ФАКУЛТЕТ ВЕТЕРИНАРСКЕ МЕДИЦИНЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ **ОБРАЗАЦ - Д 3**

ИЗВЕШТАЈ О НАУЧНОЈ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ И ПОДОБНОСТИ КАНДИДАТА ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ:

1. **Датум и назив органа који је именовао комисију**:

Наставно - научно веће Факултета ветеринарске медицине Универзитета у Београду на 285. седници одржаној 08.07.2026. године је именовало комисију за процену научне заснованости и подобности кандидата Акрама Ел Кадија, за израду докторске дисертације, под називом: „ **Ефекти суплементације микробне мурамидазе на производне резултате и хистоморфометријске параметре танких црева бројлера у тову“**

2. **Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, године избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен**:

1. Др Радмила Марковић, редовни професор, исхрана и ботаника, 2019., Катедра за исхрану и ботанику, Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду.
2. Др Слађан Нешић, ванредни професор, патологија, 2022., Катедра за патологију, Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду.
3. Др Дејан Перић, доцент, исхрана и ботаника, 2025., Катедра за исхрану и ботанику, Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду.
4. Др Шивани Каточ, редовни професор, исхрана, 2018.**,** Катедра за исхрану, Факултет ветеринарске медицине DGCN, Пољопривредног универзитета CSK HP, Палампур 176062, Индија

II МЕНТОР КОЈИ СЕ ПРЕДЛАЖЕ И ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА (навести списак изабраних радова са категоризацијом, највише до 10 радова):

Проф. др Драган Шефер, редовни професор, исхрана, 2014, Катедра за исхрану и ботанику, Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду (ментор 1)

Проф. др Драган Шефер је редовни професор на Катедри за исхрану и ботанику Факултета ветеринарске медицине, Универзитета у Београду. Током своје научно-истраживачке каријере објавио је већи број радова у домаћим и међународним научним часописима, учествовао на више пројеката и усавршавао се у иностранству. Његово уже научно интересовање обухвата исхрану домаћих животиња укључујући исхрану живине и са посебним освртом на коришћење адитива у храни за животиње. Такође је аутор и коаутор више уџбеника и монографија из наведене области. Био је ментор, као и члан комисија у изради више докторских дисертација и специјалистичких радова. Рецензент је у домаћим и међународним научним и стручним часописима. Члан је и Развојне академије пољопривреде Србије и председник је савета Факултета ветеринарске медицине. Такође, представник је и WVA – World Veterinary Association – светског удружења ветеринара.

Списак радова са категоризацијом:

1. Radmila Marković, Jelena Ćirić, Aleksandar Drljačić, **Dragan Šefer**, Ivan Jovanović, Dragoljub Jovanović, Svetlana Milanović, Dejana Trbović, Stamen Radulović, Milan Ž.Baltić, Marija Starčević, 2018, The effects of dietary Selenium-yeast level on glutathione peroxidase activity, tissue Selenium content, growth performance, and carcass and meat quality of broilers. Poultry Science, 97,8,2861-2870 dx.doi.org/10.3382/ps/pey198 (M21, IF 3.014)

2. Radmila Marković, Jelena Ćirić, Marija Starčević, **Dragan Šefer**, Milan Ž.Baltić, 2019, Effects of selenium source and level in diet on glutathione peroxidase activity, tissue selenium distribution, and growth performance in poultry, Animal Health Research Reviews, 19, 166-176 Doi: 10.017/S1466252318000105 (M21, IF 3.839)
3. Lazar Makivić, Milica Glišić, Marija Bošković, Jasna Đorđević, Radmila Marković, Milan Baltić, **Dragan Šefer**, 2019. Performances, ileal and Cecal Microbial Populations and Histological Characteristics in Broiler Fed Diets Supplemented with Lignocellulose. Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 25,1: 83-91 DOI: 10.9775/kvfd.2018.20356 ISSN 1309-2251 (M23, IF 0.56)
4. Borjana Vranješ, Dragan Milićević, **Dragan Šefer**, Srđan Stefanović, Jelena Ajtić, Branislava M. Mitrović, 2020, Presence of natural radionuclides and toxic elements in monocalcium phosphate, complete feed and pig manure, Science of the Total Environment, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137578 (M21, IF 7.963)
5. Željko Maksimović, Marija Starčević, **Dragan Šefer**, Jelena Janjić, Anita Radovanović, Stamen Radulović, Dejan Perić, Radmila Marković, 2022, Effects of Adding Different Dosages of Saccharomyces cerevisiae in Diet on Growth Performance, Carcass Characteristics, IntestinalMorphology, and Gut Microflora of Broilers, Kafkas Universitesi Veteriner FakultesiDergisi 28 (4): 461-468. Doi: 10.9775/kvfd.2022.27458 (M23, IF 1.10)

Др Наташа Гламочлија, виши научни сарадник Биотехничке науке – ветеринарство, Безбедност хране, 2020., Катедра за исхрану и ботанику, Факултета ветеринарске медицине Универзитета у Београду (ментор 2)

Др Наташа Гламочлија поседује дугогодишње научноистраживачко и стручно искуство у области Биотехничке науке – ветеринарство, са посебним освртом на исхрану животиња, између осталог и исхрану живине, производњу живине и квалитет намирница анималног порекла. Њен научноистраживачки рад између осталог обухвата испитивање утицаја различитих нутритивних додатака и функционалних компоненти у исхрани животиња на производне параметре, здравствено стање и квалитет производа. Посебно значајно за предложену докторску дисертацију је њено искуство у истраживањима примене ензима у исхрани бројлера, као и праћење њихових утицаја на производне перформансе, морфологију дигестивног тракта и искористивост хранљивих материја. Др Наташа Гламочлија се усавршавала у иностранству. Учествовала је у реализацији пројеката Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, а резултате својих истраживања објавила је у преко 100 радова у домаћим и међународним научним часописима од којих је значајан број са SCI листе.

Списак радова са категоризацијом:

1. Žigić, V., Glišić, M., Cabrol, M. B., **Glamočlija, N.**, Tomović, V., Djekić, I., & Dimitrijević, M. (2025). Partial replacement of pork meat by yellow mealworm (Tenebrio molitor) and house cricket (Acheta domesticus) flour in frankfurters: Nutritional composition, technological traits, shelf life and sensory attributes. *Meat Science*, 110001.(M21a, IF 6.1)
2. Starčević, M., **Glamočlija, N.**, Baltić, B., Glišić, M., Laudanović, M., Krstić, M., Bošković Cabrol, M. (2025). Nutritional value of wild-harvested game meat of red deer (Cervus elaphus), fallow deer (Dama dama), and roe deer (Capreolus capreolus). Acta Veterinaria-Beograd. 2025;75(1):63–81. (M23; IF 0.8).
3. Aleksić J., **Glamočlija N**., Laudanović M., Ivanović S., Milijašević M., Baltić B., Starčević M. (2025). The content and associated health risk assessment of toxic elements, micro- and macrominerals in common carp, Wels catfish, and silver carp from the Danube River in Serbia. Environmental Geochemistry and Health, 47:60. **M21** (IF 4.0).
4. Bošković Cabrol, M., Ristić, M., Šević, K., Đorđević, J., Glišić, M., **Glamočlija, N.**, Baltić, M. Ž., Šefer, D., & Marković, R. (2021). Phytobiotics as Antibiotic Substitutes in Poultry Meat Production. Fleischwirtschaft, 101(10), 178–184. (M23, IF 0.32)
5. Baltic, M., Dokmanovic, Starcevic, M., Basic, M., Zemunovic, A., Ivanovic, J., Markovic, R., Janjic, J., Mahmutovic, H., **Glamoclija, N.** (2016). Effects of dietary selenium yeast

concentrations on growth performance and carcass composition of ducks. Animal Production Science. 57(8), 1731-1737. (M21, IF 1.397)

III ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. **Име, име једног родитеља, презиме**: Акрам Назих Ел Кади
2. **Датум и место рођења, општина, Република**: 28.04.1981. Beirut, Lebanon.
3. **Датум одбране, место и назив магистарске тезе***: 02.2007. American University of Beirut, *Beirut, Lebanon*, Performance and egg quality of laying hens fed Egg Shell 49 or Replamin.
4. **Научна област из које је стечено академско звање магистра наука*:** Master's of Science in Animal Science

IV ОБРАЗЛОЖЕНИ КРИТЕРИЈУМИ И РАЗЛОЗИ НА ОСНОВУ КОЈИХ СЕ ЗАСНИВА ПОЗИТИВНА ОЦЕНА ДА ЈЕ КАНДИДАТ ПОДОБАН ДА РАДИ ДИСЕРТАЦИЈУ (школовање, стипендије, радна биографија, учешће у пројектима, приказ научних и стручних радова са категоризацијом):

Кандидат Акрам Ел Кади је академско образовање стекао на једном од најугледнијих америчких универзитета на Блиском истоку – Америчком универзитету у Бејруту (American University of Beirut), Либан, где је студирао у периоду од 2001. до 2007. године. Током студија стекао је диплому основних академских студија из области пољопривреде (Bachelor's degree in Agriculture), диплому из пољопривредног инжењерства (Diploma in Agriculture Engineering), као и звање мастера наука из области науке о животињама (Master of Science in Animal Science). Његова мастер теза носила је назив *„Performance and Egg Quality of Laying Hens Fed Mineral Proteinates or Amino Acid Chelates“* („Производне особине и квалитет јаја кока носиља храњених минералним протеинатима или хелатима аминокиселина“). Апстракт рада доступан је на платформи ResearchGate.
Године 2007. започео је професионалну каријеру у живинарству као руководилац пословне јединице и специјалиста за узгој живине у компанији Zartech Ltd у Нигерији, где је радио скоро девет година. Био је одговоран за управљање производном јединицом која је обухватала девет објеката за узгој дедовских и родитељских јата. Његове дужности укључивале су организацију и надзор узгоја дедовских и родитељских јата током читавог производног циклуса, планирање и спровођење програма вакцинације, апликацију вакцина, као и редовно прикупљање серума ради одређивања титра антитела применом ELISA методе. Поред тога, по потреби је вршио обдукцију угинулих јединки у циљу постављања дијагнозе и одређивања одговарајуће антибиотске терапије.
У оквиру производног комплекса налазила се и инкубаторска станица са девет Petersime инкубатора (setter/hatcher), капацитета око 100.000 приплодних јаја недељно. Био је активно укључен у организацију и контролу рада инкубаторске станице, праћење квалитета и селекције јаја, као и процес њиховог насађивања и излегања.
Након тога, три године је радио у белгијској компанији специјализованој за продају опреме за живинарство на тржишту југоисточне Азије. Током овог периода стекао је значајно искуство у области пројектовања, инсталације и продаје опреме за живинарску производњу, укључујући системе кавезног и подног држања, као и системе вентилације и осветљења.
Године 2018. преселио се са породицом у Уједињене Арапске Емирате, где је преузео функцију директора продаје и техничке продаје у компанији National Feed. На тој позицији остварио је значајне пословне резултате, укључујући континуирано повећање годишњег прихода од продаје, надмашивши постављене продајне циљеве и резултате изнад планираног годишњег буџета.
Своје високошколско образовање употпунио је богатим практичним искуством стеченим у Африци, на Блиском истоку и у Азији. Комбинација академског образовања, вишегодишњег професионалног искуства и израженог интересовања за област живинарства представљала је основу за упис докторских академских студија на Факултету ветеринарске медицине Универзитета у Београду.

Библиографија:

Списак радова са категоризацијом:

Апстракт за конференцију (Poultry Science Association):

1. Farran, M., **El Kadi, A.**, N., & Barbour, G. W. (2006). *Performance and egg quality of laying hens fed Egg Shell 49 or Replamin.* Poultry Science, 85(Suppl. 1), 30 (Abstract).

V ОЦЕНА ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ:

1. Наслов дисертације:

„Ефекти суплементације микробне мурамидазе на производне резултате и хистоморфометријске параметре танких црева бројлера у тову “

2. Предмет истраживања (без литаратурних навода, до 700 речи):

Живинарска производња представља једну од најдинамичнијих грана сточарства и има кључну улогу у обезбеђивању висококвалитетних протеина животињског порекла за исхрану становништва. Савремени системи производње бројлера захтевају постизање високих производних резултата уз истовремено очување здравља животиња, добробити и безбедности хране. Последњих деценија, ограничење и забрана употребе антибиотика као стимулатора раста у бројним земљама довели су до потребе за развојем нових стратегија исхране које ће омогућити очување производних перформанси без негативног утицаја на здравље животиња и појаву антимикробне резистенције.
У том контексту, све већа пажња посвећује се употреби функционалних адитива у исхрани живине, посебно ензима који могу да побољшају функционалност гастроинтестиналног тракта, искоришћавање хранљивих материја и производне резултате. Поред добро познатих ензима који делују на компоненте хране, последњих година развијена је нова генерација ензима чији је циљ деловања бактеријски пептидогликан присутан у дигестивном тракту. Један од најзначајнијих представника ове групе је мурамидаза, ензим који хидролизује пептидогликан бактеријских ћелијских зидова, смањује акумулацију бактеријских остатака у цревима и доприноси очувању интегритета цревне слузокоже.
Очување здравља гастроинтестиналног тракта представља један од најважнијих предуслова за ефикасну дигестију и апсорпцију хранљивих материја код бројлера. Морфолошке карактеристике цревне слузокоже, пре свега висина и ширина цревних ресица, дубина крипти и број пехарастих ћелија, директно су повезане са апсорпционом површином и функционалним капацитетом дигестивног система. Побољшање ових параметара омогућава ефикасније искоришћавање хране, бољи раст и развој јединки, као и већу отпорност организма на различите стресне факторе.
Поред морфолошких показатеља, све већи значај добијају биомаркери који омогућавају процену функционалног стања гастроинтестиналног тракта. Концентрација каротеноида у крви представља индиректан показатељ способности апсорпције хранљивих материја и функционалног интегритета цревне слузокоже, јер њихова ресорпција директно зависи од очуваности цревног епитела. Истовремено, производни параметри као што су телесна маса, дневни прираст, конзумација и конверзија хране остају најважнији показатељи економске ефикасности бројлерске производње.
Иако су досадашња истраживања указала на позитиван утицај мурамидазе на производне резултате и здравље гастроинтестиналног тракта бројлера, још увек не постоји довољно података о оптималној концентрацији овог ензима у храни, нити су у потпуности разјашњени механизми његовог деловања у условима који одговарају комерцијалној производњи. Посебно су ограничена сазнања о повезаности различитих доза мурамидазе са морфолошким променама црева,

концентрацијом каротеноида у крви као показатељем апсорпционе способности и производним резултатима бројлера.
Из тог разлога предмет истраживања ове докторске дисертације ће бити испитивање утицаја различитих концентрација мурамидазе у исхрани бројлерских пилића на производне перформансе, морфометријске карактеристике танких црева дуоденума, јејунума и илеума, као и на концентрацију каротеноида у крви као индикатора функционалности гастроинтестиналног тракта. Истраживање ће обухватити процену телесне масе, дневног прираста, конзумације и конверзије хране, анализу висине и ширине цревних ресица, дубине крипти и броја пехарастих ћелија, као и одређивање концентрације каротеноида у крви. Добијени резултати омогућиће боље разумевање механизма деловања мурамидазе и процену њене применљивости као савременог функционалног адитива у исхрани бројлера, са циљем унапређења здравља дигестивног тракта, побољшања производних резултата и развоја одрживе живинарске производње.

3. Подаци из изабране литературе (са наводима из литературе приказаних у оквиру текста и списком референци коришћених у тексту, до 700 речи и 10 референци):

Интензивна производња бројлерских пилића последњих година суочава се са значајним изазовима услед ограничене употребе антибиотика као стимулатора раста и све већих захтева за безбедном и одрживом производњом хране. Због тога су истраживања усмерена ка проналажењу алтернативних адитива који ће очувати здравље гастроинтестиналног тракта, побољшати искоришћавање хранљивих материја и омогућити боље производне резултате без повећања ризика од развоја антимикробне резистенције (Sais и сар., 2020; Amer и сар., 2023).
Гастроинтестинални тракт бројлера представља сложен функционални систем у коме интеракција цревне микробиоте, дигестивних процеса и локалног имунског одговора директно одређује производне перформансе животиња. Током уобичајене присутности бактеријске популације у дигестивном тракту долази до ослобађања пептидогликана (PGN), структурних компоненти бактеријског ћелијског зида. Њихова акумулација на површини интестиналног епитела може активирати локалне инфламаторне механизме, нарушити интегритет цревне слузокоже и смањити ефикасност варења и ресорпције хранљивих материја (Wang и сар., 2021; Brugaletta и сар., 2022).
Мурамидаза представља нову генерацију ензимских адитива чији механизам деловања значајно одступа од класичних дигестивних ензима. Она хидролизује β-1,4-гликозидну везу између N-ацетилмураминске киселине и N-ацетилглукозамина у молекулу пептидогликана бактеријског ћелијског зида. На тај начин смањује количину бактеријских остатака у гастроинтестиналном тракту, ублажава локални инфламаторни одговор и омогућава ефикасније искоришћавање хранљивих материја (Brugaletta и сар., 2022; Wang и сар., 2021). Доказано је да разградњом пептидогликана настају мурамил-дипептиди који активирају NOD2 рецепторе и доприносе регулацији локалног имунског одговора, чиме се више енергије усмерава ка расту и производњи него ка одржавању инфламације (Wang и сар., 2021).
Бројна истраживања потврђују позитиван утицај микробне мурамидазе на производне резултате бројлера. Amer и сарадници (2023) доказали су да додавање 350 и 450 g мурамидазе по тони хране доводи до повећања телесне масе и дневног прираста, при чему је најизраженији ефекат постигнут применом веће дозе. Истовремено је утврђено повећање концентрације каротеноида у крви, што указује на побољшану апсорпцију хранљивих материја, односно већу функционалност гастроинтестиналног тракта. Сличне резултате добили су Goes и сарадници (2022), који су додаткм микробне мурамидазе утврдили побољшање сварљивости хранљивих материја и боље показатеље добробити бројлера.
Позитиван ефекат мурамидазе огледа се и у променама морфологије танког црева. Повећање висине и ширине цревних ресица, као и повољнији однос висине ресица и дубине крипти, омогућавају већу апсорпциону површину и ефикаснију ресорпцију хранљивих материја. Истраживања су показала да примена мурамидазе побољшава морфометријске карактеристике дуоденума, јејунума и илеума, што је повезано са интензивнијим растом бројлера (Amer и сар., 2023; Cho и сар., 2024). Поред тога, примена мурамидазе позитивно утиче на састав интестиналне микробиоте и функционалност гастроинтестиналног тракта (Cho и сар., 2024).
Резултати мулти факторијалних истраживања показују да мурамидаза изазива промене у метаболичким и микробиолошким процесима у гастроинтестиналном тракту, што доводи до смањења локалне инфламације и ефикаснијег искоришћавања хранљивих материја (Brugaletta и

сар., 2022). Истовремено је утврђено да примена мурамидазе повећава илеалну сварљивост аминокиселина у оброцима базираним на кукурузу и пшеници, без повећања ендогених губитака аминокиселина, што додатно потврђује њен позитиван утицај на нутритивну ефикасност оброка (Pérez-Calvo и сар., 2023).

Ефикасност мурамидазе зависи и од услова производње. Истраживања показују да састав оброка, ниво влакана у оброку и програми контроле кокцидиозе могу утицати на интензитет њеног деловања (Bortoluzzi и сар., 2023). Такође, поређење мурамидазе са фитогеним адитивима показало је да оба приступа позитивно делују на производне резултате, али да мурамидаза испољава израженији утицај на морфологију црева и гастроинтестиналну функционалност (Ceylan и сар., 2024).

Иако су бројна истраживања потврдила позитивне ефекте мурамидазе на производне перформансе, морфологију црева и искоришћавање хранљивих материја, механизми њеног деловања још увек нису у потпуности разјашњени, посебно у условима комерцијалне производње бројлера. Због тога су потребна даља истраживања која ће омогућити прецизније сагледавање односа између различитих доза мурамидазе, промена морфологије гастроинтестиналног тракта, сварљивости хранљивих материја и производних резултата, што представља научну основу предложеног истраживања.

Референце

1 Amer, S. A., Farahat, M., Gouda, A., Abdel-Wareth, A. A. A., Abdel-Warith, A.-W. A., Younis, E. M., Elshopakey, G. E., Baher, W. M., Saleh, G. K., Davies, S. J., & Attia,G. A. (2023). New insights into the effects of microbial muramidase addition in the diets of broiler chickens. *Animals*, 13, 1356.doi:10.3390/ani13081356

2 Brugaletta, G., De Cesare, A., Laghi, L., Manfreda, G., Zampiga, M., Oliveri, C., Pérez-Calvo, E., Litta, G., Lolli, S., & Sirri, F. (2022). A multi-omics approach to elucidate the mechanisms of action of a dietary muramidase administered to broiler chickens. *Scientific Reports*, 12, 5559.doi:10.1038/s41598-022-09546-6

3 Bortoluzzi, C., Perez-Calvo, E., Olsen, P. B., van der Vaart, S., van Eerden, E., Schmeisser, J., Eising, I., Segobola, P., & Sorbara, J.-O. B. (2023). Effect of microbial muramidase supplementation in diets formulated with different fiber profiles for broiler chickens raised under various coccidiosis management programs. *Poultry Science*, 102, 102955. doi:10.1016/j.psj.2023.102955

4 Ceylan, N., Bortoluzzi, C., Gunturkun, O., & Perez-Calvo, E. (2024).Comparative effects of dietary muramidase and phytogenics on the growth performance and gastrointestinal functionality of broiler chickens. *Poultry Science*, 103(10), 104147. doi:10.1016/j.psj.2024.104147

5 Cho, S., Kumar, S. S., Ramirez, S., Valientes, R., & Kim, I. H. (2024). Dietary eubiotics of microbial muramidase and glycan improve intestinal villi, ileum microbiota composition and production trait of broiler. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 15, 59. doi:10.1186/s40104-024-01010-x

6 Goes, E. C., Dal Pont, G. C., Maiorka, A., Bittencourt, L. C., Bortoluzzi, C., Fascina, V. B., Lopez-Ulibarri, R., Perez-Calvo, E., Beirão, B. C. B., & Caron, L. F. (2022). Effects of a microbial muramidase on the growth performance, intestinal permeability, nutrient digestibility, and welfare of broiler chickens. *Poultry Science*, 101, 102232. doi:10.1016/j.psj.2022.102232

7 Pérez-Calvo, E., Aureli, R., Sorbara, J. O. B., & Cowieson, A. J. (2023). Dietary muramidase increases ileal amino acid digestibility of wheat and corn-based broiler diets without affecting endogenous amino acid losses. *Poultry Science*, 102, 102619. doi:10.1016/j.psj.2023.102619

8 Sais, M., Barroeta, A. C., López-Colom, P., Nofrarías, M., Majó, N., Lopez-Ulibarri, R., Pérez-Calvo, E., & Martín-Orúe, S. M. (2020). Evaluation of dietary supplementation of a novel microbial muramidase on gastrointestinal functionality and growth performance in broiler chickens. *Poultry Science*, 99, 235–245. doi:10.3382/ps/pez466

9 Wang, Y., Goossens, E., Eeckhaut, V., Pérez-Calvo, E., Lopez-Ulibarri, R., Eising, I., Klausen, M., Debunne, N., De Spiegeleer, B., Ducatelle, R., & Van Immerseel, F. (2021). Dietary muramidase degrades bacterial peptidoglycan to NOD-activating muramyl

dipeptides and reduces duodenal inflammation in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 126, 641–651. doi:10.1017/S0007114520004493
10 Walk, C. L., Alleno, C., Bouvet, R., Thoby, J.-M., Eising, I., & Segobola, P. (2023). Dietary muramidase improved growth performance, feed efficiency, breast meat yield, and welfare of turkeys from hatch to market. *Poultry Science*, 102, 102716. doi:10.1016/j.psj.2023.102716

4. Циљ истраживања (описно):

Циљ овог истраживања је испитивање ефеката различитих нивоа укључивања микробне мурамидазе (Balancius®) у исхрану бројлерских пилића гајених у условима који одговарају комерцијалној производњи, са циљем процене њеног утицаја на производне резултате, функционалност гастроинтестиналног тракта и способност искоришћавања хранљивих материја.
У оквиру истраживања биће процењен утицај различитих концентрација мурамидазе на телесну масу, дневни прираст, конзумацију и конверзију хране, као и на хистоморфолошке карактеристике дуоденума, јејунума и илеума (висина и ширина ресица, дубина крипти, однос висине ресица и дубине крипти и густина пехарастих ћелија). Поред тога, биће одређена концентрација каротеноида у крви као индиректни показатељ интегритета цревне слузокоже и ефикасности апсорпције хранљивих материја.
Добијени резултати треба да допринесу бољем разумевању механизма деловања микробне мурамидазе у исхрани бројлера, као и дефинисању оптималног нивоа њене примене ради побољшања производних перформанси, здравља гастроинтестиналног тракта и ефикасности производње у савременим условима гајења.

5. Очекивани резултати:

Очекује се да ће примена микробне мурамидазе у исхрани бројлерских пилића позитивно утицати на производне перформансе, пре свега кроз повећање телесне масе и дневног прираста, као и побољшање искоришћавања хранљивих материја. Иако претходна истраживања указују да ефекат на конверзију хране није увек статистички значајан, очекује се да ће различити нивои укључивања мурамидазе омогућити процену њеног утицаја на овај производни параметар у условима гајења који одговарају комерцијалној производњи.
Очекује се да ће бројлери храњени оброцима са додатком мурамидазе имати повољније хистоморфолошке карактеристике танког црева, које ће се огледати у већој висини и ширини цревних ресица, повољнијем односу висине ресица и дубине крипти и очуваном интегритету цревне слузокоже, што би указивало на побољшану апсорпциону способност гастроинтестиналног тракта. Такође се очекује повећана концентрација каротеноида у крви, као индиректног показатеља боље ресорпције хранљивих материја и очуване функционалности дигестивног система.
Очекује се да ће добијени резултати допринети бољем разумевању механизма деловања микробне мурамидазе у гастроинтестиналном тракту бројлера, нарочито њеног утицаја на функционалност црева, морфолошке карактеристике интестиналне слузокоже и производне резултате. Поред тога, резултати би могли допринети дефинисању оптималног нивоа примене овог ензима у исхрани бројлера и процени његовог потенцијала као безбедног и ефикасног функционалног адитива.
Практични значај истраживања огледа се у могућности примене добијених сазнања у унапређењу одрживе производње бројлерских пилића, очувању здравља гастроинтестиналног тракта, побољшању ефикасности производње и смањењу потребе за употребом антибиотика као стимулатора раста, што је у складу са савременим принципима безбедности хране и одговорне живинарске производње.

6. План истраживања (приказан у фазама):

Прва фаза истраживања обухватиће прикупљање и анализу доступне научне и стручне литературе из области исхране бројлера, примене егзогених ензима у исхрани живине, механизма деловања мурамидазе (Balancius®), интестиналног здравља, морфологије дигестивног тракта и

производних показатеља бројлера. На основу литературних података биће дефинисан значај примене мурамидазе као функционалног додатка храни у условима савремене производње бројлера.

Друга фаза истраживања подразумеваће дефинисање експерименталног дизајна, формирање контролне и експерименталних група, као и припрему експерименталних смеша са различитим нивоима додатка мурамидазе. Биће формиране три групе бројлера: контролна група која ће добијати базалну смешу без додатка мурамидазе (Т1), експериментална група са додатком 350 g мурамидазе/t хране (Т2) и експериментална група са додатком 450 g мурамидазе/t хране (Т3). Исхрана ће бити формулисана у складу са нутритивним препорукама за бројлере провенијенције Ross 308.

Трећа фаза истраживања обухватиће спровођење огледа на једнодневним бројлерима оба пола провенијенције Ross 308 у трајању од 42 дана. Бројлери ће бити смештени у контролисаним условима уз примену стандардних производних процедура, обезбеђивање хране и воде *ad libitum*, као и праћење основних параметара зоохигијене током целог периода гајења.

Четврта фаза истраживања подразумеваће праћење производних показатеља бројлера током огледног периода. На почетку огледа, у средини производног циклуса и на крају огледа биће одређиване телесне масе бројлера, док ће се на основу добијених података израчунати дневни прираст, дневни унос хране и конверзија хране. Такође ће бити праћен здравствени статус птица и евидентиран морталитет током периода огледа.

Пета фаза истраживања обухватиће узорковање крви на крају огледног периода (42. дан) ради одређивања концентрације укупних каротеноида. Добијене вредности биће коришћене као индикатор функционалности дигестивног тракта, способности апсорпције хранљивих материја и утицаја додатка мурамидазе на нутритивни статус бројлера.

Шеста фаза истраживања обухватиће узорковање делова танког црева (дуоденум, јејунум и илеум) након клања бројлера и спровођење хистолошких и хистоморфометријских анализа. Биће испитивани параметри цревне морфологије, укључујући висину ресица, дубину крипти, однос висине ресица и дубине крипти, ширину ресица и густину пехарастих ћелија, са циљем процене утицаја мурамидазе на интегритет и функционалност цревне слузокоже.

7. Материјал, методе истраживања и опрема која ће се користити за експериментални рад:

За реализацију експерименталног рада користиће се једнодневни бројлери оба пола хибрида **Ross 308**, укупног броја 336 јединки. Бројлери ће бити насумично распоређени у три експерименталне групе са по осам понављања. Током огледног периода од 42 дана животиње ће бити држане у контролисаним амбијенталним условима, уз примену аутоматске регулације температуре и влажности, стандардизованог система за исхрану и напајање и програма осветљења у складу са препорукама за овај хибрид.

Материјал за истраживање чиниће узорци крви и танког црева (дуоденум, јејунум, и илеум). Бројлери ће бити храњени стандардним смешама на бази кукуруза и сојине сачме (стартер, гровер и финишер), формулисаним према нутритивним захтевима Ross 308 хибрида. Експеримент ће обухватити три третмана: контролну групу без додатка ензима (Т1), групу са додатком микробне мурамидазе (Balancius®) у количини од 350 g/t хране (Т2) и групу са додатком 450 g/t микробне мурамидазе (Т3). Храна и вода биће обезбеђени *ad libitum* током целог периода испитивања.

Током експеримента пратиће се производни параметри бројлера, укључујући телесну масу, дневни прираст, дневни унос хране, конверзију хране и морталитет. Телесна маса ће се одређивати првог, 21. дана и на крају огледа (42. дан). Након завршетка огледног периода биће извршено жртвовање одабраних јединки.

Методе:

А) Одређивање производних параметара бројлера

Производни резултати ће бити процењени на основу мерења телесне масе (BW), дневног прираста (DWG), дневног уноса хране (DFI), конверзије хране (FCR) и процента морталитета. Подаци ће се прикупљати током целог експерименталног периода и користити за процену утицаја различитих нивоа додате мурамидазе на производне перформансе бројлера.

Б) Одређивање концентрације каротеноида у крви

Концентрација укупних каротеноида у крви биће одређена као индикатор функционалности гастроинтестиналног тракта и способности апсорпције хранљивих материја. Анализа ће бити извршена применом уређаја iCheck Carotene (BioAnalyt GmbH, Teltow, Немачка). За анализу ће се користити узорци крви одабраних бројлера из сваке експерименталне групе. Одређивање ће се вршити након екстракције каротеноида из крви применом одговарајућих реагенаса.

В) Хистолошка анализа црева

Након жртвовања биће узорковани делови дуоденума, јејунума и илеума ради хистолошког испитивања. Узорци црева биће фиксирани у 10% неутралном формалину, процесирани стандардним хистолошким поступком, укључујући дехидратацију, просветљавање, калупљење у парафинске калупе и израду ткивних пресека дебљине 3–5 μm. Добијени препарати биће бојени хематоксилин-еозином (HE) и PAS (*Periodic acid Schiff)* методом ради визуелизације пехарастих ћелија.

Г) Хистоморфометријска анализа црева

Хистоморфометријска мерења биће извршена коришћењем светлосног микроскопа Olympus BX51 (Olympus, Токио, Јапан) са дигиталном камером Color View III и софтвером за анализу слика Olympus Cell B. Анализираће се следећи параметри:

- висина цревних ресица,
- ширина ресица,
- дубина крипти,
- однос висине ресица и дубине крипти,
- број пехарастих ћелија на 100 ентероцита.

За припрему хистолошких препарата користиће се аутоматски процесор ткива Leica TP1020, микротом Leica RM 2235, парафински процесор Leica EG 1120 и остала лабораторијска опрема неопходна за припрему препарата.

Д) Одређивање морфологије дигестивног тракта и функционалности црева

На основу резултата хистолошких и хистоморфометријских анализа процениће се утицај различитих концентрација микробне мурамидазе на развој цревне слузокоже, површину за апсорпцију хранљивих материја и функционално стање гастроинтестиналног тракта бројлера.

8. **Место где ће се спроводити истраживање**:

Истраживање ће бити спроведено у експерименталном објекту са контролисаним амбијенталним условима, у оквиру регистроване фарме живине у Новој Пазови која је опремљена системом за аутоматску регулацију температуре и влажности, уједначеним осветљењем и стандардизованим системима за исхрану и напајање. Оглед ће бити реализован у просторији димензија 6 × 4 m, подељеној на три одвојена одељка (третмана) укупне површине по 8 m², у којима ће бити смештени бројлери распоређени у засебне боксове.

Хистолошке, хистоморфометријске и лабораторијске анализе хране за животиње биће урађене у одговарајућим лабораторијама Катедре за патологију и Катедре за исхрану и ботанику Факултета ветеринарске медицине Универзитета у Београду, Булевар ослобођења 18, 11000 Београд, Србија.

9. **Остали релевантни подаци: методе статистичке обраде, веза на шире истраживачке пројекте ако су истраживања у оквиру докторске дисертације њихов део и сл**:

Добијени подаци биће статистички обрађени коришћењем софтвера GraphPad Prism version 7.00 for Windows (GraphPad Software, San Diego, CA, USA, www.graphpad.com). Резултати ће бити приказани применом одговарајућих дескриптивних статистичких показатеља. Избор одговарајућих статистичких метода за поређење експерименталних група биће извршен у зависности од природе и расподеле података, као и испуњености претпоставки неопходних за примену појединих статистичких тестова. У зависности од наведених критеријума, биће примењени одговарајући статистички тестови, уз примену одговарајућих post hoc тестова, када је то применљиво. Ниво статистичке значајности биће дефинисан на $P < 0,05$.

Експериментална провера резултата биће извршена у оквиру једног континуираног хранидбеног огледа у трајању од 42 дана, који ће бити спроведен у контролисаним условима у експерименталном објекту наведеном у претходним тачкама.

Истраживање се може довести у везу са ширим научно-истраживачким активностима у области нутритивне модулације здравља црева и примене ензимских адитива у исхрани бројлера, као и са текућим истраживањима на нивоу Факултета ветеринарске медицине Универзитета у Београду из области исхране и здравља живине.

VI ЗАКЉУЧАК СА ОБРАЗЛОЖЕНОМ ОЦЕНОМ О ПОДОБНОСТИ ТЕМЕ И КАНДИДАТА:

На основу приложене документације, пријаве кандидата Акрама Ел Кадија и анализе предложене теме докторске дисертације, Комисија сматра да кандидат испуњава услове за израду докторске дисертације прописане Законом о високом образовању и Статутом Факултета ветеринарске медицине Универзитета у Београду.

Увидом у образложење предложене теме, Комисија оцењује да је тема научно утемељена, актуелна, оригинална и добро конципирана, те да има значај за научну област ветеринарске медицине, ужу научну област исхране животиња. Циљеви и задаци истраживања су јасно дефинисани, реални и у потпуности усклађени са предложеним планом истраживања. Предвиђене методе су савремене, поуздане, адекватно одабране и омогућиће објективну процену ефеката суплементације микробне мурамидазе на производне резултате и хистоморфометријске параметре танких црева бројлера у тову.

Научни и практични значај предложене теме огледа се у испитивању могућности примене микробне мурамидазе као иновативног ензимског додатка храни у циљу унапређења производних перформанси, здравља гастроинтестиналног тракта и искоришћавања хранљивих материја код бројлера. Истраживање ће омогућити боље разумевање механизма деловања мурамидазе на морфологију и функционално стање танких црева, као и процену њеног потенцијала као безбедне и ефикасне алтернативе употреби антибиотика и стимулатора раста у савременој живинарској производњи. Добијени резултати могу дати значајан научни допринос у области исхране живине и имати непосредну практичну примену у развоју одрживе производње бројлера.

Имајући у виду научну заснованост, актуелност и значај предложене теме, као и чињеницу да кандидат поседује одговарајућа знања и компетенције за реализацију планираних истраживања, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета ветеринарске медицине Универзитета у Београду да кандидату Акраму Ел Кадију одобри израду докторске дисертације под насловом:

„Ефекти суплементације микробне мурамидазе на производне резултате и хистоморфометријске параметре танких црева бројлера у тову“.

ДАТУМ

——————**03.08.2026.**——————

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ:

1. Др Радмила Марковић, редовни професор, Факултет ветеринарске медицине Универзитета у Београду

_____

2. Др Слађан Нешић, ванредни професор, Факултет ветеринарске медицине Универзитета у Београду

_____

3. Др Дејан Перић, доцент, Факултет ветеринарске медицине Универзитета у Београду

_____

4. Др Шивани Каточ, редовни професор, Факултет ветеринарске медицине Пољопривредни Универзитета у Палампур, Индија

_____

НАПОМЕНА: Чланови комисије морају бити јединствени у свом мишљењу

* за кандидате који нису уписани на докторске академске студије

FACULTY OF VETERINARY MEDICINE
UNIVERSITY OF BELGRADE FORM – D3

REPORT ON THE SCIENTIFIC MERIT OF THE PROPOSED TOPIC AND THE CANDIDATE'S ELIGIBILITY FOR THE PREPARATION OF A DOCTORAL DISSERTATION

I. INFORMATION ON THE COMMITTEE

1. Date and name of the body that appointed the Committee:

At its **285th session**, held on **8 July 2026**, the **Teaching and Scientific Council of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade**, appointed the Committee to assess the scientific merit of the proposed dissertation topic and the eligibility of the candidate **Akram El Kadi** for the preparation of a doctoral dissertation entitled:
"*Optimizing Broiler Performance and Small Intestinal Histomorphometrical Parameters via Dietary Microbial Muramidase Supplementation*."

2. Composition of the Committee, including the name and surname of each member, academic title, scientific field for which the member was elected, year of election to the academic title, and the faculty/institution of employment:

1. **Radmila Marković, DVM, PhD**, Full Professor, **Animal Nutrition and Botany**, elected in **2019**, Department of Animal Nutrition and Botany, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade.
2. **Slađan Nešić, DVM, PhD**, Associate Professor, **Pathology**, elected in **2022**, Department of Pathology, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade.
3. **Dejan Perić, DVM, PhD**, Assistant Professor, **Animal Nutrition and Botany**, elected in **2025**, Department of Animal Nutrition and Botany, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade.
4. **Shivani Katoch, PhD**, Full Professor, **Animal Nutrition**, elected in **2018**, Department of Animal Nutrition, DGCN College of Veterinary and Animal Sciences, CSK Himachal Pradesh Agricultural University, Palampur 176062, India.

II. PROPOSED SUPERVISOR AND ASSESSMENT OF THE PROPOSED SUPERVISOR'S QUALIFICATIONS *(List of selected publications with categorization, up to 10 references)*

Professor Dragan Šefer, DVM, PhD, Full Professor, Animal Nutrition, elected in **2014**, Department of Animal Nutrition and Botany, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade (**Supervisor 1**)

Professor **Dragan Šefer** is a Full Professor at the Department of Animal Nutrition and Botany, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade. During his scientific career, he has published numerous papers in national and international scientific journals, participated in several national and international research projects, and completed professional training abroad.
His primary scientific interests include the nutrition of domestic animals, particularly poultry nutrition, with special emphasis on the use of feed additives in animal nutrition. He is also the author and co-author of several university textbooks and monographs in this field.
Professor Šefer has supervised numerous doctoral dissertations and specialist theses and has served as a member of doctoral dissertation committees. He is a reviewer for both national and international scientific and professional journals. He is a member of the Development Academy of Agriculture of Serbia, President of the Council of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, and the representative of the World Veterinary Association (WVA).

Selected publications

1. Marković, R., Ćirić, J., Drljačić, A., **Šefer, D.**, Jovanović, I., Jovanović, D., Milanović, S., Trbović, D., Radulović, S., Baltić, M. Ž., & Starčević, M. (2018). *The effects of dietary selenium-yeast level*

on glutathione peroxidase activity, tissue selenium content, growth performance, and carcass and meat quality of broilers. Poultry Science, 97(8), 2861–2870. (M21; IF = 3.014)

2. Marković, R., Ćirić, J., Starčević, M., **Šefer, D.**, & Baltić, M. Ž. (2019). *Effects of selenium source and level in diet on glutathione peroxidase activity, tissue selenium distribution, and growth performance in poultry.* Animal Health Research Reviews, 19, 166–176. (M21; IF = 3.839)
3. Makivić, L., Glišić, M., Bošković, M., Đorđević, J., Marković, R., Baltić, M., & **Šefer, D.** (2019). *Performances, ileal and cecal microbial populations and histological characteristics in broilers fed diets supplemented with lignocellulose.* Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 25(1), 83–91. (M23; IF = 0.56)
4. Vranješ, B., Milićević, D., **Šefer, D.**, Stefanović, S., Ajtić, J., & Mitrović, B. M. (2020). *Presence of natural radionuclides and toxic elements in monocalcium phosphate, complete feed and pig manure.* Science of the Total Environment. (M21; IF = 7.963)
5. Maksimović, Ž., Starčević, M., **Šefer, D.**, Janjić, J., Radovanović, A., Radulović, S., Perić, D., & Marković, R. (2022). *Effects of adding different dosages of Saccharomyces cerevisiae in diet on growth performance, carcass characteristics, intestinal morphology, and gut microflora of broilers.* Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 28(4), 461–468. (M23; IF = 1.10)

Dr Nataša Glamočlija, Senior Research Associate, Biotechnical Sciences – Veterinary Medicine, **Food Safety**, elected in **2020**, Department of Animal Nutrition and Botany, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade (**Supervisor 2**)

Dr **Nataša Glamočlija** has extensive scientific and professional experience in the field of Biotechnical Sciences – Veterinary Medicine, with particular emphasis on animal nutrition, including poultry nutrition, poultry production, and the quality and safety of foods of animal origin.
Her research activities include investigations of the effects of various nutritional supplements and functional feed components on production performance, animal health, and product quality. Of particular relevance to the proposed doctoral dissertation is her research experience concerning the application of enzymes in broiler nutrition and the evaluation of their effects on growth performance, intestinal morphology, and nutrient utilization.
Dr Glamočlija has completed professional training abroad and has participated in research projects funded by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia. She has published more than 100 scientific papers in national and international journals, a considerable number of which are indexed in the Science Citation Index (SCI).

Selected publications

1. Žigić, V., Glišić, M., Cabrol, M. B., **Glamočlija, N.**, Tomović, V., Djekić, I., & Dimitrijević, M. (2025). *Partial replacement of pork meat by yellow mealworm (Tenebrio molitor) and house cricket (Acheta domesticus) flour in frankfurters: Nutritional composition, technological traits, shelf life and sensory attributes.* Meat Science, 110001. (M21a; IF = 6.1)
2. Starčević, M., **Glamočlija, N.**, Baltić, B., Glišić, M., Laudanović, M., Krstić, M., & Bošković Cabrol, M. (2025). *Nutritional value of wild-harvested game meat of red deer (Cervus elaphus), fallow deer (Dama dama), and roe deer (Capreolus capreolus).* Acta Veterinaria-Beograd, 75(1), 63–81. (M23; IF = 0.8)
3. Aleksić J., **Glamočlija N**., Laudanović M., Ivanović S., Milijašević M., Baltić B., Starčević M. (2025). The content and associated health risk assessment of toxic elements, micro- and macrominerals in common carp, Wels catfish, and silver carp from the Danube River in Serbia. Environmental Geochemistry and Health, 47:60. **M21** (IF 4.0).
4. Bošković Cabrol, M., Ristić, M., Šević, K., Đorđević, J., Glišić, M., **Glamočlija, N.**, Baltić, M. Ž., Šefer, D., & Marković, R. (2021). *Phytobiotics as antibiotic substitutes in poultry meat production.* Fleischwirtschaft, 101(10), 178–184. (M23; IF = 0.32)
5. Baltic, M., Dokmanovic, M., Starcevic, M., Basic, M., Zemunovic, A., Ivanovic, J., Markovic, R., Janjic, J., Mahmutovic, H., & **Glamoclija, N.** (2016). *Effects of dietary selenium yeast concentrations on growth performance and carcass composition of ducks.* Animal Production Science, 57(8), 1731–1737. (M21; IF = 1.397)

III CANDIDATE INFORMATION

1. **Full name (first name, parent's name, surname):** Akram Nazih El Kadi

2. **Date and place of birth, municipality, country:** April 28, 1981, Beirut, Lebanon.
3. **Date of defense, institution, and title of the Master's thesis*:** February 2007, American University of Beirut, Beirut, Lebanon, *Performance and Egg Quality of Laying Hens Fed Egg Shell 49 or Replamin*.
4. **Scientific field in which the Master's degree was obtained*:** Master of Science in Animal Science.

IV JUSTIFICATION OF THE CRITERIA AND REASONS ON WHICH THE POSITIVE ASSESSMENT OF THE CANDIDATE'S ELIGIBILITY TO PREPARE A DOCTORAL DISSERTATION IS BASED
(education, scholarships, professional career, participation in projects, overview of scientific and professional publications with categorization)

Candidate **Akram El Kadi** obtained his academic education at one of the most prestigious American universities in the Middle East—the American University of Beirut (AUB), Lebanon, where he studied from 2001 to 2007. During this period, he earned a Bachelor's Degree in Agriculture, a Diploma in Agricultural Engineering, and a Master of Science in Animal Science. His Master's thesis was entitled *"Performance and Egg Quality of Laying Hens Fed Mineral Proteinates or Amino Acid Chelates"* ("Production Performance and Egg Quality of Laying Hens Fed Mineral Proteinates or Amino Acid Chelates"). The abstract of the thesis is available on the ResearchGate platform.
In 2007, he began his professional career in the poultry industry as a Branch Manager and Poultry Husbandry Specialist at Zartech Ltd, Nigeria, where he worked for nearly nine years. He was responsible for managing a production unit consisting of nine grandparent and breeder poultry houses. His duties included organizing and supervising the rearing of grandparent and breeder flocks throughout the entire production cycle, planning and implementing vaccination programs, administering vaccines, and regularly collecting serum samples for antibody titer determination using the ELISA method. In addition, he performed necropsies when required to establish diagnoses and prescribe appropriate antibiotic treatments.
The production complex also included a hatchery equipped with nine Petersime setter/hatcher units with a capacity of approximately 100,000 hatching eggs per week. He actively participated in hatchery management, including monitoring egg quality and grading, supervising egg setting and hatching procedures, and overseeing hatchery operations.
He subsequently spent three years working for a Belgian company specializing in the sale of poultry equipment across the Southeast Asian market. During this period, he acquired extensive expertise in the design, installation, and marketing of poultry production equipment, including cage and floor production systems, as well as ventilation and lighting systems.
In 2018, he relocated with his family to the United Arab Emirates, where he assumed the position of Sales Director and Technical Sales Manager at National Feed. In this role, he achieved significant business success, including continuous annual sales growth, exceeding sales targets, and consistently outperforming the projected annual budget.
He complemented his academic education with extensive practical experience gained in Africa, the Middle East, and Asia. The combination of his academic background, long-standing professional experience, and strong commitment to poultry science provided the foundation for enrolling in the doctoral academic studies at the Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade.

Bibliography

List of publications with categorization

Conference abstract (Poultry Science Association):

1. Farran, M., **El Kadi, A.**, N., & Barbour, G. W. (2006). *Performance and Egg Quality of Laying Hens Fed Egg Shell 49 or Replamin*. **Poultry Science**, 85(Suppl. 1), 30 (Abstract).

V ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF THE DISSERTATION TOPIC

1. Title of the Dissertation:

"*Optimizing Broiler Performance and Small Intestinal Histomorphometrical Parameters via Dietary Microbial Muramidase Supplementation*."

2. Subject of the Research

(without literature references, up to 700 words)

Poultry production is one of the fastest-growing sectors of animal agriculture and plays a key role in providing high-quality animal protein for human nutrition. Modern broiler production systems require high production efficiency while simultaneously maintaining animal health, welfare, and food safety. Over the past decades, restrictions and bans on the use of antibiotic growth promoters in many countries have created the need for new nutritional strategies capable of maintaining production performance without negatively affecting animal health or contributing to antimicrobial resistance.

In this context, increasing attention has been directed toward the use of functional feed additives in poultry nutrition, particularly enzymes that improve gastrointestinal tract functionality, nutrient utilization, and production performance. In addition to the well-established enzymes that act on feed components, a new generation of enzymes has recently been developed to target bacterial peptidoglycan present within the gastrointestinal tract. One of the most important representatives of this group is **muramidase**, an enzyme that hydrolyzes the peptidoglycan of bacterial cell walls, reduces the accumulation of bacterial debris in the intestine, and contributes to maintaining the integrity of the intestinal mucosa.

Maintaining gastrointestinal health is one of the most important prerequisites for efficient digestion and nutrient absorption in broiler chickens. Morphological characteristics of the intestinal mucosa, particularly villus height and width, crypt depth, and goblet cell density, are directly associated with the absorptive surface area and the functional capacity of the digestive system. Improvement of these parameters enables more efficient nutrient utilization, enhanced growth and development, and increased resistance to various stress factors.

In addition to morphological indicators, biomarkers have become increasingly important for evaluating the functional status of the gastrointestinal tract. Blood carotenoid concentration is considered an indirect indicator of nutrient absorption capacity and intestinal mucosal integrity, as carotenoid absorption depends directly on the preservation of the intestinal epithelium. At the same time, productive parameters such as body weight, daily weight gain, feed intake, and feed conversion ratio remain the most important indicators of the economic efficiency of broiler production.

Although previous studies have demonstrated the beneficial effects of muramidase on broiler performance and gastrointestinal health, there is still insufficient information regarding the optimal dietary inclusion level of this enzyme, and its mechanisms of action under commercial production conditions have not yet been fully elucidated. In particular, limited information is available concerning the relationship between different muramidase inclusion levels, intestinal morphological changes, blood carotenoid concentrations as indicators of absorptive capacity, and broiler production performance.

Therefore, the subject of this doctoral dissertation will be the investigation of the effects of different dietary concentrations of microbial muramidase on the productive performance of broiler chickens, the morphometric characteristics of the small intestine (duodenum, jejunum, and ileum), and blood carotenoid concentration as an indicator of gastrointestinal functionality. The study will include the evaluation of body weight, daily weight gain, feed intake, and feed conversion ratio, as well as the analysis of villus height and width, crypt depth, goblet cell density, and blood carotenoid concentration.

The obtained results are expected to contribute to a better understanding of the mechanisms of action of microbial muramidase and to assess its applicability as a modern functional feed additive in broiler nutrition, with the aim of improving gastrointestinal health, enhancing production performance, and supporting the development of sustainable poultry production.

3. Review of the Selected Literature

(including in-text citations and a reference list, up to 700 words and 10 references)

Intensive broiler production has faced significant challenges in recent years due to restrictions on the use of antibiotic growth promoters and increasing demands for safe and sustainable food production. Consequently, research has focused on identifying alternative feed additives capable of maintaining gastrointestinal health, improving nutrient utilization, and enhancing production performance without increasing the risk of antimicrobial resistance (Sais et al., 2020; Amer et al., 2023).

The gastrointestinal tract of broiler chickens represents a complex functional system in which the interaction between the intestinal microbiota, digestive processes, and local immune responses directly determines animal performance. During the natural turnover of the bacterial population, peptidoglycan (PGN), a structural component of the bacterial cell wall, is continuously released. The accumulation of PGN on the intestinal epithelium may activate local inflammatory pathways, impair intestinal integrity, and reduce the efficiency of digestion and nutrient absorption (Wang et al., 2021; Brugaletta et al., 2022).

Muramidase represents a new generation of enzyme feed additives whose mechanism of action differs substantially from that of conventional digestive enzymes. It hydrolyzes the β-1,4-glycosidic bond between *N*-acetylmuramic acid and *N*-acetylglucosamine within bacterial peptidoglycan. By degrading bacterial cell wall residues, muramidase reduces the accumulation of bacterial debris in the gastrointestinal tract, alleviates local inflammatory responses, and improves nutrient utilization (Brugaletta et al., 2022; Wang et al., 2021). Furthermore, the degradation of peptidoglycan generates muramyl dipeptides that activate NOD2 receptors and contribute to the regulation of local immune responses, allowing more metabolic energy to be directed toward growth and production rather than inflammation (Wang et al., 2021).

Numerous studies have confirmed the beneficial effects of microbial muramidase on broiler performance. Amer et al. (2023) demonstrated that dietary supplementation with 350 and 450 g of muramidase per ton of feed significantly increased body weight and daily weight gain, with the higher inclusion level producing the greatest response. The same study also reported increased blood carotenoid concentrations, indicating improved nutrient absorption and enhanced gastrointestinal functionality. Similar findings were reported by Goes et al. (2022), who observed improved nutrient digestibility, reduced intestinal permeability, and enhanced welfare indicators in broiler chickens receiving dietary muramidase.

The positive effects of muramidase are also reflected in improvements in small intestinal morphology. Increased villus height and width, together with a more favorable villus height-to-crypt depth ratio, provide a larger absorptive surface area and improve nutrient absorption. Previous studies have shown that muramidase supplementation enhances the morphometric characteristics of the duodenum, jejunum, and ileum, which is associated with improved growth performance in broilers (Amer et al., 2023; Cho et al., 2024). In addition, muramidase has been shown to positively influence intestinal microbiota composition and overall gastrointestinal functionality (Cho et al., 2024).

Multi-omics investigations have further demonstrated that muramidase induces metabolic and microbiological changes within the gastrointestinal tract, leading to reduced intestinal inflammation and more efficient nutrient utilization (Brugaletta et al., 2022). Moreover, dietary muramidase has been shown to increase ileal amino acid digestibility in wheat- and corn-based diets without increasing endogenous amino acid losses, providing additional evidence of its beneficial effects on nutritional efficiency (Pérez-Calvo et al., 2023).

The efficacy of muramidase also depends on production conditions. Studies have shown that diet composition, dietary fiber level, and coccidiosis control programs may influence the magnitude of its effects (Bortoluzzi et al., 2023). Furthermore, comparisons between muramidase and phytogenic feed additives have demonstrated that although both strategies improve broiler performance, muramidase exerts a more pronounced effect on intestinal morphology and gastrointestinal functionality (Ceylan et al., 2024).

Although numerous studies have confirmed the positive effects of muramidase on broiler performance, intestinal morphology, and nutrient utilization, its mechanisms of action have not yet been fully elucidated, particularly under commercial production conditions. Therefore, further research is needed to better define the relationship between different muramidase inclusion levels, gastrointestinal morphology, nutrient digestibility, and production performance, providing the scientific basis for the proposed doctoral research.

References:

1 Amer, S. A., Farahat, M., Gouda, A., Abdel-Wareth, A. A. A., Abdel-Warith, A.-W. A., Younis, E. M., Elshopakey, G. E., Baher, W. M., Saleh, G. K., Davies, S. J., & Attia,G. A. (2023). New insights into the effects of microbial muramidase addition in the diets of broiler chickens. *Animals*, 13, 1356.doi:10.3390/ani13081356
2 Brugaletta, G., De Cesare, A., Laghi, L., Manfreda, G., Zampiga, M., Oliveri, C., Pérez-Calvo, E., Litta, G., Lolli, S., & Sirri, F. (2022). A multi-omics approach to elucidate the mechanisms of action of a dietary muramidase administered to broiler chickens. *Scientific Reports*, 12, 5559.doi:10.1038/s41598-022-09546-6
3 Bortoluzzi, C., Perez-Calvo, E., Olsen, P. B., van der Vaart, S., van Eerden, E., Schmeisser, J., Eising, I., Segobola, P., & Sorbara, J.-O. B. (2023). Effect of microbial muramidase supplementation in diets formulated with different fiber profiles for broiler chickens raised under various coccidiosis management programs. *Poultry Science*, 102, 102955. doi:10.1016/j.psj.2023.102955
4 Ceylan, N., Bortoluzzi, C., Gunturkun, O., & Perez-Calvo, E. (2024).Comparative effects of dietary muramidase and phytogenics on the growth performance and gastrointestinal functionality of broiler chickens. *Poultry Science*, 103(10), 104147. doi:10.1016/j.psj.2024.104147
5 Cho, S., Kumar, S. S., Ramirez, S., Valientes, R., & Kim, I. H. (2024). Dietary eubiotics of microbial muramidase and glycan improve intestinal villi, ileum microbiota composition and production trait of broiler. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 15, 59. doi:10.1186/s40104-024-01010-x
6 Goes, E. C., Dal Pont, G. C., Maiorka, A., Bittencourt, L. C., Bortoluzzi, C., Fascina, V. B., Lopez-Ulibarri, R., Perez-Calvo, E., Beirão, B. C. B., & Caron, L. F. (2022). Effects of a microbial muramidase on the growth performance, intestinal permeability, nutrient digestibility, and welfare of broiler chickens. *Poultry Science*, 101, 102232. doi:10.1016/j.psj.2022.102232
7 Pérez-Calvo, E., Aureli, R., Sorbara, J. O. B., & Cowieson, A. J. (2023). Dietary muramidase increases ileal amino acid digestibility of wheat and corn-based broiler diets without affecting endogenous amino acid losses. *Poultry Science*, 102, 102619. doi:10.1016/j.psj.2023.102619
8 Sais, M., Barroeta, A. C., López-Colom, P., Nofrarías, M., Majó, N., Lopez-Ulibarri, R., Pérez-Calvo, E., & Martín-Orúe, S. M. (2020). Evaluation of dietary supplementation of a novel microbial muramidase on gastrointestinal functionality and growth performance in broiler chickens. *Poultry Science*, 99, 235–245. doi:10.3382/ps/pez466
9 Wang, Y., Goossens, E., Eeckhaut, V., Pérez-Calvo, E., Lopez-Ulibarri, R., Eising, I., Klausen, M., Debunne, N., De Spiegeleer, B., Ducatelle, R., & Van Immerseel, F. (2021). Dietary muramidase degrades bacterial peptidoglycan to NOD-activating muramyl dipeptides and reduces duodenal inflammation in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*, 126, 641–651. doi:10.1017/S0007114520004493
10 Walk, C. L., Alleno, C., Bouvet, R., Thoby, J.-M., Eising, I., & Segobola, P. (2023). Dietary muramidase improved growth performance, feed efficiency, breast meat yield, and welfare of turkeys from hatch to market. *Poultry Science*, 102, 102716. doi:10.1016/j.psj.2023.102716

4. Aim of the research (descriptive):

The aim of this research is to investigate the effects of different inclusion levels of microbial muramidase (Balancius®) in the diet of broiler chickens reared under conditions corresponding to commercial production, with the objective of evaluating its impact on production performance, gastrointestinal tract functionality, and nutrient utilization capacity.
The study will evaluate the effects of different muramidase concentrations on body weight, daily weight gain, feed intake, and feed conversion ratio, as well as on the histomorphometrical characteristics of the duodenum, jejunum, and ileum (villus height and width, crypt depth, villus height-to-crypt depth ratio, and goblet cell density). In addition, blood carotenoid concentration will be determined as an indirect indicator of intestinal mucosal integrity and nutrient absorption efficiency.

The obtained results are expected to contribute to a better understanding of the mechanism of action of microbial muramidase in broiler nutrition, as well as to defining the optimal level of its application for improving production performance, gastrointestinal health, and production efficiency under modern farming conditions.

5. Expected results:

It is expected that the application of microbial muramidase in broiler diets will have a positive effect on production perform
ance, primarily through increased body weight and daily weight gain, as well as improved nutrient utilization. Although previous studies indicate that the effect on feed conversion ratio is not always statistically significant, different inclusion levels of muramidase are expected to enable the evaluation of its influence on this production parameter under conditions corresponding to commercial production.
It is expected that broilers fed diets supplemented with muramidase will exhibit improved
characteristics of the small intestine, reflected by increased villus height and width, a more favorable villus height-to-crypt depth ratio, and preserved intestinal mucosal integrity, indicating improved absorptive capacity of the gastrointestinal tract. Furthermore, increased blood carotenoid concentration is expected, as an indirect indicator of enhanced nutrient absorption and preserved functionality of the digestive system.
The obtained results are expected to contribute to a better understanding of the mechanism of action of microbial muramidase in the gastrointestinal tract of broilers, particularly its influence on intestinal functionality, morphological characteristics of the intestinal mucosa, and production performance. In addition, the results may contribute to defining the optimal application level of this enzyme in broiler nutrition and assessing its potential as a safe and effective functional feed additive.
The practical significance of this research lies in the possibility of applying the obtained knowledge to improve sustainable broiler production, maintain gastrointestinal health, enhance production efficiency, and reduce the need for antibiotics as growth promoters, in accordance with modern principles of food safety and responsible poultry production.

6. Research plan (presented in phases):

The first phase of the research will include the collection and analysis of available scientific and professional literature related to broiler nutrition, the application of exogenous enzymes in poultry diets, the mechanism of action of muramidase (Balancius®), intestinal health, digestive tract morphology, and production parameters of broilers. Based on available literature data, the significance of muramidase application as a functional feed additive in modern broiler production will be defined.
The second phase of the research will involve the definition of the experimental design, establishment of control and experimental groups, and preparation of experimental diets with different levels of muramidase supplementation. Three groups of broilers will be formed: a control group receiving a basal diet without muramidase supplementation (T1), an experimental group receiving 350 g of muramidase/t of feed (T2), and an experimental group receiving 450 g of muramidase/t of feed (T3). Diets will be formulated according to the nutritional recommendations for Ross 308 broilers.
The third phase of the research will include conducting the experiment on one-day-old broilers of both sexes of the Ross 308 strain for a period of 42 days. Birds will be housed under controlled conditions using standard production procedures, with feed and water provided ad libitum, while basic microclimate parameters will be monitored throughout the rearing period.
The fourth phase of the research will involve monitoring production parameters of broilers during the experimental period. Body weights will be determined at the beginning of the experiment, at the midpoint of the production cycle, and at the end of the trial. Based on the obtained data, daily weight gain, daily feed intake, and feed conversion ratio will be calculated. The health status of birds will also be monitored, and mortality will be recorded throughout the rearing period.
The fifth phase of the research will include blood sampling at the end of the experimental period (day 42) for determination of total carotenoid concentration. The obtained values will be used as indicators of digestive tract functionality, nutrient absorption capacity, and the effect of muramidase supplementation on the nutritional status of broilers.

The sixth phase of the research will include sampling of small intestinal sections (duodenum, jejunum, and ileum) after slaughtering the birds and performing histological and histomorphometrical analyses. Intestinal morphological parameters will be examined, including villus height, crypt depth, villus height-to-crypt depth ratio, villus width, and goblet cell density, in order to assess the effect of muramidase on intestinal mucosal integrity and functionality.

7. Materials, research methods, and equipment to be used for experimental work:

For the implementation of the experimental work, one-day-old Ross 308 broilers of both sexes will be used, with a total number of 336 birds. Broilers will be randomly allocated into three experimental groups with eight replicates per group. During the 42-day experimental period, animals will be reared under controlled environmental conditions, using automatic temperature and humidity regulation, standardized feeding and drinking systems, and a lighting program according to the recommendations for this hybrid.
The research material will consist of blood samples and small intestine samples (duodenum, jejunum, and ileum). Broilers will be fed standard corn–soybean meal-based diets (starter, grower, and finisher), formulated according to the nutritional requirements of the Ross 308 hybrid. The experiment will include three treatments: a control group without enzyme supplementation (T1), a group supplemented with microbial muramidase (Balancius®) at 350 g/t of feed (T2), and a group supplemented with 450 g/t of microbial muramidase (T3). Feed and water will be provided ad libitum throughout the experimental period.
During the experiment, production parameters of broilers will be monitored, including body weight, daily weight gain, daily feed intake, feed conversion ratio, and mortality. Body weight will be determined on day 1, day 21, and at the end of the experiment (day 42). After completion of the experimental period, selected birds will be slaughtered.

Methods:

A) Determination of broiler production parameters

Production performance will be evaluated based on measurements of body weight (BW), daily weight gain (DWG), daily feed intake (DFI), feed conversion ratio (FCR), and mortality percentage. Data will be collected throughout the experimental period and used to evaluate the effect of different muramidase inclusion levels on broiler production performance.

B) Determination of blood carotenoid concentration

Total blood carotenoid concentration will be determined as an indicator of gastrointestinal tract functionality and nutrient absorption capacity. Analysis will be performed using the iCheck Carotene device (BioAnalyt GmbH, Teltow, Germany). Blood samples from selected broilers in each experimental group will be used for analysis. Determination will be performed after carotenoid extraction from blood using appropriate reagents provided by the manufacturer.

C) Histological analysis of the intestine

After slaughter, sections of the duodenum, jejunum, and ileum will be collected for histological examination. Intestinal samples will be fixed in 10% neutral buffered formalin and processed using standard histological procedures, including dehydration, clearing, paraffin embedding, and preparation of tissue sections with a thickness of 3–5 µm. Obtained sections will be stained with hematoxylin-eosin (HE) and PAS (Periodic acid Schiff*)* staining for visualization of goblet cells.

D) Histomorphometric analysis of the intestine

Histomorphometric measurements will be performed using an Olympus BX51 light microscope (Olympus, Tokyo, Japan) equipped with a Color View III digital camera and Olympus Cell B image analysis software. The following parameters will be analyzed:

- intestinal villus height,
- villus width,
- crypt depth,
- villus height-to-crypt depth ratio,
- number of goblet cells per 100 enterocytes.

For preparation of histological slides, an automatic tissue processor Leica TP1020, microtome Leica RM 2235, paraffin processor Leica EG 1120, and other necessary laboratory equipment will be used.

E) Determination of digestive tract morphology and intestinal functionality

Based on the results of histological and histomorphometric analyses, the influence of different microbial muramidase concentrations on intestinal mucosal development, nutrient absorption surface area, and functional status of the gastrointestinal tract of broilers will be evaluated.

8. Location where the research will be conducted:

The research will be conducted in an experimental facility with controlled environmental conditions within a registered poultry farm in Nova Pazova, equipped with an automatic temperature and humidity regulation system, uniform lighting, and standardized feeding and drinking systems. The experiment will be carried out in a room measuring 6 × 4 m, divided into three separate sections (treatments) with a total area of 8 m² each, where broilers will be housed in separate pens.
Histological, histomorphometric, and feed laboratory analyses will be performed in appropriate laboratories of the Department of Pathology and the Department of Nutrition and Botany at the Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, Bulevar oslobođenja 18, 11000 Belgrade, Serbia.

9. Other relevant information: statistical methods, connection with broader research projects if the doctoral research is part of them, etc.:

The obtained data will be statistically analyzed using GraphPad Prism version 7.00 for Windows (GraphPad Software, San Diego, CA, USA, www.graphpad.com). The results will be presented using appropriate descriptive statistical measures. The selection of appropriate statistical methods for comparison of the experimental groups will be based on the nature and distribution of the data, as well as on whether the assumptions required for the application of individual statistical tests are met. Depending on these criteria, appropriate statistical tests will be applied, along with appropriate post hoc tests, where applicable. The level of statistical significance will be set at $P < 0.05$.
Experimental validation of the results will be performed within a single continuous feeding trial lasting 42 days, conducted under controlled conditions in the experimental facility described in the previous sections.
The research may be associated with broader scientific activities in the field of nutritional modulation of intestinal health and the application of enzyme additives in broiler nutrition, as well as with ongoing research activities at the Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, in the fields of poultry nutrition and health.

VI CONCLUSION WITH A REASONED ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF THE TOPIC AND THE CANDIDATE:

Based on the submitted documentation, the application of the candidate Akram El Kadi, and the analysis of the proposed doctoral dissertation topic, the Committee considers that the candidate fulfills the requirements for undertaking a doctoral dissertation as prescribed by the Law on Higher Education and the Statute of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade.

Having reviewed the rationale for the proposed topic, the Committee concludes that the dissertation topic is scientifically well-founded, relevant, original, and well designed, and that it is of significant importance to the scientific field of Veterinary Medicine, specifically the field of Animal Nutrition. The research objectives and tasks are clearly defined, realistic, and fully aligned with the proposed research plan. The proposed methods are modern, reliable, appropriately selected, and will enable an objective evaluation of the effects of microbial muramidase supplementation on the productive performance and histomorphometrical parameters of the small intestine in broiler chickens.

The scientific and practical significance of the proposed research is reflected in the investigation of the potential application of microbial muramidase as an innovative feed enzyme aimed at improving productive performance, gastrointestinal health, and nutrient utilization in broiler chickens. The study will contribute to a better understanding of the mechanisms of action of muramidase on the morphology and functional status of the small intestine, as well as to the evaluation of its potential as a safe and effective alternative to antibiotics and growth promoters in modern poultry production. The obtained results are expected to provide a significant scientific contribution to the field of poultry nutrition and to have direct practical application in the development of sustainable broiler production systems.

Considering the scientific basis, relevance, and significance of the proposed topic, as well as the fact that the candidate possesses the necessary knowledge and competencies to successfully carry out the proposed research, the Committee recommends that the Teaching and Scientific Council of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade approve the preparation of the doctoral dissertation of Akram El Kadi entitled:

"Optimizing Broiler Performance and Small Intestinal Histomorphometrical Parameters via Dietary Microbial Muramidase Supplementation."

DATE 03.08.2026.

SIGNATURES OF THE COMMITTEE MEMBERS:

1. **Radmila Marković, DVM, PhD**, Full Professor, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade

---

2. **Slađan Nešić, DVM, PhD**, Associate Professor, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade

---

3. **Dejan Perić, DVM, PhD**, Assistant Professor, Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade

---

4. **Shivani Katoch, DVM, PhD**, Full Professor, College of Veterinary and Animal Sciences, Chaudhary Sarwan Kumar Himachal Pradesh Agricultural University, Palampur, India

---

NOTE: The members of the Committee must be unanimous in their opinion.

* For candidates who are not enrolled in doctoral academic studies.