

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ВЕТЕРИНАРСКЕ МЕДИЦИНЕ

Слободан Љ. Кнежевић

ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА РАЗЛИЧИТИХ
САСТАВА И ФОРМУЛАЦИЈА ПРОСТИРКЕ НА
ПРОДУКЦИЈУ ШТЕТНИХ ГАСОВА У
БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ ЖИВИНЕ

Докторска дисертација

Београд, 2024

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

Slobodan Lj. Knežević

INFLUENCE OF DIFFERENT LITTER
COMPOSITIONS AND FORMULATIONS ON
HARMFUL GASES EMISSION IN BROILER
PRODUCTION

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2024

МЕНТОР

Др Милутин Ђорђевић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Љиљана Јанковић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине

Др Радислава Теодоровић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине

Др Владимир Драшковић, доцент,
Универзитет у Београду, Факултет ветеринарске медицине

Др Дубравка Миланов, научни саветник,
Научни институт за ветеринарство „Нови Сад“

Др Милица Живков-Балош, научни саветник,
Научни институт за ветеринарство „Нови Сад“

Датум одбране: _____

ЗАХВАЛНИЦА

Докторска дисертација „Испитивање утицаја различитих састава и формулација простирке на продукцију штетних гасова у бројлерском тову живине“ резултат је дела истраживања пројекта „Истраживање фармаколошких карактеристика антимикуробних агенаса, увођење нових технолошких решења и алтернативних метода профилаксе с циљем да се побољша контрола инфективних обољења животиња“ ТР 31071 под руководством др Дубравке Миланов и „Праћење здравственог стања дивљачи и увођење нових биотехнолошких поступака у детекцији заразних и зооноотских агенаса – анализа ризика за здравље људи, домаћих и дивљих животиња и контаминацију животне средине“ ТР 31084 под руководством др Тамаша Петровића, финансираних од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, као и Уговора о реализацији и финансирању научноистраживачког рада Научног института за ветеринарство „Нови Сад“ у 2020. години (број 451-03-68/2020-14/200031 од 24.01.2020. године), 2021. години (број 451-03-9/2021-14/200031 од 05.02.2021. године), 2022. години (број 451-03-68/2022-14/200031), 2023. години (број 451-03-47/2023-01/200031) и 2024. години (број 451-03-66/2024-03/200031).

Великодушно се захваљујем ментору, проф. др Милутину Ђорђевићу, на смерницама током постављања радне хипотезе овог истраживања, као и смерницама, корисним саветима и сугестијама током експерименталног дела истраживања и писања дисертације.

Члановима комисије, проф. др Љиљани Јанковић, проф. др Радислави Теодоровић и доц. др Влади Драшковић, захваљујем на свим сугестијама и позитивној енергији. Такође, на ништа мањем доприносу, желео бих да се захвалим др сци. вет. мед. Дубравки Миланов и др сци. вет. мед. Милици Живков-Балош на великодушној помоћи, доступности и брзој интервенцији током рада на дисертацији.

Посебну и највећу захвалност дугујем колегиници из Научног института за ветеринарство „Нови Сад“ др сци. вет. мед. Сузани Видаковић Кнежевић, која ме је кроз сваки корак ове докторске дисертације пратила, усмеравала и безусловно допринела да дисертација угледа светлост дана. Велико јој хвала за сву пружену подршку, а посебно у тренуцима када нисам ни сам веровао да се циљ може постићи. Хвала на примеру педантности и организованости. Ова захвалност, између осталог, односи се на пружен допринос у делу микробиолошког статуса простирке, јасно постављену методологију, сналажење кроз велике бројеве приликом читавања и тумачења резултата, па све до дискутовања добијених резултата, који је често и најнезахвалнији део.

Колегама из Научног института за ветеринарство „Нови Сад“ др сци. вет. мед. Марку Пајићу и др сци. вет. мед. Владимиру Полачеку се захваљујем на великодушном доприносу у експерименталним деловима ове докторске дисертације. Хвала на свим упућеним саветима и сугестијама.

Компанијама Мивака д.о.о. из Београда, Пиле Пром д.о.о. из Ковиља, ПГ Золтана Урија и ПГ Љубоје Пајића, који су безусловно обезбедили материјал за простирку, дугујем велико хвала.

Мојој сапутници, супрузи Сузани захваљујем за бескрајно разумевање, подршку и безусловну љубав коју ми је пружила током ове авантуре. Идемо даље по нове победе и нове авантуре!

Велико хвала мојим родитељима што су ме научили да ценим праве вредности у животу, да никад не одустајем и увек будем истрајан и упоран, како би дошао до свог циља, ма колико год напорно било. Неизмерно хвала мојој сестри на љубави и подршци коју ми је пружала током овог дугог путовања.

Ову докторску дисертацију посвећујем деди Пеци.

ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА РАЗЛИЧИТИХ САСТАВА И ФОРМУЛАЦИЈА ПРОСТИРКЕ НА ПРОДУКЦИЈУ ШТЕТНИХ ГАСОВА У БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ ЖИВИНЕ

Сажетак:

Тренд производње живинског меса је у сталном порасту последњих деценија. Бројлери се, углавном, узгајају на простирци, која има многобројне функције. Циљ ове докторске дисертације био је дефинисање састава и формулација простирке чијом применом се остварују најбољи ефекти на смањење производње штетних гасова (амонијака, угљен-диоксида и водоник сулфида) у бројлерском тову живине, водећи рачуна да иста мора бити здравствено безбедна за јединке у тову и запослене, као и еколошки прихватљива. Употребом пшеничне сламе, хобловине, тресета, зеолита и дрвеног угља припремљено је 12 простирки различитих састава и формулација. По шест простирки је припремљено у растреситој и пелетираној формулацији. Физичко-хемијске особине простирки испитане су праћењем способности задржавања воде, кондиционог стања простирки, садржаја воде и азота, и рН вредности. Микробиолошким испитивањем су утврђене ниже вредности броја микроорганизама, *Escherichia coli*, ентеричних бактерија, квасаца и плесни, и *Clostridium perfringens* у пелетираним формулацијама простирки. Концентрације амонијака преко прописаних 20 ppm, први пут су измерене 28. дана това, док су забележене концентрације угљен-диоксида биле испод максимално прописане вредности (3000 ppm) током огледа. Водоник сулфид није детектован током огледа. Најниже концентрације суспендованих честица (PM₃ и PM₁₀), на крају това бројлера, забележене су у групи XII (пелет од мешавине пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3)). Значајно највећи степен оштећења коже на табанском делу ногу бројлера забележен је код бројлера узгајаних на растреситим формулацијама простирки, изузев на хобловини. Добијени резултати указују да су пелетиране формулације простирки и хобловина погоднији за примену у бројлерском тову захваљујући њиховој структури.

Кључне речи: амонијак, угљен-диоксид, водоник сулфид, пшенична слама, хобловина, тресет, зеолит, дрвени угаљ, растресита формулација простирке, пелетирана простирка

Научна област: Ветеринарска медицина

Ужа научна област: клиничка ветерина, болести живине

УДК број:

INFLUENCE OF DIFFERENT LITTER COMPOSITIONS AND FORMULATIONS ON HARMFUL GASES EMISSION IN BROILER PRODUCTION

Abstract:

Poultry meat production has been steadily increasing over the past several decades. Broilers are typically raised on litter, which serves a number of important purposes for poultry. The aim of this doctoral dissertation was to define litter material mixtures and formulations that may significantly contribute to reduce harmful gas emissions (ammonia, carbon dioxide and hydrogen sulphide) in broiler production facilities, taking into account that it must be health-safe for the animals and employees, as well as environmentally friendly. Using wheat straw, wood shavings, peat, zeolite and charcoal, 12 different litter compositions and formulations were prepared, including six non-pelletised and six pelletised mixtures. The physiochemical properties were evaluated according to water-holding capacity, litter quality, moisture and nitrogen content, and pH level. Microbiological composition showed lower levels of total bacteria, *Escherichia coli*, enteric bacteria, yeast and mold, and *Clostridium perfringens* in pelletised litter. Critical level of ammonia (20 ppm) was reached for the first time on day 28, while the carbon dioxide values did not exceed the critical level (3000 ppm) during the fattening period. Hydrogen sulphide was not detected during this study. Lowest particulate matter (PM₃ and PM₁₀) content, at the end of fattening period, was in treatment XII (pellets of 1/3 wheat straw, 1/3 wood shavings and 1/3 peat). Severe footpad lesions were significantly more frequent in broilers reared on non-pelletised litter, except for wood shavings. The obtained results indicate that pellets and wood shavings are more appropriate litter materials, probably due to the softness and their structure.

Key words: ammonia, carbon dioxide, hydrogen sulphide, wheat straw, wood shavings, peat, zeolite, charcoal, non-pelletised litter, pelletised litter

Scientific field: veterinary medicine

Scientific subfield: clinical veterinary medicine, poultry diseases

UDK number:

СПИСАК ТАБЕЛА

1. **Табела 1.** Светлосни режим током трајања това (Ross, 2018).
2. **Табела 2.** Препоручени амбијентални услови током трајања това (Ross, 2018).
3. **Табела 3.** Хемијски састав потпуних смеша за исхрану бројлера у тову.
4. **Табела 4.** Приказ састава и формулација простирки.
5. **Табела 5.** Параметри за оцену стања простирке (Welfare Quality®, 2009).
6. **Табела 6.** Интерпретација резултата MALDI-TOF масене спектрометрије.
7. **Табела 7.** Приказ способности везивања и отпуштања воде различитих врста и формулација простирки.
8. **Табела 8.** Маса отпуштене воде приликом сушења на собној температури.
9. **Табела 9.** Приказ кондиционог стања простирке током това бројлера.
10. **Табела 10.** Приказ садржаја влаге (%) у простиркама током това бројлера.
11. **Табела 11.** Приказ садржаја азота (%) у простиркама током това бројлера.
12. **Табела 12.** Приказ рН вредности различитих врста простирки током това бројлера.
13. **Табела 13.** Приказ укупног броја микроорганизама (\log_{10} CFU/g) различитих врста простирки током това бројлера.
14. **Табела 14.** Приказ укупног броја *Escherichia coli* (\log_{10} CFU/g) различитих врста простирки током това бројлера.
15. **Табела 15.** Приказ укупног броја колонија (\log_{10} CFU/g) на UTI агару различитих врста простирки током това бројлера.
16. **Табела 16.** Приказ укупног броја плесни и квасаца (\log_{10} CFU/g) различитих врста простирки током това бројлера.
17. **Табела 17.** Приказ укупног броја *Clostridium perfringens* (\log_{10} CFU/g) различитих врста простирки током това бројлера.
18. **Табела 18.** Приказ резултата MALDI-TOF масене спектрометрије.
19. **Табела 19.** Приказ концентрације амонијака (ppm) у ваздуху у експерименталним боксевима током бројлерског това.
20. **Табела 20.** Приказ концентрације угљен-диоксида (ppm) у ваздуху у експерименталним боксевима током бројлерског това.
21. **Табела 21.** Приказ броја PM₃ ($\# \times 10^6/m^3$) током бројлерског това.
22. **Табела 22.** Приказ броја PM₁₀ ($\# \times 10^6/m^3$) током бројлерског това.
23. **Табела 23.** Приказ морталитета и производног индекса бројлера током бројлерског това.
24. **Табела 24.** Приказ просечне телесне масе (g) експерименталних јединки током бројлерског това.
25. **Табела 25.** Приказ недељног прираста (g) експерименталних јединки током бројлерског това.
26. **Табела 26.** Приказ односа дневног прираста и дневне конзумације хране, односно конверзије хране током бројлерског това.
27. **Табела 27.** Приказ стања коже на табанском делу ногу бројлера током това.

СПИСАК СЛИКА

1. **Слика 1.** Приказ тренда производње живинског меса у свету (Ritchie и Roser, 2017).
2. **Слика 2.** Приказ производње живинског меса на територији Европе током 2021. године (Eurostat, 2022).
3. **Слика 3.** Процес настанка амонијака из мокраћне киселине (Bachrach, 1957).
4. **Слика 4.** Приказ тренда просечне светске концентрације атмосферског угљен-диоксида (Lindsey, 2024).
5. **Слика 5.** Потенцијал таложења суспендованих честица различитих величина у респираторни тракт живине (Wang и сар., 2023).
6. **Слика 6.** Приказ величине суспендованих честица $PM_{2.5}$ и PM_{10} у поређењу са просечним дијаметром људске длаке ($\sim 70 \mu m$) и зрна песка ($\sim 90 \mu m$) (Kim и сар., 2015).
7. **Слика 7.** Вакцинисање једнодневних пилића против инфективног бронхитиса (сој Ма-5).
8. **Слика 8.** Машина за пелетирање.
9. **Слика 9.** Приказ процеса пелетирања.
10. **Слика 10.** Припрема боксева за насељавање експерименталних јединки.
11. **Слика 11.** Приказ усељених експерименталних јединки.
12. **Слика 12.** Преносни инструменти за мерење концентрација штетних гасова: (А) MultiRAE Lite PGM-6208; (Б) PS200 MultiGas Detector.
13. **Слика 13.** Преносни инструмент за мерење броја и величина честица TSI 9306-04 AeroTrak.
14. **Слика 14.** Мерење телесне масе једнодневних пилића.
15. **Слика 15.** Приказ класификације степена оштећења коже на табанском делу ногу (Welfare Quality®, 2009).
16. **Слика 16.** Приказ простирки растресите формулације. (I) Сецкана пшенична слама. (II) Хобловина. (III) Мешавина сецкане пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3). (IV) Мешавина сецкане пшеничне сламе (30%), хобловине (30%), тресета (30%) и зеолита (10%). (V) Мешавина сецкане пшеничне сламе (30%), хобловине (30%), тресета (30%) и дрвеног угља (10%). (VI) Мешавина сецкане пшеничне сламе (30%), хобловине (20%), тресета (30%), зеолита (10%) и дрвеног угља (10%).
17. **Слика 17.** Приказ простирки пелетиране формулације. (VII) Пелетирана пшенична слама. (VIII) Дрвени пелет од хобловине. (IX) Пелет од мешавине пшеничне сламе (90%) и зеолита (10%). (X) Пелет од мешавине пшеничне сламе (90%) и дрвеног угља (10%). (XI) Пелет од мешавине пшеничне сламе (80%), зеолита (10%) и дрвеног угља (10%). (XII) Пелет од мешавине пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3).
18. **Слика 18.** Приказ кондиционог стања простирке током бројлерског това.

19. **Слика 19.** Приказ укупног броја микроорганизама на РСА агару.
20. **Слика 20.** Приказ *Escherichia coli* на ТВХ агару.
21. **Слика 21.** Приказ колонија различите морфологије и боја на UTI агару.
22. **Слика 22.** Приказ квасаца и плесни у различитим врстама простирки током това бројлера.
23. **Слика 23.** Приказ колонија *Clostridium perfringens* на крвном агар.
24. **Слика 24.** Приказ *Clostridium perfringens* у лактоза-сулфит бујону где стварају гас који се уочава у Дурхамовој цевчици и гвожђе-сулфит који се карактерише црним талогом на дну епрувете.
25. **Слика 25.** Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Escherichia coli*.
26. **Слика 26.** Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Staphylococcus xylosus*.
27. **Слика 27.** Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Staphylococcus saprophyticus*.
28. **Слика 28.** Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Corynebacterium glutamicum*.
29. **Слика 29.** Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Enterococcus faecium*.
30. **Слика 30.** Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Pantoea agglomerans*.
31. **Слика 31.** Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Enterobacter kobei*.
32. **Слика 32.** Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Bacillus tojavensis*.
33. **Слика 33.** Приказ коже без видљивих оштећења на табанском делу ногу бројлера (оцена 0).
34. **Слика 34.** Приказ коже на табанском делу ногу бројлера са минималним оштећењима (оцене 1 и 2).
35. **Слика 35.** Приказ коже на табанском делу ногу бројлера са већим степеном оштећења (оцене 3 и 4).

СПИСАК ГРАФИКОНА

1. **Графикон 1.** Приказ просечних вредности садржаја воде (%) у простиркама током бројлерског това.
2. **Графикон 2.** Приказ просечних вредности садржаја азота (%) у простиркама током бројлерског това.
3. **Графикон 3.** Приказ просечних рН вредности у простиркама током бројлерског това.
4. **Графикон 4.** Приказ температуре (°C) и влажности ваздуха (%rH) у експерименталном објекту током бројлерског това.

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ	3
2.1. БРОЈЛЕРСКИ ТОВ ЖИВИНЕ.....	3
2.2. ПРОСТИРКА У БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ живине	5
2.3. КВАЛИТЕТ ВАЗДУХА У БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ ЖИВИНЕ И ЊЕГОВ УТИЦАЈ НА ЗДРАВЉЕ БРОЈЛЕРА.....	6
2.3.1. Штетни гасови у бројлерском тову живине	6
2.3.1.1. Амонијак	6
2.3.1.2. Угљен-диоксид	8
2.3.1.3. Водоник сулфид.....	9
2.3.2. Суспендоване честице	10
2.4. МИКРОБИОЛОШКИ ДИВЕРЗИТЕТ ПРОСТИРКЕ У БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ	12
2.5. ПОДОДЕРМАТИТИС	13
3. ЦИЉЕВИ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА.....	14
4. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ.....	15
4.1. МАТЕРИЈАЛИ	15
4.1.1. Дозвола етичке комисије.....	15
4.1.2. Огледни објекат.....	15
4.1.3. Експерименталне јединке.....	17
4.1.4. Исхрана и напајање бројлера	17
4.1.5. Простирка	19
4.2. МЕТОДЕ	20
4.2.1. Припрема простирке различитих састава и формулација.....	20
4.2.2. Припрема објекта и усељавање експерименталних јединки	21
4.2.3. Узорковање простирке за физичко-хемијска и микробиолошка испитивања	22
4.2.3.1. Физичко-хемијска испитивања простирке.....	22
4.2.3.1.1. Мерење физичких особина простирке.....	22
4.2.3.1.2. Оцена квалитета простирке.....	23
4.2.3.1.3. Мерење влажности простирке	23
4.2.3.1.4. Мерење концентрације азота у простирци	23
4.2.3.1.5. Мерење рН вредности простирке	24

4.2.3.2. Микробиолошка испитивања простирке	24
4.2.3.2.1. Припрема узорака простирке	24
4.2.3.2.2. Одређивање укупног броја микроорганизама	24
4.2.3.2.3. Одређивање броја β -глукуронидаза позитивне <i>Escherichia coli</i>	24
4.2.3.2.4. Одређивање броја ентеричних бактерија.....	24
4.2.3.2.5. Одређивање броја квасаца и плесни	25
4.2.3.2.6. Одређивање броја <i>Clostridium perfringens</i>	25
4.2.3.2.7. Израчунавање броја микроорганизама у простирци	25
4.2.3.2.8. Идентификација бактерија употребом MALDI-TOF масене спектрометрије	25
4.2.4. Праћење микроклимата у експерименталним боксевима.....	26
4.2.4.1. Праћење температуре и влажности ваздуха у експерименталним боксевима ..	26
4.2.4.2. Мерење квалитета ваздуха у експерименталним боксевима	26
4.2.4.2.1. Мерење штетних гасова	26
4.2.4.2.2. Мерење честица прашине	27
4.2.5. Праћење производних параметара екперименталних јединки.....	27
4.2.6. Процена стања коже на табанском делу ногу	28
4.2.7. Статистичка обрада података	29
5. РЕЗУЛТАТИ.....	30
5.1. САСТАВ И ФОРМУЛАЦИЈА РАЗЛИЧИТИХ ВРСТА ПРОСТИРКИ.....	30
5.2. ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКЕ ОСОБИНЕ ПРОСТИРКЕ.....	32
5.2.1. Физичке особине простирке	32
5.2.2. Кондиционо стање простирке	34
5.2.3. Садржај влаге у простиркама.....	36
5.2.4. Садржај азота у простиркама.....	38
5.2.5. рН вредност простирке.....	40
5.3. МИКРОБИОЛОШКИ СТАТУС ПРОСТИРКЕ.....	42
5.3.1. Укупан број микроорганизама у простирци.....	42
5.3.2. Броја β -глукуронидаза позитивне <i>Escherichia coli</i> у простирци	44
5.3.3. Број ентеричних бактерија у простирци	46
5.3.4. Број квасаца и плесни у простирци	48
5.3.5. Број <i>Clostridium perfringens</i> у простирци.....	50
5.3.6. Бактерије идентификоване MALDI-TOF масеном спектрометријом	52
5.4. МИКРОКЛИМАТ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИМ БОКСЕВИМА.....	57

5.4.1. Температура и влажност ваздуха у експерименталним боксевима	57
5.4.2. Квалитет ваздуха у експерименталним боксевима током огледа	59
5.4.2.1. Концентрације штетних гасова у експерименталним боксевима током огледа	59
5.4.2.2. Концентрације честица прашине у експерименталним боксевима током огледа	62
5.5. ПРОИЗВОДНИ ПАРАМЕТРИ ЕКПЕРИМЕНТАЛНИХ ЈЕДИНКИ	65
5.6. СТАЊЕ КОЖЕ НА ТАБАНСКОМ ДЕЛУ НОГУ	69
6. ДИСКУСИЈА	72
6.1. САСТАВ И ФОРМУЛАЦИЈА РАЗЛИЧИТИХ ВРСТА ПРОСТИРКИ	72
6.2. ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКЕ ОСОБИНЕ ПРОСТИРКЕ	73
6.2.1. Физичке особине простирке	73
6.2.2. Кондиционо стање простирке	73
6.2.3. Садржај влаге простирке	74
6.2.4. Садржај азота у простиркама	75
6.2.5. рН вредности простирки	75
6.3. МИКРОБИОЛОШКИ СТАТУС ПРОСТИРКЕ	76
6.4. МИКРОКЛИМАТ У ОБЈЕКТУ ТОКОМ ТРАЈАЊА ОГЛЕДА	77
6.5. ПРОИЗВОДНИ РЕЗУЛТАТИ ЕКПЕРИМЕНТАЛНИХ ЈЕДИНКИ	80
6.6. СТАЊЕ КОЖЕ НА ТАБАНСКОМ ДЕЛУ НОГУ	80
7. ЗАКЉУЧЦИ	82
8. ЛИТЕРАТУРА	84
9. ПРИЛОЗИ	93
9.1. МИШЉЕЊЕ ЕТИЧКЕ КОМИСИЈЕ ЗА ЗАШТИТУ ДОБРОБИТИ ОГЛЕДНИХ ЖИВОТИЊА	93
9.2. РЕШЕЊЕ О ОДОБРЕЊУ СПРОВОЂЕЊА ОГЛЕДА НА ЖИВОТИЊАМА	94

1. УВОД

Бројлерски тов живине карактеришу два основна система узгоја, када је простирка у питању. Први систем је конвенционални систем, односно начин узгоја бројлера, где се после сваког завршеног производног циклуса простирка из објекта избацује и пре него што се започне са новим циклусом производње, убацује нова простирка. Други систем представља узгајање бројлера на „дубокој“ простирци, приликом чега се иста простирка користи за више производних циклуса, уз додавање новог слоја простирке за сваки наредни циклус това.

Предуслов за успешну бројлерску производњу је одабир адекватне простирке. Њен значај у интезивној живинарској производњи је многобројан. Из угла ветеринарске медицине, значај простирке се огледа у здравственој заштити живине, посебно у делу задовољавања зоохијенских услова и добробити, као и на очувању екосистема и економичности производње.

Споредни производи пољопривредне и шумарске индустрије се најчешће користе при избору материјала за простирку. У зависности од доступности сировина и њихове економске оправданости врши се одабир материјала. У Србији, као простирка у бројлерској производњи, најчешће се употребљава пшенична слама, која може бити несецкана или сецкана. Од врста сламе које се употребљавају као материјали за простирку, најчешће се користе сламе пшенице, ражи, овса и јечма. Ниска цена коштања, доступност и могућност складиштења, чине основне предности сламе, при избору материјала за простирку у Србији. Поред тога користе се и други материјали, попут хобловине и тресета.

Поред избора материјала, важан фактор у одабиру адекватне простирке је и њена формулација. Формулација простирке може бити растресита или пелетирана, а утиче на удобност бројлера, термопроводљивост, аерираност и влажност простирке. Поступак припреме пелетиране простирке је сложен и састоји се од неколико фаза, укључујући уситњавање материјала, кондиционирање, пелетирање, хлађење и складиштење. Процес производње пелетиране простирке одвија се при високим температурама, чинећи крајњи производ микробиолошки безбедним, али и нешто скупљим у односу на растресите формулације простирки.

Неправилно и слабо загревање објекта за узгајање бројлера, неусклађена или лоша вентилација, пренасељеност, неприлагођене или неисправне хранилице или појилице, несавестан однос радника и занемаривање технолошких норматива, само су неке од грешака с којима се одгајивачи бројлера сусрећу.

Примена неадекватних простирки и њихово лоше одржавање, доводи до повећања влажности простирке и смањења квалитета кондиционог стања простирки, стварајући оптималне услове за раст и размножавање микроорганизама, укључујући *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens* и друге. Поред тога, у поменутих условима долази до стварања и емисије штетних гасова (амонијака, угљен-диоксида и водоник сулфида), као и повећања концентрације суспендованих честица (PM₃ и PM₁₀).

Један од индикатора квалитета микроклимата у објекту током бројлерске производње је амонијак, који настаје разградњом органских материја које садрже азот, као што су измет и мокраћа. Овај гас је безбојан, оштрог мириса и лакши је од ваздуха. Негативан утицај амонијак испољава на респираторни систем бројлера, зависно од концентрације и дужине експозиције.

Угљен-диоксид је гас без боје и мириса, и тежи је од ваздуха. Овај гас настаје као продукт метаболизма бројлера, распадањем мокраћне киселине и органских материја присутних у простирци и сагоревањем горива услед загревања просторија. Након дужег излагања бројлера повећаној концентрацији угљен-диоксида настаје апатичност бројлера, смањена конзумација хране и воде, и опште отпорности бројлера, што за последицу има пад производних резултата.

Водоник сулфид је безбојан гас карактеристичног мириса, лакши је од ваздуха и настаје при разградњи органских материја. Свој токсични ефекат остварује штетним дејством на централни нервни систем.

Кондиционо стање простирки утиче на појаву контактеног дерматитиса (пододерматитис), који захвата делове коже, табански део јастучића, задњи део тетиве и у тежим случајевима подручје груди, који су у константном додиру са влажном простирком или простирком слабог квалитета. Бројлери са пододерматитисом се, услед присутног бола, слабије крећу до хранилица и појилица, што последично утиче на прираст, конверзију и перформансе целог јата.

У објектима за узгој бројлера потребно је да се обезбеде што природнији и удобнији услови за нормално одвијање физиолошких процеса, како би јединке биле у доброј здравственој и производној кондицији.

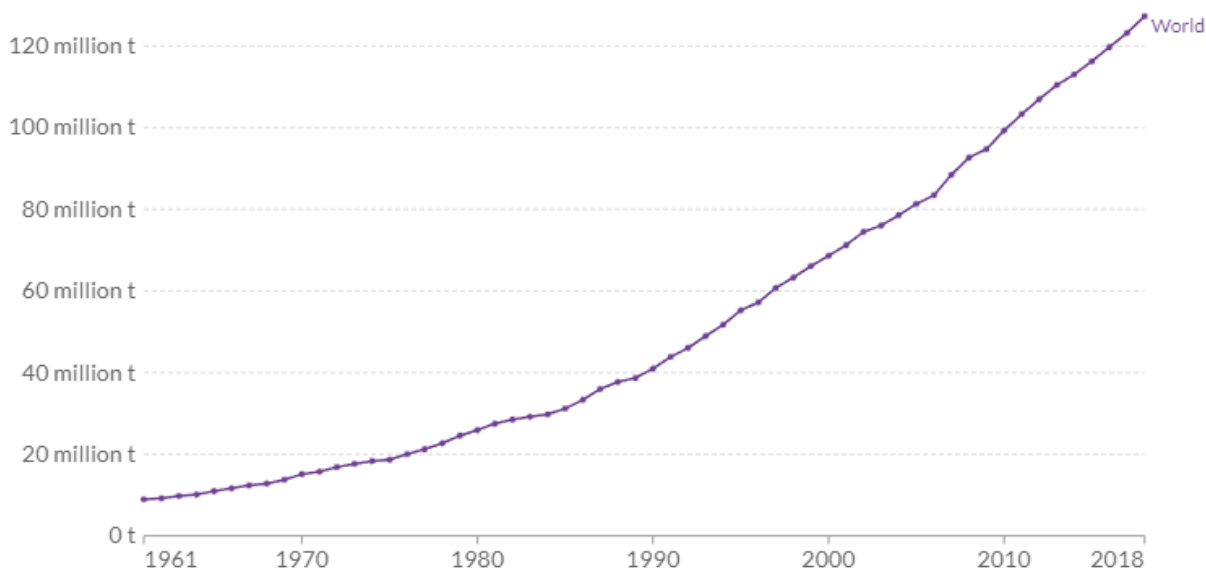
Одабир различитих састава и формулација простирке у бројлерском тову живине, које је могуће обезбедити у условима нашег поднебља, проучаван је у експерименталном делу ове докторске дисертације. Добијеним резултатима постигнут је значајан допринос до сада познатим сазнањима у области бројлерског това живине, са аспекта на физичко-хемијске особине простирки, микробиолошки статус простирке, микроклиматске услове, производне параметре бројлера и добробит бројлера.

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

2.1. БРОЈЛЕРСКИ ТОВ ЖИВИНЕ

Број живине у 2022. години је процењен на 26,56 милијарди, што је двоструко више у односу на 2000. годину, када је број живине у свету износио 13,9 милијарди (Shahbandeh, 2024).

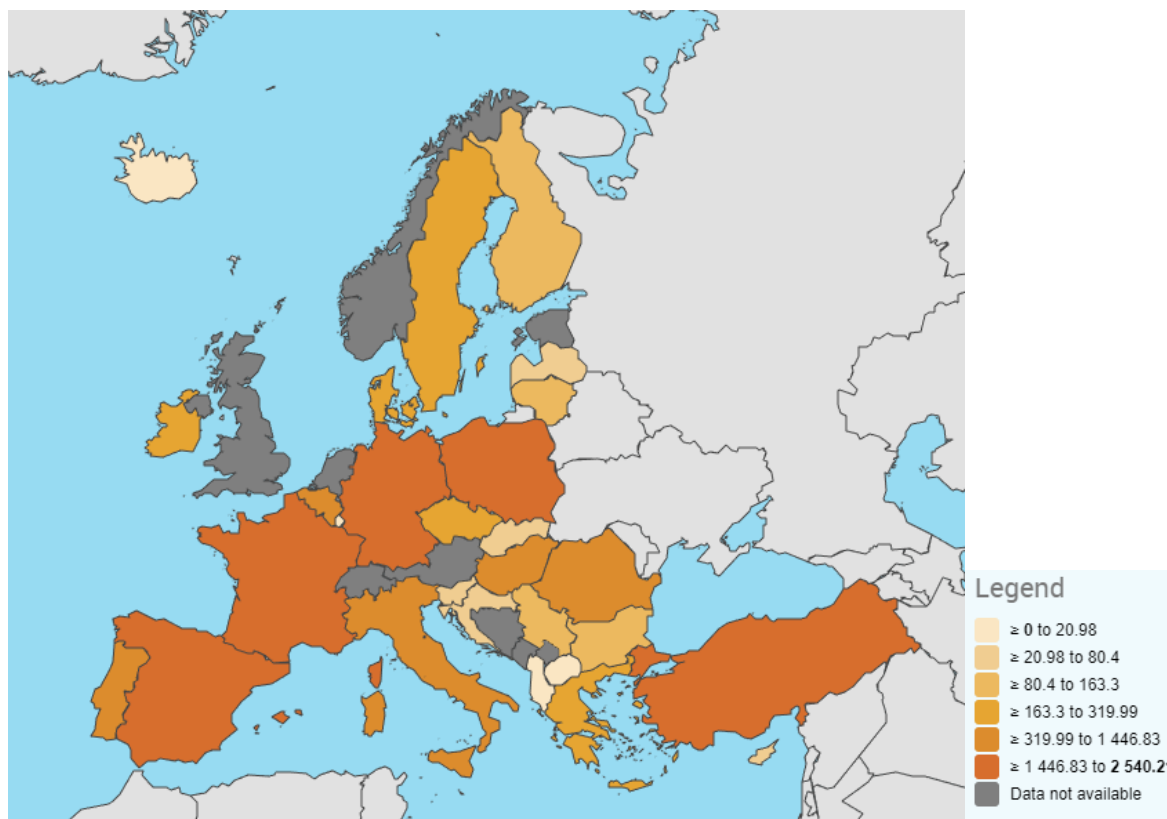
Последњих неколико година, ниво производње живинског меса је надмашило ниво производње свињског меса (Shahbandeh, 2024). Живинско месо представља месо заклане пернате живине и јестиве делове домаће пернате живине, попут домаће кокоши (*Gallus domesticus*), односно бројлера, ћурака (*Meleagris gallopavo domesticus*), патака (*Anas platyrhynchos domesticus*, *Cairina muschata*), мулард патака (*Cairina muschata* × *Anas platyrhynchos*), гусака (*Anser anser domesticus*) и морки (*Numida meleagris domesticus*) (Commission Regulation (EC) No 543/2008, 2008). Светска производња живинског меса у 2020. години достигла је 133,3 милиона тона, што је за 1,3% више у односу на претходну годину. Ипак, 2020. године је забележена најнижа стопа раста производње живинског меса, као последица пандемије COVID-19 и епидемије авијарне инфлуенце у неким европским државама (FAO, 2021). Тренд производње живинског меса је у сталном порасту последњих деценија. Између 1961. и 2014. Године ова производња је порасла 12 пута, са даљом тенденцијом раста (Слика 1) (Ritchie и Roser, 2017).



Слика 1. Приказ тренда производње живинског меса у свету (Ritchie и Roser, 2017).

Према подацима за 2021. годину, највећи произвођачи живинског меса на европском континенту јесу Пољска, Турска, Француска, Шпанија, Немачка и Италија (Слика 2) (Eurostat, 2022). У Србији је, исте године, произведено 111 000 тона живинског меса, што је за 4 000 тона ниже у односу на 2020. годину (РЗС, 2022). Међутим, већ наредних година

бележи се пораст у производњи живинског меса у Србији. Током 2022. године произведено је 116 000 тона, док је током 2023. године произведено 128 000 тона (РЗС, 2024).



Слика 2. Приказ производње живинског меса на територији Европе током 2021. године (Eurostat, 2022).

Месо товних пилића, односно бројлера, се сматра лако доступним извором висококвалитетних протеина и других нутритивних материја значајних у исхрани људи. Додатно, релативно ниска цена меса бројлера из године у годину повећава конзумирање ове врсте меса. Како би задовољила потребе потрошача, живинарска индустрија се фокусира на узгој брзорастућих бројлера, који масу од 2,5 kg достижу за шест недеља интензивног това (Kralik и сар., 2018).

Модерна производња бројлера подразумева узгој јединки у затвореним и контролисаним фармским условима на простирци. Овакви системи су опремљени аутоматизованим системима за храњење и напајање, као и одржавање микроклимата (FAO, 2016).

2.2. ПРОСТИРКА У БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ ЖИВИНЕ

Простирком се сматра материјал који се користи као подлога за бројлере у тову, а који одговара етолошким потребама животиња (Правилник о условима за добробит животиња у погледу простора за животиње, просторија и опреме у објектима у којима се држе, узгајају и стављају у промет животиње у производне сврхе, начину држања, узгајања и промета појединих врста и категорија животиња, као и садржини и начину вођења евиденције о животињама („Службени гласник РС“, бр. 6/2010, 57/2014, 152/2020, 115/2023)), док се простирка у комбинацији са изметом, мокраћом, перјем, расутом храном и водом сматра стајњак (Правилник о начину разврставања и поступања са споредним производима животињског порекла, ветеринарско-санитарним условима за изградњу објеката за сакупљање, прераду и уништавање споредних производа животињског порекла, начину спровођења службене контроле и самоконтроле, као и условима за сточна гробља и јаме гробнице („Службени гласник РС“, бр. 31/2011, 97/2013, 15/2015, 61/2017, 118/2023; Ritz и сар., 2017).

Ефикасна простирка треба да има добру моћ упијања, да је биоразградива, са ниским садржајем прашине, слободна од контаминената, нетоксична, јефтина и доступна (Lacy, 2002; Ross, 2009; Ritz и сар., 2017). Простирка у бројлерском тову живине има многобројне функције. Најпре, она представља изолацију између бројлера и пода, штитећи их од хладноће и чинећи им боравак на тврдој површини удобнијим. Додатно, простирка треба да упије влагу која настаје услед напајања и дефецирања, као и да веже за себе фецес, смањујући контакт између бројлера и фекалија. Поред добре моћи упијања, материјал мора да има и способност делимичног задржавања влаге, како би се смањила могућност стврдњавања простирке и стварања покорице. Најзад, идеална простирка мора бити погодна за ђубрење земљишта након употребе у бројлерском тову живине (Ritz и сар., 2017).

Материјали који се користи као простирка углавном представљају споредне производе ратарства, шумарства или неке друге индустрије. Широм света у употреби су дрвена струготина, хобловина, пиљевина, дрвена прашина, пиринчане љуске, љуске кикирикија, сецкана слама, сецкана стабљика кукуруза, окласак кукуруза, песак, гипс, папир и рециклирана простирка, односно стајњак (Ritz и сар., 2017; Ross, 2018; Diarra и сар., 2021). Избор материјала за простирке зависи од његове локалне доступности и цене (Ritz и сар., 2017).

У Србији се, као простирка у бројлерском тову живине, најчешће користе сецкана и несецкана пшенична слама (Đukić Stojčić и сар., 2016), пиљевина, сецкани окласак кукуруза, тресет у комбинацији са дрвеном струготином (Živkov Baloš и сар., 2020), као и цели или дробљени пелет од пшеничне сламе и соје.

Према технолошким препорукама дубина, односно количина простирке пре насељавања пилића треба да износи од 2 до 5 cm (Ross, 2018; Cobb, 2018) или од 0,8 до 1 kg/m² (Cobb, 2018). Међутим, научна истраживања указују на употребу већих количина простирке, попут 3 kg/m², 6 kg/m² (Gülümser и Yeter, 2021) или 8 kg/m² (Petek и сар., 2014), зависно од врсте материјала који се употребљава као простирка, климатских услова, система бројлерског това живине (Munir и сар., 2019) и грађевинских карактеристика објекта.

Квалитет простирке утиче на добробит, здравље и производне резултате бројлера. На ефикасност простирке утичу физичко-хемијске карактеристике, попут величине честица, садржаја влаге, капацитета везивања воде и кондиционог стања простирке (Garcês и сар., 2013).

2.3. КВАЛИТЕТ ВАЗДУХА У БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ ЖИВИНЕ И ЊЕГОВ УТИЦАЈ НА ЗДРАВЉЕ БРОЈЛЕРА

У бројлерској производњи, простирка игра важну улогу, са главном функцијом инкорпорирања насталог отпада. Разлагањем овакве простирке настаје неколико гасова (Oliveira и сар., 2021) који значајно утичу на квалитет ваздуха у просторијама где бораве бројлери, радници, али и на околину, доспевајући у атмосферу. Штетни гасови представљају опасност за здравље бројлера, људи и животну средину (Broucek и Cermák, 2015).

Производња и емисија гасова на фармама бројлера резултат је неколико комплексних биолошких и физичко-хемијских процеса. Степен емисије гасова зависи примарно од састава хране за животиње, руковања простирком, односно стајњакком и микроклиме у објекту за тов бројлера, јер управо ови фактори утичу на физичко-хемијске карактеристике фецеса, односно на његов састав, биоразградивост, микробиолошки профил, влагу и рН вредност (Konkol и сар., 2022).

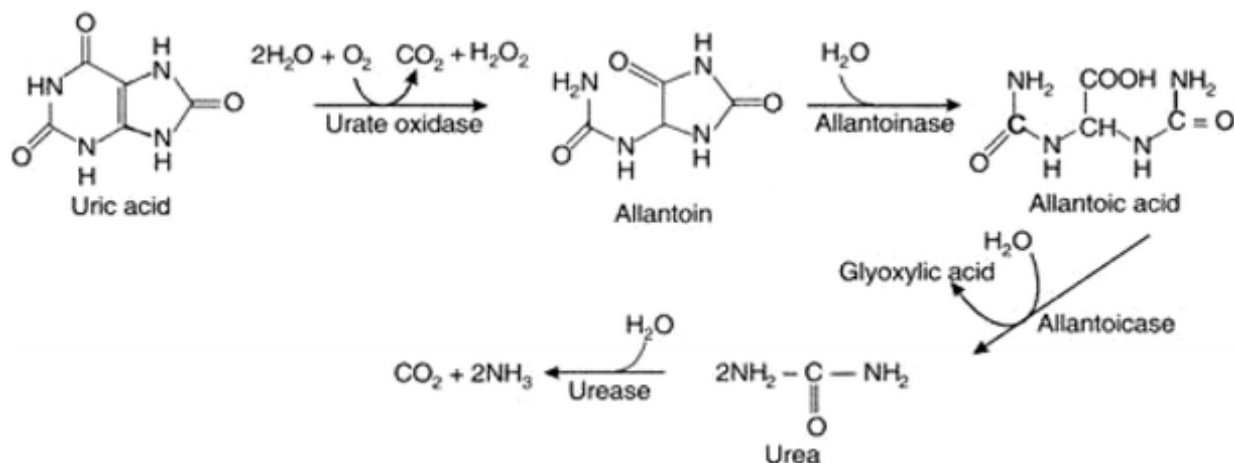
2.3.1. Штетни гасови у бројлерском тову живине

2.3.1.1. Амонијак

Перформансе бројлера директно зависе од исхране. Сврха формулације хране јесте да прилагоди хранљиве материје потребама бројлера у тову, између осталог, и азота. Азот се налази у саставу аминокиселина, односно учествује у биосинтези протеина. Протеини су, поред воде, најважнији и најзаступљенији молекули живих организама, јер обављају бројне виталне функције. Они служе као прекурсори нуклеинских киселина, коензима, хормона и антитела. Поред тога, компоненте су које учествују у формирању крвних зрнаца, ткива, органа и мишићног ткива (Swelum и сар., 2021).

Услед примене високопротеинске исхране у бројлерском тову живине, неискоришћени азот се транспортује до јетре где се конвертује и излучује као мокраћна киселина (80%), амонијак (10%), уреа (5%) и несварени протеини (Sheikh и сар., 2018; Swelum и сар., 2021). Микробиолошком разгардњом азотних једињења присутних у екскрету бројлера, укључујући мокраћну киселину, несварене протеине и уреу (Wood и Van Heyst, 2016), услед активације биолошких, физичких и хемијских процеса у простирци, настаје амонијак (Swelum и сар., 2021). Емисија амонијака из простирке у бројлерском тову зависи од температуре, влаге, вентилације, узраста живине, врсте простирке и сезоне (Konkol и сар., 2022).

Активност микроорганизама у простирци (Ritz и сар., 2004), као и разлагање мокраћне киселине је најповољније у алкалним условима, односно када је рН вредност излучевина изнад 7 (Wood и Van Heyst, 2016). У процес разлагања су укључени ензими уриказа и уреаза. Уриказа конвертује мокраћну киселину до алантоина, а потом до глиоксилата и урее, док уреаза, у присуству воде, разлаже уреу до амонијака (NH₃) и угљен-диоксида (CO₂) (Vilela и сар., 2020) (Слика 3).



Слика 3. Процес настанка амонијака из мокраћне киселине (Bachrach, 1957).

Амонијак је безбојан гас, карактеристичног, опорог мириса, растворљив у води, који не поседује јонски напон, због чега се у атмосферу ослобађа у форми гаса (Ritz и сар., 2004). Амонијак, диспергован у течном делу простирке, може бити присутан у облику NH₄⁺ и слободног NH₃ (Swelum и сар., 2021).

У интензивном бројлерском тову живине, ређе додавање новог слоја простирке, води ка повећању влаге у објекту и азота у простирци, што потенцијално доводи до повећања концентрације амонијака у објектима за тов (Ritz и сар., 2004). Истраживања показују да емисија амонијака, при узгоју бројлера на свежој простирци, износи 0,47 g по птици по дану (Wheeler и сар., 2009), док се количина повећава чак и на 1,18 g код бројлера узгајаних на старијој простирци (Siefert и сар., 2004). У тову бројлера узгајаних на пиљевини, до постизања телесне масе 2,1 kg, емисија амонијака достиже 17,4 g/јединки (Gates и сар., 2008).

Према регулативи Европске уније (Council Directive (EC) 2007/43/EC, 2007) и Републике Србије (Правилник о условима за добробит животиња у погледу простора за животиње, просторија и опреме у објектима у којима се држе, узгајају и стављају у промет животиње у производне сврхе, начину држања, узгајања и промета појединих врста и категорија животиња, као и садржини и начину вођења евиденције о животињама („Службени гласник РС“, бр. 6/2010, 57/2014, 152/2020, 115/2023)) објекти у којима се држи живина морају бити опремљени системима за вентилацију, загревање и хлађење који могу да одржавају концентрацију амонијака испод 20 ppm у висини главе живине.

Штетан ефекат амонијака на животну средину, односно екосистем, здравље људи и живине, приказан је у многобројним истраживањима (Kristensen и Wathes, 2000; Naseem и King, 2018). Иако концентрација амонијака већа од 25 ppm неповољно утиче на здравље и перформансе бројлера, ови ефекти се не квантификују лако. Услед изложености бројлера амонијаку долази до појаве оксидативног стреса, који доводи до нелагодности и запаљенских процеса, што негативно утиче на имунолошки систем (Swelum и сар., 2021).

Амонијак изазива парализу и губитак цилија, као и оштећења мукозног епителијума на површини трахеје бројлера. Степен оштећења зависи од дужине изложености и концентрације амонијака. Као последица губитка цилија накупља се мукус, који излаже алвеоле плућа и ваздушне кесе бактеријама заробљеним у честицама прашине, што доводи до инфекција (Naseem и King, 2018; Sheikh и сар., 2018; Swelum и сар., 2021).

Поред тога настаје иритација, запаљење вежњаче, и оштећење рожњаче ока, оток и црвенило очних капака, што води делимичном или потпуном затварању очију. Услед дужег излагања амонијаку, због повлачења очних капака и појаве ожиљака, очи попримају бадемаст облик.

Тешко запаљење вежњаче повећава ризик од настанка синдрома отечене главе, а оштећења рожњаче могу да изазову слепило (Sheikh и сар., 2018; Swelum и сар., 2021).

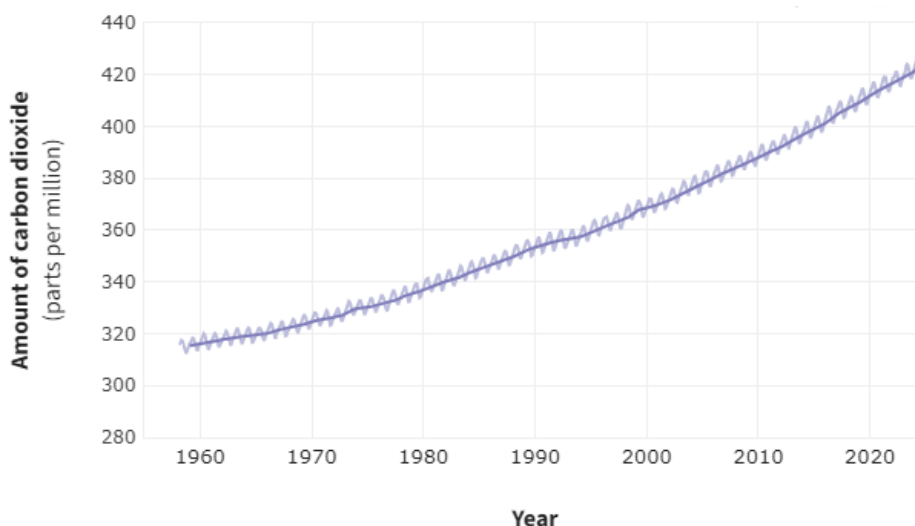
Слично, високе концентрације амонијака, између 20 ppm и 30 ppm, делују и на људе, изазивајући инфламације очију и респираторног система (Swelum и сар., 2021).

Додатно, амонијак је прекурсор секундарним честицама прашине (PM_{2,5}), које се налазе на списку загађивача (Ritz и сар., 2004), а настају у комбинацији амонијака и оксида азота и сумпора (Naseem и King, 2018). Честице прашине, лебде у ваздуху и утичу на његов квалитет и видљивост. Поред тога, проузрокују појаву киселих киша, а падавинама и таложењем амонијумових соли повећава се киселост земљишта, што има утицај на биодиверзитет (Swelum и сар., 2021).

Када се стајњак пореклом из това живине користи на пољопривредном земљишту као извор азота, ослобађање амонијака редукује садржај азота смањујући однос азота и фосфора. Последице повећан садржај фосфора има утицаја на вегетацију и контаминацију површинских и подземних вода (Swelum и сар., 2021).

2.3.1.2. Угљен-диоксид

Поред амонијака, који је значајан контаминент атмосфере, живинарска производња је извор гасова који изазивају ефекат стаклене баште. У првом реду овде спада угљен-диоксид (CO₂), праћен метаном (CH₄), азот субоксидом (N₂O) и гасовима који садрже флуор (Anderson и сар., 2021). Угљен-диоксид је гас без мириса, без боје и тежи је од ваздуха (Guais и сар., 2011). Концентрација угљен-диоксида у атмосфери износи између 0,03% и 0,06%. Повећање његове концентрације доприноси ефекту стаклене баште и глобалног загревања (Guais и сар., 2011). Од почетка мерења концентрације угљен-диоксида 1958. године, када је просечна светска концентрација атмосферског угљен-диоксида износила 315,71 ppm, забележен је стални пораст концентрације овог гаса. Током 2023. године просечна светска концентрација атмосферског угљен-диоксида износила је 419,3 ppm, што је највиша забележена концентрација (Слика 4) (Lindsey, 2024).



Слика 4. Приказ тренда просечне светске концентрације атмосферског угљен-диоксида (Lindsey, 2024).

Главни извори овог гаса у бројлерској производњи су сагоревање горива услед загревања просторија, метаболизам бројлера (процес дисања и загревања тела), природно присуство у атмосфери и аеробно распадање мокраћне киселине и органских материја присутних у

простирци (Knížatová и сар., 2010a; Vilela и сар., 2020). Концентрације угљен-диоксида у објектима за узгој бројлера обично су веће током зимских месеци у односу на летњи период, што је највероватније повезано са смањеним струјањем ваздуха и мањим обимом вентилације током зимског периода (Calvet и сар., 2011a). Количина угљен-диоксида произведена од стране бројлера, директно је пропорционална производњи топлоте. У току производње 24,6 kJ топлоте од стране бројлера, настане 1 литар угљен-диоксида, односно око 1,5 l/h/kg телесне масе (Knížatová и сар., 2010a). Растом бројлера смањује се количина произведеног угљен-диоксида. Тако, пилићи тешки 250 g производе 1,85 l/h/kg угљен-диоксида, док бројлери тешки између 1,5 kg и 2,0 kg производе 1,23 l/h/kg угљен-диоксида (Para и сар., 2003). Поред тога, сматра се да око 20% угљен-диоксида у бројлерској производњи потиче из простирке. Удео угљен-диоксида зависи од врсте материјала који се користи као простирка и од поступања са простирком, као и од дужине това. Наиме, микробиолошка активност у простирци, а самим тим и процес настајања угљен-диоксида, је нижа на почетку циклуса бројлерског това, у односу на период пред крај това (Calvet и сар., 2011b).

У ланцу бројлерске производње, производња хране за животиње доприноси 78% емисији угљен-диоксида и других гасова са ефектом стаклене баште. Мањи удео припада карикама фармског узгоја (8%), производњи и транспорту меса (7%) и складиштењу и дистрибуцији стајњака (6%) (MacLeod и сар., 2013).

У објектима за узгој живине концентрација угљен-диоксида, у висини главе живине, не би смела да пређе 3000 ppm (Council Directive (EC) 2007/43/EC, 2007; Правилник о условима за добробит животиња у погледу простора за животиње, просторија и опреме у објектима у којима се држе, узгајају и стављају у промет животиње у производне сврхе, начину држања, узгајања и промета појединих врста и категорија животиња, као и садржини и начину вођења евиденције о животињама („Службени гласник РС“, бр. 6/2010, 57/2014, 152/2020, 115/2023)), што је еквивалентно 0,3%.

Концентрације угљен-диоксида изнад 3000 ppm изазивају кратак дах код бројлера, летаргију и смањење телесне масе (Alimuddin и сар., 2021).

2.3.1.3. Водоник сулфид

Водоник сулфид (H_2S) је безбојан штетни гас, карактеристично оштрог мириса на покварена јаја (Leyva-Jimenez и сар., 2022). Овај неоргански гас се сматра најопаснијим гасом у акутној концентрацији, односно приликом експозиције у концентрацији од 4000 ppm у трајању од 15 минута. У бројлерском тову настаје као нуспроизвод разградње стајњака, односно органских материја које садрже сумпор (Wang и сар., 2011).

У бројлерском тову метионин представља једну од 13 есенцијалних аминокиселина потребних за раст и развој бројлера. Због његовог ниског садржаја у биљкама, додаје се у храну за живину, као синтетски метионин или као аналог метионин хидроксил. На овај начин, пилићи добијају око 4,5% сумпора, путем хране. С друге стране, микроорганизми анаеробно разграђују аминокиселине које садрже сумпор (метионин, цистин и цистеин) формирајући испарљива једињења сумпора и водоник сулфида. У овом процесу учествују ензими, попут метионин гама липазе или цистеин десулфидразе, које садрже неке бактерије из врсте *Lactobacillus*. Сумпор редукујуће бактерије, попут *Desulfovibrio*, *Desulfobacter*, *Desulfococcus* и *Desulfonema*, као и бактерије рода *Campylobacter*, *Escherichia coli* и *Salmonella* користе водоник и органске компоненте за раст и размножавање, уз ослобађање водоник сулфида (Saksrithai и King, 2018; Chi и сар., 2021).

Сматра се да водоник сулфид настаје и у цекумима бројлера, метаболизмом бактерија из родова *Clostridia*, *Enterococcus cecorum*, *Escherichia coli*, *Lactobacilli* и *Ruminococci* у реверзибилној реакцији синтезе цистеина (Saksrithai и King, 2018).

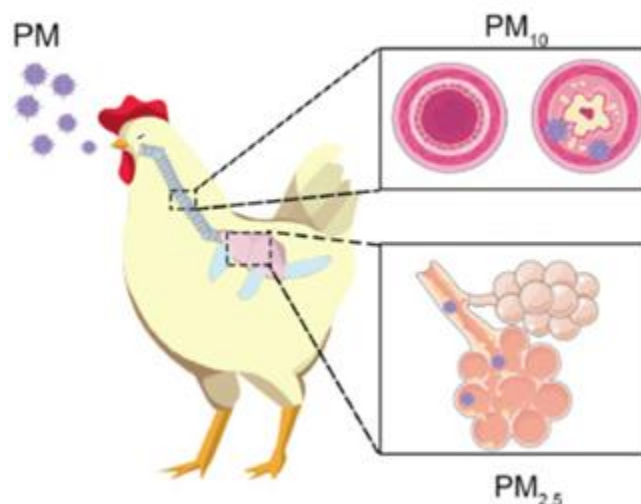
Неадекватна вентилација може да допринесе повећању концентрације водоник сулфида у објектима за тов бројлера. Утицаји водоник сулфида на здравље бројлера су многобројни. Овај гас директно утиче на респираторни систем, али и појаву запаљења и апоптозе. Новија истраживања указују на појаву оксидативног стреса, смањење антиоксидативних активности и поремећај хомеостазе имунолошког система, као последице изложености бројлера водоник сулфиду (Song и сар., 2021; Khattak и сар., 2021; Chi и сар., 2021).

Токсични ефекти водоник сулфида зависе од његове концентрације у ваздуху и манифестују се поремећајем нервног, кардиоваскуларног и респираторног система. Код људи се акутни симптоми појављују приликом изложености водоник сулфиду у концентрацијама од 100 до 500 ppm. Акутни симптоми укључују појаву очних и респираторних иритација, мучнине, повраћања, дијареје, главобоље, губитка памћења, појаву тремора и конвулзија. Концентрације преко 500 ppm могу да буду леталне (National Academies Press, 2009). Wang и сар. (2011) препоручују да концентрација водоник сулфида у објектима за тов бројлера буде испод 2 ppm до треће недеље това, односно испод 12 ppm од четврте недеље до краја това.

2.3.2. Суспендоване честице

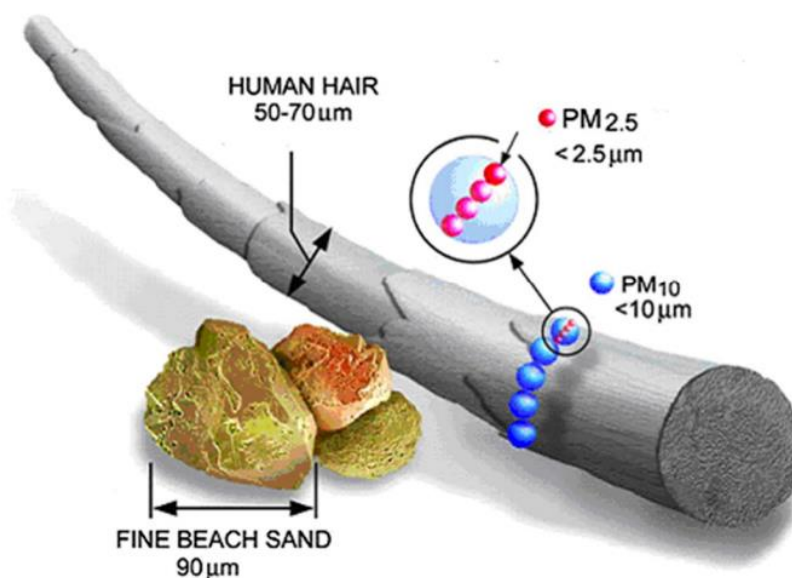
Суспендоване честице (енг. *Particulate Matter (PM)*) су важни загађивачи ваздуха. У објектима за тов бројлера, порекло суспендованих честица је углавном биолошко и органско, представљајући комбинацију течних и чврстих материја, укључујући храну за животиње, простирку, перје, десквამисане епителне ћелије, урин, измет и микроорганизме. Концентрација суспендованих честица у објекту зависи од старости бројлера, начина исхране, густине насељености, вентилације, временских услова, периода дана, активности бројлера и радника (Tan и Zhang, 2004; Wood и Van Heyst, 2016). Хемијски састав суспендованих честица је разноврстан и укључује нитрате, сулфате, једињења угљеника, органска једињења (полицикличне ароматичне угљоводонике), биолошка једињења (ендотоксине, ћелијске фрагменте) и метале (гвожђе, бакар, никл, цинк и ванадијум) (World Health Organization, 2013).

Најчешће коришћени индикатори суспендованих честица релевантних за здравље су фракције грубих честица дијаметра мањег од 10 μm (PM_{10}) и фракције финих честица дијаметра мањег од 2,5 μm ($\text{PM}_{2.5}$). Величине фракција засноване су на капацитету продирања у респираторни тракт (Слика 5) (World Health Organization, 2013; Kim и сар., 2015; Wang и сар., 2023). Инхалиране честице могу продриети дубоко у респираторне путеве и на тај начин изазивају респираторне проблеме код бројлера и људи, који се манифестују појавом учесталог кашља, хроничног бронхитиса, алергијских реакција и симптома налик астми. Поред утицаја у бројлерском тову, суспендоване честице су претња животној средини, пошто проузрокују вегетативни стрес биљака и поремећаје у екосистему. Високе концентрације суспендованих честица доприносе климатским променама (Cambra-López и сар., 2010).



Слика 5. Потенцијал таложења суспендованих честица различитих величина у респираторни тракт живине (Wang и сар., 2023).

Грубе суспендоване честице (PM₁₀) се састоје од прашине, пепела, металних оксида, соли, полена, спора плесни, бактерија, вируса и делова биљака и могу да лебде ма удаљеностима од 1 km до 10 km. Фине суспендоване честице (PM_{2.5}) се састоје од сулфата, нитрата, амонијума, јона водоника, угљеника, полицикличних ароматичних угљоводника, метала и биогених органских материја. Ове честице могу да лебде на удаљеност од 100 km до 1000 km (Kim и сар., 2015). Слика 6 је приказан однос величина суспендованих честица PM₁₀ и PM_{2.5}.



Слика 6. Приказ величине суспендованих честица PM_{2.5} и PM₁₀ у поређењу са просечним дијаметром људске длаке (~70 μm) и зрна песка (~90 μm) (Kim и сар., 2015).

Процењује се да је интензивна живинарска производња извор око 50% суспендованих честица у односу на укупну пољопривредну производњу у Европи (Cambra-López и сар., 2010). Концентрације PM_{2.5} у објектима за тов бројлера се крећу између 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ и 2530 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Zhou и сар., 2023).

Одабир адекватних материјала за простирку у бројлерском тову може значајно да утиче на смањење суспендованих честица PM_{10} и $PM_{2.5}$ (Cambra-López и сар., 2010; Kim и сар., 2015).

2.4. МИКРОБИОЛОШКИ ДИВЕРЗИТЕТ ПРОСТИРКЕ У БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ

Гастроинтестинални тракт бројлера садржи сложен микробиолошки диверзитет који игра важну улогу у дигестији и апсорпцији нутритијената, имунолошком систему и борби против патогених микроорганизама (Wang и сар., 2016; Diaz Carrasco и сар., 2019).

Микробиота једнодневних пилића је једноставна и састоји се од само неколико врста микроорганизама (Wang и сар., 2016). Почетна колонизација гастроинтестиналног тракта пилића природно наступа након лежења, иако може да почне и раније, услед продора микроорганизама кроз поре љуске јаја (Diaz Carrasco и сар., 2019).

У раној фази живота пилића долази до развоја микробиоте гастроинтестиналног тракта услед кљуцања и конзумирања хране, воде и простирке који представљају спољашње изворе бактерија (Wang и сар., 2016). У првим данима гастроинтестинални тракт пилића бива сукцесивно колонизован бактеријама које припадају фамилији *Enterobacteriaceae* и у мањој мери бактеријама рода *Enterococcus*. Потом, од седмог дана бактеријама из групе *Ruminococcaceae* и реда *Firmicutes*. У периоду од 14. до 28. дана доминирају бактерије из фамилије *Enterobacteriaceae* (Ballou и сар., 2016). Микробиота бројлера достиже зрелост и стабилност у трећој недељи старости. Генерално, микробиота гастроинтестиналног тракта садржи стотине бактеријских врста, док су доминантне оне из реда *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Proteobacteria* и *Actinobacteria* (Diaz Carrasco и сар., 2019). У цекумима доминирају *Faecalibacterium*, *Oscillospira*, *Butyricoccus*, *Enterobacteriaceae*, *Lachnospiraceae*, *Ruminococcaceae*, док у илеуму доминирају бактерије рода *Lactobacillus*, *Streptococcus* и *Clostridium* (Wang и сар., 2016; Kers и сар., 2019).

Стална веза између микроорганизама простирке и микробиоте гастроинтестиналног тракта бројлера огледа се у акумулацији фекалних материја у простирци, која садрже микроорганизме, и константног кљуцања простирке и гутања њених честица. Овај однос одржава сталну размену микроорганизама која нормално постоји између микробиоте простирке и микробиоте црева бројлерских пилића, и наглашава улогу легла као резервоара микробне разноврсности. На тај начин се све наведене бактерије могу наћи и у простирци (Diaz Carrasco и сар., 2019).

Концентрација микроорганизама у простирци може да досегне ниво од 10^{10} CFU/g (енг. *Colony Forming Unit*), где Грам позитивне бактерије, укључујући *Actinomycetes*, *Clostridia/Eubacteria* и *Bacilli/Lactobacilli*, чине око 90% популације (Bolan и сар., 2010; Chen и Jiang, 2014). У простирци могу да се нађу и зооноотске патогене бактерије, значајне за живинарску индустрију. Ту првенствено спадају *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes* и *Clostridium perfringens*. Контакт простирке и бројлера може да представља пут контаминације трупова на линији клања, а последично долази до контаминације живинског меса (Bolan и сар., 2010).

2.5. ПОДОДЕРМАТИТИС

Контактни дерматитис или дерматитис стопала (лат. *pododermatitis*) представља стање које се карактерише запаљењем и некротичним лезијама које могу бити површинске или дубоке, локализоване на табанској површини стопала и прстију (Shepherd и Fairchild, 2010). Лезије на табанском делу се могу додатно искомпликовати секундарном инфекцијом бактеријске етиологије и последичном упалом зглобова. Таква оштећења изазивају бол, било да су под инфекцијом или не, представљајући проблем са становишта добробити. Јединке које имају пододрматитис се слабије крећу до хранилица и појилица услед присутног бола, што последично утиче на прираст, конверзију и перформансе целог јата (De Jong и сар., 2014). Управо је појава пододрматитиса данас један од критеријума у процени добробити у бројлерском тову у развијеним земљама Европе и Сједињених Америчких Држава (САД) (Shepherd и Fairchild, 2010).

Пододрматитис је често повезан са влажном простирком или простирком слабог квалитета (Shepherd и Fairchild, 2010; De Jong и сар., 2012, De Jong и сар., 2014). Контактни дерматитис захвата делове коже који су у константном додиру са простирком: табански део јастучића, задњи део тетиве и у тежим случајевима подручје груди (Koshchaev и сар., 2020). Постоји више метода оцењивања степена оштећења табана и зглобова, према разним ауторима. Најчешћи начин оцењивања је према препорукама Welfare Quality® (2009) методама адспекције и палпације.

3. ЦИЉЕВИ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

У овом истраживању постављени су следећи циљеви:

1. Испитати утицај различитих састава и формулација простирке на продукцију штетних гасова у бројлерској производњи;
2. Испитати утицај различитих састава и формулација простирке на њен микробиолошки статус и физичко-хемијски састав у различитим фазама производње;
3. Дефинисати састав и формулацију простирке чијом применом се остварују најбољи ефекти на смањење производње штетних гасова у бројлерском тову живине, водећи рачуна да иста мора бити здравствено безбедна за јединке у тову и запослене, као и еколошки прихватљива.

Сходно циљевима истраживања постављени су следећи задаци:

1. Припрема простирке различитих састава и формулација;
2. Припрема објекта (механичко чишћење, санитарно прање, дезинфекција) за експериментални узгој бројлера;
3. Усељавање експерименталних јединки;
4. Мерење физичких особина простирке;
5. Оцењивање квалитета простирке;
6. Мерење влажности простирке;
7. Мерење концентрације азота у простирци;
8. Мерење рН вредности простирке;
9. Микробиолошка испитивања простирке;
10. Праћење температуре и влажности ваздуха у експерименталним боксевима;
11. Праћење квалитета ваздуха у експерименталним боксевима;
12. Праћење производних параметара експерименталних јединки;
13. Процена стања коже на табанском делу ногу.

4. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

4.1. МАТЕРИЈАЛИ

4.1.1. Дозвола етичке комисије

Све процедуре предвиђене у огледу одобрене су од стране Етичке комисије за заштиту добробити огледних животиња Универзитета у Новом Саду (број документа: IV-2018-03) (Прилог 9.1. Мишљење Етичке комисије за заштиту добробити огледних животиња) на основу чега је издато Решење о одобрењу спровођења огледа на животињама (број 323-07-00240/2019-05) (Прилог 9.2.) од стране Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије – Управа за ветерину.

4.1.2. Огледни објекат

Оглед је спроведен на огледном добру „Пустара“ у Темерину, које је у саставу Департамана за сточарство, Пољопривредног факултета у Новом Саду, Универзитета у Новом Саду.

Огледни објекат опремљен је боксевима површине 2,00 m² са тунелском вентилацијом која се састоји од два отвора за улазак свежег ваздуха са предње стране објекта, и четири вентилатора са задње стране објекта који извлаче ваздух. Капацитет једног вентилатора износи 5000 m³/h. Осветљење у овом објекту је вештачко, подесивог интензитета. За потребе овог огледа, светлосни режим био у складу са препорукама технологије производње провенијенције ROSS 308 (Табела 1).

Табела 1. Светлосни режим током трајања това (Ross, 2018).

Дани това	Дужина светлости (часова)
0.	24
од 1. до 5.	23
од 6. до 15.	22
од 16. до 25.	18
од 26. до 34.	22
од 35. до 42.	23

Загревање смештајног објекта вршено је помоћу електричних грејалица (калорифера) са термостатима и сондама. Амбијентални услови (температура и влажност) (Табела 2) одржавани су према препоруци технолошког водича за провенијенцију ROSS 308 (Ross, 2018).

Табела 2. Препоручени амбијентални услови током трајања това (Ross, 2018).

Дани това	Температура (°C)	Релативна влажност (%)
1.	30	Од 60 до 70
3.	28	
6.	27	50
9.	26	
12.	25	
15.	24	
18.	23	
21.	22	
24.	21	
Од 27. до краја това	20	

4.1.3. Експерименталне јединке

Оглед је извршен на 1152 јединке врсте *Gallus gallus domesticus*, провенијенције ROSS 308, оба пола (несексиране јединке), пореклом од локалне инкубаторске станице „Пиле Пром“ д.о.о. из Ковиља. Експерименталне јединке су биле распоређене у 12 експерименталних група. Сходно технолошким нормативима провенијенције ROSS 308, густина насељености на почетку това износила је 16 јединки по m^2 .

Све експерименталне јединке су вакцинисане према следећем програму вакцинације: првог дана старости против инфективног бронхитиса (сој Ма-5) (Слика 7), 14. дана против вируса Гумборо болести (сој 228-Е), 17. дана против вируса атипичне куге живине (сој Ла Сот) и 21. дана је урађена ревакцинација против вируса Гумборо болести (сој Д-78).



Слика 7. Вакцинисање једнодневних пилића против инфективног бронхитиса (сој Ма-5).

4.1.4. Исхрана и напајање бројлера

У току огледа бројлери су храњени потпуним смешама за исхрану бројлера у тову стандардног сировинског и хемијског састава (Табела 3), произвођача „Храна Продукт“ д.о.о. из Салаша Ноћајског.

Стартер смешом (22% протеина) храњене су јединке од 1. до 14. дана старости. Од 15. до 30. дана јединке су конзумирале гровер (20% протеина), а потом финишер (19% протеина) до краја това, односно од 31. до 42. дана. Храна је експерименталним јединкама била доступна по вољи (*ad libitum*). Вода, из градске водоводне мреже, је преко нипл система за напајање, такође била доступна експерименталним јединкама по вољи (*ad libitum*).

Табела 3. Хемијски састав потпуних смеша за исхрану бројлера у тову.

Параметар	Мерна јединица	Врста потпуне смеше		
		Стартер	Гровер	Финишер
Протеин	%	најмање 22	најмање 20	најмање 19
Маст	%	најмање 5	најмање 5	најмање 5
Влага	%	највише 12,5	највише 13,5	највише 13,5
Целулоза	%	највише 5	највише 5	највише 5
Пепео	%	највише 8	највише 8	највише 8
Калцијум	%	од 0,9 до 1,1	од 0,9 до 1,1	од 0,8 до 1,1
Укупан фосфор	%	најмање 0,60	најмање 0,55	најмање 0,55
Искористиви фосфор	%	најмање 0,50	најмање 0,45	најмање 0,45
Натријум	%	од 0,15 до 0,20	од 0,15 до 0,20	од 0,15 до 0,20
Лизин	%	најмање 1,35	најмање 1,20	најмање 1,10
Метионин + цистин	%	најмање 1,0	најмање 0,90	најмање 0,80
Метаболичка енергија	МЈ/kg	најмање 12,7	најмање 13	најмање 13,2

4.1.5. Простирка

Употребом различитих материјала, укључујући пшеничну сламу, хобловину, тресет, дрвени угаљ и зеолит, формирано је 12 група простирки различитих састава и формулација (Табела 4). Простирка је равномерно распоређена по подној површини боксева у количини од 6 kg/m², без додавања до краја огледа.

Табела 4. Приказ састава и формулација простирки.

Група	Састав	Формулација
I	100 % сецкана пшенична слама	Растресита
II	100% хобловина	Растресита
III	1/3 сецкана пшенична слама, 1/3 хобловина, 1/3 тресет	Растресита
IV	30% сецкана пшенична слама, 30% хобловина, 30% тресет, 10% зеолит	Растресита
V	30% сецкана пшенична слама, 30% хобловина, 30% тресет, 10% дрвени угаљ	Растресита
VI	30% сецкана пшенична слама, 20% хобловина, 30% тресет, 10% зеолит, 10% дрвени угаљ	Растресита
VII	100% пелетирана пшенична слама	Пелет
VIII	100% пелетирана хобловина	Пелет
IX	90% пшенична слама, 10% зеолит	Пелет
X	90% пшенична слама, 10% дрвени угаљ	Пелет
XI	80% пшенична слама, 10% зеолит, 10% дрвени угаљ	Пелет
XII	1/3 пшенична слама, 1/3 хобловина, 1/3 тресет	Пелет

4.2. МЕТОДЕ

4.2.1. Припрема простирке различитих састава и формулација

Припрема простирке различитих састава и формулација подразумевала је машинско сецање пшеничне сламе, машинско уситњавање пшеничне сламе, хобловине, тресета и дрвеног угља, као и мешање различитих материјала у различитим количинама у противструјној мешалици.

Како би се добио пелет, сви материјали су претходно уситњени и измешани у одређеним односима. Овако припремљена сировина подвргнута је процесу пелетирања на пелет преси (Слика 8).



Слика 8. Машина за пелетирање.

Сировина се, преко ваљака, доводи до матрице, а потом потискује кроз њене отворе дијаметра 6 mm и излази сабијена. Ножеви пресецају сабијену масу на дужину од 3 cm, при чему настаје пелет (Слика 9). Пелетирање је извршено под притиском (од 140 до 160 Bar) и при температури до 100 °C.



Слика 9. Приказ процеса пелетирања.

4.2.2. Припрема објекта и усељавање експерименталних јединки

Пре почетка огледа објекат је адекватно припремљен за експериментални узгој бројлера. Спроведено је механичко чишћење, санитарно прање, дезинфекција. Извршено је распоређивање огледних простирки у количини од 12 kg по боксу, фумигација, дводневно проветравање и дводневно загревање (Слика 10).



Слика 10. Припрема боксева за насељавање експерименталних јединки.

У адекватно припремљене боксеве усељено је по 32 експерименталне јединке (Слика 11).



Слика 11. Приказ уселиених експерименталних јединки.

4.2.3. Узорковање простирке за физичко-хемијска и микробиолошка испитивања

За потребе физичко-хемијских и микробиолошких испитивања извршено је асептично узимање узорка простирке из сваког бокса понаособ, односно из сва четири угла и средишта бокса, укључујући и простирку испод појилица 0., 7., 14., 21., 28., 35. и 42. дана. Узорци су паковани у стерилне кесе за узорковање.

4.2.3.1. Физичко-хемијска испитивања простирке

4.2.3.1.1. Мерење физичких особина простирке

У мрежасте врећице од полиамида одмерено је и потопљено у посуду са водом по 20 g узорка простирке из сваке експерименталне групе, у шест понављања. Након експозиције у трајању од 24 часа, узорци су извађени из воде и остављени 15 минута на собној температури, како би вишак воде слободно откапао. Уследило је мерење масе на техничкој ваги, са прецизношћу од ± 1 g, и потапање узорка у воду. Поступак је поновљен након 24 часа.

После другог мерења, узорци у мрежастим врећицама, су остављени да слободно висе на собној температури током 24 часа. Мерење масе извршено је да би се утврдила способност материјала за отпуштање воде. У циљу утврђивања додатне способности отпуштања воде, поступак је поновљен након 24 часа.

4.2.3.1.2. Оцена квалитета простирке

Квалитет простирке оцењивао се 7., 14., 21., 28., 35. и 42. дана према препорукама Welfare Quality® (2009) методама адспекције и палпације (руком и стопалом). Оцена стања простирке извршена је према критеријумима датим у Табели 5.

Табела 5. Параметри за оцену стања простирке (Welfare Quality®, 2009).

Оцена	Кондиционо стање простирке
0	потпуно сува простирка, која се лако растреса руком
1	сува простирка, лако се растреса руком, али се не растреса лако ногом
2	на простирци остају трагови стопала и иста се може угрудвати руком, при чему је грудва растресита
3	простирка се лепи за обућу, а грудва направљена од простирке руком се не распада
4	простирка се лепи за обућу чим се нагази, а кад се компактни делови простирке подигну са пода, исти се могу мрвити руком (иста оцена се даје и у случају ако се компактни делови простирке не мрве у руци, односно ако се тешко раздвајају)

4.2.3.1.3. Мерење влажности простирке

Мерење влажности простирке извршено је гравиметријском методом. Узорци простирке су најпре уситњени и хомогенизовани, а потом одмерени, у количини од 5 g са тачношћу од 0,001 g, у претходно измерене, осушене и охлађене посуде. Посуде са узорцима сушене су у лабораторијској сушници на 105 ± 2 °C до константне масе у трајању од 4 часа. Уследило је хлађење узорака у ексикатору и мерење масе. Сушење на 105 ± 2 °C, хлађење током 45 минута и мерење масе поновљено је још два пута.

Садржај воде у испитиваном узорку простирке израчунат је према следећим формулама:

$$\text{Садржај суве материје (\%)} = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

$$\text{Садржај воде (\%)} = 100 - \text{садржај суве материје (\%)}$$

где је:

m_1 – маса празне посуде (g);

m_2 – маса посуде са узорком (g) након сушења;

m – маса узорка (g).

4.2.3.1.4. Мерење концентрације азота у простирци

Укупан азот у простирци је одређен сагоревањем *Dumas*-овом методом помоћу апарата Rapid N Cube, Elementar. Концентрација азота који је ослобођен при сагоревању на високој температури, у чистом кисеонику, мерена је детектором термичке проводљивости. Добијена вредност за садржај азота изражена је у процентима (%).

Укратко, након уситњавања и хомогенизације узорака простирке, исти су одмерени (250,0 mg \pm 0,1 mg) у наменске фолије (без азота) и таблетирано. У апарату Rapid N Cube, Elementar

узорци су конвертовани до гаса загревањем у колони (енг. *combustion tube*) која преводи узорак у гасовито стање, при чему се интерферирајуће компоненте уклањају из добијене смеше гаса. Једињења азота у мешавини гаса, или репрезентативни део њих, се конвертују до молекула азота, који се квантитативно одређује топлотним проводним детектором. Садржај азота израчунава микропроцесор и читава се директно са уређаја.

4.2.3.1.5. Мерење рН вредности простирке

Мерење рН вредности простирке извршено је методом директне потенциометрије, која се заснива на електро-хемијском мерењу рН вредности воденог екстракта простирке. Укратко, узорци простирке су, након уситњавања и хомогенизације, одмерени (10,00 g ± 0,01 g и са 100 ml дестиловане воде пренети у суд за екстракцију. Екстракција је извршена мућкањем у лабораторијској мућкалицы, у трајању од 15 минута. Потом је извршено филтрирање да би се у бистром филтрату, помоћу сонде рН метра измерила рН вредност.

4.2.3.2. Микробиолошка испитивања простирке

4.2.3.2.1. Припрема узорака простирке

Узорци простирке су асептично уситњени и хомогенизовани, а потом одмерени у количини од 20 g у стерилне кесе за Стомахер са филтером. За добијање почетне суспензије наливено је 180 ml средства за разблаживање (слани пептонски раствор). Извршена је хомогенизација у апарату за хомогенизацију (Mayo International SRL, Италија) у трајању од 2 минуте, а потом и припрема даљих децималних разблажења ([SRPS EN ISO 6887-1, 2017](#)).

4.2.3.2.2. Одређивање укупног броја микроорганизама

За одређивање укупног броја микроорганизама из узорака простирке коришћена је стандардна метода „Хоризонтална метода за одређивање броја микроорганизама – Део 1: Бројање колонија на 30 °C техником наливања плоче“ ([SRPS EN ISO 4833-1, 2014](#)). Укратко, 1 ml одређених разблажења узорака инокулисани су у стерилну Петријеву плочу, а потом наливени са око 12 – 15 ml агара за укупан број (енг. *Plate Count Agar – PCA*) (СМ0325, Охoid, Уједињено Краљевство) на температури од 44 до 47 °C. Инокулат се измешао са подлогом кружним померањем Петријевих плоча у хоризонталној равни. Након очвршћавања подлоге, плоче су обрнуто стављене у инкубатор на 30 ± 1 °C током 72 ± 3 часа.

4.2.3.2.3. Одређивање броја β-глукуронидаза позитивне *Escherichia coli*

Према стандарду „Хоризонтална метода за одређивање броја β-глукуронидаза позитивне *Escherichia coli* – Део 2: Техника бројања колонија на 44 °C помоћу 5-бромо-4-хлоро-3-индолил β-Д-глукуронида“ ([SRPS ISO 16649-2, 2008](#)) извршено је одређивање β-глукуронидаза позитивне *Escherichia coli*, односно бактерија које на 44 °C формирају типичне плаве колоније на триптон-жуч-глукуронид подлози (енг. *Tryptone-Bile-Glucuronide – TBX*) (СМ0945, Охoid, Уједињено Краљевство). Инокулисана количина од 1 ml разблажења преливена је са око 15 ml TBX подлоге (на температури од 44 °C до 47 °C). Након мешања инокулата са подлогом остављено је да очврсне. Окренуте плоче инкубиране су на 44 °C током 18 до 24 h.

4.2.3.2.4. Одређивање броја ентеричних бактерија

За одређивање броја ентеричних бактерија употребљена је модификована хромогена подлога HiCrome™ UTI агар (M1418, HiMedia, Индија). Ензими бактерија разлажу хромогене супстрате присутне у UTI агару чиме је омогућена диференцијација. Тако ентерококе, због поседовања β-глукозидазе, формирају плаве колоније, колиформне бактерије формирају

љубичасте колоније, док *E. coli* формирају ружичасте колоније захваљујући ензиму β -Д-галактозидазе, бактерије из родова *Proteus*, *Morganella* и *Providencia* формирају браон колоније због активности триптофан диаминазе.

Инокулација површине чврсте HiCrome™ UTI агар подлоге вршено је са 0,1 ml одређеног разблажења узорака, односно са 1 ml инокулисаним на три плоче код узорака код којих је очекиван мали број бактерија. Стерилном мазалицом инокулат је једнако распоређен по подлози, након чега је извршена инкубација плоча на 37 °C током 24 h.

Изабране колоније, различите морфологије и боја, су подвргнуте даљем испитивању применом MALDI-TOF масеном спектрометријом у циљу њихове идентификације.

4.2.3.2.5. Одређивање броја квасаца и плесни

За одређивање укупног броја квасаца и плесни из узорака простирки пре почетка огледа коришћена је стандардна „Хоризонтална метода за одређивање броја квасаца и плесни - Део 2: Техника бројања колонија у производима са активношћу воде мањом од 0,95 или једнаком 0,95“ (SRPS ISO 21527-2, 2011). Укратко, инокулисане су три плоче дихлоран 18% глицерол агара (DG18 агар) (Biokar Diagnostics, Бове, Француска) са 1 ml почетног разблажења, односно 0,1 ml осталих разблажења. Употребом стерилне мазалице инокулат је равномерно распоређен по површини агара. Плоче су потом аеробно инкубирани на 25 ± 1 °C током 5 до 7 дана.

4.2.3.2.6. Одређивање броја *Clostridium perfringens*

Према стандарду „Хоризонтална метода за одређивање броја *Clostridium perfringens* – Техника бројања колонија“ (SRPS EN ISO 7937, 2010) извршено је одређивање броја *Clostridium perfringens*. Помоћу стерилне микропипете 1 ml изабраних децималних разблажења узорака пренешен је у стерилну Петријеву плочу. Потом је извршено наливање 10 до 15 ml сулфит-циклосерин (СЦ) агара (Biokar Diagnostics, Бове, Француска) (температуре 44 до 47 °C) и мешање суспензије са подлогом кружним померањем Петријеве плоче на хоризонталној равни. Након очвршћавања подлоге наливано је још 10 ml СЦ агара како би се постигли анаеробни услови. По очвршћавању другог слоја СЦ агара плоче су стављене у посуде за модификовање атмосфере и инкубирани у анаеробним условима на 37 °C током 20 ± 2 h.

Након инкубације пребројане су све карактеристичне колоније, док је пет карактеристичних суспектних колонија подвргнуто даљим испитивањима. Изабране колоније су инокулисане у течну тиогликолатну подлогу (Biokar Diagnostics, Бове, Француска) и инкубирани у анаеробним условима на 37 °C током 18 до 24 h. Потом је 5 капи тиогликолатне културе пренешено на лактоза-сулфит (ЛС) подлогу (Biokar Diagnostics, Бове, Француска) и инкубирано аеробно на 46 °C током 18 до 24 h у воденом купатилу. Након инкубације епрувете са ЛС подлогом се прегледају на стварање гаса и присуство црне боје, коју даје талог гвожђе-сулфита. Испуњеност Дурхамових цевчица више од 1/4 гасом, као и црни талог на дну епрувете, се сматрају позитивним.

4.2.3.2.7. Израчунавање броја микроорганизама у простирци

Након пребројавања колонија на плочама и њиховог потврђивања извршено је израчунавање према стандарду SRPS EN ISO 7218 (2008) у циљу изражавања резултата као број колонија по граму (CFU/g) простирке, изражених у логаритмима (\log_{10} CFU/g).

4.2.3.2.8. Идентификација бактерија употребом MALDI-TOF масене спектрометрије

Идентификација бактерија различите морфологије на UTI агару, извршена је применом MALDI-TOF масене спектрометрије. Стерилним штапићем је извршен пренос бактеријске

колоније са UTI агара на челичну плочу (Bruker Daltonik GmbH, Лајпциг, Немачка). Након сушења бактеријске културе на собној температури (један минут) на исту је накапан 1 μ л матрице (раствор засићене α -цијано-4-хидроксициметне киселине (Bruker Daltonik GmbH, Лајпциг, Немачка)) у 50% ацетонитрила (Sigma-Aldrich, САД) и 2,5% трифлуоросирћетне киселине (Sigma-Aldrich, САД). Кокристализација бактеријске културе и матрице постигнута је на собној температури у трајању од 10 минута. Потом је извршено снимање спектра употребом Microflex BioTурег спектрометра (Bruker Daltonik GmbH, Лајпциг, Немачка) опремљеним азотним ласером и контролним оперативним системом Flexcontrol вер. 3.4 (Bruker Daltonik GmbH, Лајпциг, Немачка). Масени спектри су снимљени у опсегу од 2 до 20 kDa. Сваки спектар је снимљен акумулирајући 240 импулса ласера употребом Auto Execute. Ласерска фреквенција износила је 60 Hz са извором јона напона 19,9 kV и 18,53 kV и напона сочива од 6 kV. Затим је извршено поређење добијених масених спектра са спектрима из базе података употребом бодовног система приказаног у Табели 6.

Табела 6. Интерпретација резултата MALDI-TOF масене спектрометрије.

Опсег	Интерпретација	Ознака	Боја
2,00 – 3,00	Висок ниво идентификације	+++	зелена
1,70 – 1,99	Низак ниво идентификације	++	жута
0,00 – 1,69	Идентификација није могућа	-	црвена

4.2.4. Праћење микроклимата у експерименталним боксевима

4.2.4.1. Праћење температуре и влажности ваздуха у експерименталним боксевима

Мерење температуре и влажности ваздуха у експерименталном објекту, у респираторној зони експерименталних јединки, свакодневно је вршено у три мерне тачке (на почетку објекта, на средини објекта и на крају објекта) употребом уређаја термохигрометра Testo 608-H1 (Testo AG, Lenzkirch, Немачка), према упутству произвођача. Опсег уређаја за мерење температуре се креће од - 20 °C до + 50 °C при резолуцији од 0,1% и уз прецизност од $\pm 0,5$ °C. Опсег уређаја за мерење влажности се креће од 10 до 95%, при резолуцији од 0,1% и уз прецизност од $\pm 3\%$.

4.2.4.2. Мерење квалитета ваздуха у експерименталним боксевима

Пре мерења концентрације штетних гасова (угљен-диоксид, амонијак, водоник сулфид) и броја и величине честица прашине извршено је покривање бокса пластичном комором запремине 0,79 m³ (1,14 m \times 1,0 m \times 0,69 m), у циљу задржавања ваздуха. Сонде мерних инструмената увођене су кроз посебан отвор на комори и подешаване у нивоу респираторне зоне бројлера. Мерење је извршено 0., 7., 14., 21., 28., 35. и 42. дана у трајању од 60 секунди, у триплекату.

4.2.4.2.1. Мерење штетних гасова

Концентрације амонијака (NH₃) и угљен-диоксида (CO₂) мерене су употребом преносног мерног инструмента MultiRAE Lite PGM-6208 (System Inc., САД) (Слика 12А), док је концентрација водоник сулфида (H₂S) мерена употребом PS200 MultiGas Detector (Gas Measurement Instruments Ltd Company, Уједињено Краљевство) (Слика 12Б). Пре сваког

мерења извршена је калибрација инструмената. Горње границе детекције коришћених уређаја износиле су 100 ppm за NH₃ и H₂S, односно 50 000 ppm за CO₂.



Слика 12. Преносни инструменти за мерење концентрација штетних гасова: (А) MultiRAE Lite PGM-6208; (Б) PS200 MultiGas Detector.

4.2.4.2.2. Мерење честица прашине

Број и величина честица прашине мерени су употребом инструмента TSI 9306-04 AeroTrak (©TSI Incorporated, САД) (Слика 13). Број честица мерен је у m³ за величине честица од 3,0 μm, и 10 μm.



Слика 13. Преносни инструмент за мерење броја и величина честица TSI 9306-04 AeroTrak.

4.2.5. Праћење производних параметара екперименталних јединки

Контролна мерења експерименталних јединки извршена су при усељавању једнодневних бројлера (Слика 14), а затим и 7., 14., 21., 28., 35. и 42. дана. Из разлика телесних маса на почетку и крају сваког периода мерења израчунати су недељни прирасти за сваку експерименталну групу. Током целог експеримента, на крају сваког периода мерења, мерена је и утрошена количина хране за сваку експерименталну групу, као и растур хране. Из добијених података о утрошку хране израчунате су укупна и дневна конзумација, посебно за сваки период мерења, као и за цео експеримент. Из података о утрошку хране и прирасту

израчунати су однос дневног прираста и дневне конзумације хране и конверзије, посебно за сваки период мерења, као и за цео експеримент.

Вредност производног индекса (ПИ) израчунат је према следећој формули:

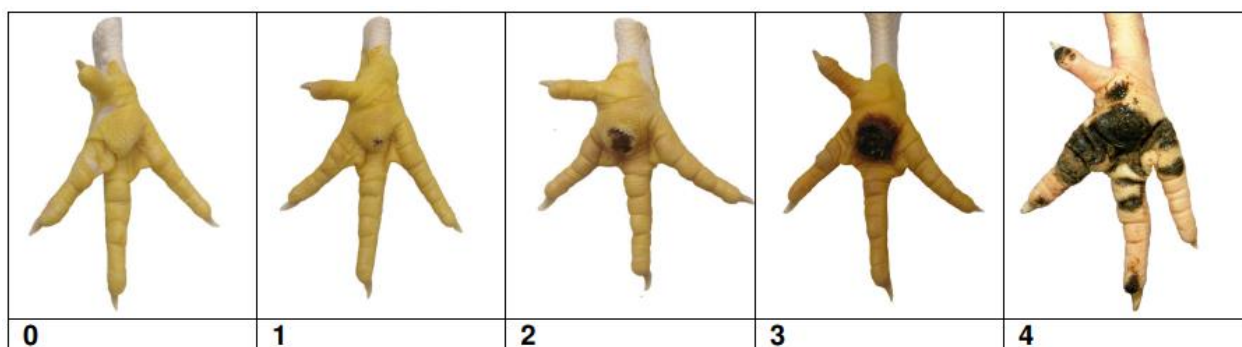
$$\text{ПИ} = \frac{\text{телесна маса (kg)} \times \text{виталност пилића (\%)}}{\text{трајање това (дана)} \times \text{конверзија хране}} \times 100$$



Слика 14. Мерење телесне масе једнодневних пилића.

4.2.6. Процена стања коже на табанском делу ногу

Процена стања коже на табанском делу ногу експерименталних јединки извршена је прегледом и оцењивањем величине оштећења. Кожа на табанском делу ногу без видљивих оштећења оцењује се оценом 0. Минимално присуство оштећења оцењује се са оценама 1 и 2, док се већи степени оштећења коже оцењују оценама 3 и 4 (Слика 15).



Слика 15. Приказ класификације степена оштећења коже на табанском делу ногу (Welfare Quality®, 2009).

4.2.7. Статистичка обрада података

Статистичка обрада резултата истраживања је извршена коришћењем дескриптивних статистичких показатеља, као и испитивањем значајности разлика ($p < 0,05$) између експерименталних група применом анализе варијансе (ANOVA) и вишеструког интервалног Данкановог теста. Статистичка обрада података вршена је помоћу *Microsoft Excel 2010*, уз примену *Data Analysis*-а и статистичког софтвера *R version 3.2.2* (R Foundation for Statistical Computing, Беч, Аустрија). Сви резултати су приказани табеларно и графички.

5. РЕЗУЛТАТИ

5.1. САСТАВ И ФОРМУЛАЦИЈА РАЗЛИЧИТИХ ВРСТА ПРОСТИРКИ

Мешањем различитих природних материјала у одређеним односима добијено је 12 врста простирки, различитих састава и формулација.

Укупно шест простирки било је растресите формулације (Слика 16). Од тога су две врсте простирке, машински сецкана пшенична слама дужине од 5 cm до 10 cm и хобловина, чиниле 100% састава. Трећа врста простирке добијена је мешањем природних материјала, сламе, хобловине и тресета, у једнаким односима. Додавањем по 10% зеолита, односно дрвеног угља, једнаким односима природних материјала, пшеничне сламе, хобловине и тресета, добијене су још две врсте простирки растресите формулације. Шеста растресита формулација простирке добијена је мешањем сецкане пшеничне сламе, хобловине, тресета, зеолита и дрвеног угља.



Слика 16. Приказ простирки растресите формулације. (I) Сецкана пшенична слама. (II) Хобловина. (III) Мешавина сецкане пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3). (IV) Мешавина сецкане пшеничне сламе (30%), хобловине (30%), тресета (30%) и зеолита (10%). (V) Мешавина сецкане пшеничне сламе (30%), хобловине (30%), тресета (30%) и

дрвеног угља (10%). (VI) Мешавина сецкане пшеничне сламе (30%), хобловине (20%), тресета (30%), зеолита (10%) и дрвеног угља (10%).

Шест врста простирки било је у пелетираној формулацији (Слика 17). Пелет је био цилиндричног облика, дужине од 2 cm до 3 cm, пречника 6 mm, добијен пелетирањем пшеничне сламе, хобловине, односно додавањем зеолита и угља природном материјалу, односно слами. Једна врста пелета добијена је мешањем пшеничне сламе, хобловине и тресета.



Слика 17. Приказ простирки пелетиране формулације. (VII) Пелетирана пшенична слама. (VIII) Дрвени пелет од хобловине. (IX) Пелет од мешавине пшеничне сламе (90%) и зеолита (10%). (X) Пелет од мешавине пшеничне сламе (90%) и дрвеног угља (10%). (XI) Пелет од мешавине пшеничне сламе (80%), зеолита (10%) и дрвеног угља (10%). (XII) Пелет од мешавине пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3).

5.2. ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКЕ ОСОБИНЕ ПРОСТИРКЕ

5.2.1. Физичке особине простирке

Резултати способности простирке да задржи воду, односно да је се ослободи током 24 часа, односно 48 часова, приказани су у Табели 7.

Највећу количину воде ($p < 0,05$), након 24 часа, задржале су три простирке пелетираног облика, укључујући пелетирану пшеничну сламу (VII група), пелетирану пшеничну сламу са додатком зеолита (IX група) и пелетирану пшеничну сламу са додатком дрвеног угља (X група). Додатним потапањем у воду (укупно 48 часова), запажају се слични резултати. Значајно ($p < 0,05$) највише воде задржавају пелетирана пшенична слама (VII група), пелетирана пшенична слама са додатком зеолита (IX група), пелетирана пшенична слама са додатком дрвеног угља (X група) и пелет мешавине пшеничне сламе, зеолита и угља (XI група).

Најмање задржавање воде ($p < 0,05$) након 24 часа, односно 48 часова, уочено је код две врсте простирки растресите формулације, и то сецкане пшеничне сламе (I група) и мешавине сецкане пшеничне сламе, хобловине, тресета, зеолита и угља (VI група).

Табела 7. Приказ способности везивања и отпуштања воде различитих врста и формулација простирки.

Група	Маса (g) простирке				
	Након потапања у воду	Након потапања у води током 24 часа	Након потапања у води током 48 часова	Након сушења на собној температури током 24 часа	Након сушења на собној температури током 48 часова
I	20,00 ± 0,00	86,67 ± 1,75 ^d	97,17 ± 0,98 ^e	76,33 ± 1,63 ^e	61,67 ± 2,25 ^g
II	20,00 ± 0,00	114,00 ± 9,72 ^{bc}	112,67 ± 11,79 ^d	79,50 ± 5,99 ^{de}	66,00 ± 3,90 ^{fg}
III	20,00 ± 0,00	110,17 ± 10,93 ^{bc}	112,17 ± 8,82 ^d	85,33 ± 6,92 ^{cd}	72,67 ± 3,83 ^{ef}
IV	20,00 ± 0,00	108,00 ± 8,85 ^{bc}	115,67 ± 10,07 ^{bcd}	83,67 ± 7,87 ^{de}	75,67 ± 5,78 ^{de}
V	20,00 ± 0,00	109,33 ± 2,16 ^{bc}	110,83 ± 4,07 ^d	92,33 ± 3,98 ^c	77,33 ± 3,14 ^{cde}
VI	20,00 ± 0,00	95,00 ± 3,74 ^d	102,17 ± 8,82 ^e	85,00 ± 6,07 ^{cd}	72,00 ± 5,10 ^{ef}
VII	20,00 ± 0,00	127,00 ± 11,17 ^a	123,50 ± 7,09 ^{ab}	102,17 ± 8,70 ^{ab}	94,33 ± 7,37 ^a
VIII	20,00 ± 0,00	110,33 ± 3,98 ^{bc}	111,50 ± 2,95 ^d	91,83 ± 2,40 ^c	82,50 ± 3,33 ^{cd}
IX	20,00 ± 0,00	133,00 ± 4,34 ^a	128,67 ± 3,56 ^a	107,00 ± 3,03 ^{ab}	96,67 ± 3,33 ^a
X	20,00 ± 0,00	127,67 ± 7,45 ^a	123,50 ± 7,15 ^{ab}	108,33 ± 8,62 ^a	96,00 ± 10,84 ^a
XI	20,00 ± 0,00	116,67 ± 11,29 ^b	122,67 ± 4,88 ^{abc}	99,67 ± 7,94 ^b	90,00 ± 9,01 ^{ab}
XII	20,00 ± 0,00	105,83 ± 2,64 ^c	114,33 ± 6,38 ^{cd}	92,00 ± 4,19 ^c	84,17 ± 2,99 ^{bc}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација ($n = 6$). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f, g) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике ($p < 0,05$) између простирки.

Способност простирки за отпуштање воде приказана је у Табели 8. Резултати добијени након 24 часовног сушења остају доследни до краја праћења способности материјала за отпуштање

воде. Значајно ($p < 0,05$) највише отпуштене воде забележено је код хобловине (II група), док је пелет од пшеничне сламе и дрвоног угља (X група) отпустио најмање воде.

Табела 8. Маса отпуштене воде приликом сушења на собној температури.

Група	Маса (g) отпуштене воде		
	Након 24 часа	Након 48 часова	Укупно
I	20,83 ± 0,75 ^{cde}	14,67 ± 0,82 ^a	35,50 ± 1,38 ^{bc}
II	33,17 ± 6,27 ^a	13,50 ± 2,88 ^a	46,67 ± 8,19 ^a
III	26,83 ± 2,14 ^b	12,67 ± 3,20 ^{abc}	39,50 ± 5,13 ^b
IV	32,00 ± 4,73 ^a	8,00 ± 2,37 ^e	40,00 ± 4,90 ^b
V	18,50 ± 2,07 ^{def}	15,00 ± 1,55 ^a	33,50 ± 1,22 ^{cd}
VI	17,17 ± 2,93 ^{ef}	13,00 ± 1,26 ^{ab}	30,17 ± 3,76 ^{de}
VII	21,33 ± 1,97 ^{cde}	7,83 ± 3,43 ^e	29,17 ± 2,32 ^{de}
VIII	19,67 ± 1,51 ^{cde}	9,33 ± 1,51 ^{de}	29,00 ± 1,26 ^{de}
IX	21,67 ± 0,82 ^{cd}	10,33 ± 1,03 ^{bcd}	32,00 ± 1,26 ^{cde}
X	15,17 ± 3,54 ^f	12,33 ± 3,93 ^{abcd}	27,50 ± 3,88 ^e
XI	23,00 ± 4,10 ^c	9,67 ± 2,34 ^{cde}	32,67 ± 4,50 ^{cde}
XII	22,33 ± 3,72 ^{cd}	7,83 ± 2,40 ^e	30,17 ± 3,71 ^{de}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација ($n = 6$). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике ($p < 0,05$) између простирки.

5.2.2. Кондиционо стање простирке

Кондиционо стање простирки током това бројлера приказано је у Табели 9. Првих 14 дана това не уочава се статистички значајна разлика ($p > 0,05$) кондиционог стања простирки, без обзира на њен састав и формулацију. У овом периоду това бројлера простирка је сува и лако се растреса руком. У трећој недељи това, односно 21. дана, значајно ($p < 0,05$) боље су оцењене групе где је примењена простирка у облику пелета, као и растресита формулација хобловине. Код преосталих врста растреситих простирки, поред суве простирке која се лако растреса руком, местимично се уочавају делови на којима остају трагови стопала и који се могу угрудвати руком, при чему је грудва растресита. На крају това, односно 42. дана, кондиционо стање простирке се креће између 2,33 (код групе са растереситом хобловином (II група), као и код група са простирком у облику пелета од 100% пшеничне сламе (VII група) и 100% дрвеног пелета од хобловине (VIII група)) и 3,33 (код простирке растресите формулације сачињене од 30% сецкане пшеничне сламе, 30% хобловине, 30% тресета и 10% дрвеног угља (V група)). У овом периоду това од простирке се руком може направити грудва која се не распада (Слика 18). Поред тога, уочени су компактни делови простирке који се могу подићи са пода (Слика 18). Овакви делови се, углавном, тешко раздвајају руком код растреситих формулација простирки, односно лако мрве руком код простирки које су у облику пелета. Пелет се, без обзира на састав, у овом периоду това распао.



Слика 18. Приказ кондиционог стања простирке током бројлерског това.

Табела 9. Приказ кондиционог стања простирке током това бројлера.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	0,00 ± 0,00 ^D	0,00 ± 0,00 ^D	0,17 ± 0,41 ^D	1,67 ± 0,52 ^{aC}	2,33 ± 0,52 ^B	2,67 ± 0,52 ^{abAB}	2,83 ± 0,41 ^{abA}
II	0,00 ± 0,00 ^C	0,00 ± 0,00 ^C	0,17 ± 0,41 ^C	0,50 ± 0,55 ^{bc}	1,50 ± 0,55 ^B	1,83 ± 0,41 ^{cAB}	2,33 ± 0,82 ^{ba}
III	0,00 ± 0,00 ^D	0,00 ± 0,00 ^D	0,17 ± 0,41 ^D	1,50 ± 0,55 ^{aC}	2,17 ± 0,75 ^B	2,50 ± 0,55 ^{abcAB}	2,83 ± 0,41 ^{abA}
IV	0,00 ± 0,00 ^D	0,00 ± 0,00 ^D	0,17 ± 0,41 ^D	1,67 ± 0,52 ^{aC}	2,00 ± 0,63 ^{BC}	2,33 ± 0,52 ^{abcB}	3,00 ± 0,89 ^{abA}
V	0,00 ± 0,00 ^E	0,00 ± 0,00 ^E	0,33 ± 0,52 ^E	1,83 ± 0,41 ^{aD}	2,33 ± 0,52 ^C	2,83 ± 0,41 ^{ab}	3,33 ± 0,52 ^{aA}
VI	0,00 ± 0,00 ^D	0,00 ± 0,00 ^D	0,17 ± 0,41 ^D	1,33 ± 0,52 ^{aC}	2,33 ± 0,52 ^B	2,83 ± 0,41 ^{aA}	3,00 ± 0,63 ^{abA}
VII	0,00 ± 0,00 ^C	0,00 ± 0,00 ^C	0,00 ± 0,00 ^C	0,17 ± 0,41 ^{bc}	1,67 ± 0,82 ^B	2,00 ± 0,63 ^{bcAB}	2,33 ± 0,52 ^{ba}
VIII	0,00 ± 0,00 ^C	0,00 ± 0,00 ^C	0,00 ± 0,00 ^C	0,17 ± 0,41 ^{bc}	1,50 ± 0,84 ^B	1,83 ± 0,75 ^{cAB}	2,33 ± 0,52 ^{ba}
IX	0,00 ± 0,00 ^B	0,00 ± 0,00 ^B	0,00 ± 0,00 ^B	0,33 ± 0,52 ^{bb}	2,00 ± 0,63 ^A	2,33 ± 0,52 ^{abcA}	2,50 ± 0,55 ^{abA}
X	0,00 ± 0,00 ^C	0,00 ± 0,00 ^C	0,17 ± 0,41 ^C	0,50 ± 0,55 ^{bc}	2,00 ± 0,63 ^B	2,50 ± 0,55 ^{abcAB}	3,00 ± 0,63 ^{abA}
XI	0,00 ± 0,00 ^D	0,00 ± 0,00 ^D	0,33 ± 0,52 ^{CD}	0,67 ± 0,52 ^{bc}	2,00 ± 0,63 ^B	2,33 ± 0,52 ^{abcAB}	2,83 ± 0,75 ^{abA}
XII	0,00 ± 0,00 ^C	0,00 ± 0,00 ^C	0,00 ± 0,00 ^C	0,50 ± 0,55 ^{bc}	1,83 ± 0,75 ^B	2,50 ± 0,55 ^{abcA}	3,00 ± 0,63 ^{abA}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 6). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

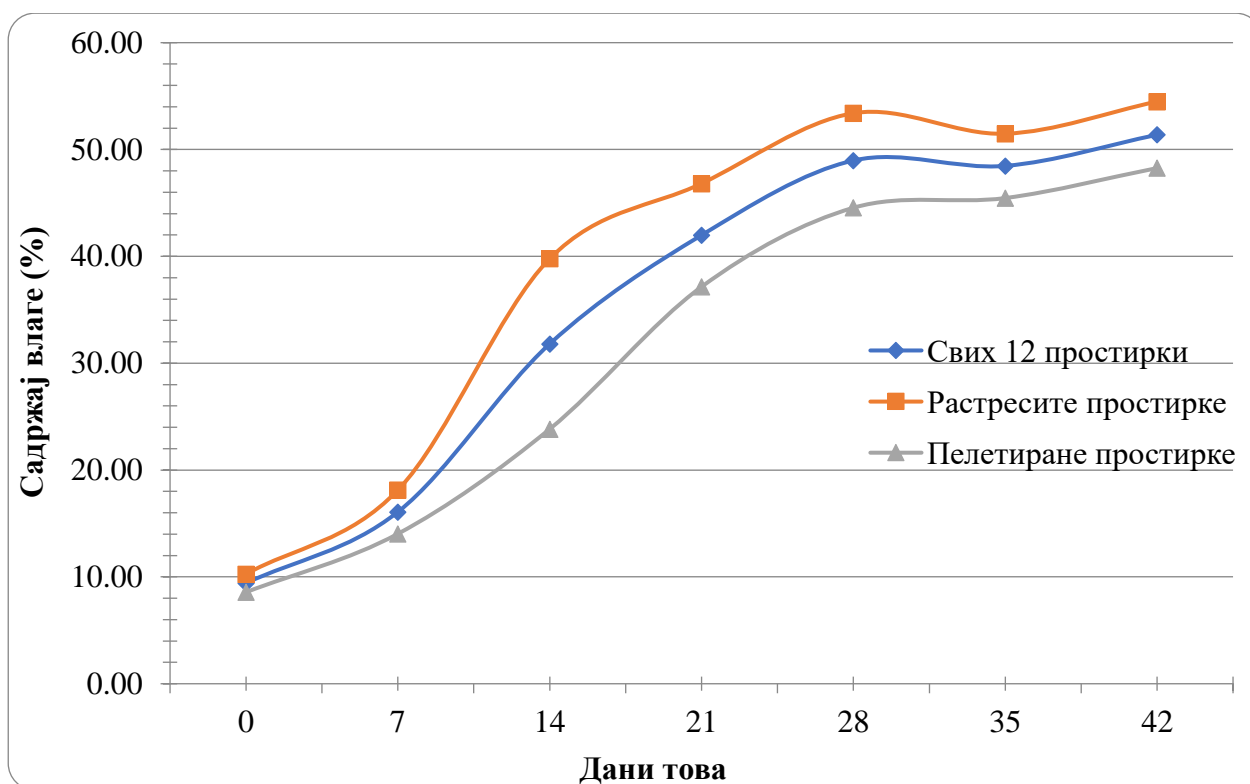
5.2.3. Садржај влаге у простиркама

Садржај влаге (%) у простиркама различитог састава и формулација током това бројлера приказан је у Табели 10. Садржај влаге се на почетку огледа (0. дана) кретао од $7,85 \pm 0,11\%$ код пелетиране мешавине пшеничне сламе и хобловине (IX група) до $11,30 \pm 0,08\%$ код растересите мешавине сецкане пшеничне сламе, хобловине, тресета и зеолита (IV група).

Током трајања това значајно највиши садржај влаге ($p < 0,05$) први пут се запажа 28. дана огледа, и то у групама са растереситом сецканом пшеничном сламом (I група), потом у простирци са растреситом мешавином пшеничне сламе, хобловине и тресета (III група), растреситом мешавином пшеничне сламе, хобловине, тресета и зеолита (IV група), растреситом мешавином пшеничне сламе, хобловине, тресета и дрвеног угља (V група) и пелета од пшеничне сламе и дрвеног угља (X група). У осталим огледним групама значајно највиши садржај влаге запажа се на крају това, односно 42. дана огледа, осим у VII групи (пелетирана пшенична слама), где није било статистичке значајности између садржаја влаге у простирци 35. и 42. дана това.

На крају това значајно ($p < 0,05$) највиши садржај влаге измерен је код растресите хобловине ($57,54 \pm 0,40\%$), док је најнижи садржај влаге измерен код пелета од пшеничне сламе, хобловине и тресета ($44,09 \pm 0,24\%$).

Генерално, значајно ($p < 0,05$) најнижи садржај влаге на почетку това бројлера (0. дан), измерен је у пелетираној простирци, односно пелетима од пшеничне сламе и хобловине, као и у пелетима од мешавине пшеничне сламе, зеолита и угља. Супротно, највиши садржај влаге измерен је у простиркама растресите формулације, односно код комбинације сецкане пшеничне сламе, хобловине, тресета и зеолита, као и у мешавини сецкане пшеничне сламе, хобловине, тресета, зеолита и дрвеног угља (Графикон 1).



Графикон 1. Приказ просечних вредности садржаја влаге (%) у простиркама током бројлерског това.

Табела 10. Приказ садржаја влаге (%) у простиркама током това бројлера.

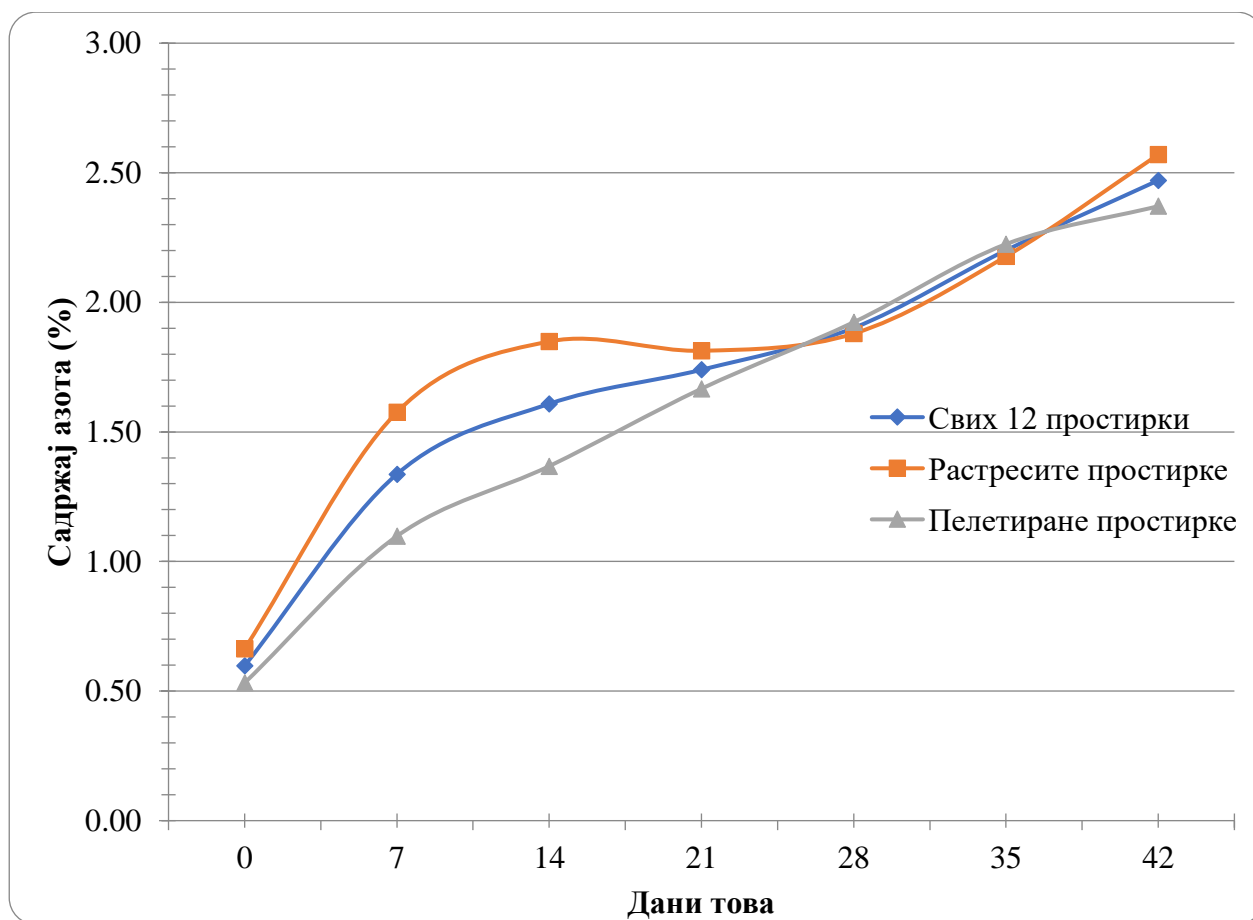
Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	8,60 ± 0,89 ^{efF}	12,71 ± 0,15 ^{gE}	48,94 ± 0,28 ^{aD}	51,35 ± 0,47 ^{bC}	56,53 ± 0,42 ^{abA}	49,39 ± 0,40 ^{eD}	53,95 ± 0,30 ^{dB}
II	9,43 ± 0,26 ^{dG}	11,77 ± 0,53 ^{hF}	32,34 ± 0,82 ^{fE}	42,96 ± 0,45 ^{dD}	49,67 ± 0,26 ^{cC}	54,97 ± 0,26 ^{aB}	57,54 ± 0,40 ^{aA}
III	10,60 ± 0,19 ^{bG}	15,12 ± 0,23 ^{dF}	38,80 ± 0,26 ^{dE}	45,91 ± 0,57 ^{cD}	57,25 ± 0,44 ^{aA}	53,91 ± 0,19 ^{bC}	55,34 ± 0,45 ^{bB}
IV	11,30 ± 0,08 ^{aG}	21,29 ± 0,38 ^{bF}	41,32 ± 0,54 ^{cE}	50,84 ± 0,53 ^{bD}	55,85 ± 0,28 ^{bA}	52,75 ± 0,44 ^{cC}	54,71 ± 0,22 ^{cB}
V	10,35±0,50 ^{bcF}	28,72±0,59 ^{aE}	43,04±0,69 ^{bD}	53,40±0,39 ^{aB}	56,55±0,24 ^{a,A}	50,37±0,52 ^{dC}	53,25±0,31 ^{eB}
VI	11,29 ± 0,24 ^{aG}	19,13 ± 0,15 ^{cF}	34,25 ± 0,36 ^{eE}	36,43 ± 0,38 ^{iD}	44,55 ± 0,31 ^{eC}	47,49 ± 0,29 ^{fB}	52,15 ± 0,26 ^{fA}
VII	8,83 ± 0,08 ^{eF}	19,69 ± 0,51 ^{cE}	29,28 ± 0,54 ^{gD}	38,72 ± 0,52 ^{fgC}	41,43 ± 0,34 ^{gB}	47,33 ± 0,28 ^{fA}	47,78 ± 0,25 ^{hA}
VIII	8,05 ± 0,39 ^{fgG}	14,55 ± 0,56 ^{deF}	25,22 ± 0,41 ^{hE}	37,48 ± 0,41 ^{hD}	42,55 ± 0,26 ^{fC}	44,51 ± 0,46 ^{hB}	47,63 ± 0,28 ^{hA}
IX	7,85 ± 0,11 ^{gF}	13,71 ± 0,36 ^{fE}	21,65 ± 0,43 ^{iD}	38,23 ± 0,18 ^{gC}	45,22 ± 1,48 ^{eB}	44,92 ± 0,31 ^{hB}	48,34 ± 0,34 ^{gA}
X	8,81±0,08 ^{cG}	14,08±0,21 ^{efF}	25,15±0,42 ^{hE}	40,58±0,24 ^{eD}	50,56±0,34 ^{cA}	46,17±0,31 ^{gC}	47,23±0,29 ^{iB}
XI	7,96 ± 0,07 ^{gG}	10,07 ± 0,15 ^{iF}	20,02 ± 0,45 ^{iE}	39,17 ± 0,29 ^{fD}	46,59 ± 0,28 ^{dC}	50,90 ± 0,32 ^{dB}	54,51 ± 0,17 ^{cA}
XII	9,92 ± 0,25 ^{cdG}	12,10 ± 0,15 ^{ghF}	21,70 ± 0,27 ^{iE}	28,74 ± 0,55 ^{iD}	40,94 ± 0,38 ^{gB}	38,91 ± 0,26 ^{iC}	44,09 ± 0,24 ^{jA}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 3). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E, F, G) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

5.2.4. Садржај азота у простиркама

Садржај азота у различитим врстама и формулацијама простирки, током това бројлера приказан је у Табели 11. Садржај азота у различитим врстама и формулацијама простирки на почетку огледа (0. дана) кретао се од 0,22% до 0,81%. Најниже вредности за садржај азота измерене су у простирци од хобловине и дрвоног пелета, док су највише вредности измерене у простиркама са већом количином сламе, без обзира на формулацију.

До краја това садржај азота у свим врстама простирки повећан је за око четири пута (Графикон 2). Значајно је напоменути да су 35. дана огледа вредности садржаја азота у простиркама, у свим групама, приближно једнаке ($p > 0,05$).



Графикон 2. Приказ просечних вредности садржаја азота (%) у простиркама током бројлерског това.

Табела 11. Приказ садржаја азота (%) у простиркама током това бројлера.

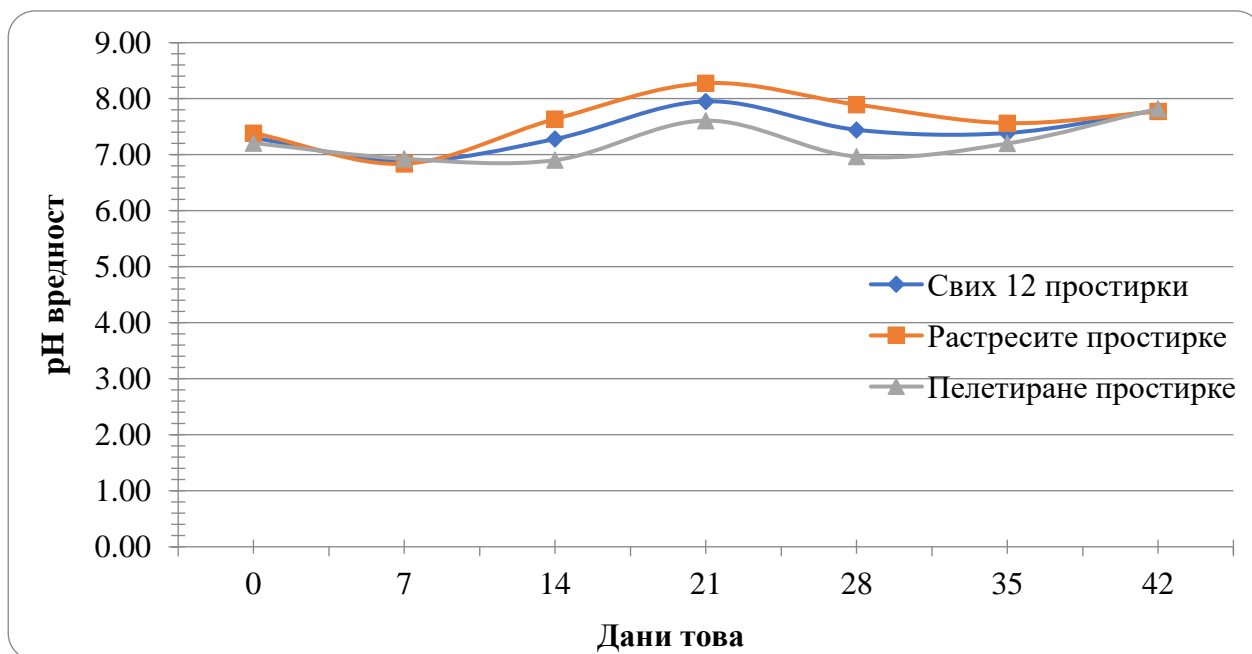
Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	0,80 ± 0,08 ^{aE}	1,29 ± 0,14 ^{bcdD}	1,68 ± 0,12 ^{bcC}	1,91 ± 0,02 ^{abcB}	2,06 ± 0,14 ^{aB}	2,29 ± 0,04 ^{aA}	2,34 ± 0,08 ^{bcA}
II	0,23 ± 0,03 ^{dE}	1,43 ± 0,24 ^{bcD}	2,16 ± 0,18 ^{aB}	1,70 ± 0,08 ^{bcdCD}	1,81 ± 0,06 ^{abC}	2,18 ± 0,24 ^{aB}	2,52 ± 0,19 ^{abcA}
III	0,79 ± 0,07 ^{aE}	1,29 ± 0,29 ^{bcdD}	1,78 ± 0,10 ^{bC}	1,66 ± 0,24 ^{cdCD}	1,92 ± 0,33 ^{abBC}	2,29 ± 0,14 ^{aB}	2,81 ± 0,26 ^{aA}
IV	0,75 ± 0,02 ^{aC}	2,08 ± 0,03 ^{aAB}	1,68 ± 0,26 ^{bcB}	1,97 ± 0,24 ^{abAB}	1,82 ± 0,35 ^{abB}	2,10 ± 0,41 ^{aAB}	2,40 ± 0,06 ^{bcA}
V	0,61 ± 0,06 ^{bE}	1,59 ± 0,20 ^{abD}	1,89 ± 0,06 ^{bC}	1,83 ± 0,12 ^{abcdC}	2,13 ± 0,10 ^{aB}	2,14 ± 0,06 ^{aB}	2,73 ± 0,09 ^{abA}
VI	0,80 ± 0,11 ^{aD}	1,77 ± 0,23 ^{abBC}	1,91 ± 0,16 ^{bB}	1,81 ± 0,22 ^{abcdBC}	1,55 ± 0,13 ^{bC}	2,06 ± 0,17 ^{aB}	2,62 ± 0,06 ^{abA}
VII	0,50 ± 0,03 ^{cD}	0,77 ± 0,07 ^{deC}	1,46 ± 0,14 ^{cdB}	1,23 ± 0,17 ^{eB}	2,17 ± 0,05 ^{aA}	2,30 ± 0,07 ^{aA}	2,39 ± 0,27 ^{bcA}
VIII	0,22 ± 0,02 ^{dF}	0,59 ± 0,06 ^{eE}	1,12 ± 0,04 ^{eD}	1,74 ± 0,14 ^{bcdC}	1,92 ± 0,35 ^{abBC}	2,08 ± 0,07 ^{aAB}	2,32 ± 0,15 ^{bcA}
IX	0,49 ± 0,02 ^{cF}	0,83 ± 0,05 ^{deE}	1,30 ± 0,05 ^{deD}	1,61 ± 0,04 ^{dC}	2,06 ± 0,09 ^{aB}	2,16 ± 0,09 ^{aB}	2,58 ± 0,20 ^{abcA}
X	0,57 ± 0,01 ^{bC}	1,77 ± 0,69 ^{abB}	1,30 ± 0,08 ^{deB}	1,65 ± 0,08 ^{cdB}	1,63 ± 0,12 ^{bB}	2,35 ± 0,05 ^{aA}	2,43 ± 0,06 ^{abcA}
XI	0,60 ± 0,04 ^{bD}	0,92 ± 0,10 ^{cdeCD}	1,28 ± 0,15 ^{deC}	1,74 ± 0,07 ^{bcdB}	1,67 ± 0,19 ^{bB}	2,27 ± 0,35 ^{aA}	2,32 ± 0,38 ^{bcA}
XII	0,81 ± 0,02 ^{aB}	1,71 ± 0,61 ^{abA}	1,74 ± 0,12 ^{bA}	2,03 ± 0,12 ^{aA}	2,09 ± 0,07 ^{aA}	2,19 ± 0,04 ^{aA}	2,19 ± 0,38 ^{cA}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 3). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E, F) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

5.2.5. рН вредност простирке

рН вредности простирки у тову бројлера приказане су у Табели 12. рН вредности простирки на почетку огледа (0. дана), су се статистички значајно разликовале ($p < 0,05$) између различитих врста простирке, са опсегом од 5,73 код дрвеног пелета од хобловине (VIII група) до 8,11 код сецкане пшеничне сламе (I група). Простирке су углавном биле алкалне, сем хобловине (II група), пелета од хобловине (VIII група) и пелета од мешавине пшеничне сламе, хобловине и тресета у односу 1:1:1 (XII група), које су биле киселе. На крају това (42. дана), рН вредности простирки су биле уједначене и благо алкалне ($p > 0,05$).

Генерално, током това су забележене нешто више вредности рН код растреситих простирки у односу на пелетиране простирке (Графикон 3).



Графикон 3. Приказ просечних рН вредности у простиркама током бројлерског това.

Табела 12. Приказ рН вредности различитих врста простирки током това бројлера.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	8,11 ± 0,06 ^{aABC}	7,02 ± 0,47 ^{abcE}	7,31 ± 0,30 ^{bcDE}	8,46 ± 0,14 ^{aA}	8,13 ± 0,20 ^{abAB}	7,89 ± 0,10 ^{aBC}	7,64 ± 0,27 ^{aCD}
II	6,14 ± 0,28 ^{gC}	6,94 ± 0,50 ^{abcB}	7,32 ± 0,73 ^{bcAB}	7,91 ± 0,18 ^{abA}	7,52 ± 0,54 ^{bcdAB}	7,28 ± 0,16 ^{bAB}	7,92 ± 0,27 ^{aA}
III	7,47 ± 0,18 ^{cCD}	7,33 ± 0,07 ^{aD}	8,18 ± 0,46 ^{aAB}	8,29 ± 0,09 ^{aA}	7,90 ± 0,24 ^{abcAB}	7,87 ± 0,18 ^{aABC}	7,77 ± 0,12 ^{aBC}
IV	7,48 ± 0,06 ^{deB}	6,51 ± 0,12 ^{bcC}	6,91 ± 0,33 ^{cC}	8,51 ± 0,47 ^{aA}	7,86 ± 0,17 ^{abcB}	7,44 ± 0,10 ^{bB}	7,86 ± 0,06 ^{aB}
V	7,66 ± 0,11 ^{bcdEBC}	6,56 ± 0,36 ^{bcd}	8,17 ± 0,96 ^{aAB}	8,46 ± 0,06 ^{aA}	8,02 ± 0,15 ^{abcABC}	7,35 ± 0,18 ^{bC}	7,77 ± 0,07 ^{aABC}
VI	7,58 ± 0,08 ^{cdeC}	6,43 ± 0,12 ^{cD}	7,73 ± 0,18 ^{abBC}	8,51 ± 0,05 ^{aA}	8,30 ± 0,08 ^{aA}	7,94 ± 0,18 ^{aB}	7,58 ± 0,25 ^{aC}
VII	7,80 ± 0,06 ^{bA}	6,95 ± 0,31 ^{abcB}	7,47 ± 0,15 ^{abcAB}	7,83 ± 0,55 ^{abA}	7,11 ± 0,20 ^{dB}	7,33 ± 0,57 ^{bAB}	7,86 ± 0,22 ^{aA}
VIII	5,73 ± 0,11 ^{hC}	6,96 ± 0,24 ^{abcAB}	6,72 ± 0,06 ^{cB}	7,40 ± 0,87 ^{bAB}	7,10 ± 0,62 ^{dAB}	7,24 ± 0,39 ^{bAB}	7,76 ± 0,19 ^{aA}
IX	7,69 ± 0,04 ^{bcdAB}	7,13 ± 0,22 ^{abC}	7,01 ± 0,02 ^{bcC}	7,83 ± 0,52 ^{abA}	7,12 ± 0,31 ^{dC}	7,28 ± 0,11 ^{bBC}	7,71 ± 0,29 ^{aAB}
X	7,74 ± 0,04 ^{bcAB}	6,91 ± 0,51 ^{abcC}	6,93 ± 0,32 ^{cC}	7,26 ± 0,18 ^{bcB}	6,12 ± 0,31 ^{eD}	7,24 ± 0,11 ^{bBC}	7,91 ± 0,18 ^{aA}
XI	7,65 ± 0,02 ^{bcdEAB}	7,19 ± 0,24 ^{aBC}	6,85 ± 0,09 ^{cC}	7,37 ± 0,14 ^{bABC}	7,06 ± 0,72 ^{dC}	7,00 ± 0,06 ^{bC}	7,86 ± 0,22 ^{aA}
XII	6,83 ± 0,03 ^{fCD}	6,54 ± 0,26 ^{bcd}	6,67 ± 0,21 ^{cCD}	7,83 ± 0,16 ^{abA}	7,39 ± 0,06 ^{cdB}	7,00 ± 0,34 ^{bC}	7,78 ± 0,21 ^{aA}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 3). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f, g, h) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

5.3. МИКРОБИОЛОШКИ СТАТУС ПРОСТИРКЕ

5.3.1. Укупан број микроорганизама у простирци

Резултати укупног броја микроорганизама (Слика 19) у свих 12 врста простирки током трајања бројлерског това приказани су Табелом 13.

Почетни број микроорганизама у различитим врстама простирки, пре почетка експеримента, коришћених у овом огледу кретао се између 2,52 и 7,36 \log_{10} CFU/g. Растресите формулације простирки, изузев хобловине, где је установљен број микроорганизама износио 4,09 \log_{10} CFU/g, садржале су дупло више микроорганизама (од 7,08 до 7,36 \log_{10} CFU/g) од пелетираних простирки (од 2,52 до 3,87 \log_{10} CFU/g) пре почетка това бројлера.

Седам дана касније, услед контаминације простирки фецесом и другим екскретима, број микроорганизама у различитим простиркама расте на 8,60 до 9,50 \log_{10} CFU/g.

До краја това број микроорганизама расте за још 1 до 2 \log_{10} CFU/g, и задржава се између 9 и 11 \log_{10} CFU/g.



Слика 19. Приказ укупног броја микроорганизама на РСА агару.

Табела 13. Приказ укупног броја микроорганизама (\log_{10} CFU/g) различитих врста простирки током това бројлера.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	7,08 ± 0,16 ^{bD}	8,60 ± 0,13 ^{cC}	10,10 ± 0,52 ^{abB}	9,92 ± 0,18 ^{dB}	9,78 ± 0,15 ^{fgB}	9,69 ± 0,17 ^{cB}	10,52 ± 0,05 ^{bA}
II	4,09 ± 0,19 ^{cE}	9,50 ± 0,16 ^{aD}	9,80 ± 0,14 ^{bcdC}	10,40 ± 0,25 ^{bcdB}	11,09 ± 0,18 ^{bA}	10,28 ± 0,05 ^{aB}	9,34 ± 0,09 ^{fD}
III	7,36 ± 0,05 ^{aD}	9,36 ± 0,15 ^{aC}	10,25 ± 0,19 ^{abB}	10,63 ± 0,55 ^{bAB}	9,72 ± 0,14 ^{gC}	9,69 ± 0,10 ^{cC}	10,94 ± 0,42 ^{aA}
IV	7,28 ± 0,03 ^{abE}	9,02 ± 0,15 ^{bD}	10,22 ± 0,08 ^{abB}	10,35 ± 0,22 ^{bcdB}	10,60 ± 0,10 ^{cA}	9,77 ± 0,05 ^{cC}	9,68 ± 0,09 ^{cdeC}
V	7,17 ± 0,18 ^{abC}	9,39 ± 0,16 ^{aB}	10,42 ± 0,28 ^{aA}	10,60 ± 0,22 ^{bA}	10,28 ± 0,11 ^{dA}	9,30 ± 0,09 ^{dB}	10,32 ± 0,09 ^{bA}
VI	7,35 ± 0,09 ^{aE}	9,23 ± 0,17 ^{abD}	9,59 ± 0,25 ^{cdC}	11,27 ± 0,09 ^{aA}	9,99 ± 0,10 ^{efB}	9,79 ± 0,14 ^{cBC}	9,82 ± 0,06 ^{cdeBC}
VII	3,70 ± 0,16 ^{dD}	9,37 ± 0,15 ^{aC}	9,83 ± 0,12 ^{bcdB}	10,36 ± 0,32 ^{bcdA}	9,76 ± 0,14 ^{fgB}	9,75 ± 0,15 ^{cB}	9,64 ± 0,07 ^{defBC}
VIII	2,52 ± 0,06 ^{fE}	8,66 ± 0,08 ^{cdD}	9,38 ± 0,07 ^{dC}	9,96 ± 0,14 ^{cdB}	11,56 ± 0,14 ^{aA}	10,20 ± 0,53 ^{abB}	9,54 ± 0,12 ^{efC}
IX	3,87 ± 0,05 ^{dE}	8,68 ± 0,15 ^{cdD}	9,43 ± 0,15 ^{dC}	10,44 ± 0,28 ^{bcA}	9,85 ± 0,09 ^{efgB}	9,98 ± 0,13 ^{abcB}	9,94 ± 0,26 ^{cdB}
X	3,65 ± 0,15 ^{deD}	9,46 ± 0,09 ^{aC}	9,45 ± 0,30 ^{dC}	10,41 ± 0,14 ^{bcA}	9,84 ± 0,15 ^{efgB}	9,94 ± 0,07 ^{bcB}	10,59 ± 0,16 ^{bA}
XI	3,45 ± 0,18 ^{eC}	9,32 ± 0,23 ^{aB}	10,03 ± 0,31 ^{abcA}	9,96 ± 0,13 ^{cdA}	9,89 ± 0,09 ^{efgA}	9,87 ± 0,05 ^{bcA}	9,75 ± 0,17 ^{cdeA}
XII	3,74 ± 0,11 ^{dD}	8,71 ± 0,16 ^{cC}	10,44 ± 0,39 ^{aA}	9,99 ± 0,09 ^{cdB}	10,07 ± 0,09 ^{deB}	9,92 ± 0,10 ^{bcB}	10,00 ± 0,17 ^{cB}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 3). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f, g) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

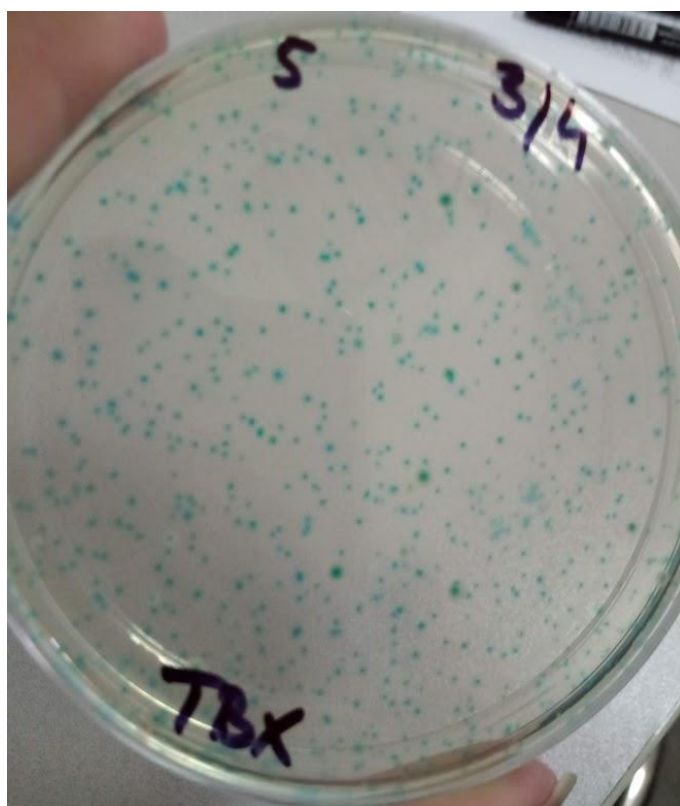
5.3.2. Броја β -глукуронидаза позитивне *Escherichia coli* у простирци

Резултати броја *Escherichia coli* (Слика 20) у различитим врстама простирки током това бројлера приказани су Табелом 14.

Пре почетка огледа забележен је значајно нижи ($p < 0,05$) број *Escherichia coli* код свих пелетираних простирки ($< 1,00 \log_{10}$ CFU/g), у односу на растресите формулације простирки код којих је опсег броја *Escherichia coli* износио између 2,00 и 2,56 \log_{10} CFU/g.

Пикови у броју *Escherichia coli* достигнути су углавном 14., односно 21. дана, када је забележено око 8-9 \log_{10} CFU/g ове бактерије.

Крај това се карактерише нешто нижим бројем *Escherichia coli* у свим огледним групама, односно у опсегу од 5,75 до 7,46 \log_{10} CFU/g.



Слика 20. Приказ *Escherichia coli* на TBX агару.

Табела 14. Приказ укупног броја *Escherichia coli* (log₁₀ CFU/g) различитих врста простирки током това бројлера.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	2,56 ± 0,04 ^{aD}	7,45 ± 0,09 ^{cAB}	7,49 ± 0,36 ^{dAB}	7,69 ± 0,11 ^{dA}	7,71 ± 0,12 ^{bcdeA}	6,99 ± 0,45 ^{cdBC}	6,75 ± 0,49 ^{cC}
II	2,00 ± 0,00 ^{dG}	8,25 ± 0,04 ^{bC}	9,17 ± 0,08 ^{aA}	8,67 ± 0,10 ^{aB}	7,72 ± 0,15 ^{bcdeD}	6,33 ± 0,25 ^{fF}	6,62 ± 0,15 ^{cE}
III	2,28 ± 0,07 ^{cE}	8,67 ± 0,07 ^{aB}	9,27 ± 0,07 ^{aA}	8,74 ± 0,11 ^{aB}	7,43 ± 0,10 ^{eC}	6,87 ± 0,14 ^{cdD}	6,78 ± 0,01 ^{cD}
IV	2,38 ± 0,07 ^{bE}	8,10 ± 0,12 ^{bB}	9,11 ± 0,03 ^{aA}	8,75 ± 0,07 ^{aA}	7,78 ± 0,39 ^{bcB}	6,79 ± 0,47 ^{cdeC}	5,90 ± 0,10 ^{deD}
V	2,38 ± 0,15 ^{bF}	8,12 ± 0,21 ^{bB}	8,86 ± 0,09 ^{aA}	8,42 ± 0,19 ^{abB}	7,56 ± 0,06 ^{cdeC}	6,60 ± 0,17 ^{defD}	5,75 ± 0,25 ^{eE}
VI	2,31 ± 0,06 ^{bcC}	8,04 ± 0,55 ^{bA}	8,29 ± 0,63 ^{bcA}	7,94 ± 0,62 ^{cdA}	7,78 ± 0,15 ^{bcA}	6,44 ± 0,04 ^{efB}	6,81 ± 0,13 ^{cB}
VII	< 1,00 ± 0,00 ^{eE}	5,98 ± 0,11 ^{dD}	7,92 ± 0,33 ^{cdB}	8,51 ± 0,11 ^{abA}	7,68 ± 0,08 ^{bcdeB}	6,89 ± 0,03 ^{cdC}	6,03 ± 0,15 ^{deD}
VIII	< 1,00 ± 0,00 ^{eE}	5,59 ± 0,09 ^{eD}	8,34 ± 0,21 ^{bcA}	8,20 ± 0,28 ^{bcA}	7,08 ± 0,13 ^{fB}	7,18 ± 0,12 ^{bcB}	6,07 ± 0,02 ^{dC}
IX	< 1,00 ± 0,00 ^{eF}	5,57 ± 0,06 ^{eE}	8,39 ± 0,05 ^{bA}	8,40 ± 0,04 ^{abA}	7,76 ± 0,13 ^{bcdB}	7,55 ± 0,03 ^{abC}	6,68 ± 0,03 ^{cD}
X	< 1,00 ± 0,00 ^{eE}	8,01 ± 0,20 ^{bB}	7,98 ± 0,07 ^{bcB}	8,66 ± 0,06 ^{aA}	7,46 ± 0,15 ^{deC}	6,94 ± 0,05 ^{cdD}	7,46 ± 0,01 ^{aC}
XI	< 1,00 ± 0,00 ^{eE}	8,25 ± 0,07 ^{bA}	8,37 ± 0,03 ^{bA}	7,71 ± 0,05 ^{dC}	7,88 ± 0,16 ^{bB}	7,85 ± 0,06 ^{aB}	6,10 ± 0,03 ^{dD}
XII	< 1,00 ± 0,00 ^{eE}	5,87 ± 0,09 ^{deD}	7,92 ± 0,03 ^{cdB}	8,53 ± 0,15 ^{abA}	8,35 ± 0,02 ^{aA}	7,01 ± 0,25 ^{cdC}	7,13 ± 0,03 ^{bC}

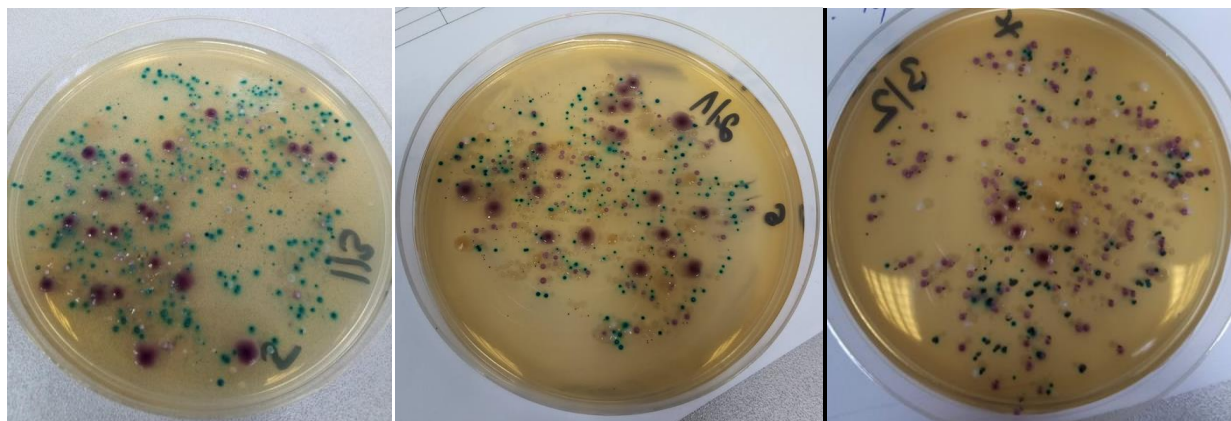
Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 3). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E, F, G) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

5.3.3. Број ентеричних бактерија у простирци

Применом HiCrome™ UTI агара није било могуће са сигурношћу одредити број одређених ентеричних бактерија у узорцима простирки, с обзиром на конкуренцију раста различитих врста бактерија. Резултати укупног броја ентеричних бактерија у свих 12 врста простирки током трајања бројлерског това приказани су Табелом 15.

На почетку огледа укупан број колонија на UTI агару кретао се између 2,17 и 7,91 log₁₀ CFU/g. Растресите формулације простирки, изузев хобловине, где је установљен број ентеричних бактерија износио 2,17 log₁₀ CFU/g, садржале су двоструко више ентеричних бактерија (од 7,15 до 7,91 log₁₀ CFU/g) од пелетираних простирки (од 2,64 до 3,76 log₁₀ CFU/g) пре почетка това бројлера. Већ 7. дана това број ентеричних бактерија код свих врста простирки достиже 8-10 log₁₀ CFU/g и задржава се на том нивоу до краја това бројлера, односно 42. дана.

Узимајући у обзир описе различитих бактерија датих од стране произвођача HiCrome™ UTI агара (HiMedia, Индија), уочава се раст ентерокока (плаве колоније), колиформних бактерија (љубичасте колоније), *Escherichia coli* (ружичасте колоније), али и формирање ситних ружичастих колонија, ситних белих колонија, ситних жутих колонија, ситних светлозелених колонија, крупних зелених колонија, крупних светлозелених колонија и крупних белих колонија неправилног облика (Слика 21). Наведене колоније подвргнуте су MALDI TOF масеној спектрометрији, чији су резултати дату у поглављу 5.3.6.



Слика 21. Приказ колонија различите морфологије и боја на UTI агару.

Табела 15. Приказ укупног броја колонија (\log_{10} CFU/g) на UTI агару различитих врста простирки током това бројлера.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	7,15 ± 0,21 ^{bD}	10,14 ± 0,19 ^{aA}	9,19 ± 0,22 ^{dC}	9,96 ± 0,10 ^{cdA}	9,39 ± 0,16 ^{cdBC}	9,34 ± 0,11 ^{ghBC}	9,60 ± 0,13 ^{cB}
II	2,17 ± 0,09 ^{gE}	9,82 ± 0,09 ^{bB}	10,38 ± 0,10 ^{aA}	9,06 ± 0,14 ^{fC}	10,44 ± 0,08 ^{aA}	9,85 ± 0,10 ^{bB}	8,80 ± 0,09 ^{fD}
III	7,29 ± 0,10 ^{bE}	9,33 ± 0,07 ^{cdC}	9,90 ± 0,16 ^{bA}	10,05 ± 0,16 ^{bcdA}	9,37 ± 0,06 ^{cdBC}	9,55 ± 0,06 ^{defB}	9,06 ± 0,13 ^{eD}
IV	7,84 ± 0,12 ^{aE}	9,18 ± 0,06 ^{deCD}	9,24 ± 0,17 ^{dCD}	10,22 ± 0,09 ^{abA}	9,85 ± 0,04 ^{bB}	9,37 ± 0,10 ^{fghC}	9,13 ± 0,12 ^{eD}
V	7,68 ± 0,20 ^{aE}	9,45 ± 0,13 ^{cB}	10,34 ± 0,08 ^{aA}	10,38 ± 0,12 ^{aA}	9,19 ± 0,04 ^{dC}	8,90 ± 0,18 ^{iD}	9,02 ± 0,11 ^{eCD}
VI	7,91 ± 0,07 ^{aD}	9,27 ± 0,09 ^{cdC}	9,47 ± 0,10 ^{cB}	10,15 ± 0,08 ^{bcA}	9,26 ± 0,12 ^{cdC}	9,43 ± 0,05 ^{efgBC}	10,01 ± 0,12 ^{bA}
VII	3,76 ± 0,08 ^{cE}	8,95 ± 0,14 ^{eD}	9,12 ± 0,07 ^{dCD}	9,88 ± 0,12 ^{dB}	9,24 ± 0,12 ^{cdC}	10,14 ± 0,11 ^{aA}	9,23 ± 0,15 ^{deC}
VIII	3,25 ± 0,25 ^{dF}	8,33 ± 0,35 ^{fE}	8,74 ± 0,11 ^{eD}	9,34 ± 0,08 ^{eC}	9,75 ± 0,13 ^{bB}	10,16 ± 0,06 ^{aA}	9,21 ± 0,10 ^{deC}
IX	2,64 ± 0,11 ^{fE}	9,17 ± 0,13 ^{deC}	8,86 ± 0,13 ^{eD}	10,11 ± 0,14 ^{bcA}	10,33 ± 0,17 ^{aA}	9,61 ± 0,14 ^{cdeB}	9,22 ± 0,09 ^{deC}
X	2,89 ± 0,19 ^{eE}	9,82 ± 0,07 ^{bB}	9,13 ± 0,10 ^{dD}	10,19 ± 0,13 ^{abA}	9,43 ± 0,13 ^{cC}	9,77 ± 0,15 ^{bcB}	9,38 ± 0,14 ^{dC}
XI	3,20 ± 0,08 ^{dE}	9,47 ± 0,09 ^{cCD}	9,64 ± 0,11 ^{cBC}	10,10 ± 0,11 ^{bcA}	9,43 ± 0,08 ^{cd}	9,73 ± 0,09 ^{bcdB}	9,99 ± 0,18 ^{bA}
XII	3,61 ± 0,10 ^{cd}	9,12 ± 0,08 ^{deC}	9,25 ± 0,10 ^{dC}	10,13 ± 0,11 ^{bcB}	10,27 ± 0,06 ^{aAB}	9,21 ± 0,09 ^{hC}	10,33 ± 0,07 ^{aA}

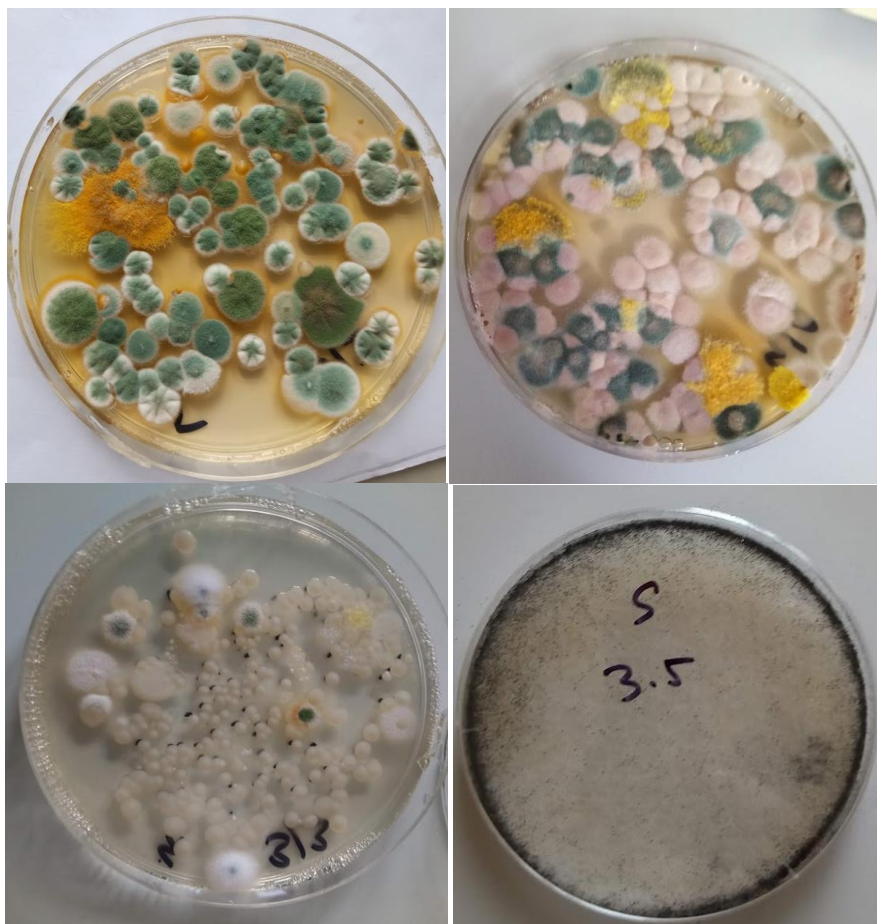
Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 3). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f, g, h, i) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

5.3.4. Број квасаца и плесни у простирци

Резултати броја квасаца и плесни (Слика 22) у различитим врстама простирки током това бројлера приказани су Табелом 16.

Број квасаца и плесни у различитим врстама простирки пре почетка огледа код свих пелетираних простирки износио је $< 2,00 \log_{10}$ CFU/g, док је у растреситим формулацијама простирки установљен број квасаца и плесни између $3,65 \log_{10}$ CFU/g (II група – хобловина) и $6,52 \log_{10}$ CFU/g (VI група – мешавина 30% сецкане пшеничне сламе, 20% хобловине, 30% тресета, 10% зеолита и 10% дрвеног угља).

Недељу дана касније број квасаца и плесни код растреситих простирки кретао се између 5,79 и $7,32 \log_{10}$ CFU/g, док је код пелетираних простирки био нешто нижи ($p < 0,05$), односно између 2,10 и $5,04 \log_{10}$ CFU/g. Групе у којима су коришћене растресите простирке достижу пик у броју квасаца и плесни 14., односно 21. дана това бројлера, док је пик у броју квасаца и плесни код група са примењеном пелетираном простирком достигнут 21., односно 28. дана това бројлера. До краја това, односно 42. дана забележен је благи пад броја квасаца и плесни (између 4,54 и $5,66 \log_{10}$ CFU/g).



Слика 22. Приказ квасаца и плесни у различитим врстама простирки током това бројлера.

На основу макроскопских карактеристика један део плесни сврстан је у родове *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* и *Fusarium*.

Табела 16. Приказ укупног броја плесни и квасаца (\log_{10} CFU/g) различитих врста простирки током това бројлера.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	$5,70 \pm 0,26^{bC}$	$5,90 \pm 0,09^{bC}$	$7,97 \pm 0,16^{abB}$	$8,30 \pm 0,13^{aA}$	$5,74 \pm 0,16^{cdC}$	$5,65 \pm 0,22^{bcdC}$	$4,56 \pm 0,18^{dD}$
II	$3,65 \pm 0,32^{cD}$	$7,32 \pm 0,05^{aA}$	$7,36 \pm 0,18^{cdA}$	$7,48 \pm 0,14^{cA}$	$6,20 \pm 0,36^{abcdB}$	$5,92 \pm 0,11^{bB}$	$5,02 \pm 0,31^{bcdC}$
III	$6,16 \pm 0,22^{aC}$	$7,15 \pm 0,27^{aAB}$	$7,21 \pm 0,14^{dA}$	$6,86 \pm 0,14^{eB}$	$6,02 \pm 0,05^{cdC}$	$5,46 \pm 0,22^{cdeD}$	$4,56 \pm 0,13^{dE}$
IV	$5,56 \pm 0,28^{bDE}$	$5,79 \pm 0,35^{bD}$	$8,14 \pm 0,03^{aA}$	$7,15 \pm 0,25^{dB}$	$6,56 \pm 0,28^{abC}$	$5,40 \pm 0,34^{deDE}$	$4,98 \pm 0,54^{bcdE}$
V	$6,40 \pm 0,55^{aC}$	$6,91 \pm 0,08^{aBC}$	$7,56 \pm 0,12^{bcdA}$	$7,33 \pm 0,08^{cdAB}$	$6,59 \pm 0,43^{aC}$	$5,35 \pm 0,42^{deD}$	$4,54 \pm 0,16^{dE}$
VI	$6,52 \pm 0,14^{aC}$	$6,83 \pm 0,10^{aB}$	$7,74 \pm 0,18^{abcA}$	$7,74 \pm 0,11^{bA}$	$6,08 \pm 0,23^{bcdD}$	$5,66 \pm 0,17^{bcdE}$	$4,81 \pm 0,06^{dF}$
VII	$< 2,00 \pm 0,00^{dE}$	$2,33 \pm 0,05^{eE}$	$5,51 \pm 0,47^{fBC}$	$5,89 \pm 0,05^{fAB}$	$6,22 \pm 0,14^{abcA}$	$5,16 \pm 0,28^{eCD}$	$4,76 \pm 0,22^{dD}$
VIII	$< 2,00 \pm 0,00^{dD}$	$2,40 \pm 0,26^{eC}$	$5,67 \pm 0,20^{efA}$	$5,89 \pm 0,21^{fA}$	$5,78 \pm 0,20^{cdA}$	$5,57 \pm 0,19^{bcdeA}$	$4,89 \pm 0,15^{cdB}$
IX	$< 2,00 \pm 0,00^{dC}$	$2,10 \pm 0,14^{eC}$	$5,45 \pm 0,30^{fB}$	$5,76 \pm 0,08^{fA}$	$5,76 \pm 0,19^{cdA}$	$5,63 \pm 0,06^{bcdAB}$	$5,40 \pm 0,08^{abB}$
X	$< 2,00 \pm 0,00^{dD}$	$3,53 \pm 0,59^{dC}$	$5,61 \pm 0,08^{fAB}$	$5,98 \pm 0,06^{fA}$	$6,21 \pm 0,39^{abcA}$	$5,88 \pm 0,14^{bcAB}$	$5,32 \pm 0,44^{abcB}$
XI	$< 2,00 \pm 0,00^{dC}$	$5,04 \pm 0,74^{cAB}$	$4,74 \pm 0,61^{gB}$	$5,39 \pm 0,09^{gAB}$	$5,71 \pm 0,22^{dA}$	$5,68 \pm 0,15^{bcdA}$	$5,41 \pm 0,07^{abAB}$
XII	$< 2,00 \pm 0,00^{dD}$	$2,27 \pm 0,24^{eD}$	$6,10 \pm 0,28^{eB}$	$6,66 \pm 0,08^{eA}$	$6,21 \pm 0,18^{abcB}$	$6,45 \pm 0,21^{aAB}$	$5,66 \pm 0,26^{aC}$

Легенда: Вредности су изражене као просек \pm стандардна девијација ($n = 3$). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f, g) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике ($p < 0,05$) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике ($p < 0,05$) током дужине трајања това бројлера.

5.3.5. Број *Clostridium perfringens* у простирци

Резултати броја *Clostridium perfringens* (Слике 23 и 24) у различитим врстама простирки током това бројлера приказани су Табелом 17.

Пре почетка това број *Clostridium perfringens* био је испод нивоа детекције ($< 1,00 \log_{10}$ CFU/g) код пелетираних простирки, као и код две растресите формулације простирки, односно у сецканој пшеничној слами и хобловини. Код растреситих формулација простирки са додатком тресета у различитим количинама установљен је број *Clostridium perfringens* између 2,90 и 3,44 \log_{10} CFU/g.

Седмог дана това број *Clostridium perfringens* се уочава код свих група, без обзира на састав и формулацију простирке, и то у опсегу од 1,26 до 4,08 \log_{10} CFU/g. Значајно нижи ($p < 0,05$) број *Clostridium perfringens* уочава се код свих пелетираних формулација простирки (у опсегу од 1,26 до 1,40 \log_{10} CFU/g), за разлику од растреситих формулација простирки (у опсегу од 2,81 до 4,08 \log_{10} CFU/g).

Највећи број *Clostridium perfringens* код растреситих формулација простирки углавном се уочава 14., односно 21. дана това, док је код пелетираних формулација простирки пик запажен знатно касније, углавном на крају това (42. дана). На крају бројлерског това број *Clostridium perfringens* кретао се између 2,92 и 4,91 \log_{10} CFU/g.



Слика 23. Приказ колонија *Clostridium perfringens* на крвном агар.



Слика 24. Приказ *Clostridium perfringens* у лактоза-сулфит бујону где стварају гас који се уочава у Дурхамовој цевчици и гвожђе-сулфит који се карактерише црним талогом на дну епрувете.

Табела 17. Приказ укупног броја *Clostridium perfringens* (log₁₀ CFU/g) различитих врста простирки током това бројлера.

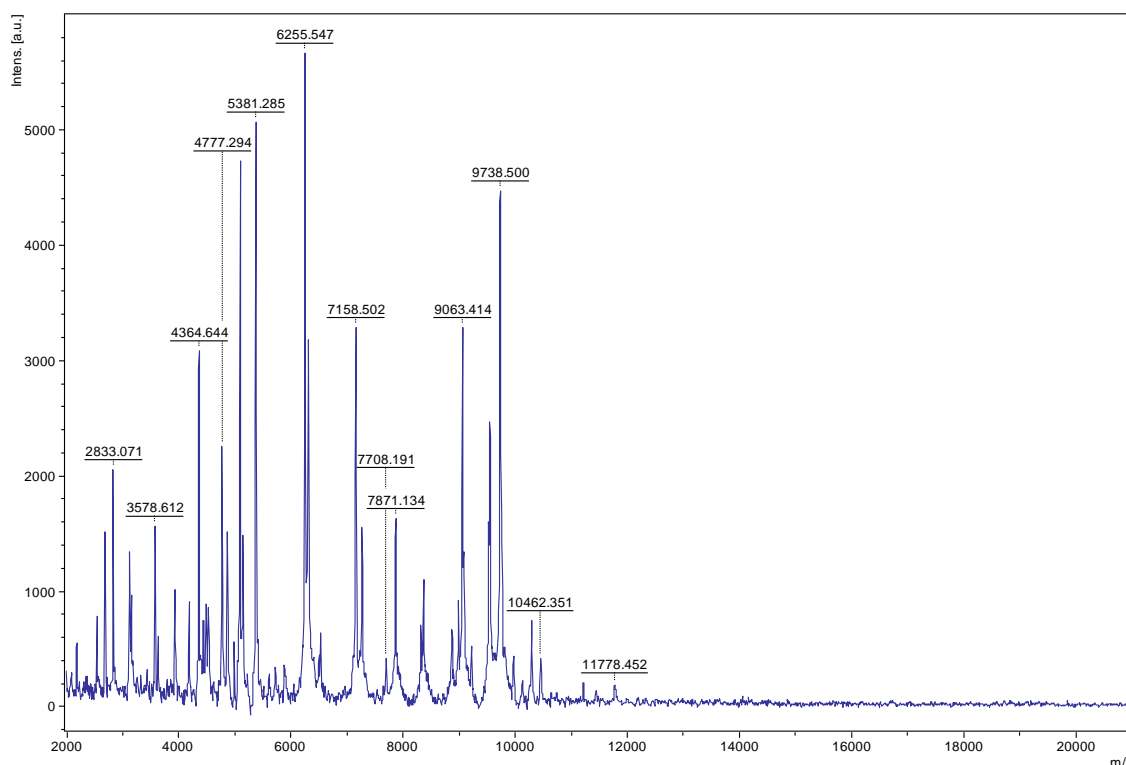
Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	< 1,00 ± 0,00 ^{dD}	2,81 ± 0,13 ^{eC}	3,86 ± 0,23 ^{bA}	3,79 ± 0,17 ^{bA}	3,52 ± 0,23 ^{cB}	3,82 ± 0,06 ^{bcA}	3,60 ± 0,02 ^{eAB}
II	< 1,00 ± 0,00 ^{dE}	4,08 ± 0,20 ^{aA}	4,13 ± 0,19 ^{aA}	3,71 ± 0,13 ^{bBC}	3,62 ± 0,06 ^{bcC}	2,81 ± 0,06 ^{eD}	3,90 ± 0,10 ^{cAB}
III	3,14 ± 0,14 ^{bC}	3,59 ± 0,03 ^{cB}	3,75 ± 0,07 ^{bcA}	3,81 ± 0,08 ^{bA}	2,79 ± 0,07 ^{dD}	3,87 ± 0,06 ^{bcA}	3,81 ± 0,06 ^{cdA}
IV	3,44 ± 0,17 ^{aC}	3,84 ± 0,05 ^{bB}	3,89 ± 0,05 ^{abB}	4,37 ± 0,16 ^{aA}	4,39 ± 0,17 ^{aA}	4,00 ± 0,18 ^{bB}	3,93 ± 0,06 ^{cB}
V	2,90 ± 0,17 ^{cC}	3,32 ± 0,08 ^{dB}	3,54 ± 0,14 ^{cB}	3,83 ± 0,22 ^{bA}	3,85 ± 0,09 ^{bA}	3,78 ± 0,08 ^{cA}	3,91 ± 0,03 ^{cA}
VI	3,41 ± 0,16 ^{aE}	3,52 ± 0,07 ^{cdE}	3,81 ± 0,05 ^{bD}	3,90 ± 0,06 ^{bD}	4,36 ± 0,14 ^{aC}	4,57 ± 0,15 ^{aB}	4,91 ± 0,08 ^{aA}
VII	< 1,00 ± 0,00 ^{dF}	1,33 ± 0,07 ^{fE}	1,69 ± 0,17 ^{eD}	2,42 ± 0,08 ^{cC}	3,62 ± 0,13 ^{bcA}	2,87 ± 0,04 ^{eB}	3,51 ± 0,10 ^{eA}
VIII	< 1,00 ± 0,00 ^{dG}	1,28 ± 0,12 ^{ff}	1,91 ± 0,08 ^{deE}	2,55 ± 0,06 ^{cD}	3,79 ± 0,09 ^{bB}	2,92 ± 0,04 ^{eC}	4,63 ± 0,14 ^{bA}
IX	< 1,00 ± 0,00 ^{dE}	1,39 ± 0,14 ^{fD}	1,98 ± 0,16 ^{dC}	2,55 ± 0,14 ^{cB}	3,76 ± 0,11 ^{bA}	3,89 ± 0,04 ^{bcA}	3,66 ± 0,18 ^{deA}
X	< 1,00 ± 0,00 ^{dG}	1,40 ± 0,15 ^{ff}	1,84 ± 0,12 ^{deE}	2,34 ± 0,15 ^{cD}	2,55 ± 0,09 ^{eC}	2,88 ± 0,04 ^{eB}	3,87 ± 0,07 ^{cA}
XI	< 1,00 ± 0,00 ^{dF}	1,26 ± 0,12 ^{fE}	1,69 ± 0,17 ^{eD}	2,38 ± 0,09 ^{cC}	2,73 ± 0,11 ^{deB}	3,70 ± 0,22 ^{cA}	2,92 ± 0,05 ^{fB}
XII	< 1,00 ± 0,00 ^{dG}	1,27 ± 0,12 ^{ff}	1,93 ± 0,06 ^{deE}	2,41 ± 0,07 ^{cD}	2,78 ± 0,16 ^{dC}	3,27 ± 0,06 ^{dB}	3,90 ± 0,05 ^{cA}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 3). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E, F, G) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

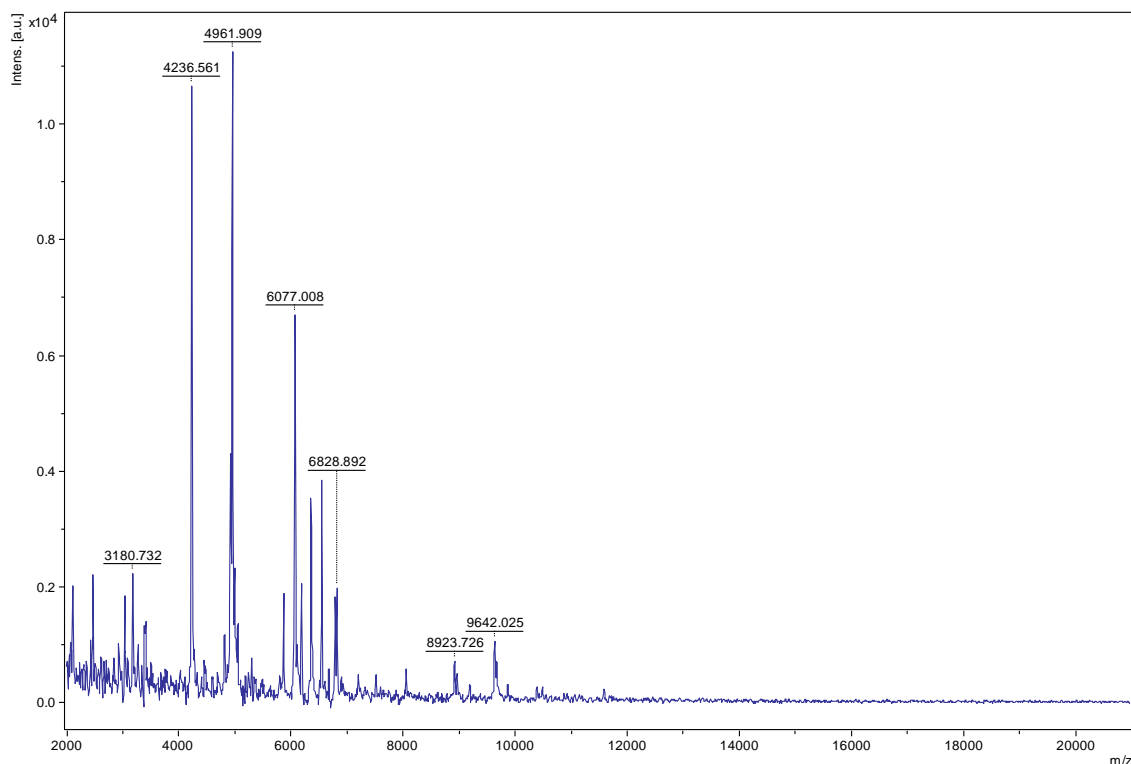
5.3.6. Бактерије идентификоване MALDI-TOF масеном спектрометријом

Применом MALDI-TOF масене спектрометрије са HiCrome™ UTI агара идентификоване су *Escherichia coli* (ружичасте колоније) (Слика 25), *Staphylococcus xylosus* (ситне ружичасте колоније) (Слика 26), *Staphylococcus saprophyticus* (ситне беле колоније) (Слика 27), *Corynebacterium glutamicum* (ситне жуте колоније) (Слика 28), *Enterococcus faecium* (плавозелене колоније) (Слика 29), *Pantoea agglomerans* (ситне светлозелене колоније) (Слика 30), *Enterobacter kobei* (крупне зелене колоније) (Слика 31) и *Bacillus toyjaviensis* (крупне светлозелене колоније) (Слика 32).

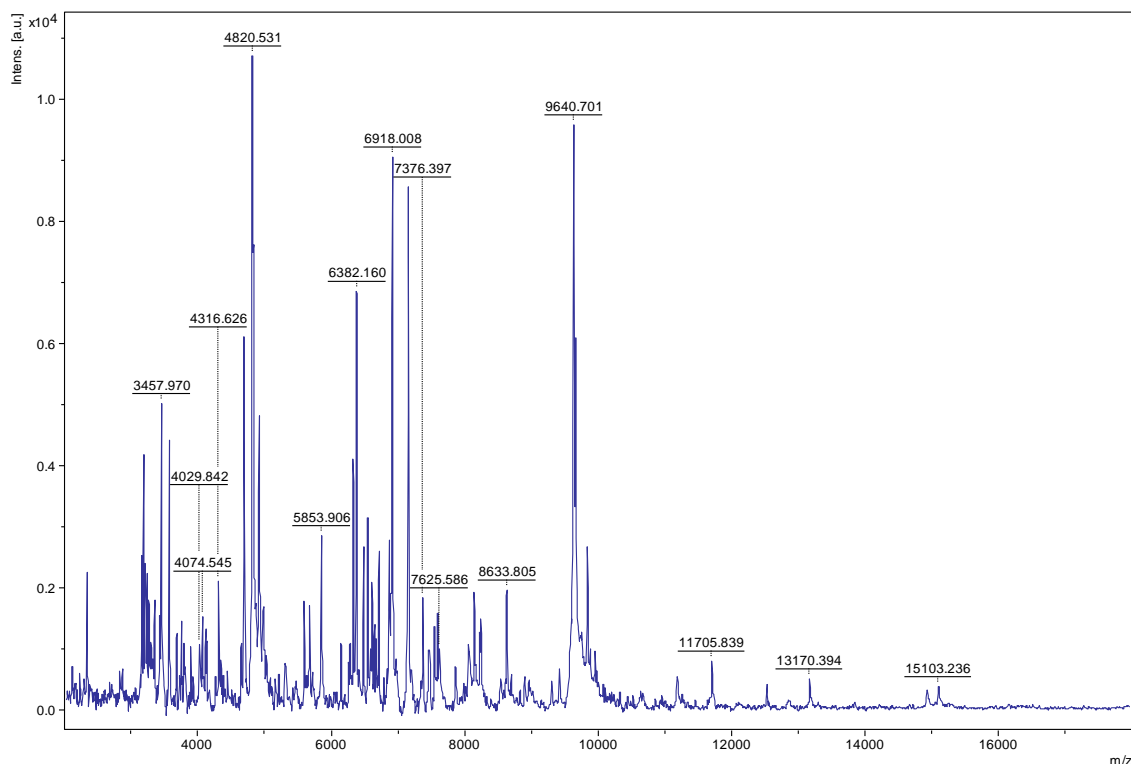
Крупне беле колоније неправилног облика није било могуће идентификовати применом MALDI-TOF масене спектрометрије.



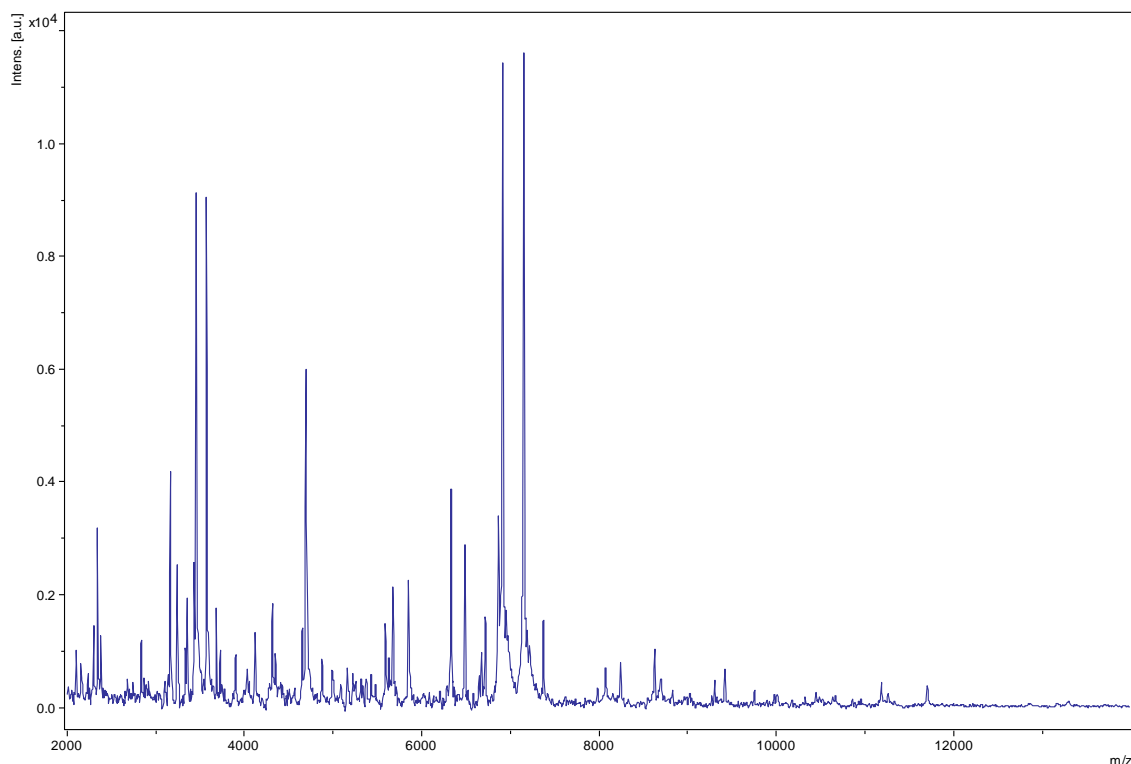
Слика 25. Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Escherichia coli*.



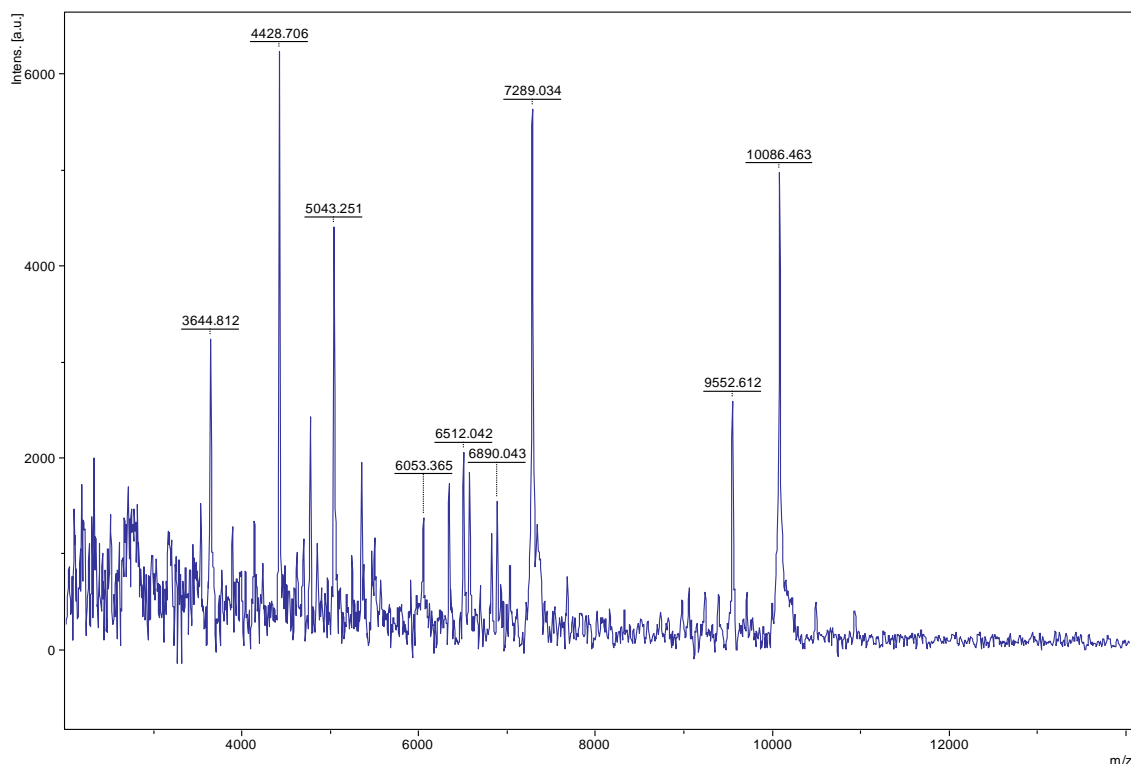
Слика 26. Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Staphylococcus xylosus*.



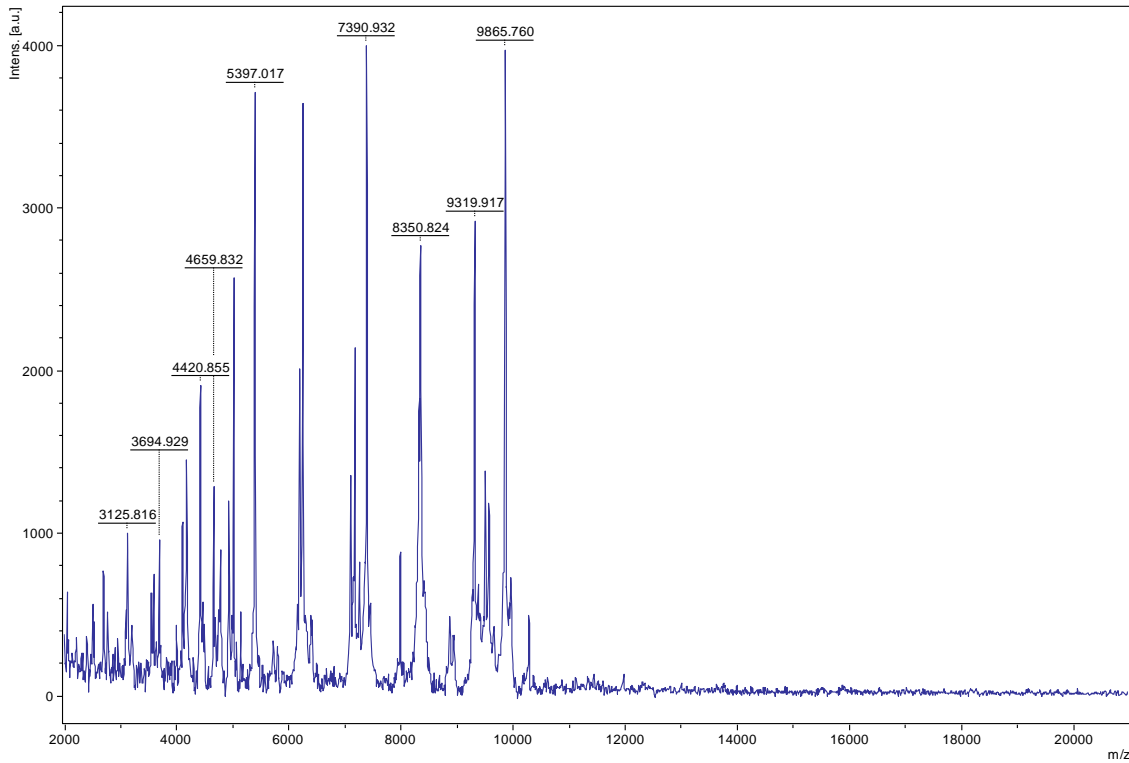
Слика 27. Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Staphylococcus saprophyticus*.



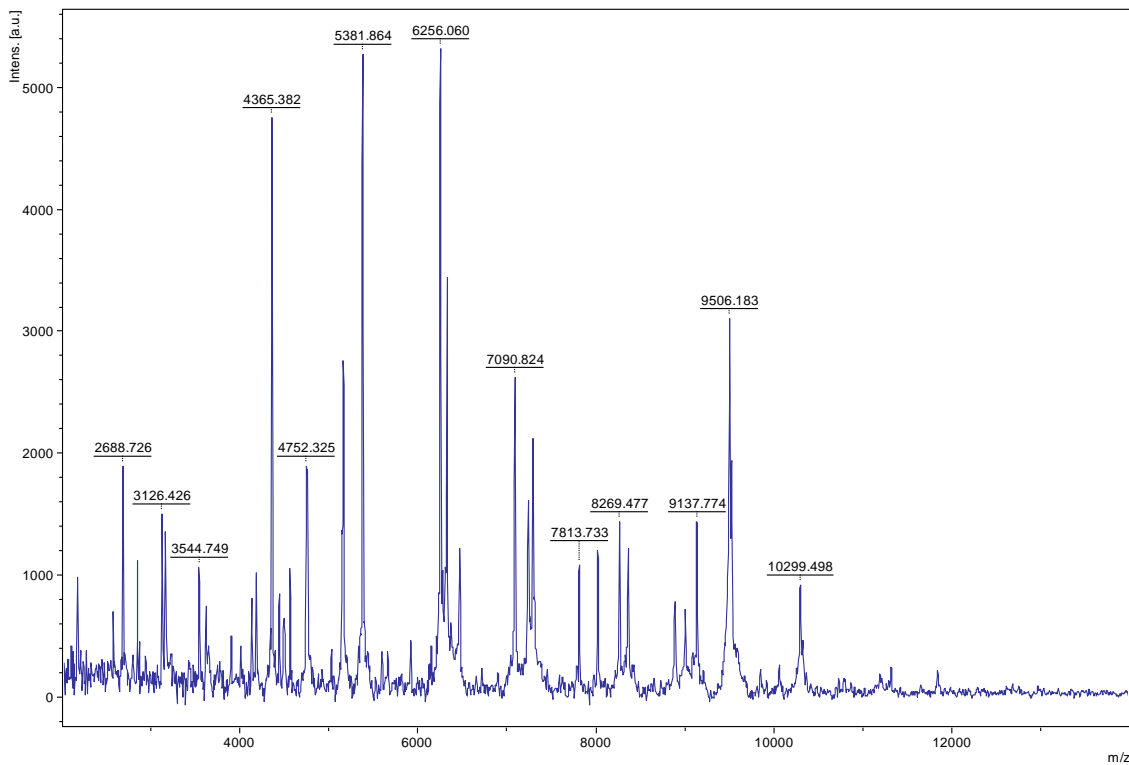
Слика 28. Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Corynebacterium glutamicum*.



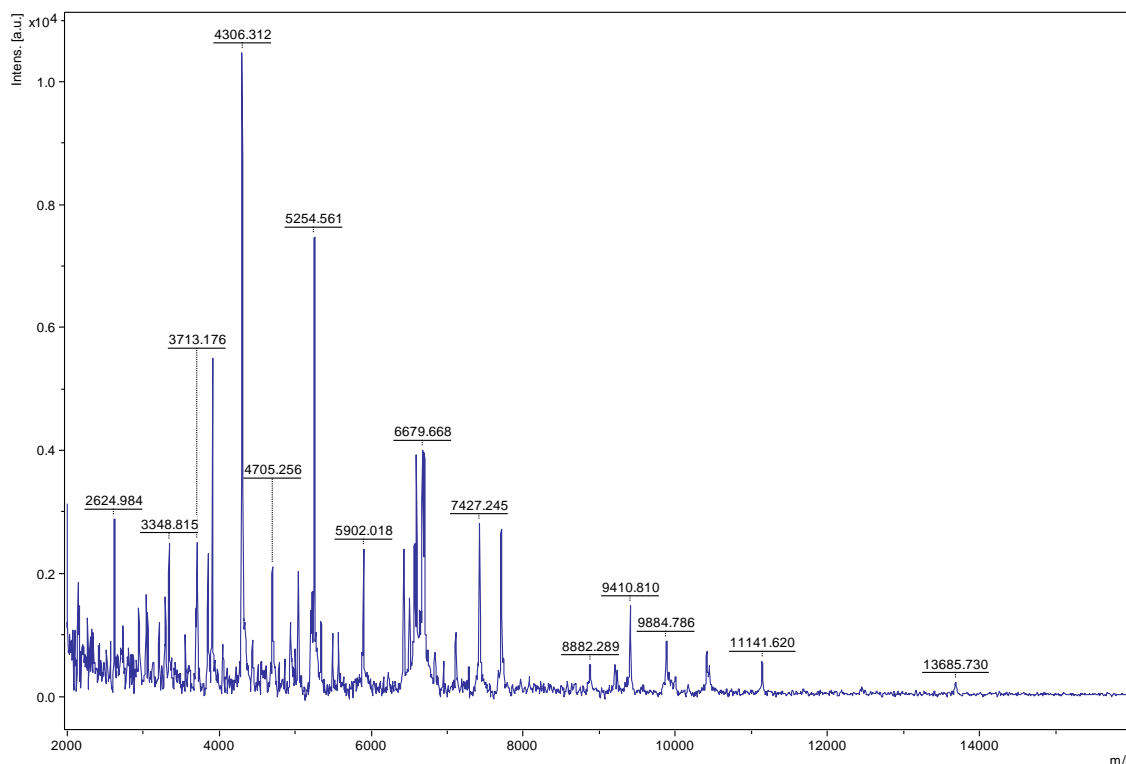
Слика 29. Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Enterococcus faecium*.



Слика 30. Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Pantoea agglomerans*.



Слика 31. Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Enterobacter kobei*.



Слика 32. Приказ спектра MALDI-TOF масене спектрометрије изолата *Bacillus thuringiensis*.

Најбоље вредности резултата применом MALDI-TOF масене спектрометрије приказани су Табелом 18.

Табела 18. Приказ резултата MALDI-TOF масене спектрометрије.

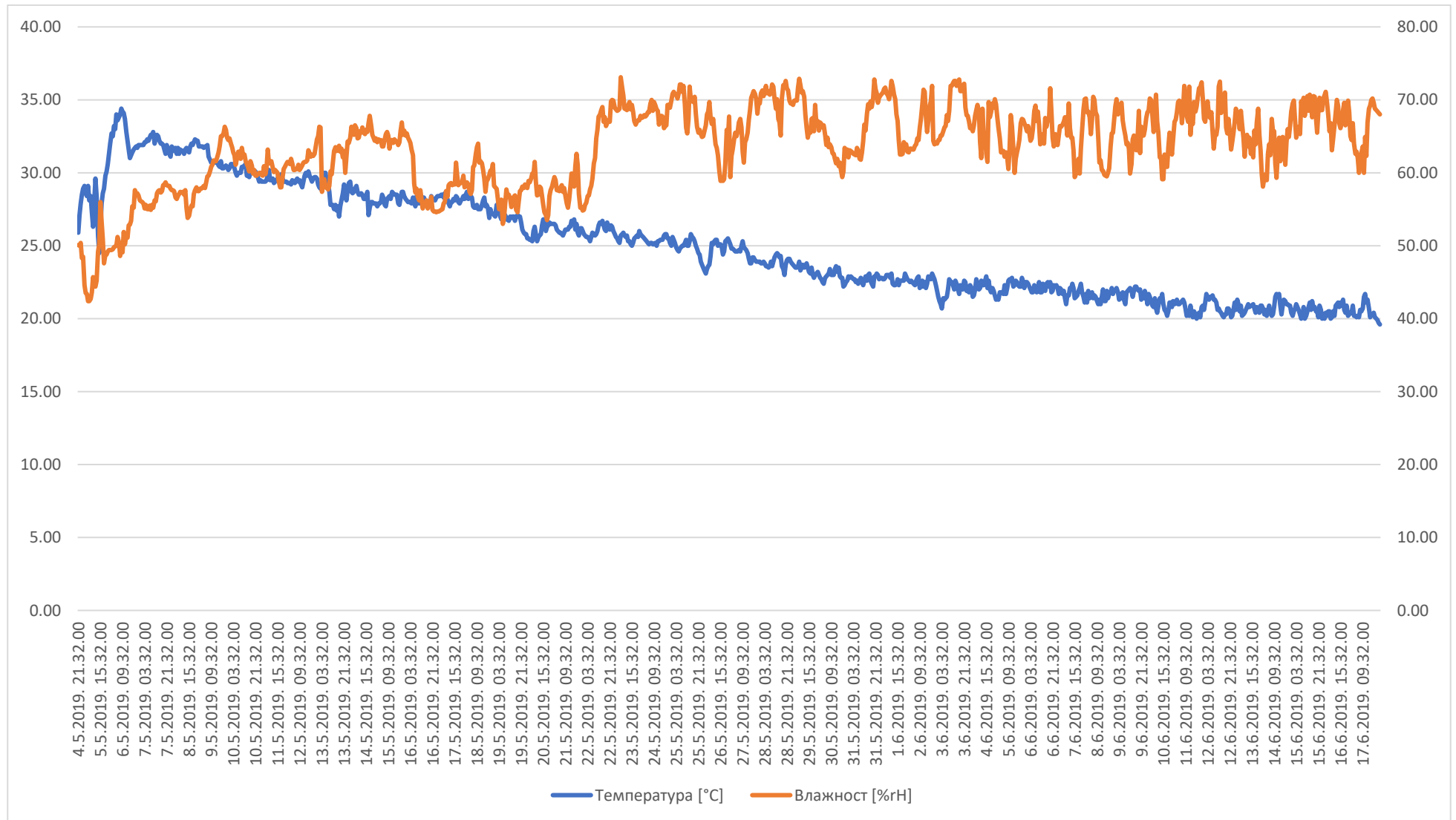
Квалитет	Микроорганизам (примарно поклапање са базом)	Коефицијент	Микроорганизам (секундарно поклапање са базом)	Коефицијент
+++	<i>Escherichia coli</i>	2,27	<i>Escherichia coli</i>	2,18
++	<i>Staphylococcus xylosus</i>	1,80	Није могућа идентификација микроорганизама	1,65
++	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1,94	<i>Staphylococcus saprophyticus</i>	1,92
+++	<i>Corynebacterium glutamicum</i>	2,36	<i>Corynebacterium glutamicum</i>	2,14
+++	<i>Enterococcus faecium</i>	2,07	<i>Enterococcus faecium</i>	2,01
+++	<i>Pantoea agglomerans</i>	2,12	<i>Pantoea agglomerans</i>	2,03
+++	<i>Enterobacter kobei</i>	2,12	<i>Enterobacter asburiae</i>	2,02
+++	<i>Bacillus thuringiensis</i>	2,06	<i>Bacillus subtilis</i>	1,79

Коефицијенти поузданости кретали су се између 1,80 и 2,36 код примарних поклапања са базом података, услед чега је био могућ низак, односно висок ниво идентификације бактерија са HiCrome™ UTI агара.

5.4. МИКРОКЛИМАТ У ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИМ БОКСЕВИМА

5.4.1. Температура и влажност ваздуха у експерименталним боксевима

Графиконом 4 приказани су температура (°C) и влажност ваздуха (%rH) у експерименталном објекту током огледа.



Графикон 4. Приказ температуре (°C) и влажности воздуха (%rH) у експерименталном објекту током бројлерског това.

5.4.2. Квалитет ваздуха у експерименталним боксевима током огледа

5.4.2.1. Концентрације штетних гасова у експерименталним боксевима током огледа

У Табели 19 приказане су измерене концентрације амонијака у различитим третманима, током бројлерског това. На почетку това измерене концентрације амонијака износиле су између 0,00 ppm и 1,00 ppm. Током трајања огледа уочава се повећање концентрације амонијака у свим огледним групама. Концентрације амонијака преко 20 ppm, у висини главе бројлера, први пут су измерене 28. дана това у групама II и VI, где је коришћена хобловина, односно мешавина 30% сецкане пшеничне сламе, 20% хобловине, 30% тресета, 10% зеолита и 10% дрвеног угља у растреситој формулацији. На крају това, односно 42. дана у свим огледним групама измерене концентрације амонијака су биле изнад максимално прописаних 20 ppm. Концентрације амонијака у ваздуху кретале су се између 23,78 ppm и 34,89 ppm. Најнижа концентрација амонијака, на крају това, измерена је у огледној групи VII, где је коришћен пелет од 100% пшеничне сламе, док је највиша вредност забележена у огледној групи VI, у којој је коришћена растресита мешавина 30% сецкане пшеничне сламе, 20% хобловине, 30% тресета, 10% зеолита и 10% дрвеног угља.

У Табели 20 приказане су измерене концентрације угљен-диоксида у експерименталним боксевима током бројлерског това. На почетку това (0. дана) концентрације угљен-диоксида кретале су се између 166,67 ppm у огледној групи IX (пелет од 90% пшеничне сламе и 10% зеолита) и 455,56 ppm у огледној групи VII (100% пелетирана пшенична слама). Током това бројлера уочава се пораст концентрације угљен-диоксида, да би на крају биле измерене концентрације између 1655,56 ppm у огледној групи XII (пелет од 1/3 пшеничне сламе, 1/3 хобловине и 1/3 тресета) и 2455,56 ppm у огледној групи X (пелет од 90% пшеничне сламе и 10% дрвеног угља). Током огледа није забележена концентрација угљен-диоксида већа од дозвољених 3000 ppm, у висини главе бројлера.

Водоник-сулфид током бројлерског това није детектован.

Табела 19. Приказ концентрације амонијака (ppm) у ваздуху у експерименталним боксевима током бројлерског това.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	1,00 ± 0,00 ^{aD}	0,56 ± 0,53 ^{bD}	1,67 ± 0,50 ^{aD}	4,78 ± 1,72 ^{bD}	11,89 ± 4,17 ^{dC}	19,44 ± 9,34 ^{bcB}	26,78 ± 9,85 ^{bcA}
II	0,56 ± 0,53 ^{bcdC}	1,00 ± 0,00 ^{aC}	1,56 ± 0,53 ^{abC}	5,67 ± 1,58 ^{abC}	22,67 ± 6,20 ^{aB}	32,11 ± 13,25 ^{aA}	30,11 ± 6,13 ^{abcA}
III	0,33 ± 0,50 ^{cdeD}	1,00 ± 0,00 ^{aD}	1,56 ± 0,53 ^{abD}	5,00 ± 1,22 ^{abD}	17,67 ± 5,87 ^{abcdC}	34,11 ± 11,92 ^{aA}	25,00 ± 3,64 ^{bcB}
IV	0,44 ± 0,53 ^{bcdC}	0,89 ± 0,33 ^{aC}	1,56 ± 0,53 ^{abC}	5,67 ± 1,22 ^{abC}	18,67 ± 9,46 ^{abcB}	33,56 ± 10,93 ^{aA}	29,00 ± 5,22 ^{abcA}
V	0,00 ± 0,00 ^{eE}	1,00 ± 0,00 ^{aDE}	1,44 ± 0,53 ^{abDE}	5,56 ± 1,13 ^{abD}	16,22 ± 6,18 ^{bcdC}	28,67 ± 7,79 ^{abB}	37,33 ± 8,72 ^{aA}
VI	1,00 ± 0,00 ^{aC}	1,00 ± 0,00 ^{aC}	1,78 ± 0,67 ^{aC}	6,44 ± 2,07 ^{aC}	21,78 ± 6,51 ^{abB}	33,33 ± 7,60 ^{aA}	34,89 ± 11,44 ^{abA}
VII	1,00 ± 0,00 ^{aC}	1,00 ± 0,00 ^{aC}	1,56 ± 0,53 ^{abC}	4,67 ± 1,58 ^{bc}	11,78 ± 4,24 ^{dB}	16,11 ± 7,30 ^{cB}	23,78 ± 14,55 ^{cA}
VIII	0,67 ± 0,50 ^{abcE}	1,00 ± 0,00 ^{aE}	1,00 ± 0,00 ^{bE}	4,56 ± 1,01 ^{bD}	15,11 ± 4,14 ^{cdC}	20,11 ± 4,20 ^{bcB}	26,67 ± 4,69 ^{bcA}
IX	0,00 ± 0,00 ^{eC}	1,00 ± 0,00 ^{aC}	1,44 ± 0,53 ^{abC}	5,11 ± 1,54 ^{abC}	17,44 ± 5,50 ^{abcdB}	27,11 ± 8,82 ^{abA}	32,56 ± 11,83 ^{abcA}
X	0,78 ± 0,44 ^{abE}	1,00 ± 0,00 ^{aE}	1,22 ± 0,44 ^{abE}	5,56 ± 1,13 ^{abD}	15,22 ± 4,06 ^{cdC}	26,00 ± 7,25 ^{abB}	30,22 ± 7,51 ^{abcA}
XI	0,22 ± 0,44 ^{deE}	1,00 ± 0,00 ^{aDE}	1,33 ± 0,50 ^{abDE}	5,22 ± 1,39 ^{abD}	14,00 ± 3,77 ^{cdC}	26,44 ± 6,97 ^{abB}	34,56 ± 8,56 ^{abA}
XII	0,00 ± 0,00 ^{eC}	1,00 ± 0,00 ^{aC}	1,44 ± 0,53 ^{abC}	4,11 ± 0,93 ^{bc}	12,56 ± 4,07 ^{dB}	16,78 ± 6,61 ^{cB}	29,00 ± 10,54 ^{abcA}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 9). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

Табела 20. Приказ концентрације угљен-диоксида (ppm) у ваздуху у експерименталним боксевима током бројлерског това.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	288,89 ± 33,33 ^{cdeC}	233,33 ± 50,00 ^{dC}	1055,56 ± 265,10 ^{aB}	1355,56 ± 436,21 ^{abcB}	1388,89 ± 629,37 ^{bcB}	1833,33 ± 606,22 ^{abA}	1844,44 ± 604,38 ^{aA}
II	277,79 ± 44,10 ^{cdeD}	277,78 ± 66,67 ^{bcdD}	1144,44 ± 444,72 ^{aC}	1666,67 ± 707,11 ^{abcC}	1522,22 ± 386,58 ^{bcBC}	2022,22 ± 547,22 ^{abAB}	2344,44 ± 1018,71 ^{aA}
III	322,22 ± 44,10 ^{bcD}	266,67 ± 100,00 ^{bcdD}	1044,44 ± 614,64 ^{aC}	1344,44 ± 453,08 ^{abcBC}	1466,67 ± 497,49 ^{bcBC}	1700,00 ± 708,87 ^{abAB}	2133,33 ± 809,32 ^{aA}
IV	366,67 ± 50,00 ^{bdD}	311,11 ± 145,30 ^{bcdD}	1022,22 ± 396,16 ^{aC}	1655,56 ± 657,86 ^{abAB}	1388,89 ± 382,24 ^{bcBC}	1988,89 ± 738,99 ^{abA}	1866,67 ± 622,50 ^{abAB}
V	300,00 ± 0,00 ^{cdD}	277,78 ± 83,33 ^{bcdD}	1377,78 ± 429,47 ^{aC}	1688,89 ± 625,39 ^{abcC}	2111,11 ± 652,77 ^{abAB}	1800,00 ± 583,10 ^{abBC}	2344,44 ± 738,43 ^{aA}
VI	433,33 ± 50,00 ^{aC}	355,56 ± 72,65 ^{abC}	1377,78 ± 363,24 ^{abB}	1344,44 ± 519,88 ^{abcB}	1844,44 ± 474,63 ^{abAB}	1755,56 ± 628,71 ^{abB}	2266,67 ± 839,64 ^{aA}
VII	455,56 ± 72,65 ^{aC}	311,11 ± 92,80 ^{bcdC}	1200,00 ± 772,98 ^{abB}	1300,00 ± 447,21 ^{abcB}	1566,67 ± 659,55 ^{abcAB}	1655,56 ± 517,47 ^{abAB}	1944,44 ± 543,39 ^{aA}
VIII	244,44 ± 52,70 ^{cC}	344,44 ± 72,65 ^{abcC}	1033,33 ± 111,80 ^{abB}	1077,78 ± 476,39 ^{cB}	1822,22 ± 584,76 ^{abA}	1344,44 ± 427,53 ^{bbB}	1900,00 ± 769,74 ^{aA}
IX	166,67 ± 50,00 ^{dD}	288,89 ± 116,67 ^{bcdD}	1088,89 ± 355,12 ^{aC}	1166,67 ± 346,41 ^{abcC}	1200,00 ± 531,51 ^{cC}	1755,56 ± 502,77 ^{abB}	2177,78 ± 662,91 ^{aA}
X	255,56 ± 52,70 ^{deD}	244,44 ± 52,70 ^{cdD}	1088,89 ± 236,88 ^{aC}	1077,78 ± 299,07 ^{cC}	1644,44 ± 439,06 ^{abcB}	1666,67 ± 707,11 ^{abB}	2455,56 ± 741,81 ^{aA}
XI	244,44 ± 52,70 ^{cC}	311,11 ± 105,41 ^{bcdC}	1077,78 ± 402,42 ^{abB}	1411,11 ± 462,18 ^{abcAB}	1700,00 ± 471,70 ^{abcA}	1433,33 ± 412,31 ^{abAB}	1811,11 ± 637,27 ^{aA}
XII	311,11 ± 60,09 ^{cdD}	433,33 ± 100,00 ^{adD}	1300,00 ± 427,20 ^{abcC}	1111,11 ± 467,56 ^{bcC}	1733,33 ± 400,00 ^{abcA}	1555,56 ± 604,38 ^{abAB}	1655,56 ± 390,87 ^{abAB}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 9). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

5.4.2.2. Концентрације честица прашине у експерименталним боксевима током огледа

У Табели 21 приказане су вредности броја суспендованих честица PM_3 у различитим третманима, током бројлерског това. На почетку огледа (0. дана) измерен број суспендованих честица PM_3 кретао се између $6,73 \pm 0,31 \times 10^6/m^3$ (група VI) и $10,12 \pm 2,08 \times 10^6/m^3$ (група XI). Током огледа уочава се повећање броја суспендованих честица PM_3 . На крају това, односно 42. дана измерени број суспендованих честица PM_3 кретао се између $9,32 \pm 1,35 \times 10^6/m^3$ (група XII) и $19,04 \pm 3,12 \times 10^6/m^3$ (група V).

У Табели 22 приказане су вредности броја суспендованих честица PM_{10} у различитим третманима током бројлерског това. На почетку това (0. дана), измерен број суспендованих честица PM_{10} кретао се између $0,67 \pm 0,05 \times 10^6/m^3$ (група XI) и $1,28 \pm 0,13 \times 10^6/m^3$ (група VI). Током трајања огледа уочава се повећање броја суспендованих честица PM_{10} . На крају това, односно 42. дана, измерени број суспендованих честица PM_{10} кретао се између $1,05 \pm 0,28 \times 10^6/m^3$ (група XII) и $2,02 \pm 0,57 \times 10^6/m^3$ (група V), односно $2,02 \pm 0,67 \times 10^6/m^3$ (група VI).

Табела 21. Приказ броја РМ₃ (# × 10⁶/м³) током бројлерског това.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	7,17 ± 0,41 ^{eBC}	4,56 ± 0,64 ^{dC}	8,18 ± 2,25 ^{cdeB}	8,45 ± 3,72 ^{bcdB}	13,33 ± 2,69 ^{abcA}	13,04 ± 5,16 ^{abA}	15,91 ± 2,96 ^{abA}
II	8,15 ± 0,34 ^{bcdD}	4,60 ± 1,42 ^{dE}	8,60 ± 2,56 ^{cdeCD}	8,84 ± 1,18 ^{bcdBCD}	10,22 ± 2,05 ^{dBC}	15,01 ± 2,88 ^{abA}	10,67 ± 1,52 ^{deB}
III	8,49 ± 0,95 ^{bcB}	5,27 ± 0,80 ^{bcdD}	5,97 ± 1,47 ^{eCD}	7,77 ± 2,28 ^{bcdBC}	13,75 ± 2,32 ^{abA}	14,05 ± 3,22 ^{abA}	12,93 ± 4,05 ^{bcdEa}
IV	8,41 ± 0,38 ^{bcDE}	6,11 ± 1,43 ^{bcdF}	7,47 ± 2,45 ^{deEF}	9,75 ± 1,82 ^{bCD}	13,03 ± 1,99 ^{abcdAB}	14,01 ± 2,97 ^{abA}	11,67 ± 3,48 ^{cdeBC}
V	9,03 ± 1,64 ^{bCD}	7,21 ± 2,21 ^{bDE}	7,22 ± 5,53 ^{deDE}	6,61 ± 2,18 ^{dE}	10,27 ± 1,86 ^{dC}	16,31 ± 2,74 ^{aB}	19,04 ± 3,12 ^{aA}
VI	10,12 ± 2,08 ^{aBC}	6,67 ± 1,12 ^{bcD}	9,31 ± 1,32 ^{bcdECD}	9,17 ± 0,85 ^{bCD}	11,61 ± 1,69 ^{bcdBC}	12,33 ± 2,98 ^{bB}	15,80 ± 4,30 ^{abA}
VII	7,41 ± 0,50 ^{deC}	5,09 ± 0,73 ^{cdD}	7,61 ± 0,85 ^{deC}	8,04 ± 1,88 ^{gcdC}	10,53 ± 2,88 ^{cdB}	15,63 ± 2,89 ^{abA}	15,19 ± 4,98 ^{bcA}
VIII	7,38 ± 0,62 ^{deB}	6,23 ± 0,39 ^{bcdB}	10,69 ± 2,57 ^{bcdA}	6,71 ± 1,43 ^{cdB}	11,54 ± 3,11 ^{bcdA}	13,00 ± 3,54 ^{abA}	11,84 ± 2,87 ^{cdeA}
IX	8,14 ± 0,67 ^{bcdDE}	6,78 ± 0,85 ^{bcE}	12,01 ± 3,18 ^{bcABC}	9,09 ± 2,05 ^{bcDE}	10,70 ± 2,39 ^{cdBCD}	13,86 ± 2,20 ^{abA}	13,30 ± 3,23 ^{bcdAB}
X	9,08 ± 0,41 ^{bC}	6,56 ± 1,22 ^{bcdC}	12,97 ± 5,66 ^{abAB}	9,78 ± 1,82 ^{bBC}	15,13 ± 4,28 ^{aA}	13,94 ± 4,47 ^{abA}	15,24 ± 3,17 ^{bcA}
XI	6,73 ± 0,31 ^{eC}	12,62 ± 5,15 ^{aAB}	16,16 ± 7,33 ^{aA}	12,62 ± 1,98 ^{aAB}	15,46 ± 4,27 ^{aAB}	16,08 ± 2,96 ^{abA}	11,25 ± 4,18 ^{deB}
XII	7,55 ± 0,39 ^{cdeCD}	5,87 ± 0,45 ^{bcdD}	10,56 ± 2,85 ^{bcdB}	8,59 ± 3,63 ^{bcdBC}	14,42 ± 2,98 ^{abA}	13,73 ± 4,31 ^{abA}	9,32 ± 1,35 ^{eBC}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 9). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) током дужине трајања това бројлера.

Табела 22. Приказ броја PM_{10} ($\# \times 10^6/m^3$) током бројлерског това.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	$0,94 \pm 0,08^{defEF}$	$0,62 \pm 0,10^{cF}$	$1,13 \pm 0,40^{bcDE}$	$1,46 \pm 0,54^{bcdCD}$	$2,16 \pm 0,40^{abA}$	$2,02 \pm 0,78^{aAB}$	$1,68 \pm 0,39^{abBC}$
II	$1,00 \pm 0,06^{bcdCD}$	$0,76 \pm 0,10^{bcD}$	$1,07 \pm 0,45^{bcC}$	$1,46 \pm 0,16^{bcdB}$	$1,55 \pm 0,31^{efB}$	$2,12 \pm 0,40^{aA}$	$1,10 \pm 0,23^{cC}$
III	$1,11 \pm 0,18^{bCD}$	$0,71 \pm 0,17^{bcE}$	$0,87 \pm 0,29^{cDE}$	$1,48 \pm 0,34^{bcdB}$	$2,12 \pm 0,32^{abA}$	$2,01 \pm 0,43^{aA}$	$1,39 \pm 0,44^{bcBC}$
IV	$0,97 \pm 0,10^{cdeCD}$	$0,74 \pm 0,22^{bcD}$	$1,05 \pm 0,35^{bcBC}$	$1,77 \pm 0,22^{abA}$	$1,96 \pm 0,29^{abcdeA}$	$1,87 \pm 0,35^{aA}$	$1,28 \pm 0,36^{bcB}$
V	$1,08 \pm 0,22^{bCD}$	$0,90 \pm 0,23^{bD}$	$1,03 \pm 0,19^{bcCD}$	$1,29 \pm 0,22^{cdBC}$	$1,56 \pm 0,24^{defB}$	$2,16 \pm 0,35^{aA}$	$2,02 \pm 0,57^{aA}$
VI	$1,28 \pm 0,13^{aC}$	$0,87 \pm 0,11^{bD}$	$1,39 \pm 0,16^{abcBC}$	$1,56 \pm 0,32^{bcBC}$	$1,69 \pm 0,37^{cdefAB}$	$1,74 \pm 0,39^{aAB}$	$2,02 \pm 0,67^{aA}$
VII	$0,92 \pm 0,08^{defC}$	$0,78 \pm 0,07^{bcC}$	$1,46 \pm 0,52^{abB}$	$1,41 \pm 0,20^{bcdB}$	$1,73 \pm 0,60^{bcdefAB}$	$2,07 \pm 0,48^{aA}$	$1,66 \pm 0,29^{abB}$
VIII	$0,87 \pm 0,09^{efC}$	$0,84 \pm 0,20^{bcC}$	$1,82 \pm 0,57^{aA}$	$1,17 \pm 0,38^{dBC}$	$1,78 \pm 0,35^{abcdeFA}$	$1,66 \pm 0,27^{aA}$	$1,24 \pm 0,29^{bcB}$
IX	$0,93 \pm 0,09^{defB}$	$0,95 \pm 0,36^{bB}$	$1,89 \pm 0,89^{aA}$	$1,61 \pm 0,37^{abcA}$	$1,44 \pm 0,26^{fA}$	$1,86 \pm 0,36^{aA}$	$1,56 \pm 0,34^{bA}$
X	$1,08 \pm 0,10^{bcCD}$	$0,78 \pm 0,17^{bcD}$	$1,46 \pm 0,50^{abBC}$	$1,52 \pm 0,20^{bcdB}$	$2,19 \pm 0,59^{aA}$	$1,87 \pm 0,51^{aAB}$	$1,62 \pm 0,57^{abB}$
XI	$0,67 \pm 0,05^{gD}$	$1,50 \pm 0,51^{aBC}$	$1,92 \pm 0,86^{aAB}$	$1,93 \pm 0,39^{aAB}$	$2,09 \pm 0,53^{abcA}$	$2,11 \pm 0,37^{aA}$	$1,23 \pm 0,46^{bcC}$
XII	$0,83 \pm 0,03^{fC}$	$0,83 \pm 0,10^{bcC}$	$1,50 \pm 0,46^{abB}$	$1,44 \pm 0,52^{bcdB}$	$1,98 \pm 0,36^{abcdA}$	$1,91 \pm 0,68^{aA}$	$1,05 \pm 0,28^{cC}$

Легенда: Вредности су изражене као просек \pm стандардна девијација ($n = 9$). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f, g) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике ($p < 0,05$) између простирки. Вредности унутар истог реда обележене различитим великим словима (A, B, C, D, E, F) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике ($p < 0,05$) током дужине трајања това бројлера.

5.5. ПРОИЗВОДНИ ПАРАМЕТРИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ ЈЕДИНКИ

Морталитет (%) и производни индекс током бројлерског това приказани су у Табели 23. Морталитет бројлера кретао се између 1,04% и 5,21%. Највиши производни индекс остварили су бројлери у групи V (404,56), који су одгајани на простирци од мешавине сецкане пшеничне сламе (30%), хобловине (30%), тресета (30%) и дрвеног угља (10%) у растреситој формулацији, док је најнижа вредност производног индекса бројлера остварена у групи XII (349,25) где је примењен пелет од мешавине пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3).

Просечна телесна маса (g) експерименталних јединки током това приказана је у Табели 24. На почетку огледа (0. дана) утврђена је статистички значајна ($p < 0,05$) разлика у телесним масама између група. Просечне телесне масе бројлера кретале су се у распону од $37,72 \pm 2,25$ g (група X), односно $37,76 \pm 2,08$ g (група XII) до $38,72 \pm 1,96$ g (група IV).

Седмог дана това није утврђена статистички значајна разлика ($p > 0,05$) у телесним масама између огледних група.

На крају това, односно 42. дана, статистички значајно најнижа ($p < 0,05$) телесна маса измерена је код експерименталних јединки из групе XI ($2650,42 \pm 341,61$ g). Статистички значајно највиша ($p < 0,05$) телесна маса измерена је код експерименталних јединки из групе VIII ($2832,34 \pm 350,77$ g).

Недељни прираст (g) експерименталних јединки приказан је у Табели 25.

Однос дневног прираста и дневне конзумације хране, односно конверзија, приказана је у Табели 26. Статистички значајно ($p < 0,05$) најнижи степен конверзије ($1,78 \pm 0,02$) утврђен је у групи XI. Статистички значајно ($p < 0,05$) највиши степен конверзије ($1,63 \pm 0,01$) утврђен је у групи VIII.

Табела 23. Приказ mortalитета и производног индекса бројлера током бројлерског това.

Група	Морталитет (%)	Производни индекс
I	3,13	380,21
II	4,17	361,78
III	4,17	360,72
IV	4,17	375,25
V	1,04	404,56
VI	4,17	354,41
VII	4,17	383,65
VIII	4,17	396,47
IX	5,21	364,47
X	3,13	383,14
XI	1,04	350,84
XII	5,21	349,25

Табела 24. Приказ просечне телесне масе (g) експерименталних јединки током бројлерског това.

Група	Временски период (дани)						
	0.	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	38,19 ± 2,00 ^{abc}	172,80 ± 20,01	462,91 ± 49,73 ^{bcd}	962,32 ± 92,10 ^{ab}	1570,96 ± 163,99 ^{ab}	2286,77 ± 296,91 ^a	2769,46 ± 349,05 ^{abc}
II	37,96 ± 1,81 ^{bc}	172,10 ± 18,35	456,17 ± 41,90 ^d	943,75 ± 92,19 ^{abc}	1548,95 ± 179,56 ^{ab}	2175,05 ± 275,78 ^c	2727,23 ± 312,43 ^{abcd}
III	38,13 ± 2,27 ^{abc}	173,33 ± 19,79	469,41 ± 44,93 ^{abcd}	957,05 ± 94,30 ^{ab}	1553,09 ± 168,17 ^{ab}	2227,77 ± 289,84 ^{abc}	2719,23 ± 356,53 ^{abcd}
IV	38,72 ± 1,96 ^a	171,79 ± 19,92	462,23 ± 41,97 ^{bcd}	951,40 ± 94,60 ^{ab}	1562,20 ± 173,49 ^{ab}	2203,39 ± 303,11 ^{abc}	2762,99 ± 385,73 ^{abcd}
V	37,97 ± 1,98 ^{bc}	173,76 ± 17,49	479,95 ± 42,25 ^a	952,60 ± 86,72 ^{ab}	1582,05 ± 150,49 ^a	2283,37 ± 277,11 ^a	2815,91 ± 352,72 ^{ab}
VI	38,56 ± 1,81 ^{ab}	174,56 ± 16,25	459,45 ± 40,34 ^{cd}	919,27 ± 84,21 ^c	1520,58 ± 159,80 ^b	2183,46 ± 256,87 ^{bc}	2702,77 ± 310,34 ^{bcd}
VII	38,24 ± 2,10 ^{abc}	170,65 ± 18,24	464,78 ± 40,62 ^{bcd}	969,78 ± 87,70 ^a	1585,38 ± 171,60 ^a	2276,41 ± 326,54 ^{ab}	2791,20 ± 341,42 ^{abc}
VIII	38,53 ± 2,16 ^{ab}	169,30 ± 19,80	474,12 ± 43,19 ^{abc}	965,85 ± 93,43 ^{ab}	1606,86 ± 178,35 ^a	2274,47 ± 269,82 ^{ab}	2832,34 ± 350,77 ^a
IX	38,06 ± 2,09 ^{abc}	174,20 ± 24,84	476,76 ± 42,92 ^{ab}	948,24 ± 99,54 ^{abc}	1559,45 ± 178,12 ^{ab}	2209,73 ± 298,42 ^{abc}	2745,33 ± 314,72 ^{abcd}
X	37,72 ± 2,25 ^c	174,34 ± 20,78	474,27 ± 45,17 ^{abc}	959,79 ± 94,69 ^{ab}	1605,42 ± 185,84 ^a	2278,09 ± 308,36 ^{ab}	2774,19 ± 345,71 ^{abc}
XI	38,19 ± 2,53 ^{abc}	169,23 ± 23,35	474,13 ± 51,97 ^{abc}	941,79 ± 100,27 ^{abc}	1557,84 ± 187,49 ^{ab}	2228,74 ± 317,72 ^{abc}	2650,42 ± 341,61 ^d
XII	37,76 ± 2,08 ^c	171,94 ± 21,74	467,25 ± 51,04 ^{abcd}	937,53 ± 102,97 ^{bc}	1548,71 ± 159,86 ^{ab}	2162,85 ± 295,80 ^c	2692,58 ± 314,86 ^{cd}

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација. Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између група.

Табела 25. Приказ недељног прираста (g) експерименталних јединки током бројлерског това.

Група	Временски период (дани)					
	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	134,67	290,04	499,13	608,57	716,17	482,69
II	134,15	284,06	487,58	605,07	626,23	551,92
III	135,21	294,07	487,65	596,17	674,99	491,90
IV	133,11	290,33	489,24	610,81	641,18	557,99
V	135,79	306,19	472,66	629,42	701,43	533,97
VI	136,00	284,89	459,82	601,24	662,92	521,34
VII	132,41	294,30	504,83	616,14	691,00	514,11
VIII	103,72	304,63	491,68	640,95	666,86	557,24
IX	136,35	302,48	472,19	610,83	652,33	536,46
X	136,63	299,71	485,44	645,05	672,73	497,23
XI	131,04	304,90	467,58	615,29	670,61	422,40
XII	134,18	295,31	470,28	611,18	614,14	528,91

Табела 26. Приказ односа дневног прираста и дневне конзумације хране, односно конверзије хране током бројлерског това.

Група	Временски период (дани)					
	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	0,93 ± 0,06 ^{abc}	1,17 ± 0,03	1,14 ± 0,01 ^f	1,35 ± 0,01 ^{cd}	1,45 ± 0,01 ^e	1,68 ± 0,02 ^{de}
II	0,96 ± 0,03 ^{ab}	1,17 ± 0,01	1,25 ± 0,01 ^b	1,37 ± 0,01 ^b	1,52 ± 0,01 ^b	1,72 ± 0,01 ^{bc}
III	0,86 ± 0,05 ^c	1,16 ± 0,02	1,23 ± 0,01 ^{cd}	1,37 ± 0,01 ^b	1,49 ± 0,01 ^d	1,72 ± 0,01 ^{bc}
IV	0,90 ± 0,04 ^{abc}	1,15 ± 0,02	1,25 ± 0,01 ^b	1,36 ± 0,01 ^{bc}	1,51 ± 0,01 ^c	1,68 ± 0,01 ^{de}
V	0,89 ± 0,04 ^{abc}	1,14 ± 0,02	1,23 ± 0,01 ^{cd}	1,34 ± 0,01 ^{de}	1,46 ± 0,01 ^e	1,64 ± 0,01 ^{fg}
VI	0,91 ± 0,05 ^{abc}	1,16 ± 0,04	1,28 ± 0,02 ^a	1,39 ± 0,01 ^a	1,52 ± 0,01 ^b	1,74 ± 0,01 ^b
VII	0,98 ± 0,05 ^a	1,16 ± 0,03	1,21 ± 0,02 ^{de}	1,33 ± 0,01 ^{def}	1,46 ± 0,00 ^e	1,66 ± 0,02 ^{ef}
VIII	0,92 ± 0,05 ^{abc}	1,16 ± 0,02	1,21 ± 0,01 ^e	1,32 ± 0,01 ^f	1,46 ± 0,01 ^e	1,63 ± 0,01 ^g
IX	0,90 ± 0,05 ^{abc}	1,17 ± 0,03	1,24 ± 0,01 ^{bc}	1,36 ± 0,01 ^{bc}	1,51 ± 0,01 ^c	1,70 ± 0,01 ^{cd}
X	0,90 ± 0,05 ^{abc}	1,16 ± 0,04	1,23 ± 0,01 ^{cde}	1,33 ± 0,01 ^{ef}	1,46 ± 0,01 ^e	1,67 ± 0,02 ^e
XI	0,89 ± 0,06 ^{bc}	1,14 ± 0,02	1,24 ± 0,01 ^{bc}	1,36 ± 0,01 ^b	1,50 ± 0,01 ^{cd}	1,78 ± 0,02 ^a
XII	0,91 ± 0,05 ^{abc}	1,14 ± 0,02	1,25 ± 0,01 ^b	1,37 ± 0,01 ^b	1,55 ± 0,01 ^a	1,74 ± 0,02 ^b

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација (n = 3). Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f, g) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике (p < 0,05) између група.

5.6. СТАЊЕ КОЖЕ НА ТАБАНСКОМ ДЕЛУ НОГУ

У Табели 27 приказано је стање коже на табанском делу ногу бројлера током това. Кожа на табанском делу ногу бројлера на пелетираним простиркама, као и на хобловини остала је неоштећена све до 21. дана това (Слика 33). Код бројлера на свим огледним формулацијама растреситих простирки, прва оштећења коже на табанском делу ногу (Слика 34), уочавају се већ 7. дана това, осим у групи II, где је примењена хобловина.

На крају това (42. дана) значајно ($p < 0,05$) најмањи степен оштећења забележен је у групама IX ($0,20 \pm 0,40$), XII ($0,29 \pm 0,54$) и II ($0,31 \pm 0,58$), где су примењене пелетиране формулације простирки и растресита хобловина. Значајно највећи степен оштећења коже на табанском делу ногу бројлера забележен је код бројлера групе V ($2,13 \pm 0,99$), где је примењена растресита формулација мешавине сецкане пшеничне сламе 30%, хобловине 30%, тресета 30% и дрвеног угља 10% (Слика 35).



Слика 33. Приказ коже без видљивих оштећења на табанском делу ногу бројлера (оцена 0).



Слика 34. Приказ коже на табанском делу ногу бројлера са минималним оштећењима (оцене 1 и 2).



Слика 35. Приказ коже на табанском делу ногу бројлера са већим степеном оштећења (оцене 3 и 4).

Табела 27. Приказ стања коже на табанском делу ногу бројлера током това.

Група	Временски период (дани)					
	7.	14.	21.	28.	35.	42.
I	0,20 ± 0,40 ^a	0,24 ± 0,43 ^b	1,04 ± 0,75 ^a	1,39 ± 0,75 ^b	1,65 ± 0,86 ^{bc}	1,67 ± 0,95 ^{bc}
II	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^d	0,13 ± 0,33 ^f	0,23 ± 0,47 ^{gh}	0,31 ± 0,58 ^g
III	0,10 ± 0,31 ^b	0,22 ± 0,42 ^b	0,92 ± 0,78 ^a	1,45 ± 0,72 ^b	1,84 ± 0,89 ^b	1,91 ± 0,88 ^{ab}
IV	0,04 ± 0,20 ^c	0,19 ± 0,39 ^b	0,68 ± 0,75 ^b	1,17 ± 0,74 ^c	1,54 ± 0,98 ^c	1,75 ± 1,15 ^b
V	0,10 ± 0,31 ^b	0,34 ± 0,48 ^a	1,06 ± 0,71 ^a	1,79 ± 0,72 ^a	2,10 ± 0,77 ^a	2,13 ± 0,99 ^a
VI	0,03 ± 0,17 ^c	0,22 ± 0,42 ^b	0,96 ± 0,89 ^a	1,38 ± 0,85 ^b	1,44 ± 0,79 ^c	1,48 ± 0,94 ^c
VII	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^c	0,06 ± 0,24 ^d	0,35 ± 0,56 ^e	0,36 ± 0,58 ^{fg}	0,40 ± 0,67 ^{fg}
VIII	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^c	0,01 ± 0,10 ^d	0,56 ± 0,71 ^d	0,74 ± 1,02 ^d	0,81 ± 1,04 ^{de}
IX	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^c	0,02 ± 0,14 ^d	0,08 ± 0,31 ^f	0,13 ± 0,42 ^h	0,20 ± 0,40 ^g
X	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^c	0,09 ± 0,29 ^d	0,47 ± 0,69 ^{de}	0,48 ± 0,68 ^{ef}	0,60 ± 0,67 ^{ef}
XI	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^c	0,27 ± 0,59 ^c	0,61 ± 0,83 ^d	0,67 ± 0,91 ^{de}	0,94 ± 0,79 ^d
XII	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^c	0,03 ± 0,17 ^d	0,07 ± 0,26 ^f	0,17 ± 0,37 ^{gh}	0,29 ± 0,54 ^g

Легенда: Вредности су изражене као просек ± стандардна девијација. Вредности унутар исте колоне обележене различитим малим словима (a, b, c, d, e, f, g, h) у суперскрипту указују на статистички значајне разлике ($p < 0,05$) између простирки.

6. ДИСКУСИЈА

6.1. САСТАВ И ФОРМУЛАЦИЈА РАЗЛИЧИТИХ ВРСТА ПРОСТИРКИ

Последњих деценија, са порастом производње бројлера, све је већи број истраживања усмерених на проналажење алтернативних материјала за формулисање простирке у бројлерском тову живине. Како би се материјал квалификовао као простирка, мора бити лако доступан, јефтин, добар апсорбент, слободан од прашине и контаминената, да има ниску термичку проводљивост, да повољно утиче на добробит бројлера и њихове производне перформансе, као и да је здравствено безбедан за јединке у тову (Diarra и сар., 2021).

Бројлери могу да конзумирају значајан део простирке. Сматра се да тај део износи око 6% њихове укупне исхране (Diarra и сар., 2021). Имајући ово у виду, у овом истраживању су коришћени природни материјали, попут пшеничне сламе, хобловине и тресета, у комбинацији са додацима природног порекла, као што су зеолит и дрвени угаљ.

Пшенична слама представља пољопривредну биомасу која се прикупља одмах након жетве пшенице у летњим месецима (јуну или јулу). Сматра се да је принос сламе једнак приносу производа, односно пшенице (однос 1:1). У Србији се обично слама, као сецкана или несецкана, користи као материјал за простирку за различите врсте животиња (Јовановић и сар., 2021), укључујући и бројлере (Vjedov и сар., 2013).

Главни атрибути хобловине, као простирке у бројлерском тову, јесу лакоћа манипулације, могућност поновне употребе и добра апсорптивна моћ (Garcia и сар., 2012). Особине које чине тресет погодним за употребу као простирку јесу његова способност да брзо упије, али и да отпусти вишак влаге (Živkov Baloš и сар., 2020).

Зеолити су хидратисани алумосиликатни минерали порозне структуре. Порозна структура зеолита даје му добру апсорптивну моћ (Addeo и сар., 2023).

Дрвени угаљ поседује јединствене особине инхибиције раста и размножавања квасаца и плесни, поседује високу апсорптивну моћ влаге и утиче на смањење отпуштања гасова из простирке (Farghly и сар., 2022).

Крупни и груби материјали могу изазивати абразивне ефекте на делове тела бројлера, попут ногу и груди, због чега се смањује квалитет трупа (Almeida Paz и сар., 2010; Diarra и сар., 2021). У циљу избегавања оваквих проблема пшенична слама је машински сецкана на дужину од 5 до 10 cm, хобловина је била пореклом од меких лишћара, а дрвени угаљ је уситњен на комаде величине до 3 cm. Примењени зеолит био је величине од 0,2 mm до 0,5 mm.

Супротно, прашина и fine партикуле од изузетно сувих материјала могу неповољно утицати на респираторни тракт бројлера, изазивајући респираторне проблеме (Diarra и сар., 2021).

Пелетирањем природних материјала и њихових комбинација, добијен је пелет цилиндричног облика (дужине 3 cm, са пречником од 6 mm), угоднији за бројлере и са мањим садржајем прашине и ситних партикула. Пелетирањем природних материјала повећава се њихова

густина. Наиме, густина сирових материјала креће се око 200 kg/m^3 , док се густина пелета креће између 770 и 790 kg/m^3 (McMullen и сар., 2005), чиме се олакшава његово складиштење и манипулација.

6.2. ФИЗИЧКО-ХЕМИЈСКЕ ОСОБИНЕ ПРОСТИРКЕ

6.2.1. Физичке особине простирке

Напредовањем това бројлера, услед нормалног проливања воде и екскреције, примењена простирка бива све влажнија, због чега је познавање везе између додавања воде простирци, њеног задржавања и евапорације од изузетног значаја за бројлерску производњу (Dunlop и сар., 2015). Особине идеалне простирке не укључују само добру способност везивања воде, него и њено брзо отпуштање (Garcês и сар., 2013).

Процењује се да додаток воде простирци преко екскреције и нормалног просипања пијаће воде током това може износити преко 100 L/m^2 , што је за три пута више од капацитета простирке да задржи воду, чиме се истиче значајност способности евапорације простирке (Dunlop и сар., 2015).

Најмање воде је, у спроведеном истраживању, упила сецкана пшенична слама у растреситој формулацији (група I), као и комбинација сецкане пшеничне сламе (30%), хобловине (20%), тресета (30%), зеолита (10%) и дрвеног угља (10%) (група VI). Ова појава се може објаснити високим садржајем целулозе и лигнина у слами. Ова једињења обезбеђују снагу и крутост ћелијског зида биљака (Boulos и сар., 2000; Bani и сар., 2018; Diarra и сар., 2021). Апсорпциона моћ целулозе условљена је њеном линеарном структуром, док је лигнин гломерат фенолних једињења са мање хидрофилних група (Boulos и сар., 2000).

У овом истраживању највећа количина апсорбоване воде забележена је код простирки формулације пелета, и то пелета пшеничне сламе (група VII), пелета пшеничне сламе (90%) и дрвеног угља (10%) (група X), пелета пшеничне сламе (90%) и зеолита (10%) (група IX), као и код пелета пшеничне сламе (80%), дрвеног угља (10%) и зеолита (10%) (група XI). Супротно, растресита формулација простирки значајно је мање упијала воду, за разлику од пелета, што се може објаснити кидањем целулозних и лигнинских веза сламе, приликом уситњавања пшеничне сламе у процесу припреме материјала за пелетирање. Додатно, мање партикуле поседују већу површину и потенцијал за упијање воде (Munir и сар., 2019).

Значајно највише отпуштене воде забележено је код хобловине (група II), праћено мешавином сецкане пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3) (група III) и мешавином сецкане пшеничне сламе (30%), хобловине (30%), тресета (30%) и зеолита (10%) (група IV). Висок капацитет отпуштања воде код хобловине забележен је и у ранијим истраживањима (Munir и сар., 2019), што се може објаснити присуством мањих партикула које имају већу површину способну да отпушта воду. Додатно, способност везивања, односно отпуштања воде материјала зависи од структуре, текстуре и садржаја органских материја (Ferraz и сар., 2020).

6.2.2. Кондиционо стање простирке

Одржавање простирке у првобитном, сувом и растереситом стању, од изузетног је значаја у бројлерском тову. Ранија истраживања показују да влажна простирка повећава ризик

настајања здравствених проблема јединки и утиче на добробит живине (De Jong и сар., 2014). С друге стране, простирка не сме бити ни пресува, како би се избегли проблеми које изазива прашина, попут респираторних проблема и редукације прираста (Lai и сар., 2009).

У спроведеном огледу све врсте простирке, без озбира на састав и формулацију, до средине бројлерског това, оцењене су као сува простирка која се лако растреса руком, са местимичним деловима на којима остају трагови стопала. На појединим деловима примећено је да се простирка може угрудвати руком, али је иста растресита. Пелетиране формулације простирки, у овом периоду, оцењене су оценама од 0,17 до 0,67, док је растресита формулација простирки оцењена нешто вишим оценама, и то од 0,50 до 1,83.

Кондиционо стање простирке на крају това оцењено је оценама већим од 2,33. У овом периоду бројлерског това простирка се местимично лепи за обућу, а грудва од исте, направљена руком се не распада. Ово се може објаснити засићењем простирке влагом, односно просутом водом из појилица и екскретима (Dunlop и сар., 2016a).

Код простирке растресите формулације уочавају се компактни делови простирке које је могуће одигнути од пода. Ови компактни делови се могу мрвити руком код група где су материјали које чине простирку ситнији, док се исти не могу мрвити у руци код простирке сачињене од крупнијих делова, односно од више сецкане сламе, што је у сагласности са претходним истраживањима, која истичу да величина и облик партикула материјала који чине простирку, нарочито > 2,5 cm, доприносе формирању тзв. мостова, односно компактних делова. Ово се углавном уочава код материјала попут сламе, пиринчаних љуспица и материјала од дрвета (Tasistro и сар., 2007; Dunlop и сар., 2016b). Компактни делови простирке могу бити измрвљени приликом чапркања од стране пилића или механичким превртањем помоћу оруђа или машина (Pepper и Dunlop, 2021).

6.2.3. Садржај влаге простирке

Разлике у почетном садржају влаге у простиркама у огледу могу се објаснити јединственим карактеристикама употребљеног материјала и њиховом природном садржају влаге (Abougabal и сар., 2023). Просечан садржај влаге свих 12 врста простирки у огледу износио је 9,42%, што је у сагласности са ранијим истраживањима (Dunlop и сар., 2016a; Brink и сар., 2022). Наиме, садржај влаге у простиркама растресите формулације кретао се од 8,60% до 11,30%, са просеком од 10,26%, што је значајно више у односу на простирку пелетиране формулације, где се садржај влаге кретао од 7,85% до 9,92%, са просеком од 8,57%. Мањи садржај влаге у пелету је последица термичке обраде материјала у процесу пелетирања, када температура достиже преко 100 °C, услед чега долази до испаравања воде.

На крају това садржај влаге простирки кретао се између 44,09% и 57,54%, што је у сагласности са резултатима огледа Wadud и сар. (2012) у ком је садржај влаге у простирци био мањи од 48%.

До краја това уочава се пораст садржаја влаге код свих врста простирки за више од пет пута, као последица накупљања екскрета, проливане воде, респираторне евапорације бројлера и влажности ваздуха (Garcês и сар., 2013), као и засићења материјала. Повећање садржаја влаге у простирци може да редукује емисију прашине, док с друге стране, повећава ослобађањем непријатних мириса и штетан ефекат амонијака у објекту, као и болести и повреде, као што су оштећења коже на табанском делу ногу (Ashworth и сар., 2020; Pal и сар., 2021).

6.2.4. Садржај азота у простиркама

Азот је есенцијални хемијски елемент. Упркос високом садржају азота у атмосфери (78%), у земљиној кори овог елемента има релативно мало (око 19 ppm, што је еквивалентно 0,0019%), одакле га биљке усвајају у износи од 0,02% (Swelum и сар., 2021). Почетан садржај азота у различитим врстама простирки зависио је од употребљеног материјала и кретао се од 0,22 до 0,81%. Ниске вредности азота забележене су у дрвеном пелету ($N = 0,22 \pm 0,02\%$) и хобловини ($N = 0,23 \pm 0,03\%$), док су високе вредности забележене у простиркама богатим сламом (пелет од сецкане пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3) ($N = 0,81 \pm 0,02\%$); мешавина сецкане пшеничне сламе (30%), хобловине (20%) и тресета (30%), зеолита (10%) и дрвеног угља (10%) ($N = 0,80 \pm 0,11\%$); растресита сецкана пшенична слама ($N = 0,80 \pm 0,08\%$); мешавина сецкане пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3) ($N = 0,79 \pm 0,07\%$)).

Током тога уочава се пораст садржаја азота у свим врстама простирке, да би се 35. дана тога вредности изједначиле ($p > 0,05$), што се може објаснити применом високопротеинске исхране која је богата азотом (Malomo и сар., 2018). Иако је азот укључен у важне физиолошке процесе, попут синтезе аминокиселина и протеина, које се даље користе за производњу ензима, ткива, антитела и хормона, бројлери нису у стању да метаболишу сав азот присутан у исхрани. Вишак азота се екскретује и бива употребљен од стране микроорганизама у процесу стварања штетних гасова, као што је амонијак (Swelum и сар., 2021). Смањењем садржаја протеина у исхрани бројлера могао би се редуковати екскретовани азот уз примену термокондиционирања. Одржавањем константне температуре од 20 °C до 25 °C и исхраном бројлера мешама са 15% сирових протеина, смањује се екскреција протеина за 11,3%, односно 23,8%. С друге стране, бројлери подвргнути топлотном стресу (температуре преко 32 °C) излучују и до 63% несвареног азота (Swelum и сар., 2021).

Азот у простирци бројлера је неорганског или органског порекла, у форми нитрата, амонијума, мокраћне киселине, протеина или аминокиселина, и значајан је биљкама приликом употребе у ратарству (Ashworth и сар., 2020).

6.2.5. рН вредности простирки

Значајне разлике ($p < 0,05$) у рН вредностима простирки запажене су на почетку огледа, са просечном почетном рН вредношћу од 7,30. Простирке у огледу су углавном биле базног карактера. Забележено је да су само три врсте простирки киселог карактера, и то хобловина (група II), пелетирана хобловина (група VIII) и пелет од мешавине пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3) (група XII). рН вредности материјала пореклом од дрвета су углавном киселог карактера, у опсегу од 3,5 до 6 (Munir и сар., 2019).

Седмог дана тога уочава се пад рН вредности простирки у огледу, када углавном све простирке постају киселе, сем група у којима је примењена сецкана пшенична слама (I група), растресита мешавина сецкане пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3) (III група), пелет од мешавине пшенична слама (90%) и зеолита (10%) (IX група) и пелет од мешавине пшеничне сламе (80%), зеолита (10%) и дрвеног угља (10%) (XI група). Након тога уочава се пораст вредности до краја тога, као последица накупљања фецеса, распадања алкалних производа који се налазе у храни за бројлере растурене од стране огледних јединки, као и трансформације мокраћне киселине до урее и амонијака (Rogeri и сар., 2016; Munir и сар., 2019; Abougabal и сар., 2023). Препоручује се одржавање рН вредности испод 7,0 како би се смањила емисија амонијака (Ashworth и сар., 2020).

6.3. МИКРОБИОЛОШКИ СТАТУС ПРОСТИРКЕ

Микробиолошка испитивања свих врста простирки примењених у овом оглед, без обзира на састав и формулацију, пре усељења пилића указују на значајно нижи број микроорганизама код пелетираних простирки у односу на растресите формулације. Укупан број микроорганизама у пелетираним простиркама био је између $2,52 \log_{10}$ CFU/g и $3,70 \log_{10}$ CFU/g, што је за дупло ниже у односу на број микроорганизама у растреситим простиркама (од $7,08 \log_{10}$ CFU/g до $7,36 \log_{10}$ CFU/g), изузев хобловине ($4,09 \log_{10}$ CFU/g). Ово се може објаснити применом високих температура (до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$) које уништавају добар део микроорганизама у процесу пелетирања. Процес пелетирања је утицао и на значајно редуковање броја *E. coli* и *C. perfringens* у пелетираним формулацијама простирки, где је број наведених бактерија био испод нивоа квантификације ($< 1,00 \log_{10}$ CFU/g), док се број *E. coli* и *C. perfringens* у растреситим формулацијама кретао између 2,00 и $2,56 \log_{10}$ CFU/g, односно између 2,9 и $3,44 \log_{10}$ CFU/g. Број *C. perfringens* у растреситим формулацијама простирки, односно у сецканом пшеничној слами (група I) и хобловини (група II), био је нижи од нивоа квантификације ($< 1,00 \log_{10}$ CFU/g). Извор *C. perfringens* у преосталим групама, где је примењена растресита формулација простирки, вероватно је тресет.

Како је гастроинтестинални тракт живине природно станиште микроорганизмима, већ након седмог дана ова уочава се значајно повећање броја микроорганизама у свим простиркама коришћеним у овом огледу. Микробиолошки статус гастроинтестиналног тракта пилића у првим данима живота под утицајем је хране и спољашње средине и најчешће садржи лактобациле, *Enterobacteriaceae*, ентерококе, анаеробне бактерије, стафилококе и бациле. Управо се ове бактерије могу наћи и у простирци (Fries и сар., 2005).

Простирка представља значајан извор патогених бактерија, које могу да изазову озбиљна обољења људи. Неке од патогених бактерија изолованих у овом огледу су *E. coli*, *C. perfringens* и *Staphylococcus*. Ранија истраживања показују налаз и других патогених бактерија у различитим врстама простирки, попут *Actinobacillus*, *Bordetella*, *Campylobacter*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Escherichia coli*, *Globicatella*, *Listeria*, *Mycobacterium*, *Salmonella*, *Staphylococcus* и *Streptococcus* (Chen и Jiang, 2014).

У овом огледу укупан број микроорганизама достигао је до $11,56 \log_{10}$ CFU/g. Ранија истраживања показују да укупан број микроорганизама може да достигне 10^{10} CFU/g (Bolan и сар., 2010; Chen и Jiang, 2014), односно 10^{12} CFU/g (Fries и сар., 2005), што је у сагласности са овим истраживањем.

Chen и Jiang (2014) тврде да је преваленца *E. coli* у простиркама на којима бораве товни бројлери 100%. Број *E. coli* у истраживању спроведеном у Аустралији (Chinivasagam и сар., 2010) био је нешто нижи, односно у опсегу од 10^2 до 10^7 CFU/g, што је еквивалентно $2-7 \log_{10}$ CFU/g, него у овом истраживању, где је број *E. coli* ишао и до $9,27 \log_{10}$ CFU/g.

У простиркама током ова бројлера могућ је налаз различитих врста и родова бактерија, што је запажено применом MALDI-TOF масене спектрометрије, када су идентификоване следеће бактерије: *E. coli*, *Staphylococcus xylosum*, *Staphylococcus saprophyticus*, *Corynebacterium glutamicum*, *Enterococcus faecium*, *Pantoea agglomerans*, *Enterobacter kobei* и *Bacillus thuringiensis*. Сматра се да око 90% микробиолошког диверзитета чине грам позитивне бактерије, као што су *Actinomycetes*, *Clostridia/Eubacteria* и *Bacilli/Lactobacilli* (Chen и Jiang, 2014).

Број *C. perfringens* у овом огледу достигао је до $4,91 \log_{10}$ CFU/g. Слични резултати ($3-4 \log_{10}$ CFU/g) забележени су у истраживању простирке која је садржала тресет, целулозни пелет, дрвени чипс и рН стабилизатор (Milanov и сар., 2019).

Број квасаца и плесни кретао се између $< 2,00 \log_{10}$ CFU/g и $8,14 \log_{10}$ CFU/g, са порастом током трајања това, што је делимично у складу са претходним истраживањима (Milanov и сар., 2019; Ostović и сар., 2021), где је концентрација квасаца и плесни била између 10^2 и 10^5 CFU/g, односно између 5 и $6 \log_{10}$ CFU/g. Сматра се да је контаминација простирке квасцима и плеснима у бројлерском тову у директној корелацији са контаминацијом ваздуха, што утиче на здравље како животиња, тако и запослених особа изазивајући иритације, алергије и респираторна обољења након инхалације (Viegas и сар., 2012). Плесни су значајне и због стварања микотоксина, који такођер утичу на здравље људи и животиња (Bolan и сар., 2010).

Чест је налаз родова *Penicillium*, *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus* и других у некоришћним простиркама, односно пре почетка това бројлера (Viegas и сар., 2012), што је у сагласности са овим истраживањем, у којем је установљен број квасаца и плесни у растреситим формулацијама простирки био између $3,65 \log_{10}$ CFU/g и $6,52 \log_{10}$ CFU/g. У тову број различитих родова расте, па се у простирци уочавају још и *Scopulariopsis*, *Trichosporon*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Histoplasma* и *Rhizopus* (Viegas и сар., 2012; Chen и Jiang, 2014; Ostović и сар., 2021).

Различите врсте микроорганизама у простирци испољавају различите ензимске и метаболичке активности (Bolan и сар., 2010; Chen и Jiang, 2014). Један од резултата минерализације органског азота у простирци товних бројлера, доминантно под утицајем активности родова *Bacillus* и *Arthrobacter*, је настајање амонијака (Bolan и сар., 2010).

6.4. МИКРОКЛИМАТ У ОБЈЕКТУ ТОКОМ ТРАЈАЊА ОГЛЕДА

Праћење микроклимата у објекту током това бројлера, укључујући температуру и параметре квалитета ваздуха, као што су концентрације амонијака, угљен-диоксида, водоник сулфида и честица прашине од великог је значаја за здравствено стање, добробит и производне перформансе јата.

Током трајања огледа температура ($^{\circ}\text{C}$) и влажност ваздуха (%rH) у експерименталном објекту су биле у складу са препорукама технологије за хибрид провенијенције ROSS 308 (Ross, 2018).

Мерење квалитета ваздуха у експерименталним боксевима применом коморе која заробљава ваздух може потенцијално имати одређена ограничења, јер примена затворене коморе представља статичку методу, која омогућава само периодично проветравање, што значајно смањује кретање ваздуха. Због тога је корисно упоредити релативне разлике у концентрацијама штетних гасова између третмана током периода това бројлера. С друге стране, ова врста методе је успешно коришћена у ранијим истраживањима (Tasistro и сар., 2007; Đukić Stojčić и сар., 2016). Међутим, добијене резултате је било тешко упоредити са другим студијама, због различитих метода мерења (статичких у затвореним коморама или динамичких када комора има вентилацију), величине коморе, као и због примене различитих типова простирки.

У истраживању Bilgili и сар. (2009), при примени осам различитих врста простирки забележене су концентрације амонијака између 65 и 105 ppm, што су за неколико пута више концентрације од максимално измерене у овом огледу, која је износила 34,89 ppm.

Као и у неколико ранијих истраживања (Elwinger и Svensson, 1996; Redwine и сар., 2002; Knížatová и сар., 2010), забележено је стално повећање концентрације амонијака у свим третманима, осим у групама II (растресита хобловина), III (растресита мешавина 1/3 сецкане

пшеничне сламе, 1/3 хобловине и 1/3 тресета) и IV (растресита мешавина 30% сецкане пшеничне сламе, 30% хобловине, 30% тресета и 10% зеолита), где је максимална концентрација амонијака забележена 35. дана тога. Максималне концентрације амонијака пре завршетка тога бројлера забележене су и у неколико ранијих истраживања, и то 25. дана (Atarattu и сар., 2017) и 35. дана тога бројлера (Redwine и сар., 2002). На крају тога, у свим огледним групама забележене вредности концентрација амонијака биле су изнад прописаних 20 ppm, односно између 23,78 ppm и 37,33 ppm у нивоу респираторне зоне бројлера. Овај оглед је спроведен крајем пролећа и почетком лета, када спољашња температура расте, што може бити један од разлога веће емисије амонијака. До краја огледа, већа густина бројлера могла је да ограничи размену воде и гаса између простирке и ваздуха, узрокујући повећање влаге и значајно повећање емисије амонијака у свим третманима.

Atarattu и сар. (2017) истичу значајност висине на којој се врши мерење концентрације амонијака. У њиховом истраживању концентрације амонијака су биле за 11,6% ниже на висини од 90 cm, односно за 18,6% ниже на висини од 150 cm у односу на концентрације забележене на висини од 30 cm.

На крају тога бројлера најнижа концентрација амонијака забележена је у групи VII, где је примењен пелет од пшеничне сламе, док је највиша концентрација амонијака забележена код групе V, где је примењена растресита мешавина 30% сецкане пшеничне сламе, 30% хобловине, 30% тресета и 10% дрвеног угља.

Ранија истраживања показују да врста материјала који се примењује као простирка у тову бројлера може значајно да утиче на емисију амонијака (Al-Homidan и сар., 2018). Поређењем пшеничне сламе и хобловине Tasistro и сар. (2007) бележе 19% вишу концентрацију амонијака приликом примене хобловине као простирке. У овом истраживању је, такође, забележена већа емисија амонијака у групама где је као простирка примењена хобловина у растреситој формулацији. Разлике се могу приписати физичкој структури и густини простирке, које могу утицати на емисију амонијака.

Критична вредност амонијака, изнад 20 ppm, први пут је забележена 28. дана тога бројлера у групи II, где је примењена растресита хобловина, као и у групи VI, где је као простирка коришћена растресита мешавина 30% сецкане пшеничне сламе, 20% хобловине, 30% тресета, 10% зеолита и 10% дрвеног угља. На крају тога бројлера, концентрација амонијака је у свим групама прелазила 20 ppm.

Сматра се да измет произведен од 1000 товних бројлера генерише око 220 kg амонијака годишње (Kacprzak и сар., 2023), као и да стабилна вентилација и смањење температуре у објектима редукује концентрацију амонијака до 20% (Bittman и сар., 2014).

Међу загађивачима ваздуха, амонијак је један од гасова који највише забрињава у погледу квалитета ваздуха и утицаја на животну средину. Лош квалитет ваздуха у објектима може нарушити здравље и добробит животиња и њихових одгајивача. Након испуштања амонијака из објеката, исти доприноси формирању финих честица у ваздуху, закисељавању земљишта и водених поршина након таложења. Праћење концентрације амонијака и проналажење решења у циљу ублажавања његовог утицаја примењује се широм света. Међутим, како је раније наведено, тешко је директно упоредити резултате, јер огледи нису спроведени у истим просторним и временским ситуацијама (Oliveira и сар., 2021; Bist и сар., 2023).

Емисија амонијака не престаје завршетком тога бројлера. Складиштењем простирке ван објекта тога, у процесу компостирања, настављају се процеси у којима долази до производње амонијака, као што су активација биолошких, физичких и хемијских процеса у простирци (Swelum и сар., 2021; Kacprzak и сар., 2023).

Почетне концентрације угљен-диоксида кретале су се између $166,67 \pm 50,00$ ppm у IX групи, где је примењена простирка у облику пелета од 90% пшеничне сламе и 10% зеолита, и $455,56 \pm 72,65$ ppm у VII групи, где је примењена простирка у облику пелета од 100% пшеничне сламе. Током тога бројлера забележен је пораст концентрације угљен-диоксида у свим третманима, без обзира на врсту и формулацију простирке, што је у складу са ранијим истраживањима (Pereira и сар., 2018). На крају тога, односно 42. дана, концентрације угљен-диоксида су се кретале између $1655,56 \pm 390,87$ ppm у XII групи, где је примењен пелет од 1/3 пшеничне сламе, 1/3 хобловине и 1/3 тресета, и $2455,56 \pm 741,81$ ppm у X групи, где је примењен пелет од 90% пшеничне сламе и 10% дрвеног угља, без статистичке значајности између група. У овом истраживању ниво угљен-диоксида није прелазео 2500 ppm, који се сматра лимитом за одржавање доброг квалитета ваздуха у објектима, без ризика по здравље живине и људи (Pereira и сар., 2023). Обично се, у условима држања живине које препоручује технологија, концентрације угљен-диоксида крећу између 500 ppm и 3000 ppm. Изложеност већим концентрацијама угљен-диоксида (између 3000 ppm и 10 000 ppm) код бројлера доводи до негативног утицаја на крвне параметре и имуни систем, док код људи утиче на респираторни и кардиоваскуларни систем. Додатно, ослобођен у атмосферу, овај гас знатно доприноси глобалном загревању, али не и ефекту стаклене баште због кратког угљениковог циклуса (Pereira и сар., 2023). Током производног циклуса тога у трајању од 42 дана, угљен-диоксид представља 95% од укупне емисије гасова са ефектом стаклене баште (Anderson и сар., 2021).

Повећање концентрације угљен-диоксида је било између 5,4 и 9,9 пута и може се објаснити повећаним метаболизмом бројлера, који је под утицајем телесне масе бројлера, дневног прираста, физичке активности и услова спољашње средине (Anderson и сар., 2021). За килограм живе масе бројлера емитује се између 2 kg и 2,3 kg угљен-диоксида, док у процесу респирације настаје око 1,4 kg угљен-диоксида по килограму произведеног меса. С тим у вези, једно товно пиле тешко 2,43 kg просечно емитује 3,58 kg угљен-диоксида (Calvet и сар., 2011a; Henn и сар., 2015). С друге стране, у простирци се емисија угљен-диоксида дешава у процесима ферментације, односно у процесу микробиолошке активности (Henn и сар., 2015). Ранија истраживања показују да 20% угљен-диоксида, који настаје у току бројлерског тога на хобловини, води порекло из простирке (Calvet и сар., 2011b).

Постизање стабилности емисије угљен-диоксида на крају тога, и то између 35. и 42. дана, вероватно је резултат стварања покорице, односно компактних делова простирке који се могу подигнути са пода, а која заробљава гасове (Anderson и сар., 2021).

Концентрације угљен-диоксида до краја товног периода, у свим групама, су остале испод максимално прописане вредности, односно испод 3000 ppm (Council Directive (EC) 2007/43/EC, 2007).

Водоник сулфид своју токсичност испољава у релативно ниским концентрацијама (< 10 ppm) (Pereira и сар., 2023). У овом огледу, без обзира на састав и формулацију примењених простирки, овај гас није прелазео ниво квантификације (0 ppm), што је у сагласности са претходним истраживањима (High и сар., 2009; Park и сар., 2020).

У овом истраживању, почетан број PM₃ честица прашина је, код пелетираних формулација простирки, углавном био нешто нижи у односу на растресите форумалције. PM₃ честице прашине подразумевају фину прашину, која је значајна за здравље и добробит бројлера, али и људи који воде рачуна о јединкама (Pereira и сар., 2023). Број PM₁₀ честица прашине је био знатно нижи у односу на PM₃ честице, и то у свим огледним третманима. Сматра се да су концентрације честица прашине у објектима за узгој живине до 100 пута веће у односу на дозвољене концентрације прописане од стране Светске здравствене организације. Ова појава може довести до угрожавања здравља и добробити бројлера и радника, који се испољавају иритацијама ока и грла, кашљем, кијањем, главобољом, грозницом и обструкцијом

респираторног тракта (Wood и Van Heyst, 2016; Bist и Chai, 2022). Честице прашине се из простирки ослобађају активношћу живине и људи, као и вентилацијом, због чега је њихова концентрација нешто нижа ноћу (Wood и Van Heyst, 2016).

Током огледа број PM_3 честица прашине знатно је растао, што је последица доприноса перја, хране, екскрета бројлера, повећања броја микроорганизама и друго. Истраживања показују да око 28% $PM_{2,5}$ честица прашине воде порекло од перја, док је око 68% од ђубрива, односно екскрета бројлера. Перје доприноси између 17% и 35% PM_{10} честица прашине, док екскрети бројлера доприносе између 30% и 83% ових честица (Cambra-López и сар., 2011).

Различите врсте и материјали простирки различито доприносе PM честицама прашине. Ранија истраживања показују да хобловина доприноси емисији $1,05 \text{ mg/m}^3$ $PM_{2,5}$ честица прашине, као и $20,3 \text{ mg/m}^3$ PM_{10} честица прашине (Aarnink и сар., 2012). Честице прашине могу адсорбовати и носити различите загађиваче, попут амонијака, тешких метала и патогених микроорганизама у атмосферу (Wang и сар., 2023).

6.5. ПРОИЗВОДНИ РЕЗУЛТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ ЈЕДИНКИ

Према Aviagen (2014) провенијенција ROSS 308 је брзорастући бројлер, који даје добар принос меса кроз ефикасну искористивост хране, што је доказано и овим огледом. Почетна телесна маса експерименталних јединки на почетку огледа је била у свим групама нешто нижа (између 37,72 g и 38,72 g) у односу на препоруке произвођача ове провенијенције (42 g). Нешто нижа просечна телесна маса експерименталних јединки забележена је до 21. дана тога, што се може објаснити нешто нижом почетном телесном масом јединки на почетку тога, након чега бројлери достижу телесну масу у складу са нормативима за производне резултате несексираних ROSS 308 бројлера (929 g). До краја тога просечна телесна маса бројлера је, углавном, изнад норматива произвођача ROSS 308 провенијенције (35. дана > 2144 g; 42. дана > 2809 g) (Aviagen, 2014).

Конверзија хране, односно просечан утрошак хране за јединицу прираста живе масе у одређеном периоду, је у овом огледу углавном била изнад прописаних вредности произвођача за несексираних ROSS 308 бројлере. Изузетак се односи на 28. дан тога, када је конверзија огледних група била између 1,32 и 1,39, што је нешто ниже од норматива произвођача (1,409) (Aviagen, 2014). На крају тога забележене су ниже вредности конверзије од прописане 1,687 за ROSS 308 бројлере код бројлера гајених на растреситој простирци (група V), као и код бројлера одгајаних на пелетираној простирци (групе VII, VIII и X). Најнижа конверзија забележена је у групи VIII, односно код бројлера на пелетираној простирци од хобловине (конверзија = $1,63 \pm 0,01$).

6.6. СТАЊЕ КОЖЕ НА ТАБАНСКОМ ДЕЛУ НОГУ

Пододерматитис значајно утиче на здравље и добробит бројлера, а поред тога и на економију и безбедност хране (Shepherd и Fairchild, 2010; Boussaada и сар., 2022; Alabi и сар., 2024).

Први знаци пододерматитиса уочавају се већ седмог дана тога код огледних бројлера узгајаних на растреситој формулацији простирки, осим код бројлера узгајаних на хобловини (група II). Појава лезија на табанском делу ногу код бројлера узгајаних на пелетираним

простиркама забележена је 21. дана това. До краја това регистрован је значајно већи степен лезија код бројлера узгајаних на растреситим форумалацијама простирки, изузев на хобловини. Нижи степен појаве пододерматитиса на пелетираној простирци у поређењу са растреситим формулацијама забележен је и раније (Kheravii и сар., 2017). Величина и грубост материјала коришћених у растреситим формулацијама простирки допринела је оштећењу коже на табанском делу ногу бројлера. Сличне резултате добили су Zikić и сар. (2017) и Đukić Stojčić и сар. (2016) у истраживањима у којима су као простирке, поређене сецкана и несецкана слама.

Поједина истраживања указују на мањи степен оштећења коже на табанском делу ногу код бројлера узгајаних на хобловини у односу на сламу (Sirti и сар., 2007), што је у сагласности и са резултатима добијеним у овом истраживању.

7. ЗАКЉУЧЦИ

На основу резултата који су приказани у овој докторској дисертацији закључује се следеће:

1. Испитивањем физичких особина 12 простирки, различитих састава и формулација, утврђено је да су највећу количину воде задржале простирке пелетиране формулације, и то пелетирана пшенична слама са додатком зеолита (IX група), пелетирана пшенична слама са додатком дрвоног угља (X група) и пелетирана пшенична слама (VII група). Највише отпуштене воде забележено је код хобловине у растреситој формулацији (II група).
2. Оцењивањем квалитета простирке утврђено је најбоље кондиционо стање код пелетиране пшеничне сламе (VII група), дрвоног пелета од хобловине (VIII група) и хобловине у растреситој формулацији (II група).
3. Мерењем влажности простирке утврђен је најнижи садржај воде ($44,09 \pm 0,24\%$), на крају огледа, простирке у формулацији пелета, која је садржала пшеничну сламу (1/3), хобловину (1/3) и тресет (1/3) (XII група).
4. Мерењем концентрације азота у простирци утврђен је његов раст од почетка до краја огледа у свим врстама простирке. Најнижи садржај азота ($2,19 \pm 0,38\%$), на крају огледа, забележен је код пелета од мешавине пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3) (XII група).
5. Мерењем рН вредности простирке утврђено је да су све простирке, осим хобловине (II група), дрвоног пелета од хобловине (VIII група) и пелета од мешавине пшеничне сламе (1/3), хобловине (1/3) и тресета (1/3) (XII група), алкалне на почетку огледа. На крају огледа рН вредности свих 12 простирки указивале су на благо алкално стање.
6. Укупан број микроорганизама у различитим врстама простирки, пре почетка огледа, кретао се између $2,52 \log_{10}$ CFU/g и $7,36 \log_{10}$ CFU/g. Растресите формулације простирки, изузев хобловине, где је установљен број микроорганизама износио $4,09 \log_{10}$ CFU/g, садржале су дупло више микроорганизама (од $7,08 \log_{10}$ CFU/g до $7,36 \log_{10}$ CFU/g) од пелетираних простирки (од $2,52 \log_{10}$ CFU/g до $3,87 \log_{10}$ CFU/g). Седмог дана огледа број микроорганизама у свим простиркама растао је на $8,60 \log_{10}$ CFU/g до $9,50 \log_{10}$ CFU/g. До краја огледа број микроорганизама растао је за још 1 до $2 \log_{10}$ CFU/g, и задржава се између $9 \log_{10}$ CFU/g и $11 \log_{10}$ CFU/g.
7. На крају огледа, у свим огледним групама измерене концентрације амонијака су биле изнад максимално препоручених 20 ppm. Најнижа концентрација амонијака, на крају огледа, забележена је у групи бројлера одгајаних на пелетираној пшеничној слами (VII група) ($23,78 \pm 14,55$ ppm).
8. Током трајања експеримента забележен је раст концентрације угљен-диоксида у ваздуху свих огледних група. На крају огледа концентрација угљен-диоксида је била

- испод максимално прописане вредности (3000 ppm) у ваздуху, у свим експерименталним групама.
9. Концентрација водоник сулфида, у ваздуху, је била испод нивоа квантификације (0 ppm) током трајања огледа у свим групама, без обзира на састав и формулацију коришћених простирки.
 10. На крају огледа, значајно најнижа концентрација PM₃ честица прашине у ваздуху забележена је код бројлера одгајаних на пелетираној простирци која је садржала пшеничну сламу (1/3), хобловину (1/3) и тресет (1/3) (XII група) ($9,32 \pm 1,35 \times 10^6/\text{m}^3$).
 11. На крају огледа, значајно најнижа концентрација PM₁₀ честица прашине у ваздуху забележена је код бројлера одгајаних на пелетираној простирци која је садржала сламу (1/3), хобловину (1/3) и тресет (1/3) (XII група) ($1,05 \pm 0,28 \times 10^6/\text{m}^3$) и на растреситој простирци од хобловине (II група) ($1,10 \pm 0,23 \times 10^6/\text{m}^3$).
 12. Најбољи производни резултати у огледу забележени су код бројлера одгајаних на дрвеном пелету од хобловине (VIII група) са постигнутом телесном масом од $2832,34 \pm 350,77$ g и конверзијом хране $1,63 \pm 0,01$.
 13. Најмањи степен оштећења коже на табанском делу ногу бројлера забележен је код јединки одгајаних на пелетираним простиркама које су садржале пшеничну сламу (90%) и зеолит (10%) (IX група) ($0,20 \pm 0,40$), односно пшеничну сламу (1/3), хобловину (1/3) и тресет (1/3) (XII група) ($0,29 \pm 0,54$), као и на растреситој простирци од хобловине (II група) ($0,31 \pm 0,58$).
 14. Посматрано у целини, може се закључити да природни материјали различитог састава и формулације могу утицати на квалитет простирке, микроклимат у експерименталним боксевима, производне резултате експерименталних јединки и стање коже на табанском делу ногу. Најбољи резултати у огледу су остварени применом растресите простирке која садржи хобловину (II група) и пелетиране простирке која садржи пшеничну сламу (1/3), хобловину (1/3) и тресет (1/3) (XII група).

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Aarnink, A. J. A., Mosquera Losada, J., & Ogink, N. W. M. (2012). Effect of Bedding Material on Dust and Ammonia Emission from Broiler Houses. *Transactions of the ASABE/American Society of Agricultural and Biological Engineers*.
2. Abougabal, M. S., & Taboosha, M. F. (2023). Effect of different types of available litter materials on the performance and welfare of broiler chickens. *Al-Azhar Journal of Agricultural Research*, 48 (1), 139-152.
3. Addeo, N. F., Nocera, F. P., Toscanesi, M., Trifuoggi, M., Bovera, F., De Martino, L., & De Prisco, R. (2023). On effect of poultry manure treatment with Effective Microorganisms with or without zeolite. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(39), 91189-91198.
4. Alabi, O. M., Olagunju, S. O., Aderemi, F. A., Lawal, T. E., Oguntunji, A. O., Ayoola, M. O., ... & Tarta, A. (2024). Effect of litter management systems on incidence and severity of footpad dermatitis among broilers at finisher stage. *Translational Animal Science*, 8, txad145.
5. Al-Homidan, I., Fathi, M. M., & Al-Shumaymiri, A. (2018). Chopped palm leaves as an acceptable bedding material for broiler production. *Journal of applied poultry research*, 27 (1), 59-64.
6. Alimuddin, A., Arafiyah, R., Sirajuddin, S., Lady, N., Susiono, W., & Masjudin, M. (2021). System of monitoring on carbon dioxide of broiler chicken growth in closed house. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1098, No. 4, p. 042016). IOP Publishing.
7. Almeida Paz, I. C. L., Garcia, R., Bernardi, R., Nääs, I., Caldara, F. R., Freitas, L. W., Seno, L. O., Ferreira, V. M. O. S., Pereira, D.F., & Cavichiolo, F. (2010). Selecting appropriate bedding to reduce locomotion problems in broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 12, 189-195.
8. Anderson, K., Moore Jr, P. A., Martin, J., & Ashworth, A. J. (2021). Evaluation of a Novel Poultry Litter Amendment on Greenhouse Gas Emissions. *Atmosphere*, 12 (5), 563.
9. Ashworth, A. J., Chastain, J. P., & Moore Jr, P. A. (2020). Nutrient characteristics of poultry manure and litter. *Animal manure: production, characteristics, environmental concerns, and management*, 67, 63-87.
10. Atapattu, N. M., Lakmal, L. G. E., & Perera, P. W. A. (2017). Effects of two litter amendments on air NH₃ levels in broiler closed-houses. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 30 (10), 1500-1506.
11. Aviagen. (2014) ROSS 308 BROJLER: Ciljni Rezultati.

12. Bachrach, U. (1957). The aerobic breakdown of uric acid by certain pseudomonads. *Microbiology*, 17 (1), 1-11.
13. Ballou, A. L., Ali, R. A., Mendoza, M. A., Ellis, J. C., Hassan, H. M., Croom, W. J., & Koci, M. D. (2016). Development of the chick microbiome: how early exposure influences future microbial diversity. *Frontiers in veterinary science*, 3, 2.
14. Bani, A., Pioli, S., Ventura, M., Panzacchi, P., Borruso, L., Tognetti, R., Tonon, G., & Brusetti, L. (2018). The role of microbial community in the decomposition of leaf litter and deadwood. *Applied soil ecology*, 126, 75-84.
15. Bilgili, S. F., Hess, J. B., Blake, J. P., Macklin, K. S., Saenmahayak, B., & Sibley, J. L. (2009). Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 18 (3), 583-589.
16. Bist, R. B., & Chai, L. (2022). Advanced strategies for mitigating particulate matter generations in poultry houses. *Applied Sciences*, 12(22), 11323.
17. Bist, R. B., Subedi, S., Chai, L., & Yang, X. (2023). Ammonia emissions, impacts, and mitigation strategies for poultry production: A critical review. *Journal of Environmental Management*, 328, 116919.
18. Bittman, S., Dedina, M. C. M. H., Howard, C. M., Oenema, O., & Sutton, M. A. (2014). *Options for ammonia mitigation: Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen*. NERC/Centre for Ecology & Hydrology.
19. Bjedov, S., Žikić, D., Perić, L., Đukić-Stojčić, M., & Milošević, N. (2013). Effect of different litter treatments on production performance of broiler chickens. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 29 (4), 625-630.
20. Bolan, N. S., Szogi, A. A., Chuasavathi, T., Seshadri, B., Rothrock, M. J., & Panneerselvam, P. (2010). Uses and management of poultry litter. *World's Poultry Science Journal*, 66(4), 673-698.
21. Boulos, N. N., Greenfield, H., & Wills, R. B. (2000). Water holding capacity of selected soluble and insoluble dietary fibre. *International Journal of Food Properties*, 3 (2), 217-231.
22. Boussaada, T., Lakhdari, K., & Meradi, S. A. B. S. (2022). Effects of common litter types and their physicochemical properties on the welfare of broilers. *Veterinary World*, 15(6), 1523.
23. Brink, M., Janssens, G. P. J., Demeyer, P., Bağci, Ö., & Delezie, E. (2022). Ammonia concentrations, litter quality, performance and some welfare parameters of broilers kept on different bedding materials. *British Poultry Science*, 63(6), 768-778.
24. Broucek, J., & Cermák, B. (2015). Emission of harmful gases from poultry farms and possibilities of their reduction. *Ekologia*, 34(1), 89-100.
25. Calvet, S., Cambra-López, M., Estelles, F., & Torres, A. G. (2011a). Characterization of gas emissions from a Mediterranean broiler farm. *Poultry science*, 90(3), 534-542.
26. Calvet, S., Estellés, F., Cambra-López, M., Torres, A. G., & Van den Weghe, H. F. A. (2011b). The influence of broiler activity, growth rate, and litter on carbon dioxide balances for the determination of ventilation flow rates in broiler production. *Poultry Science*, 90 (11), 2449-2458.

27. Cambra-López, M., Aarnink, A. J., Zhao, Y., Calvet, S., & Torres, A. G. (2010). Airborne particulate matter from livestock production systems: A review of an air pollution problem. *Environmental pollution*, 158 (1), 1-17.
28. Cambra-López, M., Hermosilla, T., Lai, H. T., Aarnink, A. J. A., & Ogink, N. W. M. (2011). Particulate matter emitted from poultry and pig houses: source identification and quantification. *Transactions of the ASABE*, 54(2), 629-642.
29. Chen, Z., & Jiang, X. (2014). Microbiological safety of chicken litter or chicken litter-based organic fertilizers: a review. *Agriculture*, 4(1), 1-29.
30. Chi, Q., Hu, X., Liu, Z., Han, Y., Tao, D., Xu, S., & Li, S. (2021). H₂S exposure induces cell death in the broiler thymus via the ROS-initiated JNK/MST1/FOXO1 pathway. *Ecotoxicology and environmental safety*, 222, 112488.
31. Chinivasagam, H. N., Redding, M., Runge, G., & Blackall, P. J. (2010). Presence and incidence of food-borne pathogens in Australian chicken litter. *British poultry science*, 51(3), 311-318.
32. Cobb. (2018). Cobb Broiler Management Guide.
33. Commission Regulation (EC) No 543/2008. (2008). Laying down detailed rules for the application of Council Regulation (EC) No 1234/2007 as regards the marketing standards for poultrymeat. *Official Journal of the European Union*, L 157, 46-87.
34. Council Directive 2007/43/EC. (2007). Laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. *Official Journal of the European Union*, L 182, 19-28
35. De Jong, I. C., Gunnink, H., & Van Harn, J. (2014). Wet litter not only induces footpad dermatitis but also reduces overall welfare, technical performance, and carcass yield in broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(1), 51-58.
36. De Jong, I. C., Van Harn, J., Gunnink, H., Hindle, V. A., & Lourens, A. (2012). Footpad dermatitis in Dutch broiler flocks: Prevalence and factors of influence. *Poultry Science*, 91(7), 1569-1574.
37. Diarra, S., Lameta, S., Amosa, F., & Anand, S. (2021). Alternative Bedding Materials for Poultry: Availability, Efficacy, and Major Constraints. *Frontiers in Veterinary Science*, 669504.
38. Diaz Carrasco, J. M., Casanova, N. A., & Fernández Miyakawa, M. E. (2019). Microbiota, gut health and chicken productivity: what is the connection?. *Microorganisms*, 7(10), 374.
39. Đukić Stojčić, M., Bjedov, S., Žikić, D., Perić, L., & Milošević, N. (2016). Effect of straw size and microbial amendment of litter on certain litter quality parameters, ammonia emission, and footpad dermatitis in broilers. *Archives animal breeding*, 59(1), 131-137.
40. Dunlop, M. W., Blackall, P. J., & Stuetz, R. M. (2015). Water addition, evaporation and water holding capacity of poultry litter. *Science of the Total Environment*, 538, 979-985.
41. Dunlop, M. W., Blackall, P. J., & Stuetz, R. M. (2016). Odour emissions from poultry litter—A review litter properties, odour formation and odorant emissions from porous materials. *Journal of environmental management*, 177, 306-319.

42. Dunlop, M. W., McAuley, J., Blackall, P. J., & Stuetz, R. M. (2016a). Water activity of poultry litter: Relationship to moisture content during a grow-out. *Journal of Environmental Management*, 172, 201-206.
43. Elwinger, K., & Svensson, L. (1996). Effect of dietary protein content, litter and drinker type on ammonia emission from broiler houses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 64 (3), 197 – 208.
44. Eurostat. (2022). <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00043/default/map?lang=en> (приступ 18.07.2022.)
45. FAO. (2016). Greenhouse gas emissions and fossil energy use from poultry supply chains: Guidelines for assessment.
46. FAO. (2021). Meat market review: Overview of global meat market developments in 2020, March 2021. Rome
47. Farghly, M., Fayez, G., & El-Kelawy, M. (2022). Housing Conditions of Broilers as Affected by Charcoal Treated Litter. *New Valley Journal of Agricultural Science*, 2(6), 349-356.
48. Ferraz, P. F. P., Leso, L., Klopčič, M., Barbari, M., & Rossi, G. (2020). Properties of conventional and alternative bedding materials for dairy cattle. *Journal of dairy science*, 103 (9), 8661-8674.
49. Fries, R., Akcan, M., Bandick, N., & Kobe, A. (2005). Microflora of two different types of poultry litter. *British poultry science*, 46(6), 668-672.
50. Garcês, A. P. J. T., Afonso, S. M. S., Chilundo, A., & Jairoce, C. T. S. (2013). Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 1. Litter characteristics and quality. *Journal of Applied Poultry Research*, 22 (2), 168-176.
51. Garcia, R. G., Almeida Paz, I. C. L., Caldara, F. R., Nääs, I. A., Pereira, D. F., & Ferreira, V. M. O. S. (2012). Selecting the most adequate bedding material for broiler production in Brazil. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 14, 121-127.
52. Gates, R. S., Casey, K. D., Wheeler, E. F., Xin, H., & Pescatore, A. J. (2008). US broiler housing ammonia emissions inventory. *Atmospheric Environment*, 42(14), 3342-3350.
53. Guais, A., Brand, G., Jacquot, L., Karrer, M., Dukan, S., Grévillet, G., Molina, T. J., Bonte, J., Regnier, M., & Schwartz, L. (2011). Toxicity of carbon dioxide: a review. *Chemical research in toxicology*, 24(12), 2061-2070.
54. Gülümser, F. O. R. T., & Yeter, B. (2021). Use of Gyttja as Litter Material in Broiler Houses. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 24 (2), 451-456.
55. Henn, J. D., Bockor, L., Borille, R., Coldebella, A., Ribeiro, A. M. L., & Kessler, A. M. (2015). Determination of the equation parameters of carbon flow curves and estimated carbon flow and CO2 emissions from broiler production. *Poultry science*, 94(9), 2303-2312.
56. High, E. B., Jerez, S. B., & Bray, J. (2009). *Quantification of ammonia and hydrogen sulfide production from poultry litter* (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

57. Kasprzak, M., Malińska, K., Grosser, A., Sobik-Szołtysek, J., Wystalska, K., Drózd, D., ... & Meers, E. (2023). Cycles of carbon, nitrogen and phosphorus in poultry manure management technologies—environmental aspects. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 53 (8), 914-938.
58. Kers, J. G., Fischer, E. A., Stegeman, J. A., Smidt, H., & Velkers, F. C. (2019). Comparison of different invasive and non-invasive methods to characterize intestinal microbiota throughout a production cycle of broiler chickens. *Microorganisms*, 7 (10), 431.
59. Khattak, S., Zhang, Q. Q., Sarfraz, M., Muhammad, P., Ngowi, E. E., Khan, N. H., ... & Wu, D. D. (2021). The role of hydrogen sulfide in respiratory diseases. *Biomolecules*, 11 (5), 682.
60. Kheravii, S. K., Swick, R. A., Choct, M., & Wu, S. B. (2017). Potential of pelleted wheat straw as an alternative bedding material for broilers. *Poultry science*, 96(6), 1641-1647.
61. Kim, K. H., Kabir, E., & Kabir, S. (2015). A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environment international*, 74, 136-143.
62. Knížatová, M., Brouček, J., & Mihina, Š. (2010a). Seasonal differences in levels of carbon dioxide and ammonia in broiler housing. *Slovak Journal of Animal Science*, 43 (2), 105-112.
63. Knížatová, M., Mihina, Š., Brouček, J., Karandušovská, I., & Mačuhová, J. (2010b). The influence of litter age, litter temperature and ventilation rate on ammonia emissions from a broiler rearing facility. *Czech Journal of Animal Science*, 55 (8), 337-345.
64. Konkol, D., Popiela, E., Skrzypczak, D., Izydorczyk, G., Mikula, K., Moustakas, K., ... & Chojnacka, K. (2022). Recent innovations in various methods of harmful gases conversion and its mechanism in poultry farms. *Environmental Research*, 113825.
65. Koshchayev, I., Mezinova, K., Ryadinskaya, A., Sorokina, N., & Chuev, S. (2020). Identification of cases of pododermatitis in broiler chickens when feeding a probiotic feed additive. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 210, p. 06023). EDP Sciences.
66. Kralik, G., Kralik, Z., Grčević, M., & Hanžek, D. (2018). Quality of chicken meat. *Animal husbandry and nutrition*, 63-94.
67. Kristensen, H. H., & Wathes, C. M. (2000). Ammonia and poultry welfare: a review. *World's poultry science journal*, 56(3), 235-245.
68. Lacy, M. P. (2002). Broiler management. In *Commercial chicken meat and egg production*. Springer, Boston, MA, 829-868.
69. Lai, H. T., Nieuwland, M. G., Kemp, B., Aarnink, A. J., & Parmentier, H. K. (2009). Effects of dust and airborne dust components on antibody responses, body weight gain, and heart morphology of broilers. *Poultry science*, 88(9), 1838-1849.
70. Leyva-Jimenez, H., Shen, S., McCormick, K., Martin, M., Liu, P., Haag, D., Galbraith, E., & Blair, M. (2022). Applied Research Note: Evaluation of a Bacillus-based direct-fed microbial as a strategy to reduce hydrogen sulfide emissions from poultry excreta using a practical monitoring method. *Journal of Applied Poultry Research*, 31 (1), 100231.
71. Lindsey R. (2024). Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide.

72. MacLeod, M., Gerber, P., Mottet, A., Tempio, G., Falcucci, A., Opio, C., Vellinga, T., Henderson, B., & Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains—A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
73. Malomo, G. A., Bolu, S. A., Madugu, A. S., & Usman, Z. S. (2018). Nitrogen emissions and mitigation strategies in chicken production. *Anim. Husband. Nutrit*, 43, 43-62.
74. McMullen, J., Fasina, O. O., Wood, C. W., & Feng, Y. (2005). Storage and handling characteristics of pellets from poultry litter. *Applied Engineering in Agriculture*, 21 (4), 645-651.
75. Milanov, D., Knežević, S., Vidaković, S., Pajić, M., Živkov-Baloš, M., & Aleksić, N. (2019). Microbial contamination of poultry litter during fattening period. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 35(3), 253-265.
76. Munir, M. T., Belloncle, C., Irle, M., & Federighi, M. (2019). Wood-based litter in poultry production: a review. *World's Poultry Science Journal*, 75 (1), 5-6.
77. Naseem, S., & King, A. J. (2018). Ammonia production in poultry houses can affect health of humans, birds, and the environment—techniques for its reduction during poultry production. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 15269-15293.
78. National Academies Press (US). (2009). National Research Council (US) Committee on Emergency and Continuous Exposure Guidance Levels for Selected Submarine Contaminants. Emergency and Continuous Exposure Guidance Levels for Selected Submarine Contaminants: Volume 3. Washington (DC): 5, Hydrogen Sulfide.
79. Oliveira, M. D., Sousa, F. C., Saraz, J. O., Calderano, A. A., Tinôco, I. F. F., & Carneiro, A. P. S. (2021). Ammonia emission in poultry facilities: a review for tropical climate areas. *Atmosphere*, 12(9), 1091.
80. Ostović, M., Ravić, I., Kovačić, M., Kabalin, A. E., Matković, K., Sabolek, I., ... & Tomić, D. H. (2021). Differences in fungal contamination of broiler litter between summer and winter fattening periods. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 72(2), 140-147.
81. Pal, A., Bailey, M. A., Talorico, A. A., Krehling, J. T., Macklin, K. S., Price, S. B., Buhr, R. J., & Bourassa, D. V. (2021). Impact of poultry litter Salmonella levels and moisture on transfer of Salmonella through associated in vitro generated dust. *Poultry Science*, 100 (8), 101236.
82. Para, L., Bis-Wencel, H., Ondrašovič, M., Vargová, M., & Ondrašovičová, O. (2003). Production of water vapours and carbon dioxide by broilers under experimental and operation conditions. *Folia Veterinaria*, 47 (1), 66-70.
83. Park, J., Kang, T., Heo, Y., Lee, K., Kim, K., Lee, K., & Yoon, C. (2020). Evaluation of short-term exposure levels on ammonia and hydrogen sulfide during manure-handling processes at livestock farms. *Safety and health at work*, 11(1), 109-117.
84. Pepper, C. M., & Dunlop, M. W. (2021). Review of litter turning during a grow-out as a litter management practice to achieve dry and friable litter in poultry production. *Poultry science*, 100(6), 101071.
85. Pereira, J. L., Ferreira, S., Pinheiro, V., & Trindade, H. (2018). Ammonia, nitrous oxide, carbon dioxide and methane emissions from commercial broiler houses in mediterranean portugal. *Water, Air, & Soil Pollution*, 229, 1-14.

86. Pereira, J. L., Garcia, C., & Trindade, H. (2023). Review of Measures to Control Airborne Pollutants in Broiler Housing. In *Air Pollution-Latest Status and Current Developments*. IntechOpen.
87. Petek, M., Üstüner, H., & Yeşilbağ, D. (2014). Effects of stocking density and litter type on litter quality and growth performance of broiler chicken. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 20 (5), 743-748.
88. Redwine, J. S., Lacey, R. E., Mukhtar, S., & Carey, J. B. (2002). Concentration and emissions of ammonia and particulate matter in tunnel-ventilated broiler houses under summer conditions in Texas. *Transactions of the ASAE*, 45 (4), 1101-1109.
89. Ritchie, H., & Roser, M. (2017). Meat and dairy production. *Our World in Data*.
90. Ritz, C. W., Fairchild, B. D., & Lacy, M. P. (2004). Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: A review. *Journal of applied poultry research*, 13 (4), 684-692.
91. Ritz, C. W., Fairchild, B. D., & Lacy, M. P. (2017). Litter Quality and Broiler Performance. University of Georgia, 1-6.
92. Rogeri, D. A., Ernani, P. R., Mantovani, A., & Lourenço, K. S. (2016). Composition of poultry litter in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 40.
93. Ross. (2009). ROSS Broiler Management Manual, Scotland, UK, Aviagen.
94. Ross. (2018). ROSS Broiler Management Handbook, Aviagen.
95. Saksrithai, K., & King, A. J. (2018). Controlling hydrogen sulfide emissions during poultry productions. *J Anim Res Nutr*, 3 (1), 2.
96. Shahbandeh, M. (2024). Global number of chickens 1990 – 2022. Statista.
97. Sheikh, I. U., Nissa, S. S., Zaffer, B., Bulbul, K. H., Akand, A. H., Ahmed, H. A., Hasin, X., Hussain, H., & Hussain, S. A. (2018). Ammonia production in the poultry houses and its harmful effects. *JVSAH*, 3, 30-33.
98. Shepherd, E. M., & Fairchild, B. D. (2010). Footpad dermatitis in poultry. *Poultry science*, 89(10), 2043-2051.
99. Siefert, R. L., Scudlark, J. R., Potter, A. G., Simonsen, K. A., & Savidge, K. B. (2004). Characterization of atmospheric ammonia emissions from a commercial chicken house on the Delmarva Peninsula. *Environmental science & technology*, 38(10), 2769-2778.
100. Sirri, F., Minelli, G., Folegatti, E., Lolli, S., & Meluzzi, A. (2007). Foot dermatitis and productive traits in broiler chickens kept with different stocking densities, litter types and light regimen. *Italian Journal of Animal Science*, 6(sup1), 734-736. Shepherd, E. M., & Fairchild, B. D. (2010). Footpad dermatitis in poultry. *Poultry science*, 89(10), 2043-2051.
101. Song, N., Li, X., Cui, Y., Zhang, T., Xu, S., & Li, S. (2021). Hydrogen sulfide exposure induces pyroptosis in the trachea of broilers via the regulatory effect of circRNA-17828/miR-6631-5p/DUSP6 crosstalk on ROS production. *Journal of hazardous materials*, 418, 126172.
102. SRPS EN ISO 16649-2. (2008). Микробиологија хране и хране за животиње – Хоризонтална метода за одређивање броја β-глукуронидаза позитивне *Escherichia coli* – Део 2: Техника бројања колонија на 44 °C помоћу 5-бромо-4-хлоро-3-индолил β-Д-глукуронида

103. SRPS EN ISO 21527-2. (2011). Микробиологија хране и хране за животиње – Хоризонтална метода за одређивање броја квасаца и плесни – Део 2: Техника бројања колонија у производима са активношћу воде мањом од 0,95 или једнаком 0,95
104. SRPS EN ISO 4833-1. (2014). Микробиологија ланца хране – Хоризонтална метода за одређивање броја микроорганизама – Део 1: Бројање колонија на 30 °C техником наливања плоче
105. SRPS EN ISO 6887-1. (2017). Микробиологија ланца хране – Припремање узорака за испитивање, почетне суспензије и децималних разблажења за микробиолошко испитивање – Део 1: Општа правила за припремање почетне суспензије и децималних разблажења
106. SRPS EN ISO 7218. (2008). Микробиологија хране и хране за животиње – Општи захтеви и упутство за микробиолошка испитивања
107. SRPS EN ISO 7937. (2010). Микробиологија хране и хране за животиње – Хоризонтална метода за одређивање броја *Clostridium perfringens* – Техника бројања колонија
108. Swelum, A. A., El-Saadony, M. T., Abd El-Hack, M. E., Ghanima, M. M. A., Shukry, M., Alhotan, R. A., Hussein, E. O. S., Suliman, G. M., Ba-Awad, H., Ammari, A. A., Taha, A. E., & El-Tarabily, K. A. (2021). Ammonia emissions in poultry houses and microbial nitrification as a promising reduction strategy. *Science of The Total Environment*, 781, 146978.
109. Tan, Z., & Zhang, Y. (2004). A review of effects and control methods of particulate matter in animal indoor environments. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 54 (7), 845-854.
110. Tasistro, A. S., Ritz, C. W., & Kissel, D. E. (2007). Ammonia emissions from broiler litter: response to bedding materials and acidifiers. *British Poultry Science*, 48(4), 399-405.
111. Viegas, C., Carolino, E., Malta-Vacas, J., Sabino, R., Viegas, S., & Veríssimo, C. (2012). Fungal contamination of poultry litter: a public health problem. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 75(22-23), 1341-1350.
112. Vilela, M. D. O., Gates, R. S., Souza, C. F., Teles Junior, C. G., & Sousa, F. C. (2020). Nitrogen transformation stages into ammonia in broiler production: sources, deposition, transformation, and emission into the environment. *Dyna*, 87(214), 221-228.
113. Wadud, S., Michaelsen, A., Gallagher, E., Parcsi, G., Zemb, O., Stuetz, R., & Manefield, M. (2012). Bacterial and fungal community composition over time in chicken litter with high or low moisture content. *British poultry science*, 53(5), 561-569.
114. Wang, K., Shen, D., Dai, P., & Li, C. (2023). Particulate matter in poultry house on poultry respiratory disease: A systematic review. *Poultry Science*, 102(4), 102556.
115. Wang, L., Lilburn, M., & Yu, Z. (2016). Intestinal microbiota of broiler chickens as affected by litter management regimens. *Frontiers in microbiology*, 7, 593.
116. Wang, Y., Huang, M., & Meng, Q. (2011). Effects of atmospheric hydrogen sulfide concentration on growth and meat quality in broiler chickens. *Poultry science*, 90(11), 2409-2414.
117. Welfare Quality®. (2009). Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands.

118. Wheeler, E. F., Casey, K. D., Gates, R. S., Xin, H., Topper, P. A., & Yi, L. (2009). Ammonia emissions from USA broiler chicken barns managed with new bedding, built-up litter, or acid-treated litter. In *Livestock Environment VIII, 31 August–4 September 2008, Iguassu Falls, Brazil* (p. 4). American Society of Agricultural and Biological Engineers.
119. Wood, D. J., & Van Heyst, B. J. (2016). A review of ammonia and particulate matter control strategies for poultry housing. *Transactions of the ASABE*, 59(1), 329-344.
120. World Health Organization. (2013). Health Effects of Particulate Matter: Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia.
121. Zhou, Y., Xu, B., Wang, L., Zhang, C., & Li, S. (2023). Fine particulate matter perturbs the pulmonary microbiota in broiler chickens. *Animals*, 13(18), 2862.
122. Zikic, D., Djukic-Stojcic, M., Bjedov, S., Peric, L., Stojanovic, S., & Uscebrka, G. (2017). Effect of litter on development and severity of foot-pad dermatitis and behavior of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 19, 247-254.
123. Živkov Baloš, M., Knežević, S., Pajić, M., Popov, N., Jakšić, S., Knežević, S. V., ... & Bugarski, D. (2020). The effects of bedding material containing peat moss on broiler production performance and fertilizing value of the litter. *Archives of Veterinary Medicine*, 13(2), 43-58.
124. Јовановић, Љ., Супић, Д., & Ђуричковић, А. (2021). Расположиви потенцијали жетвених остатака за производњу биоенергије на територији општина: Бечеј, Србобран, Кула и Врбас. Факултет еколошке пољопривреде, Универзитет Едуконс Сремска Каменица. Минипринт, Врбас.
125. Правилник о начину разврставања и поступања са споредним производима животињског порекла, ветеринарско-санитарним условима за изградњу објеката за сакупљање, прераду и уништавање споредних производа животињског порекла, начину спровођења службене контроле и самоконтроле, као и условима за сточна гробља и јаме гробнице („Службени гласник РС“, бр. 31/2011, 97/2013, 15/2015, 61/2017, 118/2023).
126. Правилник о условима за добробит животиња у погледу простора за животиње, просторија и опреме у објектима у којима се држе, узгајају и стављају у промет животиње у производне сврхе, начину држања, узгајања и промета појединих врста и категорија животиња, као и садржини и начину вођења евиденције о животињама („Службени гласник РС“, бр. 6/2010, 57/2014, 152/2020, 115/2023).
127. РЗС. (2022). Сточарска производња – прираст стоке и производња меса. Републички завод за статистику. <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/130202010401?languageCode=sr-Latn> (приступ 18.07.2022.)
128. РЗС. (2024). Сточарска производња – прираст стоке и производња меса. Републички завод за статистику. <https://data.stat.gov.rs/Home/Result/130202010401?languageCode=sr-Cyrl> (приступ 01.04.2024.)

9. ПРИЛОЗИ

9.1. МИШЉЕЊЕ ЕТИЧКЕ КОМИСИЈЕ ЗА ЗАШТИТУ ДОБРОБИТИ ОГЛЕДНИХ ЖИВОТИЊА

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ Др Зорана Ђинђића 1 21000 Нови Сад Република Србија		UNIVERSITY OF NOVI SAD Dr. Zorana Đinđića 1 21000 Novi Sad Republic of Serbia
--	---	---

Телефон / Phone: +381 21 485 2000, 485 2020 | Факс / Fax: +381 21 450 418 | E-mail: rektorat@uns.ac.rs | <http://www.uns.ac.rs>

Број: 01-126/ *24*
Дана: 18.12.2018. године

Број документа ЕК: IV-2018-03

МИШЉЕЊЕ

Овим се потврђује да Етичка комисија за заштиту добробити огледних животиња Универзитета у Новом Саду даје сагласност за све експерименталне протоколе на огледним животињама укључене у извођење експерименталног дела докторске дисертације истраживача **Слободана Кнежевића** са Научног института за ветеринарство „Нови Сад“, под називом *„Испитивање утицаја различитих састава и формулација простирке на продукцију штетних гасова у бројлерском тову живине“*.


Сви експерименти ће бити изведени и руковођени у сагласности са европском легислативом која покрива заштиту животиња у истраживањима, посебно Директивом 2010/63/ЕУ од 22. 09. 2010. год. о заштити животиња које се користе у научне сврхе, као и Законом о добробити животиња Републике Србије од 10.06.2009.год. Из образложења програма истраживања може да се закључи да ће принципи ЗР у раду бити примењени.


Лица која су укључена у извођење огледа су компетентни и искусни истраживачи који су обучени за рад са огледним животињама.

ПРЕДСЕДНИК ЕТИЧКЕ КОМИСИЈЕ ЗЗДОЖ УНС


Проф. др Зденко Каначки,
Пољопривредни факултет Универзитета у Новом Саду

9.2. РЕШЕЊЕ О ОДОБРЕЊУ СПРОВОЂЕЊА ОГЛЕДА НА ЖИВОТИЊАМА





Република Србија
 МИНИСТАРСТВО ПОЉОПРИВРЕДЕ,
 ШУМАРСТВА И ВОДОПРИВРЕДЕ
 -УПРАВА ЗА ВЕТЕРИНУ-
 Број: 323-07-00240/2019-05
 Датум: 16.01.2019. године
 Београд

Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије-Управа за ветерину, на основу члана 34. Закона о добробити животиња ("Службени гласник РС" бр. 41/09), члана 136. Закона о општем управном поступку ("Службени гласник РС", бр. 18/2016), члана 30., Закона о државној управи ("Службени гласник РС", бр. 79/05 и 101/07, 95/2010 и 99/2014) и Решења о овлашћењу министра пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије, 119-01-5/14/2017-09 од 30.06.2017. године, решавајући о захтеву Научног института за ветеринарство "Нови Сад", ул. Руменачки пут, 20, Нови Сад, за издавање Решења о одобрењу спровођења огледа на животињама, Емина Милакара, в.д. директор доноси:

РЕШЕЊЕ

УСВАЈА СЕ захтев Научног института за ветеринарство "Нови Сад", ул. Руменачки пут, 20, Нови Сад и издаје се Решење о одобрењу спровођења огледа на животињама под називом:

"Испитивање утицаја различитих састава и формулација простирке на продукцију штетних гасова у бројлерском тову живине".

Образложење

Научни институт за ветеринарство "Нови Сад", ул. Руменачки пут, 20, Нови Сад, обратио се овом министарству дана 11.01.2019. године, захтевом за издавање Решења о одобрењу спровођења огледа на животињама под називом: "Испитивање утицаја различитих састава и формулација простирке на продукцију штетних гасова у бројлерском тову живине".

Подносилац пријаве је Министарству, уз захтев, доставио документацију прописану Законом о добробити животиња ("Службени гласник РС" бр. 41/09) и Правилником о условима за упис у регистар за огледе на животињама и садржини и начину вођења тог Регистра, програму обуке о добробити огледних животиња обрасцу захтева за одобрење спровођења огледа на животињама, начину неге, поступања и лишавању живота огледних животиња, као и садржини и начину вођења евиденције о држању, репродукцији, промету, односно спровођењу огледа на животињама ("Службени гласник РС", бр. 39/10) и то: податке о називу и седишту правог лица, попуњен захтев за издавање решења о одобрењу спровођења огледа на животињама, стручно мишљење

Етичке комисије о спровођењу предметног огледа, Решење о упису у Регистар за огледе на животињама.

Приликом решавања по захтеву, на основу увида у сву приложену документацију, утврђено је да су се стекли услови за доношење решења као у диспозитиву, сходно одредбама члана 136. Закона о општем управном поступку.

Поука о правном средству: Ово решење је коначно у управном поступку. Против овог решења се може покренути управни спор подношењем тужбе Управном суду Србије у року од 30 дана од дана пријема решења.



Доставити:

1. Научни институт за ветеринарство "Нови Сад", Руменачки пут, 20, 21000 Нови Сад
2. Реп. ветеринарска инспекција, Бул. М. Пупина 6/3, 21000 Нови Сад
3. Евиденција,
4. Архива

БИОГРАФИЈА

Слободан Кнежевић је рођен 23.03.1989. године у Санском Мосту, Босна и Херцеговина. Основну и средњу школу завршио је у Бања Луци. Пољопривредни факултет у Новом Саду, смер ветеринарска медицина, на Департману за ветеринарску медицину уписао је 2008. године, а крајем 2014. године је дипломирао. Исте године је одбранио мастер рад на тему „Клиничке и епидемиолошке карактеристике инфекција које се преносе крпељом *Ixodes ricinus*“, и тиме стекао звање доктор ветеринарске медицине. Докторске студије уписао је 2015. године, на Факултету ветеринарске медицине Универзитета у Београду. Од марта 2015. године запослен у Научном институту за ветеринарство „Нови Сад“. У периоду од марта 2015. године је био запослен у Служби за пријем материјала, прање и стерилизацију, где је обављао функцију шефа до новембра 2022. године. Од септембра 2016. године, па до данас ради на одељењу за Елизоотиологију, клиничка испитивања и ДДД, где се бави дијагностиком, профилаксом, сузбијањем и ерадикацијом заразних болести домаћих и дивљих животиња и зооноза, са посебним освртом на болести живине.

Поседује лиценцу и члан је Ветеринарске коморе Србије, Српског ветеринарског друштва, Удружења једног здравља, *World's Poultry Science Association* и *World Animal Biosecurity Association*.

Био је ангажован на два национална пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја, као и на 20 иновационих ваучера Фонда за иновациону делатност, од којих је на три био руководилац.

Као аутор или коаутор је до сада објавио преко 110 радова у часописима и на скуповима од националног и међународног значаја. Учествовао је у изради два техничка решења.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани Слободан Љ. Кнежевић

број уписа 14/13

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

**ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА РАЗЛИЧИТИХ САСТАВА И ФОРМУЛАЦИЈА
ПРОСТИРКЕ НА ПРОДУКЦИЈУ ШТЕТНИХ ГАСОВА У БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ
ЖИВИНЕ**

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

Потпис докторанда

У Београду, 30.12.2024



Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Слободан Љ. Кнежевић

Број уписа 14/12

Студијски програм Докторске академске студије

Наслов рада ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА РАЗЛИЧИТИХ САСТАВА И ФОРМУЛАЦИЈА ПРОСТИРКЕ НА ПРОДУКЦИЈУ ШТЕТНИХ ГАСОВА У БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ ЖИВИНЕ

Ментор проф. др Милутин Ђорђевић

Потписани Слободан Љ. Кнежевић

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

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

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

Потпис докторанда

У Београду, 30.12.2024.



Прилог 3.

Изјава о коришћењу

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

**ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА РАЗЛИЧИТИХ САСТАВА И ФОРМУЛАЦИЈА
ПРОСТИРКЕ НА ПРОДУКЦИЈУ ШТЕТНИХ ГАСОВА У БРОЈЛЕРСКОМ ТОВУ
ЖИВИНЕ**

која је моје ауторско дело.

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

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

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

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

У Београду, 30.12.2024.

Потпис докторанда



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