i  $13,66 \pm 0,66\%$ Ca – K ;  
49  $7,92 \pm 0,27\%$ P i  $13,84 \pm 0,86\%$ Ca – O – I;  $7,59 \pm 0,49\%$ P i  $14,05 \pm 0,87\%$ Ca – O – II).

50  
51 **Biomehaničkim analizama** tibije i tarsusa metodom **sile loma** uočene su razlike između  
52 eksperimentalnih grupa. Čvrstina kostiju je veća srazmerno sadržaju ukupnog fosfora u hrani,  
53 tako da je najmanja sila potrebna da dovede do preloma kosti kontrolne grupe (K). Statistički  
54 značajno veća sila neophodna je za prelom tibije brojlera preostale dve ogledne grupe ( $p <$   
55  $0,05$ ), dok je za tarsus sila loma veća, ne i statistički značajno, za oglednu grupu O – II, dok je  
56 za oglednu grupu O – I sila loma značajno veća ( $p < 0,05$ ) u odnosu na kontrolnu grupu  
57 brojlera. Sila potrebna da dovede do preloma tibije kretala se od  $36,13 \pm 5,84$  kg do  $46,06 \pm$   
58  $8,03$  kg, a za tarsus od  $15,34 \pm 3,09$  kg do  $21,26 \pm 4,17$  kg.

59

1 **Morfometrijskim analizama** kostiju zapažene su numeričke razlike među oglednim  
2 grupama, koje sa stanovišta statističke analize nisu bile statistički značajne. Najveću površinu  
3 korteksa tibije imala je ogledna grupa brojlera O – I ( $35,56 \pm 10,13 \text{ mm}^2$ ). Merenjem **mase**  
4 **sirovih kostiju**, zabeležena je signifikantno manja masa tibije kontrolne grupe brojlera ( $6,848$   
5  $\pm 1,186 \text{ g}$ ) u poređenju sa oglednom grupom O – II ( $9,316 \pm 1,758 \text{ g}$  ( $p < 0,05$ ). Takođe,  
6 kontrolna grupa brojlera imala je statistički značajno ( $p < 0,05$ ) manju masu tarzusa u odnosu  
7 na O – I oglednu grupu ( $3,482 \pm 1,301 \text{ g} - K$ ;  $5,087 \pm 0,749 \text{ g} - O - I$ ).

8  
9 **Radiološke analiza kostiju** je obuhvatila **rentgenografska ispitivanja kostiju**, gde su u  
10 okviru ovog dela Rezultata prikazani opisi rentgrenoma kostiju (tibija i tarsus) piladi sve tri  
11 ogledne grupe, u kojima je istaknuto da su najizraženiju krečnu senku kompakte pokazale  
12 kosti ogledne grupe O – I.

13  
14 **Kompjuterizovanom tomografijom (CT)** izmerene vrednosti **gustine koštanog tkiva** tibije,  
15 u predelu proksimalne epifize,  $\frac{1}{2}$  dužine dijafize i distalne epifize, bile su najveće kod ogledne  
16 grupe O – I ( $431,2 \pm 29,49 \text{ HU}$  – proksimalna epifiza,  $1010 \pm 195,2 \text{ HU}$  –  $\frac{1}{2}$  dužine dijafize i  
17  $659,5 \pm 138,5 \text{ HU}$  – distalna epifiza). Najmanje izmerene vrednosti koštane gustine pokazale  
18 je kontrolna grupa (K) ( $395,2 \pm 83,85 \text{ HU}$  – proksimalna epifiza,  $833,4 \pm 166 \text{ HU}$  –  $\frac{1}{2}$  dužine  
19 dijafize i  $589,3 \pm 71,11 \text{ HU}$  – distalna epifiza). Zabeležene razlike su bile statistički značajne u  
20 preseku na  $\frac{1}{2}$  dužine dijafize i, to između oglednih grupa O – I i O – II, kao i ogledne grupe O  
21 – I i kontrolne (K) grupe ( $p < 0,05$ ). Koštana gustina tarzusa se statistički značajno razlikovala  
22 između kontrolne grupe (K) i ogledne grupe I (O – I) i, to u proksimalnoj epifizi ( $p < 0,01$ ), na  
23  $\frac{1}{2}$  dužine dijafize ( $p < 0,05$ ) i u distalnoj epifizi ( $p < 0,05$ ). U poređenju sa drugom oglednom  
24 grupom (O – II), kontrolna grupa piladi (K) imala je statistički značajno niže vrednosti gustine  
25 koštanog tkiva ( $p < 0,05$ ) na nivou proksimalne epifize. Sve ukupno, na sva tri preseka  
26 tarzusa izmerena je najveća gustina koštanog tkiva kod ogledna grupe O – I. Izmerene  
27 **dužine kostiju** su za obe ispitivane kosti bile su manje za kontrolnu grupu (K) brojlera, u  
28 odnosu na preostale dve ogledne grupe (O – I i O – II) i, to tako da je tibija piladi grupe K  
29 ( $9,25 \pm 0,85 \text{ cm}$ ) bila statistički značajno kraća u poređenju sa O – I ( $11,19 \pm 0,66 \text{ cm}$ ) ( $p <$   
30  $0,001$ ), ali i O – II oglednom grupom ( $10,65 \pm 0,46 \text{ cm}$ ) ( $p < 0,01$ ). Dužina tibije oglednih grupa  
31 O – I i O – II međusobno pokazala je samo numeričke razlike, bez statističke značajnosti.  
32 Dužina tarzusa bila je statistički značajno manja kod kontrolne grupe u odnosu na oglednu  
33 grupu O – I ( $p < 0,01$ ), dok ostale zabeležene razlike među grupama nisu bile statistički  
34 značajne. **Ukupna površina poprečnog preseka tibije** kontrolne (K) grupe brojlera ( $53,29 \pm$   
35  $6,59 \text{ mm}^2$ ) bila je manja u poređenju sa preostale dve ogledne grupe i, to statistički značajno  
36 manja u odnosu na O – I ( $62,26 \pm 4,10 \text{ mm}^2$ ) ( $p < 0,05$ ), dok je u odnosu na O – II grupu  
37 ( $60,67 \pm 5,36 \text{ mm}^2$ ) ova razlika bila samo numerička. Kontrolna grupa piladi imala je i  
38 najmanje vrednosti **površine medularne šupljine**, kao i **površine korteksa** u odnosu na  
39 ogledne grupe O – I i O – II. Utvrđene razlike nisu bile statistički značajne. Ukupna površina  
40 poprečnog preseka dijafize tarzusa ( $42,40 \pm 3,52 \text{ mm}^2$ ), statistički je značajno varirala, na  
41 visokom nivou značajnosti ( $p < 0,001$ ) između kontrolne grupe (K) s' jedne strane i ogledne  
42 grupe O – I ( $53,51 \pm 3,77 \text{ mm}^2$ ), kao i K grupe i ogledne grupe O – II ( $52,99 \pm 3,46 \text{ mm}^2$ ) s'  
43 druge strane. Ista ogledna grupa jedinki (K) imala je najmanje zabeležene površine  
44 medularne šupljine i površine korteksa dijafize, bez statističke značajnosti.

45  
46 U **desetom potpoglavlju** prikazana je **međusobna zavisnost iskoristivosti fosfora,**  
47 **proizvodnih rezultata i parametara ispitivanja na kostima.**

48  
49 Vrlo značajni nivo korelacije utvrđen je između količine ukupnog fosfora u hrani i  
50 koncentracije fosfora ( $0,7700^{***}$ ) i kalcijuma ( $0,8515^{***}$ ) u krvnom serumu; stvarno značajan  
51 nivo korelacije utvrđen je između količine ukupnog fosfora u hrani i sile loma ( $0,5834^*$ ),  
52 procenta pepela u tibiji ( $0,4341$ ) i koncentracije alkalne fosfataze u krvnom serumu ( $-0,4937^*$ );  
53 laki nivo korelacije između količine ukupnog fosfora u hrani i procenta fosfora ( $0,3911$ ) i  
54 kalcijuma ( $0,3819$ ) u tibiji, procenta pepela u tarzusu ( $0,2218$ ) i gustine tarzusa ( $0,3681$ ); a  
55 nezatni nivo korelacije ustanovljen je između količine ukupnog fosfora u hrani i gustine tibije  
56 ( $0,2246$ ), procenta fosfora ( $-0,1791$ ) i kalcijuma u tarzusu ( $0,1492$ ).

57  
58 U poglavlju **Diskusija** kandidat kritički razmatra dobijene rezultate i poredi ih sa rezultatima  
59 drugih autora.

60

1 U poglavlju **Spisak literature** navedeno je 237 referenci.

## 2 3 **VI ZAKLJUČCI ISTRAŽIVANJA (navesti zaključke koji su prikazani u doktorskoj** 4 **disertaciji):**

5 Na osnovu rezultata dobijenih u izvedenom ogledu izvedeni su sledeći zaključci:

6  
7 1. Upotrebom različitih izvora neorganskog fosfora nisu uočeni simptomi poremećaja  
8 zdravstvenog stanja kod oglednih grupa brojlera. Pilad hranjena hranom bez dodatog  
9 neorganskog izvora fosfora (kontrolna grupa) ispoljila su zaostajanje u rastu. Mortalitet se  
10 tokom ogleda kretao u okvirima tehnoloških normativa, bez značajnih razlika među grupama.

11  
12 2. Grupa brojlera, kod koje je fosfor u hrani poticao isključivo iz biljnih hraniva (kontrolna  
13 grupa) imala je statistički značajno lošije proizvodne rezultate (telesna masa, ukupni i dnevni  
14 prirast) u odnosu na preostale dve ogledne grupe. Ova grupa nije postigla proizvodne  
15 rezultate u skladu sa tehnološkim normativima. Komparacijom proizvodnih rezultata oglednih  
16 grupa koje su dobijale hranu sa različitim izvorom fosfora, uočene su statistički signifikantno  
17 bolje proizvodne performanse kod ogledne grupe I. Ukupna i dnevna konzumacija hrane bila  
18 je najveća a konverzija najmanja kod ogledne I grupe.

19  
20 3. Ogledne grupe piladi u posmatranim uzrasnim periodima (od 11 – 15.dana i od 25 –  
21 29.dana starosti) imale su značajno veći dnevni unos kalcijuma i fosfora, u odnosu na  
22 kontrolnu grupu piladi. U II uzrasnom periodu I ogledna grupa imala je statistički značajno  
23 veći dnevni unos kalcijuma u odnosu na II oglednu grupu što nije utvrđeno u I uzrasnom  
24 periodu. Nisu utvrđene statistički značajne razlike u unosu fosfora između oglednih grupa  
25 brojlera u I i II uzrasnom periodu.

26 Količina dnevno apsorbiranog fosfora i kalcijuma, kao i količina dnevnog izlučenog fosfora i  
27 kalcijuma fecesom kod oglednih grupa brojlera bila je statistički značajno veća u odnosu na  
28 grupu brojlera hranjenu hranom bez neorganskog izvora fosfora.

29 Utvrđeni trend promene ali bez statistički značajnih razlika između oglednih grupa brojlera, je  
30 ukazao na veći stepen apsorpcije fosfora i kalcijuma, kao i manji nivo izlučivanja ovih  
31 minerala fecesom kod I ogledne grupe.

32  
33 4. Utvrđivanjem prave i prividne svarljivosti fosfora, kao i prividne svarljivosti kalcijuma iz  
34 kompletnih smeša ustanovljena je najveća biološka dostupnost ovih mineralnih materija kod  
35 piladi ogledne I grupe. Poređenjem prave i prividne iskoristljivosti fosfora i kalcijuma u dva  
36 različita uzrasna perioda brojlera nisu ustanovljene statistički značajne razlike.

37  
38 5. Uključivanje mineralnog izvora fosfora u hranu dovelo je do značajno većih koncentracija  
39 fosfora i kalcijuma u krvnom serumu oglednih grupa piladi, u poređenju sa grupom piladi  
40 hranjenom smešom bez dodatog mineralnog hraniva (kontrolna grupa). Nasuprot ovome,  
41 aktivnost alkalne fosfataze u krvnom serumu nije se statistički značajno razlikovala između  
42 poređenih grupa brojlera.

43  
44 6. Utvrđen je statistički značajno veći prosečan sadržaj pepela, u tibiji, kod oglednih grupa u  
45 odnosu na kontrolnu grupu. Prosečan sadržaj kalcijuma kod O II grupe, a prosečan sadržaj  
46 fosfora kod O I grupe je bio statistički značajno veći u odnosu na kontrolnu grupu.

47 Prosečan sadržaj pepela, fosfora i kalcijuma u tarzusu nije se statistički razlikovao između  
48 poređenih grupa brojlera.

49  
50 7. Biomehaničkim ispitivanjima utvrđeno je da je sila loma tibije bila statistički značajno veća  
51 kod oglednih grupa brojlera u odnosu na kontrolnu grupu, a sila loma tarzusa bila je statistički  
52 značajno veća kod ogledne I grupe u odnosu na kontrolnu grupu brojlera, ali se nije značajno  
53 razlikovala od sile loma tarzusa O II grupe. Takođe nije utvrđena statistički značajna razlika  
54 između sile loma O II i kontrolne grupe brojlera.

55  
56 8. Morfometrijskom analizom kostiju nisu utvrđene statistički značajne razlike između površina  
57 ukupnog poprečnog preseka dijafize, površina preseka medularne šupljine kao i površine  
58 preseka korteksa dijafize. Mase sirovih kostiju (tibije i tarzusa) oglednih grupa brojlera bile su  
59 veće u odnosu na kontrolnu grupu s tim da su mase tibije O II grupe, odnosno tarzusa O I bile  
60 i satistički značajno veće u odnosu na kontrolnu grupu.



1  
2 8. Rentgenografskim ispitivanjima makrostrukture prvog reda uočen je najveći stepen  
3 osifikacije kod piladi I ogleadne grupe.

4 Prosečne dužine dijafiza obe ispitivane kosti su bile statistički značajno veće kod ogleadnih  
5 grupa u odnosu na kontrolnu grupu, dok je širina kompakte bila veća samo kod tarzusa  
6 ogleadne I grupe u odnosu na kontrolnu grupu.

7 Kompjuterizovanom tomografijom ustanovljena je najveća gustina koštanog tkiva na kostima  
8 piladi I ogleadne grupe, koja je bila i statistički značajno veća u odnosu na kontrolnu grupu.  
9 Kod iste grupe jedinki izmerene su i najveće: dužine kostiju, površine poprečnih preseka, kao  
10 i udeli kortikalne kosti u ukupnim površinama poprečnih preseka. Stepem mineralizacije  
11 koštanog tkiva bio je najveći kod piladi ove grupe.

12  
13 10. Visoki i pozitivni stepeni korelacije ustanovljen između količine ukupnog fosfora u hrani i  
14 količine apsorbovanog fosfora, kao i ispitivanih parametara kostiju i krvnog seruma, ukazuju  
15 na direktno proporcionalnu vezu između ovih parametara, dok je negativan korelacioni  
16 koeficijent ukupnog sadržaja fosfora u obroku i procenata svarljivosti posledica uključivanja  
17 homeostatskih mehanizama u uslovima deficita fosfora u hrani.

18  
19 11. Dobijeni rezultati ukazuju da je monokalcijum fosfat korišćen u ishrani I ogleadne grupe  
20 pokazao veći stepen biološke dostupnosti fosfora i ima potencijalne benefite kao izvor fosfora  
21 u odnosu na monokalcijum fosfat korišćen u ishrani brojlera II ogleadne grupe.

22  
23 **VII OCENA NAČINA PRIKAZA I TUMAČENJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA (navesti da li**  
24 **su dobijeni rezultati u skladu sa postavnjenim ciljem i zadacima istraživanja, kao i da li**  
25 **zaključci proizilaze iz dobijenih rezultata):** Dobijeni rezultati su u skladu sa postavljenim  
26 ciljevima i zadacima istraživanja i zaključci proizilaze iz dobijenih rezultata.

27 Dobijeni rezultati prikazani su tabelarno i grafički i na osnovu toga tumačeni. Tumačenje  
28 rezultata je dato jasno i razumljivo.

## 29 30 **VIII KONAČNA OCENA DOKTORSKE DISERTACIJE:**

31  
32 **1. Da li je disertacija napisana u skladu sa obrazloženjem navedenim u prijavi teme?**

33 Disertacija je u svemu napisana u skladu sa obrazloženjem navedenim u prijavi teme.

34  
35 **2. Da li disertacija sadrži sve elemente propisane za završenu doktorsku disertaciju?**

36 Doktorska disertacija Marije Pavlović, Dr vet med, sadrži sve bitne elemente koji se zahtevaju  
37 za završenu doktorsku disertaciju.

38  
39 **3. Po čemu je disertacija originalan doprinos nauci?**

40 Doktorska disertacija Marije Pavlović, je originalan doprinos nauci, budući da na jedan  
41 sveobuhvatan način govori o evaluaciji mineralnih izvora fosfora u smislu njegove biološke  
42 dostupnosti i stepena iskoristivosti fosfora iz kompletne smeše, kao i njegovom uticaju na  
43 proizvodne rezultate i zdravstveno stanje piladi u tovu, sa posebnim osvrtom na stepen  
44 mineralizacije koštanog tkiva. Usled ograničene iskoristivosti fosfora iz biljnih hraniva,  
45 neophodno je dodavanje mineralnih izvora u cilju ispoljavanja optimalnih proizvodnih  
46 performansi. Određivanje i definisanje iskoristivosti neorganskog fosfora različitog porekla, u  
47 poređenju sa nutritivnim zahtevima brojlera u tovu ima i praktičnu tj. primenljivu vrednost u  
48 intenzivnom odgoju brojlera. Rezultati ove doktorske disertacije mogu naći praktičnu primenu,  
49 u savremenom živinarstvu, u cilju formulisanja obroka tako da se obezbedi postizanje  
50 najboljih proizvodnih rezultata, bez štetnih efekata na zdravstveni status životinja, ali i sa  
51 ciljem da se izbegne dodavanje fosfora u višku kao zagađivača životne sredine.

## 52 53 **IX PREDLOG:**

54  
55 **Na osnovu ukupne ocene disertacije, komisija predlaže (odabrati jednu od tri**  
56 **ponuđenih mogućnosti):**

57 - da se doktorska disertacija prihvati a kandidatu odobri odbrana.  
58  
59  
60

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39

DATUM

POTPISI ČLANOVA KOMISIJE

Dr Radmila Marković, vanredni profesor,  
Katedra za Ishranu i botaniku,  
Fakultet veterinarske medicine,  
Univerziteta u Beogradu

Dr Dragan Šefer, redovni profesor,  
Katedra za Ishranu i botaniku,  
Fakultet veterinarske medicine,  
Univerziteta u Beogradu

Dr Nikola Krstić, redovni profesor,  
Katedra za radiologiju i radijacionu higijenu  
Fakultet veterinarske medicine,  
Univerziteta u Beogradu

Dr Milan Ž. Baltić, redovni profesor u penziji,  
Fakultet veterinarske medicine,  
Univerziteta u Beogradu

Dr Ksenija Nešić, viši naučni saradnik,  
Naučni instut za veterinarstvo Srbije, Beograd