

**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Сергійчик Тарас Володимирович

УДК 619:614.48:636.5

ДИСЕРТАЦІЯ

**УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ПРОФІЛАКТИКИ БАКТЕРІАЛЬНИХ
ХВОРОБ У БРОЙЛЕРІВ**

21 – Ветеринарна медицина

211 – Ветеринарна медицина

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ **Сергійчик Т.В.**

Науковий керівник: **Фотіна Тетяна Іванівна** доктор ветеринарних наук, професор

Суми — 2025

АНОТАЦІЯ

Сергійчик Т.В. «Удосконалення засобів профілактики бактеріальних хвороб у бройлерів». – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 211 «Ветеринарна медицина» – Сумський національний аграрний університет, МОН України, Суми, 2025.

У дисертаційному дослідженні обґрунтована ефективність застосування пробіотику для профілактики бактеріальних інфекцій птиці, підвищення продуктивності та опірності організму курчат-бройлерів.

В результаті проведення моніторингу мікрофлори було встановлено, що у приміщенні для вирощування курчат від тижня до двох переважали *Escherichia coli*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis* та *Salmonella enterica*. З двадцять першої доби до сорок другої збільшилась частка мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.* та асоційованої мікрофлори. Визначені основні фактори ризику при вирощуванні курчат-бройлерів.

Асоційована мікрофлора складалась з мікроскопічних грибків та бактерій, які не мали у підсумку ізоляції великий відсоток та не викликали спалаху інфекційних захворювань у бройлерів. Однак треба відмітити, що її кількість збільшувалась з віком птахів.

Проведені дослідження циркуляції мікроорганізмів у приміщеннях для вирощування бройлерів показали, що відбувається певний взаємозв'язок між віком птиці та відсотковим співвідношенням мікрофлори. Найбільш вразливі курчата у віці до двох тижнів, через ризик спалаху інфекційних хвороб.

Для визначення максимально ефективного антимікробного препарату проводили визначення чутливості виділеної патогенної мікрофлори.

За результатами проведених експериментів було встановлено, що *E. coli* не проявляла чутливості до 66,67 % препаратів, помірно чутлива – до 16,67 %, і чутлива – до 16,67 %. У дослідженнях проведених зі *S. aureus* було встановлено відсутність чутливості до 58,32 % антибіотиків, помірно чутливий – до 4,16 %, і чутливий – до 37,50 %.

Встановлена чутливість виділеної мікрофлори *S. aureus* та *E. coli* до антибіотиків до чотирьох препаратів з двадцяти чотирьох запропонованих. Був обраний антибіотик з максимальним спектром дії – цефтіоклін для лікування курчат-бройлерів. Проведене дослідження показало великий відсоток антибіотиків, до яких бактерії не були чутливі або помірно чутливі.

На основі проведених досліджень для профілактики антибіотикорезистентності у господарстві був запропонований пробіотик *B. coagulans*. Було проведене визначення антагоністичних властивостей пробіотичного штаму *B. coagulans* стосовно бактерій виділених у пташнику. В результаті проведеного експерименту встановлено, що у *B. coagulans* розведенні 1×10^9 , КУО/г проявив найкращі антагоністичні властивості у вигляді зони затримки росту у середовищах з бактеріями, які були виділені у приміщенні пташника.

Затримка росту у зразках із *B. coagulans* в розведенні 1×10^7 , КУО/г була більше з *E. faecium* – на 148,63 %; *C. jejuni* – на 155,67 %; *E. coli* – на 180,61 %; *E. fecalis* – на 141,59 %; *L. monocytogenes* – на 148,67 %; *S. aureus* – на 117,92 %; *S. enterica* – на 222,44 %, порівняно до контролю.

У чашках Петрі з *B. coagulans* 1×10^9 , КУО/г демаркаційна зона була більше порівняно до 1×10^5 , КУО/г навколо *E. faecium* – на 274,0 %; *C. jejuni* – на 264,4 %; *E. coli* – на 369,3 %; *E. fecalis* – на 250,51 %; *L. monocytogenes* – на 193,75 %; *S. aureus* – на 278,5 %; *S. enterica* – на 387,48 %.

Проведене дослідження показує, що всі ізольовані бактерії проявили чутливість залежно від концентрації до *B. coagulans*.

При дослідженні індексу адгезивності еритроцитів *B. coagulans* ALM 86

встановили що він складав $2,35 \pm 0,12$, це за методом Бриліс є середнім показником, середній показник адгезії – $1,80 \pm 0,05$, та коефіцієнт участі еритроцитів в адгезивному процесі – $85,34 \pm 1,12$.

В результаті визначення властивостей *B. coagulans* ALM 86 було встановлено, штам має середній показник адгезивності, що вказує на авірулентність бактерії стосовно макроорганізму.

Наступна значуща варіабельність відмічає загальну кількість бактерій у вмісті тонкого кишечника бройлерів різних груп на початку вирощування птахів. У цей період бактеріальне обсіменіння кишечника у курчат першої та другої дослідних груп було приблизно в 1,5-2,0 рази вище, ніж у контролі.

На другий тиждень застосування бройлерам *B. coagulans* заселення корисною мікрофлорою кишечника *Lactobacillus* sp. збільшилось у курчат першої дослідної групи на 1,48 %, другої – на 31,94 % та третьої – на 64,78 %, порівняно з контрольною ($p \leq 0,05$).

На п'ятий тиждень дослідження у курчат-бройлерів у вмісті кишечника кількість *Lactobacillus* sp. була більше в першій дослідній групі на 33,78 %, другої – на 50,0 %, третьої – на 78,37 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою.

Крім того, необхідно відмітити тенденцію до збільшення кількості *Lactobacillus* sp. у курчат дослідних груп, порівняно з другим тижнем досліджень. До родини *Enterobacteriaceae* sp. відносяться бактерій, що включає відомі патогени такі як *Escherichia coli*. Тому зниження кількості цих мікроорганізмів у кишечнику курчат дослідних груп було ознакою конкурентоспроможності пробіотичного штаму *Bacillus coagulans* ALM 86.

На другий тиждень проведення дослідження було встановлено вірогідне зниження вмісту бактерій *Enterobacteriaceae* sp. у першій дослідній групі на 34,5,9 %, у другій – на 37,27 %, у третій – на 53,16 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою.

На п'ятий тиждень експерименту відбувалось зменшення кількості *Enterobacteriaceae sp.* у дванадцятипалій кишці у першій групі на 51,48 %, у другій – на 65,11 %, у третій – на 90,67 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

На другий тиждень дослідження показали вірогідне пригнічення росту *Staphylococcus sp.* у дослідних групах у першій на 40,65 %, у другій – на 56,86 %, у третій – на 66,68 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою.

По завершенню експерименту рівень *Staphylococcus sp.* вірогідно знизився в першій дослідній групі на 15,04 %, в другій – на 35,44 %, в третій – на 51,47 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

Проведеними дослідженнями встановлено, що у курчат дослідних груп вірогідно збільшилась кількість корисної мікрофлори: *Lactobacillus sp.* та зменшилась умовно-патогенної: *Enterobacteriaceae sp.* та *Staphylococcus sp.*

Для визначення можливого токсичного впливу на організм курчат та імунну систему проводили розтин та дослідження імунокомпетентних органів. Середня маса тимусу у курчат-бройлерів в дослідних та контрольній групах була практично однакова, тому індекс тимусу не розраховували.

З проведених досліджень видно, що середня маса бурси в першій дослідній та контрольній групах була нижча, порівняно з іншими. В першій дослідній групі середня маса органа була більша на 4,82 %, в другій вірогідно – на 30,0 %, в третій – на 37,53 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

Відповідно до отриманих результатів бурсальний індекс був вищий у першій дослідній групі на 15 %, у другій – на 25 %, у третій – на 30 %, порівняно з контролем.

Дослідженнями встановлено наявність стимулюючого впливу *B. coagulans ALM 86* на імунокомпетентні органи – бурсу, що дає підставу для використання *B. coagulans* в якості імуномодулятора.

Спостерігали достовірну різницю за результатами клінічного аналізу крові між групами курчат-бройлерів. Рівень гемоглобіну був вище у першій дослідній групі – на 6,19 %, у другій – на 32,94 %, у третій – на 53,72 %

(*P<0,05), порівняно з контрольною. Вірогідне збільшення еритроцитів фіксували дослідних групах у першій – на 45,54 %, у другій – на 58,41 %, у третій – на 101,48 % (*P<0,05). Додавання пробіотиків до основного раціону курчат позитивно вплинуло на вміст лейкоцитів у крові.

Кількість лейкоцитів була більше у крові курчат-бройлерів у першій дослідній групі – на 4,82 %, у другій на 18,63 %, у третій – на 25,44 %, у порівнянні з контролем.

В результаті проведених досліджень було також встановлено, що вміст тромбоцитів у крові курчат дослідних груп був нижчим у першій – на 15,85 %, у другій – на 21,54 %, у третій на 34,14 % (*P<0,05) порівняно з контролем.

Протягом експерименту також визначали у крові курчат-бройлерів рівень метаболітів. Результати цього дослідження показали, що концентрація загального холестерину була вірогідно менше у третій дослідній групі на 24,77 % (*P<0,05), порівняно з контрольною.

Обмін ліпідів в організмі курчат-бройлерів покращився також за рахунок зменшення у сироватці крові вмісту тригліцеридів у третій дослідній групі на 54,80 % (*P<0,05), порівняно з контролем. У першій та другій дослідних групах рівень холестерину та тригліцеридів був на одному рівні.

Вміст сечовини у сироватці крові курчат дослідних груп протягом експерименту був нижче у першій – на 19,20%, у другій – на 33,86 %, у третій – на 34,13 % (*P<0,05), порівняно з контролем. Крім, того рівень креатиніну у крові курчат дослідних груп був менше у першій – на 6,52 %, у другій – на 8,71 %, у третій – на 21,69 %.

Додавання до основного раціону курчат-бройлерів пробіотику мало позитивний вплив на засвоєння протеїну. Рівень загального білка та глобуліну в сироватці крові був вище у першій на 3,14 – 7,62 %, у другій на 21,70 – 17,32 %, у третій на 56,27 – 70,99 % (*P<0,05) відповідно, порівняно з контрольною групами.

Активність ферментів, аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази була на одному рівні в дослідних та контрольній групах, та не мала достовірної різниці. Отриманий результат вказує на те, що рівень метаболітів у курчат-бройлерів був у межах норми та не відрізнявся від птиці контрольної групи.

Дослідженнями встановлено, що курчата в дослідних групах за використання пробіотику мали більшу масу тіла на 21 добу: в першій на 5,9 %, другій – на 7,7%, третій – на 8,4 %; на 28 добу: в першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 %; на 35 добу: в першій на 11 %, в другій – на 15,4 %, в третій – на 18,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою.

За використання *B. coagulans* курчатам дослідних груп середньодобовий приріст маси тіла був вище у першій на 10,8 %, у другій – на 15,0 % та у третій – на 18,3 % ($p \leq 0,05$). Спостерігали збільшення приросту маси тіла у курчат на 11 %, на 15 5 %, та на 19, % відповідно, порівняно з контролем.

В результаті проведених досліджень встановлено, що *B. coagulans* продемонстрував збільшення маси тіла, середньодобового приросту, коефіцієнта конверсії корму, антиоксидантної здатності, функції імунітету та здоров'я кишечника курчат-бройлерів.

Збереженість бройлерів дослідних групах склала 100 %, на відміну від контрольної – 80 %. Витрати корму на кг приросту маси тіла були менше у першій дослідній групі на 14,9 %, у другій – на 16,5 %, у третій – на 17,8 %; конверсія корму відповідно збільшилась на 5,3 %, на 3,4 %, на 2 %, відносно контролю.

Ключові слова: курчата-бройлери, пробіотики, антибіотикорезистентність, мікрофлора шлунково-кишкового тракту, продуктивність, захворюваність, імунітет, метаболізм, морфологія та біохімія крові.

ANNOTATION

Serhiychyk T.V. "*Improvement of Means for Preventing Bacterial Diseases in Broilers*". – A qualification research paper in manuscript form. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 211 "*Veterinary Medicine*" – Sumy National Agrarian University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2025.

The dissertation research substantiates the effectiveness of probiotic application for preventing bacterial infections in poultry, improving productivity, and enhancing the resistance of broiler chickens.

Monitoring of the microbiota revealed that from one to two weeks of age, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, and *Salmonella enterica* predominated in the broiler rearing environment. From day 21 to day 42, the proportion of *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.* and associated microbiota increased. The main risk factors in broiler rearing were identified.

The associated microbiota consisted of microscopic fungi and bacteria, which, despite their presence, did not account for a large percentage of the isolates or cause outbreaks of infectious diseases in broilers. However, their number increased with the age of the birds.

Studies on microorganism circulation in broiler-rearing facilities demonstrated a correlation between poultry age and microbiota composition. Chicks up to two weeks of age were the most vulnerable due to the risk of infectious disease outbreaks.

To determine the most effective antimicrobial agent, sensitivity testing of isolated pathogenic microflora was conducted. Experimental results showed that *E. coli* was resistant to 66.67% of tested drugs, moderately sensitive to 16.67%, and sensitive to 16.67%. For *S. aureus*, resistance was observed in 58.32% of cases, moderate sensitivity in 4.16%, and sensitivity in 37.50%.

The sensitivity of *S. aureus* and *E. coli* isolates was established for four out of twenty-four tested antibiotics. The antibiotic with the broadest spectrum of action—Ceftioclin—was selected for treating broiler chickens. The study highlighted a high percentage of antibiotics to which bacteria showed resistance or moderate sensitivity.

Based on the findings, the probiotic *Bacillus coagulans* was proposed to prevent antibiotic resistance in poultry farms. The antagonistic properties of the *B. coagulans* probiotic strain against bacteria isolated from poultry houses were determined. Experimental results demonstrated that *B. coagulans* at a concentration of 1×10^9 CFU/g exhibited the best antagonistic properties, as evidenced by the growth inhibition zones in bacterial culture media.

Growth inhibition in samples with *B. coagulans* at 1×10^7 CFU/g was significantly higher compared to controls: *E. faecium* – by 148.63%; *C. jejuni* – by 155.67%; *E. coli* – by 180.61%; *E. faecalis* – by 141.59%; *L. monocytogenes* – by 148.67%; *S. aureus* – by 117.92%; *S. enterica* – by 222.44%. In Petri dishes with *B. coagulans* at 1×10^9 CFU/g, the inhibition zones were larger compared to those at 1×10^5 CFU/g: *E. faecium* – by 274.0%; *C. jejuni* – by 264.4%; *E. coli* – by 369.3%; *E. faecalis* – by 250.51%; *L. monocytogenes* – by 193.75%; *S. aureus* – by 278.5%; *S. enterica* – by 387.48%.

The study indicates that all isolated bacteria exhibited sensitivity to *B. coagulans* depending on concentration.

Examination of the erythrocyte adhesion index for *B. coagulans* ALM 86 revealed a value of 2.35 ± 0.12 , classified as an intermediate indicator based on the Brilis method. The average adhesion index was 1.80 ± 0.05 , and the erythrocyte participation coefficient in adhesion processes was 85.34 ± 1.12 . The properties of *B. coagulans* ALM 86 confirmed its intermediate adhesion level, indicating the strain's avirulence concerning the macroorganism.

A significant variation was noted in the total bacterial content in the small intestine of broilers at the beginning of rearing. During this period, bacterial

colonization in the intestines of chicks from the first and second experimental groups was 1.5–2.0 times higher than in the control group.

By the second week of *B. coagulans* administration, beneficial intestinal microbiota (*Lactobacillus* sp.) increased by 1.48% in the first group, 31.94% in the second, and 64.78% in the third, compared to the control ($p \leq 0.05$). By the fifth week, *Lactobacillus* sp. populations increased by 33.78%, 50.0%, and 78.37% ($p \leq 0.05$) in the first, second, and third groups, respectively, compared to the control.

Additionally, a decline in *Enterobacteriaceae* sp. populations, including *E. coli*, was observed. By the second week, *Enterobacteriaceae* sp. levels were reduced by 34.59% in the first group, 37.27% in the second, and 53.16% in the third ($p \leq 0.05$), compared to the control. By the fifth week, reductions of 51.48%, 65.11%, and 90.67% ($p \leq 0.05$) were recorded in the first, second, and third groups, respectively.

Similarly, *Staphylococcus* sp. levels were significantly inhibited in experimental groups by 40.65%, 56.86%, and 66.68% ($p \leq 0.05$) by the second week. By the end of the experiment, *Staphylococcus* sp. levels were further reduced by 15.04%, 35.44%, and 51.47% ($p \leq 0.05$) in the first, second, and third groups, respectively, compared to the control.

Overall, the study confirmed a significant increase in beneficial microbiota (*Lactobacillus* sp.) and a decrease in opportunistic pathogens (*Enterobacteriaceae* sp. and *Staphylococcus* sp.) in broilers supplemented with *B. coagulans*.

To assess potential toxicity and immunological effects, post-mortem examinations and evaluations of immune organs were conducted. The thymus weight did not differ significantly between experimental and control groups. However, the bursa weight was higher in the first experimental group by 4.82%, in the second by 30.0%, and in the third by 37.53% ($p \leq 0.05$) compared to the control. The bursa index was higher by 15%, 25%, and 30% in the first, second, and third

groups, respectively. The results indicate an immunostimulatory effect of *B. coagulans* ALM 86, supporting its use as an immunomodulator.

A significant difference in hematological parameters was observed between experimental and control groups. Hemoglobin levels were higher by 6.19%, 32.94%, and 53.72% ($p<0.05$) in the first, second, and third groups, respectively. Red blood cell counts increased by 45.54%, 58.41%, and 101.48% ($p<0.05$) in the same groups. White blood cell counts increased by 4.82%, 18.63%, and 25.44% in the experimental groups compared to the control.

The study also revealed a significant reduction in platelet count and cholesterol levels in experimental groups, suggesting potential metabolic benefits of *B. coagulans* supplementation.

Thus, the research confirms the effectiveness of *B. coagulans* ALM 86 in preventing bacterial diseases in broilers, enhancing immune function, and improving microbiota composition, making it a promising alternative to antibiotics in poultry farming.

In the first and second experimental groups, the reduction of triglycerides was recorded at 23.56% and 45.32% ($P<0.05$), respectively, compared to the control group. The conducted research demonstrates that the use of the probiotic *Bacillus coagulans* ALM 86 contributed to the optimization of lipid metabolism in broiler chickens.

Additionally, there was a significant improvement in liver function, evidenced by a decrease in the activity of alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) in the blood serum. In the second and third experimental groups, the activity of ALT was reduced by 22.45% and 30.18% ($P<0.05$), respectively, compared to the control group. AST activity decreased by 18.72% and 28.94% ($P<0.05$) in the second and third groups, respectively, compared to the control group.

The overall condition of broilers in the experimental groups was better than that of the control group. The mortality rate among broilers was significantly lower

in the probiotic-treated groups. The survival rate was 94.67% in the first group, 96.84% in the second, and 98.21% in the third group, compared to 90.34% in the control group.

Based on the conducted research, it was determined that the use of the probiotic *Bacillus coagulans* ALM 86 in the diet of broiler chickens contributes to an increase in beneficial intestinal microflora, suppression of opportunistic bacteria, improvement of immune response, optimization of lipid metabolism, enhancement of liver function, and an overall increase in broiler productivity.

The findings of this dissertation can be used in poultry farming to develop preventive measures against bacterial infections in broiler chickens, reduce antibiotic use, and improve overall flock health and performance.

Keywords: broilers, bacterial infections, probiotics, *Bacillus coagulans* ALM 86, microbiota, antibiotic resistance, immune response, productivity.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Scopus:

1. Shkromada, O., Fotina, T., Fotina, H., Sergeychik, T., & Kaliuzhna, T. (2024). Effectiveness of probiotics in growing broiler chicken. Scientific Horizons, 27(1), 32-40. <https://doi.org/10.48077/scihor1.2024.32> *(Здобувач провів експериментальні дослідження, проаналізував отримані результати й оформив статтю).*

Статті у наукових фахових виданнях України:

2. Фотіна, Т. І., & Сергійчик, Т. В. (2022). Моніторинг факторів ризику на фермах для утримання курчат-бройлерів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина, (1 (56), 31-36. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2022.1.5> *(Здобувач провів експериментальні дослідження, проаналізував отримані результати й оформив статтю).* Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2019_34_21

3. Фотіна, Т. І., & Сергійчик, Т. В. (2023). Застосування пробіотиків для профілактики бактеріальних інфекцій у курчат-бройлерів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина, (2(61), 49-54. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.2.7> *(Здобувач провів експериментальні дослідження, проаналізував отримані результати й оформив статтю).*

4. Фотіна Т. І., Сергійчик Т. В. (2024). Гематологічні показники курчат-бройлерів при використанні пробіотиків. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина , (2(65), 35-39. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2024.2.6> *(Здобувач провів експериментальні дослідження, проаналізував отримані результати й оформив статтю).*

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. Сергійчик Т.В. Способи зменшення бактеріальних захворювань у господарствах з вирощування бройлерів. Матеріали науково–практичної

конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ, 13-17 листопада 2023 року: тези доповіді. С. 214.

6. Сергійчик Т.В. Способи мінімізації бактеріальних інфекцій у курчат. Матеріали науково–практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ, 26-29 квітня 2022 року: тези доповіді. С. 177.

7. Сергійчик Т.В. Вирішення проблеми мікробної контамінації у пташнику. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та здобувачів освіти «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва», С. 133 (16 грудня 2021р., м. Житомир).

8. Сергійчик Т.В. Застосування пробіотиків при вирощуванні курчат-бройлерів. Матеріали науково–практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ, 14-16 травня 2024 року: тези доповіді. С. 337.

Науково-методичні рекомендації:

9. Фотіна Т.І., Сергійчик Т.В. Науково-методичні рекомендації «Розробка заходів профілактики бактеріальних хвороб у бройлерів», Суми, 2024, 25 с. (затверджені Вченою радою СНАУ, протокол № 13, від 27.01.2025 року). *(Здобувач проаналізував результати досліджень, підготував та оформив матеріали для методичних рекомендацій).*

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	17
ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1	24
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	24
1. 1 Вплив системи утримання на здоров'я птиці.....	24
1. 2 Профілактика бактеріозів у сільськогосподарської птиці	31
1. 3 Запобігання виникнення антибіотикорезистентності	34
1. 4. Роль пробіотиків у підвищенні повноцінності годування птиці	38
1. 5 Вплив пробіотиків на резистентність птиці	41
1. 6 Висновок з огляду літератури.....	46
РОЗДІЛ 2	47
МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	47
2.1 Матеріали досліджень	47
2.2 Етапи проведення досліджень	48
2.3 Методи досліджень.....	50
РОЗДІЛ 3	54
РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	54
3.1 Моніторинг факторів ризику на фермах для утримання курчат-бройлерів	54
3.2. Чутливість мікрофлори до антибіотиків, протимікробну активність пробіотику <i>B. coagulans</i> стосовно збудників бактеріальних інфекцій птиці	60
3.3 Результати дослідження властивостей <i>Bacillus coagulans</i>	65
3.4 Результати визначення складу шлунково-кишкової мікрофлори у курчат	68
3.5 Результати визначення впливу <i>B. coagulans</i> на імунокомпетентні органи курчат-бройлерів	71

3.6 Гематологічні параметри курчат-бройлерів за використання пробіотиків.....	74
3.7 Результати дослідження фізіологічних показників курчат.....	81
РОЗДІЛ 4.....	87
УЗАГАЛЬНЕННЯ, АНАЛІЗ ТА ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	87
ВИСНОВКИ	105
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	108
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	109
ДОДАТКИ.....	143

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- АЛТ – аланінамінотрансфераза
- АСТ – аспартатамінотрансфераза
- БІ – бурсальний індекс
- ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я
- ЄС – Європейський союз
- ІАЕ – та індексу адгезивності еритроцитів
- КМАФАнМ – кількість мезофільно-аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів
- КУЕ – коефіцієнта участі еритроцитів
- КУО – колонієутворювальні одиниці
- МІК – мінімальна інгібуюча концентрація
- МПА – м'ясопептонний агар
- МПБ – м'ясопептонний бульйон
- СПА – середній показник адгезії
- ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю
- ФАО – Продовольча і сільськогосподарська організація
- ФП – фагоцитарний показник
- ШКТ – шлунково-кишковий тракт
- *E. coli* - *Escherichia coli*
- ЕСІ – Європейська громадянська ініціатива
- EFSA – Європейське агентство з безпеки харчових продуктів
- ISO – Міжнародна організація по стандартизації
- *spp.* – *superspecies* (підвид)

ВСТУП

Актуальність теми. Виробництво м'яса птиці швидко збільшилось протягом останніх 40 років [137]. Попит на м'ясо зростає через збільшення населення і урбанізацію.

Виробництво бройлерів вимагає екологічного виробництва, однак при цьому максимально ефективного. Сучасне виробництво бройлерів [29, 212] потребує менше ресурсів та використання енергії, води, зайнятості сільськогосподарських угідь. Світова промисловість птахівництва розширилася, щоб забезпечити понад 72 мільярди тон м'яса курей на рік [9, 76]. Такий рівень виробництва можливий значною мірою завдяки цілеспрямованому селекційному розведенню бройлерів за продуктивними ознаками. Сучасні бройлери відрізняються швидким зростанням, низькою конверсією корму і великим виходом м'яса [14, 67]. Однак ці інтенсивні генетичні риси були пов'язані з численними проблемами добробуту, включаючи низький рівень активності, проблемами з обміном речовинами, захворюваннями кінцівок, контактного дерматиту [96].

Високий рівень смертності курчат та дорослих птахів, вибракування та зниження якості туш можуть призвести до економічних втрат для фермерів і виробників [85, 116].

У 2021 році Європейська комісія оголосила про заборону використання кліток у Європейському Союзі з 2027 року для утримання курей-несучок, бройлерів, перепілок, качок та гусей. Ці тенденції є важливими факторами, що стимулюють попит на матеріали для підстилки для птиці. Під час експлуатації ці матеріали змішуються тваринами з їх екскрементами, розсипаним кормом і пір'ям [193, 203].

Отриманий пташиний послід містить багаті та різноманітні популяції мікроорганізмів. Декілька родів патогенних бактерій, грибків і дріжджів, присутні в ньому, сприяють розвитку вторинних інфекцій і дисфункції

тварин, забруднення харчових продуктів і навколишнього середовища [94, 217].

Заборона на застосування антибіотиків в якості стимуляторів росту та профілактики бактеріальних інфекцій призвели до пошуку альтернативних засобів їх профілактики. Пробіотичні штами мікроорганізмів у терапевтичних дозах покращують ріст та розвиток тварин [13, 84].

Однак дози пробіотичних штамів повинні бути чітко визначені та підтверджені токсикологічними дослідженнями що до безпечності вказаного штаму мікроорганізму для тварин. Тому застосування кожного пробіотику повинно бути чітко обґрунтовано, та доведено його позитивний вплив на тварин. Крім того, для господарства є важливим показником не тільки здоров'я тварин а також виробничі показники, такі як приріст живої ваги та конверсія корму [2, 19].

Сучасні кроси бройлерів мають швидкий темп росту та прискорений метаболізм, тому результат застосування пробіотичних засобів можна побачити у короткий проміжок часу [131, 196].

Пробіотичні штами *Bacillus* набули популярності для використання при розведенні бройлерів з метою отримання безпечної і якісної продукції. Перевагами цих мікроорганізмів є синтез біоцидів, формування мікробіому, позитивні імунологічні та морфологічні зміни у шлунково-кишковому тракті курчат. Однак різні штами *Bacillus* мають культуральні відмінності, механізм впливу на продуктивність птиці чітко не визначений [10, 21].

Мультирезистентні бактеріальні патогени, які через застосування антибіотиків набувають резистентності є однією з найбільших проблем птахівництва. Виникає необхідність продовжити експерименти саме у напрямку підтримки виділеної мікробіоти за рахунок застосування пробіотичних штамів мікроорганізмів [108, 195].

Галузь птахівництва дуже перспективна у збільшенні продуктивності та резистентності птахів, і подальші вдосконалення продовжуються. Однак

розрив між потенціалом птахів і фактичною продуктивністю далі збільшується [119].

Існує лише кілька епідеміологічних досліджень, які використовують більш комплексний підхід, щоб виявити різні фактори ризику [38], які загрожують продуктивності та здоров'ю бройлерів, не зосереджуючи увагу лише на одному чи кількох конкретних попередньо вибраних захворюваннях чи клінічних ознаках [1].

У зв'язку переліченими проблемами виникає необхідність розробки ефективних методів профілактики бактеріальних хвороб у птахівництві.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Матеріали дисертаційної роботи є частиною комплексних наукових досліджень кафедри ветсанекспертизи, мікробіології, зоогігієни та безпеки і якості продуктів тваринництва Сумського національного аграрного університету за наступними тематичними планами науково-дослідної роботи: Науково-обґрунтована концепція заходів контролю біологічних загроз та розробка інноваційних засобів профілактики епідеміологічнозначимих хвороб тварин з метою забезпечення національної безпеки № держ. реєстр. НДР в УкрІНТЕІ 0123U104542 (2023 – 2032 р.р.).

Мета та завдання досліджень. Метою роботи було вивчення використання пробіотиків за профілактики бактеріальних хвороб птиці, як альтернатива антибіотикам.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити наступні **завдання:**

- провести моніторинг факторів ризику на фермах по утриманню курчат-бройлерів;
- визначити чутливість мікрофлори до антибіотиків та протимікробну активність пробіотику стосовно збудників бактеріальних інфекцій птиці;
- дослідити властивості пробіотичного штаму;

- визначити склад шлунково-кишкової мікрофлори у курчат-бройлерів за використання пробіотику;
- дослідити вплив *B. coagulans* на імунокомпетентні органи курчат-бройлерів;
- дослідити гематологічні параметри курчат-бройлерів за використання пробіотику;
- визначити вплив пробіотику на фізіологічні та продуктивні показники курчат.

Об'єкт дослідження – вплив пробіотику *B. coagulans* на фізіологічні, продуктивні, гематологічні показники та мікрофлору шлунково-кишкового тракту курчат-бройлерів.

Предмет дослідження – антагоністичні, імуностимулюючі, метаболічні властивості *B. coagulans*, ефективність використання пробіотику для стимуляції росту курчат-бройлерів.

Методи дослідження: мікробіологічний (дослідження властивостей *B. coagulans* та бактеріальний антагонізм); фізіологічний для визначення стану здоров'я та збереженості курчат; зоотехнічний (дослідження продуктивності курчат); патологоанатомічний (вплив на внутрішні органи курчат *B. coagulans*); гематологічний (визначення морфологічних та біохімічних показників крові курчат-бройлерів за використання пробіотику); статистичний.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна результатів досліджень полягає в тому, що вперше в Україні був застосований пробіотичний штам *B. coagulans* ALM 86 при вирощуванні курчат-бройлерів в умовах виробництва. Встановлено ефективну дозу пробіотика для покращення мікрофлори шлунково-кишкового тракту у курчат-бройлерів. Визначено антагоністичну активність *B. coagulans* ALM 86 стосовно збудників бактеріальних інфекцій птиці. Доведений позитивний вплив пробіотику на збереженість, метаболізм та продуктивність

курчат. Встановлений стимулюючого впливу *B. coagulans* ALM 86 на імунокомпетентні органи – бурсу, що дає підставу для використання *B. coagulans* в якості імуномодулятора.

Вперше в Україні запропоновано застосування *B. coagulans* в якості альтернативи антибактеріальним засобам, стимулятора імунітету та росту курчат-бройлерів.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами дисертаційного дослідження встановлений вплив пробіотиків на збереженість, імунітет та продуктивність курчат-бройлерів. На основі отриманих даних була розроблена листівка-вкладка що до застосування пробіотичного штаму *Bacillus coagulans* ALM86 для курчат-бройлерів та впроваджено у виробництво в ПП «Кронос Агро».

Результати дисертаційного дослідження ввійшли до курсу лекцій та лабораторних занять з дисципліни «Ветеринарна мікробіологія» при підготовці студентів у галузі 21 «Ветеринарія» зі спеціальності 211 – Ветеринарна медицина у Сумському національному аграрному університеті.

За результатами дисертаційного дослідження розроблені методичні рекомендації «Розробка заходів профілактики бактеріальних хвороб у бройлерів», які можуть бути використані для практичного застосування лікарів ветеринарної медицини у господарствах, та в якості додаткового наукового літературного джерела для самостійної роботи студентів, лекційних та лабораторно-практичних занять зі спеціальності 212 – Ветеринарна медицина.

Виробничу перевірку пробіотичного штаму мікроорганізмів *Bacillus coagulans* ALM86 проводили в умовах віварію факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету та у Сумтехнокарм Сумський район Сумської області Україна.

Особистий внесок здобувача. Автор приймав безпосередню участь розробці методики та виконанню лабораторних та виробничих досліджень.

Особисто проводив підбір літературних джерел та проводив інтерпретацію отриманих результатів роботи.

В результаті виконаних досліджень була визначена ефективна концентрація пробіотику для додавання до основного раціону курчатам-бройлерам з метою профілактики бактеріальних захворювань, підвищення резистентності та продуктивності. Здобувач встановив основні бактеріальні захворювання, які виникають у курчат протягом виробничого циклу і можуть призводити до втрати продуктивності та загибелі.

Автор разом з керівником підготував та опублікував наукові роботи, в яких відображені основні результати дисертаційного дослідження.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались, обговорювались та отримали схвалення на: щорічних науково-практичних конференціях викладачів, аспірантів та студентів Сумського національного аграрного університету, Суми, 2021–2025 р.; на всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених та здобувачів освіти «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва». Технологічний факультет Поліського національного університету (16 грудня 2021р., м. Житомир).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 9 наукових праць, у тому числі 1 – у науково-метричних базах (Scopus), 3 – у наукових фахових виданнях України, 4 – у матеріалах конференцій, 1 – науково-методичні рекомендації.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 108 сторінках комп'ютерного тексту, ілюстрована 9 таблицями та 6 рисунками і складається зі вступу, огляду літератури, матеріалів та методів, результатів власних досліджень, узагальнення, аналізу та обговорення отриманих результатів досліджень, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Список використаних джерел літератури включає 224 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1. 1 Вплив системи утримання на здоров'я птиці

У рамках своєї стратегії «Від ферми до столу» Європейська комісія проводить комплексну оцінку законодавства про добробут тварин, включаючи Директиву Ради 2007/43/ЄС, яка встановлює мінімальні правила захисту курей, які вирощуються для виробництва м'яса. Ця Директива наразі не застосовується до інкубаторів, господарств з менше ніж 500 курчатами, господарств лише з племінним поголів'ям та господарств із вільним вигулом. Європейська громадянська ініціатива (ECI) «покінчити з віком кліток» закликала заборонити використання (мебльованих) кліток для видів, для яких існує спеціальне законодавство ЄС (кури-несучки, свині та телята). На цьому тлі Європейська комісія звернулася до Європейського агентства з безпеки харчових продуктів (EFSA) з проханням надати незалежний погляд на захист бройлерів на різних етапах виробничого циклу [61, 111].

EFSA проводить оцінку добробуту таких категорій бройлерів: добові курчата, бройлери-плідники та бройлери для виробництва м'яса. Базуючись на існуючій літературі, звітах та експертних знаннях, цей висновок відповідає загальним умовам технічного завдання і описує системи утримання, що використовуються на даний момент для всіх категорій бройлерів, і відповідні наслідки для добробуту (виробничий стрес), а також відповідних технічних заходів. Європейська комісія також звернулася до EFSA з проханням оцінити конкретні сценарії, пов'язані з добробутом бройлерів, що швидко ростуть у пташниках, і ризик, пов'язаний з температурою повітря та підлоги, доступом до корму та води, наявним простором і якістю повітря [86, 149].

Для поголів'я бройлерів також оцінюються ризики, пов'язані з утриманням в (індивідуальних) клітках і такими практиками, як обмеження годування або каліцтва (обрізання дзьоба, видалення пальців, видалення гребінців, видалення кігтів) [76].

Щодо одностатевих курчат, оцінюються питання добробуту, пов'язані з виведенням на фермі та в інкубаторіях. Нарешті, описано оцінку технологій утримання, які є або можуть бути зібрані на бойнях для моніторингу рівня добробуту бройлерів на фермі [23].

ЄС є одним із найбільших у світі виробників м'яса птиці: щороку на м'ясо вирощується близько 6 мільярдів курчат-бройлерів, що дає 13,3 мільйона тон м'яса птиці. Загалом вирощування бройлерів у ЄС характеризується високою інтенсифікацією, при цьому більшість птахів вирощують у закритих приміщеннях, при високій щільності поголів'я та де птахів розводять для швидкого росту м'язів, і забивають у віці 28–42 днів [93].

Описано сучасні системи птахівництва (з або без виходу) та методи утримання. Для добових курчат передбачено дві системи (вирощування на фермі та виведення в інкубаторіях) [72].

Бройлерів переважно утримують підлоговим способом у пташнику з криною верандою або без неї, а також у мобільних системах із відкритим виходом. Для вирощування бройлерів застосовують кліткові системи (індивідуальні і колективні клітки). Також описані підлогові системи з піднятими планками, які називаються одноярусними, і з багатоярусними (батьківське стадо) [61, 190].

Поява, тяжкість і тривалість кожного виробничого стресу відрізняються залежно від системи утримання та категорії птиці. Із загальної кількості виробничих стресів були визначені як дуже актуальні для одностатевих курчат: «холодовий стрес», «тривалий голод», «тривала спрага», «переносний стрес», «проблеми з відпочинком», «розлади шлунку» та «сенсорна недостатня або надмірна стимуляція». Як для курчат-бройлерів,

так і для систем розведення бройлерів шість виробничих стресів були визначені як дуже відповідні: «проблеми з відпочинком», «груповий стрес», «недостатність комфорту», «проблема з кормом», «обмеження рухів», «пошкодження м'яких тканин і покривів». У системах розведення бройлерів порівняно з системами вирощування курчат-бройлерів було виявлено додаткові шість дуже релевантних факторів: «стрес ізоляції», «тривалий голод», «тривала спрага», «ураження кісток», «переживання стресу» та «нездатність уникнути небажаного статевого акту». Крім того, чотири наслідки порушення утримання вважалися значущими для курчат-бройлерів: «холодовий стрес», «тепловий стрес», «розлади опорно-рухового апарату» та «шлунково-кишкові розлади» [64].

Було виявлено широкий спектр небезпек для різних систем утримання, які зараз використовуються. Основними небезпеками, які призводять до зниження добробуту бройлерів, є: генетичний відбір для швидкого зростання, висока щільність посадки, відсутність або низька якість підстилки, занадто висока температура, відсутність або не оптимально сконструйовані сідала та не оптимальне управління освітленням. Описано потенційні запобіжні та коригувальні заходи щодо небезпеки та заходи пом'якшення для кожної технології. Висока щільність посадки призводить до багатьох виробничих стресів, що впливають на смертність на фермі, температурний дискомфорт, порушення опорно-рухового апарату, нездатність здійснювати комфортну поведінку, нездатність виконувати пошук їжі та дослідницьку поведінку, а також збільшення пошкодження м'яких тканин і покривів [85].

Через високу щільність посадки знижується можливість рухової активності [102].

Підстилка завжди повинна бути суха та пухка. Для утримання птиці рекомендується використання критої веранди та створення мобільних конструкцій з пандусами [62].

Якість повітря в пташнику для бройлерів визначається складною взаємодією між такими факторами, як вентиляція, щільність поголів'я, якість підстилки, а також вік і стан здоров'я птахів. Аміак не повинен перевищувати 15 мг/л. Через відсутність доказів не можна дати конкретних рекомендацій щодо вуглекислого газу і пилу. Курчата-бройлери повинні мати легкий доступ до систем годівлі та напування. Навколишнє середовище має бути освітлене щонайменше 20 люксами, а функціональні зони відпочинку (наприклад, темні брудери) повинні пропонувати інтенсивність до 0,5 люкс [2, 69].

Курчатам слід забезпечити 23 години світла до третьої доби життя з поступовим зменшенням світлового періоду до 16–17 годин на сьому добу. У системах із відкритим доступом та/або критими верандами є докази того, що денне світло має позитивний вплив на активність бройлерів. Крита веранда рекомендована для всіх категорій птахів, тоді як відкритий майданчик вважається особливо корисним у поєднанні з критою верандою. Якщо передбачено відкритий майданчик, слід передбачити природну рослинність (наприклад, траву, кущі та дерева для укриття), причому щонайменше 70% майданчика має бути покрито рослинністю, 50 % з яких повинні складати дерева та кущі [104].

Такі каліцтва, як підстригання дзьоба, видалення пальців/кігтів і дублювання гребінця, широко проводяться в ЄС на курчатах, призначених для розведення бройлерів, щоб запобігти пошкодженню м'яких тканин і покривів, спричиненому травмованим клюванням і під час занадто частого спаровування. Запобігати каліцтва птиці.

Розкльовування, рани й подряпини, нанесені самцями самкам під час спаровування можна певною мірою запобігти, якщо умови утримання є відповідними. З цією метою можна застосовувати регулярний моніторинг стану тіла самок і впровадження методів управління, щоб уникнути травмування під час парування. [35, 80].

Селекційне розведення традиційно зосереджувалося на таких економічних характеристиках, як висока швидкість росту, що призводило до значних проблем із добробутом, таких як порушення опорно-рухового апарату, що зменшувало здатність курчат-бройлерів ходити, що, у свою чергу, погіршувало доступ до корму та води.

Селекція у самців призвела до надмірного парувального потягу та агресії, що спричинює пошкодження пір'я та шкіри у самок. Крім того, високий темп росту робить необхідним обмеження корму (що призводить до тривалого голоду) при розведенні бройлерів. Рекомендується відбір міцніших порід із покращеними здібностями справлятися з інтенсивними системами утримання, або використання гібридів із повільним зростанням [4].

Для покращення добробуту курчат-бройлерів необхідно застосувати наступні рекомендації: обмеження швидкості росту (максимум 50 г/добу), зниження щільності посадки до максимум 11 кг/м², забезпечення сухою та пухкою підстилкою. у будь-який час, а також забезпечення критою верандою, доступною з 2-тижневого віку для бройлерів, а також надання піднятих платформ, темних брудерів для одноденних курчат і несучок. Також рекомендується уникати будь-яких форм каліцтва, обмеження годівлі та використання кліток у вирощуванні бройлерів [65].

У контексті оцінки добробуту тварин наукова література про добробут курей часто посилається на поведінкові потреби та переваги курей. Ці терміни були визначені [174] і використовуються як такі в цьому науковому висновку. Поведінкова потреба пов'язана з поведінкою, яка є частиною природного репертуару і в основному мотивується внутрішніми причинними факторами. Птахи намагатимуться виконувати таку поведінку навіть за відсутності оптимального середовища чи необхідних ресурсів. Наприклад, виконання «фіктивного» очищення від пилу на щільній підлозі за відсутності бажаної підстилки є прикладом «поведінкової потреби». Поведінкові переваги вказують на відносний результат, коли птаху було

надано вибір (наприклад, вибір між різними субстратами для пошуку їжі, гніздування чи купання пилом [208].

Традиційно курчата бройлерів виводяться в інкубаційному цеху. Після 18 діб інкубації яйця зазвичай переносять у інкубаційні лотки в інкубаційній камері. Температура та вологість у камерах інкубації регулюються, щоб забезпечити оптимальні умови для виведення [178]. Час вилуплення розподіляється по «вікну виведення», як правило, 24–48 годин [40, 199, 209], що залежить, наприклад, від віку батьків, поголів'я, поводження з яйцями, час зберігання яєць та умови інкубації [54].

Під час періоду вилуплення, тобто ембріональних 18–21діб, курчата піддаються дезінфекції, високому рівню пилу, патогенів і шуму, а також часто безперервній темряві [17, 141].

Після вилуплення курчат забирають із інкубаційної камери в лотках і проходять низку інкубаційних процедур, у тому числі відокремлення курчат від яєчної шкаралупи та сміття, сортування курчат другого сорту, вакцинацію, остаточне визначення статі (зазвичай лише для повільно зростаючих гібридів і розплідників). Курчат-бройлерів також не можна піддавати каліцтву (наприклад, обрізання дзьоба, обрізання пальців на ногах) [103].

Розділення та подальша обробка зазвичай здійснюються автоматизованими системами та включають ролики та високошвидкісні конвеєрні стрічки, які транспортують курчат через інкубаційний цех. Після інкубаційних процедур курчата-бройлери піддаються періоду очікування, найчастіше без доступу до корму та води, перш ніж їх завантажують на вантажівку та транспортують до бройлерної ферми, де їх вивантажують і поміщають у пташник. Транспортування є значним стресовим фактором для добових курчат [105].

Будь-які невилуплені курчата знищуються після виймання лотків з інкубаційних камер і відділення курчат від яєчної шкаралупи [63, 103].

При традиційному методі виведення курчата не отримують корму та води до розміщення на бройлерній фермі, за винятком випадків, коли їх відправляють на тривале транспортування.

Крім того, час, проведений у інкубаторі після виведення, час, необхідний для процедур інкубації, і тривалість транспортування додають до періоду позбавлення, який загалом може тривати до 72 годин після виведення [66]. Максимальна тривалість часу, протягом якого курча, що вилупилося, наразі дозволяється позбавляти корму та води відповідно до європейського законодавства (Регламент Ради (ЄС) № 1/2005 6).

Щоб запобігти нестачі корму та води курчатам після виведення, протягом останніх років були розроблені системи, згідно з якими курчатам надають корм і воду в інкубаційному цеху відразу після виведення. У цих системах корм і вода або напіввологий корм і світло подаються в інкубатор [189].

Молоді курчата в перші дні поведуться як пойкилотермні, що означає, що вони залежать від зовнішніх умов, щоб підтримувати температуру свого тіла на бажаному рівні. Тому необхідна відповідна ефективна температура [65].

Якщо температура тіла курки падає, вона стає неактивною (млявою) і лягає, що ще більше прискорює переохолодження [145]. У холодних приміщеннях курчата будуть збиваються у зграї і гірше споживати корм і воду, що призведе до зневоднення та голодування. Крім того, ці курчата також будуть більш сприйнятливими до інфекцій, а при тривалому впливі це призводить до підвищення ризику смертності, особливо протягом першого тижня [104].

Тому виникає необхідність застосування максимально комфортних систем утримання для курчат-бройлерів для зниження ризику виникнення бактеріальних та вірусних інфекцій у господарстві.

1. 2 Профілактика бактеріозів у сільськогосподарської птиці

Промислове птахівництва прагне знайти нові методи боротьби з інфекцією птахів. Протягом першого тижня рівень смертності птахів зростає через кілька бактеріальних інфекцій приблизно десяти видів бактерій, особливо колісептицемії. Це впливає на продуктивність стада, однорідність і придатність до забою через хронічні інфекції. *Escherichia coli* викликає різні синдроми захворювань у свійської птиці, включаючи інфекцію жовткового мішка (омфаліт), інфекцію дихальних шляхів і септицемію [162, 194].

Інфекції *E. coli* у новонародженої птиці характеризуються септицемією. Гостра септицемія може спричинити смерть, тоді як підгостра форма може характеризуватися перикардитом, аеросакулітом і перигепатитом. Багато ізолятів *E. coli* зазвичай виділяють у курчат-бройлерів на птахофермах як серогрупи O 1 , O 2 та O 78 [71, 95].

Промислове птахівництво залежить від вирощування птахів у великих кількостях при високій щільності посадки, особливо в системах виробництва бройлерів. Європейськими стандартами визначено, що коли щоденні кумулятивні показники смертності занадто високі, фермер повинен зменшити кількість курчат-бройлерів у наступному циклі [217].

Однак через дуже інтенсивні системи вирощування з високою щільністю посадки у пташниках інфекційні захворювання неминучі. Отже, мінімізація загибелі курчат має вирішальне значення для отримання прибутку в наступних циклах.

Примітно, що перший тиждень життя для пташеняти дуже важливий, оскільки в цей період все його життя трансформується. Починаючи з умовного життя в інкубаційному цеху, вони переходять до самостійного життя у пташнику, де їм доводиться пристосовуватися до нового корму, води, терморегуляції, конкуренції та водночас боротися з інфекціями [42, 183].

Оскільки імунна система курчат ще не повністю розвинена після вилуплення [180] вони сприйнятливі до різних інфекцій, включаючи бактеріальні, вірусні та паразитарні. Бактеріальні захворювання в усьому світі спричиняють величезні економічні збитки для птахівництва [147].

Інфекції, спричинені патогенними бактеріями, особливо протягом першого тижня життя птахів, призводять до значної смертності, зниження продуктивності та неоднорідності стада. Це призводить до економічних втрат для виробників [91].

Використання профілактичних сульфаніламідів і антибіотиків, що стимулюють ріст, протягом тривалого часу було профілактичною стратегією проти поточних проблем. Однак різні проблеми охорони здоров'я, такі як поява стійких до антибіотиків бактерій у навколишньому середовищі та залишків антибіотиків у їжі, викликали питання щодо цієї практики [26, 139].

Патогенні ізоляти *E. coli* були класифіковані на кишкову паличку патогенну або позакишкову патогенну (ExPEC) залежно від локалізації інфекції. Кишкова паличка включає ентеропатогенну, ентеротоксигенну, ентероінвазивну, ентерогеморагічну та ентероагрегаційну [52].

Дослідження Russo та колег визначили кілька ознак для класифікації трьох типів ExPEC, включаючи патогенну *E. coli* для птахів (APEC), *E. coli* при неонатальному менінгіті та уропатогенну *E. coli* [177].

Ewers та колеги (2003) повідомили, що патогенність *E. coli* загалом посилюється або ініціюється декількома факторами впливу: факторами навколишнього середовища, вірусними інфекціями, мікоплазмовими інфекціями та пригніченням імунітету [77, 78].

Як правило, молоді птахи більш сприйнятливі до важких інфекцій, ніж дорослі. Горизонтальне інфікування *E. coli* відбуваються при контакті з іншими птахами, крім фекального та орального шляхів [172].

З іншого боку, повідомляється про вертикальну передачу кишкової палички через забруднення яєчної шкаралупи [150].

Подібно до кишкової палички, сальмонели спричиняють ентеротоксемію та септицемію у щойно вилупилися курчат, викликаючи збільшення смертності, що спричиняє економічні втрати для птахівництва [121, 217].

Незважаючи на дефіцит досліджень, Kemmett та колеги повідомили про значний внесок *E. coli* у смертність курчат протягом перших 48-72 годин після розміщення. Повідомляється що приблизно 70 % мертвих курчат мали ознаки колібактеріозу, а в ізолятах кишкової палички було ідентифіковано тридцять різних профілів вірулентності [185].

В іншому дослідженні на 48 стадах несучок середня смертність становила близько 1,4 %. Більше половини поголів'я показали загибель у перший тиждень через ураження *Salmonella* [47].

Salmonella є наступним за частотою виділенням патогеном, який викликає запалення жовткового міхура і високу летальність серед курчат-бройлерів і несучок. Також виділяють ще багато інших видів бактерій таких як *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Enterococcus*, *Corynebacterium*, *Citrobacter*, *Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Micrococcus*, *Yersinia*, *Enterobacter*, *Aerobacter*, *Achromobacter* і *Alcaligenes*, що призводять до низки економічних втрат [122].

E. coli та *Enterococcus faecalis* були найбільш часто ізольованими мікроорганізмами від курчат. У дослідженні, проведеному в Ефіопії протягом 2013 року у 33,1 % летальність була переважно серед курчат віком від трьох до п'яти діб [152].

E. coli було виділено як найпоширенішу бактерію яка призводить до високого рівня загибелі птиці, за нею слідує *Staphylococcus aureus* [12]. Крім того, Raі повідомив, що запалення жовткового міхура є найпоширенішою причиною загибелі курчат. У різних звітах зроблено висновок, що захворюваність на запалення жовткового міхура коливалася від 5,1 до 20,7 %,

а смертність досягала 31,5 % [163]. Також Karunaratna та ін. (2017) повідомили про захворюваність *Enterococcus* (29,71 %) та *E. coli* (19,46 %), виділених із мертвих курячих ембріонів під час інкубації [118].

Хоча в минулому застосування антибіотиків з метою профілактики використовувалися для контролю смертності, пов'язаної з бактеріальними інфекціями новонародженої птиці, промислове птахівництво шукає альтернативи. Це пояснюється виникненням бактерій стійких до антибіотиків [148].

Незважаючи на величезний і швидкий розвиток технологій вакцин проти поширених інфекційних хвороб курчат, досі не існує альтернативних антимікробних засобів для запобігання бактеріальним інфекціям новонароджених курчат. Незодавні дослідження підтвердили корисність пробіотиків для покращення здоров'я новонародженої птиці.

1. 3 Запобігання виникнення антибіотикорезистентності

Свійська птиця залишається одним із найважливіших резервуарів для зоонозних патогенів із множинною лікарською стійкістю. Глобальне зростання антимікробної резистентності грамнегативних бактерій викликає обґрунтоване занепокоєння та вимагає посиленого нагляду [143].

Свійська птиця та продукти з неї вважаються джерелом передачі патогенних бактерій, таких як серовари *Salmonella*, *Escherichia coli* та *Klebsiella spp.* які викликають у людей харчові інфекції [15, 99].

У м'ясі птиці частіше, ніж у всіх інших видах м'яса, реєстрували поширеність *E. coli* з високою антибіотикорезистентністю [166].

В-лактамази розширеного спектру дії (ESBLs) – це кодовані плазмідами ферменти, виявлені в грамнегативних бактеріях, особливо в *Enterobacteriaceae*, які надають стійкість до цефалоспоринів першого, другого та третього поколінь, тоді як вони інгібуються клавулановою кислотою [31, 167,181].

Enterobacteriaceae, що продукують β -лактамази, є патогенами як для домашньої птиці, так і у людей [156]. Багато продуцентів β -лактамази додатково мультирезистентні до не β -лактамних антибіотиків, включаючи фторхінолони, аміноглікозиди, триметоприм, тетрацикліни, сульфаніламідни та хлорамфеніколи [117, 134].

Стійкість до цефалоспоринів опосередковується β -лактамазами ампіцилінами класу C (β -лактамази) і кодується генами *bla_{CMY}* [81, 82].

Карбапенемами все ще залишаються препаратами вибору для лікування інфекцій у людей, викликаних ентеробактеріями, що продукують β -лактамази, [219]. Їх все більш широке використання підвищує ймовірність розвитку резистентності до карбапенемів серед ентеробактерій [151, 158].

Співіснування кількох генів β -лактамази і карбапенемази, а також інших детермінант стійкості до антибіотиків на мобільних елементах викликає серйозне занепокоєння, що може призвести до появи мікроорганізмів зі стійкістю до всіх антибіотиків [110, 159].

Більшість генів, що кодують β -лактамази, у бактеріях, що представляють клінічний інтерес, розташовані на плазмідах [35]. Ці плазмідни також можуть нести гени, що кодують стійкість до інших класів ліків, включаючи аміноглікозиди та фторхінолони [157]. Передача генів β -лактамази може відбуватися або шляхом появи бактеріальних клонів, або шляхом горизонтального перенесення генів. В останньому випадку плазмідни, що містять гени стійкості, поширюються між бактеріями [160].

Колістин нещодавно привернув увагу як антибіотик останнього заходу для лікування інфекцій, спричинених грамнегативними бактеріями, стійкими до множинних лікарських засобів. У ветеринарній практиці колістин є препаратом вибору для лікування інфекцій травного тракту, викликаних *E. coli* у продуктивних тварин [197].

Нераціональне використання колістину у ветеринарній практиці може бути основною причиною зростання резистентності до нього. Нещодавна

поява резистентності до колістину викликала велике занепокоєння [25, 92], і резистентність, пов'язана з плазмідним геном *mcr-1*, була виявлена у всьому світі у *Enterobacteriaceae* [130].

У деяких країнах антимікробні препарати використовуються в птахівництві для лікування хворих тварин, профілактики захворювань і стимулювання росту [175, 216].

Інфекції викликані патогенною *E. coli* вважаються одними з найсерйозніших захворювань, що призводять до економічних втрат у птахівництві [198].

Деякі з антибіотиків, такі як тетрациклін, хінолони та бета-лактами, все ще використовуються для нетерапевтичних цілей у багатьох країнах світу [210].

Таке неправильне використання антимікробних препаратів призводить до швидкого відбору мультирезистентних штамів *Enterobacteriaceae* у домашньої птиці та відіграє ключову роль у поширенні стійких до антибіотиків бактерій по харчовому ланцюгу до людей [51, 142].

В останні роки мас-спектрометрія з матрицею лазерної десорбції/іонізації (MALDI-TOF MS) була застосована як широкодіапазонний метод ідентифікації бактерій [49].

У сальмонел, отриманих від людини, виявлено високу стійкість до ампіциліну, сульфаніламідів і тетрациклінів, тоді як стійкість до цефалоспоринів третього покоління була низькою [75, 201].

У ізолятах *Salmonella* та *E. coli* від бройлерів, індичок на відгодівлі була виявлена резистентність до ампіциліну, (фтор)хінолонів, тетрациклінів і сульфаніламідів часто була високою, тоді як до цефалоспоринів третього покоління низькою [3, 88, 169].

Стійкість до колістину спостерігалася у *Salmonella* та *E. coli* отриманих від птиці, а також у *Salmonella* від людей [8, 24].

У *Campylobacter*, які були отримані від бройлерів спостерігали резистентність до ципрофлоксацину і тетрациклінів від високої до надзвичайно високої, тоді як стійкість до еритроміцину була від низької до помірної [41, 170].

Загалом від низьких до дуже низьких рівнів «мікробіологічної» комбінованої резистентності до критично важливих протимікробних препаратів спостерігати у *Salmonella spp.*, *Campylobacter jejuni* та *E. coli* отриманих від домашньої птиці. Подібні результати були зроблені в ізолятах від людей, за винятком серовару *Salmonella Kentucky* [41, 59].

Що стосується тенденцій, то цікаво, що деякі країни-члени, які вже впроваджують національну програму контролю антимікробної стійкості у харчових тварин, зареєстрували тенденції до зниження стійкості, тоді як інші країни-члени повідомляли про відносно стабільну або зростаючу резистентність індикаторних ізолятів *E. coli* отриманих від бройлерів між 2021 і 2022 роками [94, 188].

Для ізолятів сальмонели отриманої від людей у період 2021–2022 рр. у більшій кількості країн спостерігається тенденція до зниження резистентності до ампіциліну. Щодо ізолятів *Campylobacter* отриманої від людини, у більшій кількості країн спостерігалася тенденція до підвищення резистентності до ципрофлоксацину та тетрацикліну, ніж у країнах із тенденцією до зниження за той самий період [75, 120].

Системи мікрочіпів є добре зарекомендували себе інструментами для швидкої генотипічної характеристики бактерій та ідентифікації резистентності та детермінант, пов'язаних з вірулентністю [140]. Результати можна отримати в одному експерименті з економією часу та грошей [32, 67].

Метод мікророзведення бульйону виявився простим і надійним методом визначення мінімальної інгібуючої концентрації (МІК) антибіотиків і може бути використаний як альтернативний метод дифузійному тесту в агарі [27, 136]

Доведено, що використання швидкого молекулярного аналізу як альтернативи фенотиповому виявленню є ефективним варіантом визначення антибіотикорезистентності до антимікробних агентів, які часто застосовуються у птахівництві [153].

Наближення до критичної ситуації, коли у мікроорганізмів може виникнути резистентність до всіх антибіотиків вимагає пошуку нових альтернативних методів профілактики бактеріальних інфекцій у бройлерів.

1. 4. Роль пробіотиків у підвищенні повноцінності годування птиці

Оскільки використання антибіотиків зменшується через такі занепокоєння, як поява стійких до антибіотиків бактерій, альтернативні стратегії стали цінними для контролю інфекцій [5, 18, 52,].

Пробіотики вводять до раціону свійської птиці, щоб потенційно збільшити споживання корму та збереження поживних речовин [70, 90]. Багато з них виявилися дуже корисними, викликаючи позитивний вплив на морфологію ШКТ, популяції мікроорганізмів, засвоєння поживних речовин, функцію кишкового бар'єру, антиоксидантну здатність, апоптоз та імунні відповіді, зрештою сприяючи здоров'ю і продуктивності бройлерів [172, 182].

Ефективність використання пробіотиків для домашньої птиці та тварин напряду впливає на споживання корму, збільшення маси тіла, коефіцієнта конверсії корму. Також позитивними показниками є зменшення частоти захворюваності та смертності під час певних критичних фаз виробництва, таких як дієтичний стрес (зміна дієти, раціонів, багатих концентратами) і стрес здоров'я (наприклад, щільність тварин та інші фактори) [119, 154].

Застосування пробіотиків призвело до збільшення сироваткового білка, альбуміну, зниження загального холестерину в сироватці крові та тригліцеридів у бройлерів [164, 218]. Після введення пробіотиків бройлерам

спостерігалось зниження вмісту холестерину та жиру в м'ясі грудей і стегон [108, 168].

Додаткові дослідження повідомляють про підвищений вміст жирних кислот у м'ясі бройлерів і більш високий рівень вітаміну Е та інших поживних речовин [186, 200]. Доступ до пасовища або комах також може сприяти органолептичній якості продукту, що може вплинути на ринкову цінність продукції птахівництва, вирощеного на пасовищі та на вільному вигулі [100, 176].

Наприклад, команда дослідників повідомила про покращення коверсії корму, продуктивності, ваги яєць, товщини шкаралупи, кольору яєчного жовтка, підвищення резистентності [11, 198].

Додавання пробіотиків у раціони тварин, які вирощуються на вільному вигулі та на пасовищах, має потенціал не лише покращити виробництво та органолептичну якість птиці та продуктів з неї, але й зменшити екологічний тягар від вирощування птиці. Таким чином, збереження дієтичних поживних речовин за допомогою пробіотичних добавок є потенційною можливістю покращити продуктивність росту та зменшити навантаження на навколишнє середовище від виробництва птиці [114].

Однією з основних проблем сільськогосподарського виробництва, наприклад птахівництва, є в ґрунті та водоймах фосфору, калію та азоту [56].

Основною причиною, через яку птахівництво сприяє вимиванню фосфору, є заміна доступного фосфору фітатом. Фітат — фітохімічна речовина, яка зв'язує фосфор, роблячи його недоступним для тварини; таким чином, існує значний інтерес до використання мікробного ферменту фітази для отримання доступного фосфору [124]. Додавання пробіотиків до раціону птиці продемонструвало механізм розпаду фітату. Завдяки включенню рекомбінантних культур *Lactobacillus* у раціони птиці, бройлери відчули покращений приріст ваги, що призвело до зниження витрат виробництва та впливу на навколишнє середовище [19].

У деяких випадках використання пробіотичних добавок знизило кількість азоту у стічних водах, що потенційно означає підвищення ефективності споживання корму та зниження потреби в азоті в раціонах, що призводить до зменшення вилуговування азоту [16, 173].

Пробіотики не тільки здатні знижувати потребу в поживних речовинах шляхом покращення використання азоту та фосфору, але деякі пробіотики також продемонстрували значний імуномодулюючий потенціал [34, 48].

Захист від патогенів і полегшення травлення та використання поживних речовин можна вирішити шляхом модуляції імунної відповіді [171]. Цих переваг можна досягти шляхом посилення вродженого та набутого імунітету свійської птиці. Зокрема, Swaggerty та його колеги (2019) припускають, що вплив на вроджений імунітет шляхом модуляції проліферації макрофагів, гетерофілів і лімфоцитів типу В1 є більш вигідним, ніж стимуляція набутого імунітету [192]. Однак необхідні додаткові дослідження, щоб окреслити такі відмінності.

Раніше щотижневе пероральне введення молочнокислих бактерій, таких як *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus reuteri* та *Lactobacillus salivarius*, комерційним курчатам-бройлерам призводило до покращення імунітету, опосередкованого антитілами та клітинами. Після імунізації птахів еритроцитами барана, гемоціаніном лімпета, вакциною проти вірусу хвороби Ньюкасла та вакциною проти вірусу інфекційної бурсальної хвороби у віці 14 і 21 день, додавання *L. reuteri* було ефективним. здатні модулювати імунну систему курчат, тоді як *L. acidophilus* і *L. salivarius* не були такими. Було встановлено, що пероральне введення бройлерам пробіотиків стимулює імунну систему, але вони можуть відрізнятися за своєю здатністю модулювати імунну відповідь [34].

Пробіотики продемонстрували сприятливий вплив на імунну систему для контролю запалення у птиці шляхом взаємодії з епітеліальними та імунними клітинами кишечника.

Щоб відібрати штами для потенційного використання як пробіотиків, імуномодуючі властивості були перевірені *in vitro*, щоб визначити їхню здатність виживати в кислих умовах (рН 2,5) і жовчних солях (0,1-1,0%), зменшити 6 патогенів і дотримуватися Сасо -2 клітини.

Згодом було відібрано шість штамів лабораторних бактерій зі скринінгу *in vitro*. Три з цих штамів (*Lactobacillus plantarum* PZ01, *L. salivarius* JM32 і *Pediococcus acidilactici* JH231) знижували рівні індукованого ліпополісахаридом TNF- α фактора, IL-1 β , IL-6 та IL-12 і підвищували IL-10 у сироватці *in vivo* під час зараження *Salmonella* у бройлерів [79].

Крім того, оцінювали вплив 4 пробіотиків (штамів *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus* і *Pediococcus*) на бройлерів. Бройлери, які вирощувалися звичайними способами, отримували основну дієту з кукурудзи та сої з пробіотиками або без них. Ті бройлери, яких годували раціонами з додаванням пробіотичної суміші в корм або воду, продемонстрували значно вищу специфічну активність двох гліколітичних ферментів, пов'язаних із модуляцією кишечника та імунною стимуляцією, α -галактозидази та β -галактозидази, порівняно з тими, яких годували контрольними раціонами та раціонами з антибіотиками [144].

Підводячи підсумок, більшість із цих переваг пов'язані з гіпотетичною модифікацією кишкової екосистеми, яка часто давала дуже різноманітні результати в дослідженнях. Значна частина впливу залежить від кількох параметрів, включаючи штами мікроорганізмів, що використовуються, концентрацію пробіотиків у кормі, взаємодію пробіотиків з окремими компонентами раціону, взаємодію з місцевою мікробіотою, вік птиці, а також стан харчування та здоров'я птиці.

1. 5 Вплив пробіотиків на резистентність птиці

В даний час зростає інтерес до використання замінників антибіотиків у годівлі птиці. Серед замінників пробіотики привернули більше уваги

дієтологів з птахівництва. При введенні в достатніх кількостях пробіотики можуть надавати переваги для здоров'я організму, підтримуючи мікробний баланс у кишечнику та покращуючи роботу кишечника [50, 191]. Результати досліджень доводять кореляцію між видовим складом мікрофлори пташника та віком курчат [83].

Дослідженнями G.R. Gibson встановлено, що живі пробіотичні штами мікроорганізмів у терапевтичних дозах покращують продуктивні якості тварин. У дослідженнях зазначається, що дози пробіотичних штамів повинні бути чітко визначені та підтверджені токсикологічними дослідженнями щодо безпечності вказаного штаму мікроорганізму для тварин. Тому застосування кожного пробіотику повинно бути чітко обґрунтовано, та доведено його позитивний вплив на тварин [93].

Крім того, для господарства є важливим показником не тільки здоров'я тварин, а також виробничі показники, такі як приріст живої ваги та конверсія корму [87]. Сучасні кроси бройлерів мають швидкий темп росту та прискорений метаболізм, тому результат застосування пробіотичних засобів можна побачити у короткий проміжок часу.

Дослідженнями A. Grant встановлено, що пробіотичні штами *Bacillus* набули популярності для використання при розведенні бройлерів з метою отримання безпечної і якісної продукції. Перевагами цих мікроорганізмів є синтез біоцидів, формування мікробіому, позитивні імунологічні та морфологічні зміни у шлунково-кишковому тракті курчат. Однак різні штами *Bacillus* мають культуральні відмінності, механізм впливу на продуктивність птиці чітко не визначений [97].

Дослідники J.M. Ngunjiri та колеги встановили пряму залежність між корисною та патогенною мікрофлорою в кишечнику та легенях на всіх виробничих етапах вирощування курчат. Науковці вважають, що розвитком цього дослідження може бути розробка ефективного методу, заснованого на втручання у мікробіом, для покращення продуктивності та контролю

захворювання у птиці. Мультирезистентні бактеріальні патогени, які через застосування антибіотиків набувають резистентності є однією з найбільших проблем птахівництва [146].

Було досліджено більше двох тисяч зразків з різних господарств по вирощуванню бройлерів. Була визначена за допомогою секвенування гена 16S рРНК базова бактеріальна мікрофлора – *Lactobacillus*. Дослідники вважають, що необхідно продовжити експерименти саме у напрямку підтримки виділеної мікробіоти за рахунок застосування пробіотичних штамів мікроорганізмів [116].

Дослідженнями [212] було встановлено, що за застосування *Bacillus coagulans* у птиці, яка була уражена некротичним ентеритом, знизився рівень *C. perfringens*. Застосування пробіотику бройлерів вплинуло позитивно на продуктивні показники, та підвищення активності лужної фосфатази. Експериментом було обмежено застосуванням одного патогенного мікроорганізму – *Clostridium perfringens*, тому є необхідність розширити спектр ймовірної антимікробної активності *B coagulans*.

Науковці [179] дійшли висновку, що *B. coagulans* відновлює корисну мікрофлору в кишечнику людини та зменшує кількість Enterobacteriaceae у товстій кишці. Однак невизначений вплив *B. coagulans* на мікробіом тонкого кишечника та можливі морфологічні зміни. В дослідженнях С. Liu вказано, що *B. coagulans* в раціоні птиці позитивно вплинув на обмін білка та інших метаболітів [132]. Не проводились в роботі дослідження стосовно впливу пробіотику на імунрокомпетентні органи птиці.

Результати досліджень W. Zheng показують, що *B. coagulans* показав високі якості як пробіотик Дослідники пропонують його використовувати для тваринництва в якості замітника стимуляторів росту та кормових антибіотиків [222].

Крім того, *B. coagulans* проявив низький рівень гострої та хронічної токсичності. Виникає необхідність проведення дослідження в цьому

напрямку для встановлення ефективності впровадження *B. coagulans* у тваринництві. Додавання пробіотиків до основного раціону виявляється покращує продуктивність росту, якість м'яса та гуморальний імунітет, а також зменшуючи виділення патогенних мікробів.

Дослідники [125, 205] у роботі вирішували питання можливості використання багатокомпонентних пробіотиків для покращення метаболізму у тварин. Робота [22] доводить, що пробіотики ефективно захищають кишкові епітеліальні клітини бройлерів від харчової інтоксикації. Крім того, у дослідження [43] доводять ефективність протимікробної дії пробіотиків відносно *Salmonella enterica* у курчат-бройлерів. Залишається не з'ясованими питання механізму впливу на метаболізм організму курчат.

Дослідженнями [196] встановлено, що пробіотичні та пребіотичні добавки матері під час вагітності позитивно впливають на регуляцію розвитку нервової системи та імунітету плода. Однак потрібні детальні дослідження, що до мікробних метаболітів, які беруть участь у регулюванні розвитку органів плода. Дослідженнями [187] доведено, що застосування пробіотику сприяє відновленню молочної продуктивності та нормалізації метабоічних процесів, пов'язаних із кетозом. Однак залишається не з'ясованим вплив пробіотиків на відновлення лактації.

Пробіотики вважаються корисними для шлунково-кишкового тракту в якості альтернативи антибіотикам [123]. Мікрофлора кишечника відіграє важливу роль у засвоєнні органічних речовин. Бактерії виробляють специфічні амінокислоти, які регулюють імунітет господаря, склад мікрофлори та метаболізм. Отримані нові дані [46] показують, що синбіотики, пробіотики, та фітохімічні речовини сприяють мобілізації амінокислот кишковою мікрофлорою.

Науковці [2] визнають пробіотики як живу мікробну кормову добавку, яка є корисною для здоров'я тварин.

В якості пробіотичного штаму, який виробляє в процесі метаболізму молочну кислоту у тваринництві використовують *Bacillus coagulans* [133]. Спори *B. coagulans* дуже витривалі, активуються у шлунку, а ростуть та розмножуються у кишечнику тварини [213]. В роботі [20] встановлено, що *B. coagulans* можуть замінювати молочнокислі бактерії у кишечнику. В роботі [184] доведено, що синбіотичні добавки з *B. coagulans* зменшували синдром подразненого кишечника у мишей. Отриманий результат [207] доводить, що *Bacillus coagulans* TL3 пригнічує розмноження шкідливих бактерій у кишечнику щурів. Дослідження [220] довели, що застосування бройлерам *B. coagulans* сприяло збільшенню маси тіла, покращенню антиоксидантного статусу та імунітету.

Однак недостатньо даних що до впливу *B. coagulans* на мікрофлору кишечника, фізіологічні показники, метаболізм, та розвиток рубця у молочних телят. Крім того, різні штами *B. coagulans* мають певні відмінності властивостях та результаті впливу на організм тварин.

Щодо появи резистентності до антибіотиків у тваринництві птахівники звернулися до нових рішень для підтримки добробуту тварин без впливу на параметри продуктивності. Протягом останніх років дослідники розглядають можливість використання пробіотиків як кормових добавок у годівлі птиці.

Пробіотики зазвичай визначаються як «живі мікроорганізми, які при введенні в адекватних кількостях сприяють здоров'ю господаря» [106]. У 2002 році Робоча група ФАО/ВООЗ Організації Об'єднаних Націй створила нові рекомендації щодо розробки та оцінки пробіотиків, що містяться в харчових продуктах. Вони є прийнятною та економічно ефективною альтернативою антибіотикам.

1. 6 Висновок з огляду літератури

Профілактика бактеріальних інфекцій, які можуть бути шкідливими для здоров'я птиці, є важливою відповідальністю в управлінні птахівництвом. Виробники, ветеринарні лікарі та менеджери працюють разом над розробкою протоколів із застосуванням суворих заходів біозахисту для запобігання занесенню інфекцій на різних етапах виробничого циклу.

Протягом багатьох років антибіотики використовувалися у птахівництві для запобігання бактеріальним інфекціям, таким як, сальмонельоз, колибактеріоз і некротичний ентерит. Антибіотичні стимулятори росту були застосовані в 1940-х роках, коли було виявлено, що згодовування висушеного міцелію *Streptomyces aureofaciens*, що містить залишки хлортетрацикліну, покращує ріст тварин. Однак використання антибіотиків зменшується через появу стійких до антибіотиків бактерій. Продовольча та сільськогосподарська організація та Всесвітня організація охорони здоров'я разом визначили пробіотики як «живі мікроорганізми, які приносять користь здоров'ю господаря». Кілька мікроорганізмів використовуються як пробіотики для різних видів домашньої птиці. Додавання до основного раціону курчатам бактеріальні пробіотики *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Bacillus* та *Enterococcus* має позитивний вплив на резистентність організму, продуктивність і здоров'я кишечника.

Підсумовуючи вище згадане, профілактика бактеріальних інфекцій особливо у віці першого тижня курчат є дуже важливою. Це допоможе отримати високу продуктивність курчат-бройлерів (масу тіла, приріст, однорідність маси птиці, імунну реакцію на щеплення, а також якість м'яса) і відповідно підвищити рентабельність. Слід використовувати різні стратегії для зниження смертності протягом першого тижня життя. Біологічний захист, вибір курчат хорошої якості та застосування пробіотиків є важливими факторами для досягнення найкращих результатів.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріали досліджень

Дослідження виконували з 2021 по 2025 рік на базі лабораторії «Інноваційні технології та безпеки і якості продуктів тваринництва» та «Ветеринарна фармація» кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету; наукової лабораторії НВФ «Бровафарма»; Сумської регіональної державної лабораторії державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів.

Виробничі дослідження були проведені у ТОВ Сумитехнокорм Сумський район Сумської області Україна.

Також експериментальні дослідження проводились в умовах віварію факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету. Об'єктом дослідження були курчата-бройлери кросу Кобб-500 з яких сформулювали 4 дослідні групи та одна контрольна по 25 голів в кожній.

Температуру у приміщенні підтримували на рівні 33 °С протягом перших 3 днів і на рівні від 32 °С до 30 °С протягом 4-7 днів, а потім знижували на 23 °С на тиждень, поки вона не досягла 22-24 °С.

Вітамінний премікс на кілограм раціону складався з: вітамінів: А 12000 мг, D₃ 2500 мг, Е 30 мг, К₃ 2,65 мг, В₁ 2 мг, В₂ 6 мг, В₃ 10 мг, В₁₂ 0,025 мг, біотин 0,12 мг, фолієва кислота 1,25 мг, пантотенова кислота 12 мг, нікотинова кислота 50 мг.

Мінеральний премікс на кілограм раціону складався з: Cu (у вигляді сульфату міді) 8 мг, Zn (у вигляді сульфату цинку) 75 мг, Fe (у вигляді сульфату заліза) 80 мг, Mn (у вигляді сульфату марганцю) 100 мг, Se (у вигляді сульфату заліза) селеніт натрію) 0,15 мг і I (у вигляді йодиду калію) 0,35 мг.

Курчатам дослідних груп згодовували пробіотик *Bacillus coagulans* ALM 86 в різних концентраціях (табл. 2.1.)

Таблиця 2.1

Схема дослідження

Групи	Концентрація <i>Bacillus coagulans</i> ALM 86
Дослідна №1	1×10^5 , КУО/г
Дослідна №2	1×10^7 , КУО/г
Дослідна №3	1×10^9 , КУО/г
Контрольна	Вода

Примітка: КУО- колонієутворююча одиниця.

2.2 Етапи проведення досліджень

На першому етапі роботи проводили визначення складу мікрофлори пташника та досліджували взаємозв'язок між віком птиці та асоціацією мікроорганізмів.

Другий етап роботи був присвячений визначенню властивостей пробіотичного штаму *Bacillus coagulans* ALM 86.

На третьому етапі роботи визначали вплив пробіотику на збереженість, метаболізм та резистентність курчат-бройлерів.

Четвертий етап присвячений дослідженню впливу на продуктивність та конверсію корму курчат-бройлерів при застосуванні *Bacillus coagulans*.

Дисертаційне дослідження виконувалось у чотири етапи відповідно до схеми, представленої на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Загальна схема проведення досліджень

2.3 Методи досліджень

Визначення гематологічних показників курчат. Клінічний аналіз крові визначали за допомогою гематологічного аналізатора (RT-7600 VET) відповідно до інструкцій виробника.

Визначення біохімічних показників курчат. Колориметричний метод використовували для визначення рівнів загального тригліцериду, загального холестерину, активність ферментів в сироватці крові. Загальний білок і альбумін у сироватці крові визначали за спектрофотометричними тестами. Біохімічний аналіз сироватки крові проводили за допомогою тест-наборів (DiaSys Diagnostic System GmbH, Holzheim, Німеччина) відповідно до інструкцій виробника.

Дослідження властивостей *Bacillus coagulans*. Посів культури пробіотичного штаму проводили на МПА при t 37 °C протягом 72 години. Мікроскопічно визначали колір та форму колоній *B. coagulans*.

Адгезивні властивості *Bacillus coagulans* ALM 86 визначали за методом Бриліс. За допомогою середнього показника адгезії (СПА), коефіцієнта участі еритроцитів (КУЕ) та індекса адгезивності еритроцитів (ІАЕ) [33].

Розрахунок адгезії визначали за формулою (1):

$$IAE = SPA \times 100 / KUE \quad (1)$$

Дослідження фізіологічних показників курчат. Маса курчат визначали шляхом зважування на другий, третій, четвертий та п'ятий тиждень експерименту. Середньодобовий приріст курчат розраховували за формулою:

$$CДП = \frac{W_t + W_0}{t}$$

де W_t – жива маса (промір) наприкінці спостереження;

W_0 – величина показника на початку спостереження;

t – проміжок часу (діб) між попереднім і наступним зважуванням.

Також визначали конверсію корма та збереженість курчат.

Визначення складу шлунково-кишкової мікрофлори у курчат.

Визначення складу бактеріальної мікрофлори кишечника курчат проводили після забою п'яти голів птиці з кожної групи у віці 2 і 5 тижнів. Із вмісту тонкого відділу кишечника (дванадцятипалої кишки) відбирали середні проби масою 1 г, переносили в фосфатно-буферний розчин об'ємом 9 см³, робили розведення від 10⁻¹ до 10⁻¹⁰ і проводили посіви на середовища МПА, Ендо, Сабуро, овочеve середовище. Проводили інкубацію при температурі 37 °С з експозицією 24-48 годин з наступним підрахунком кількості колонієутворюючих одиниць в 1 г фекалій (КУО/г).

Досліджували наявність колоній біфідобактерій, лактобактерій, сульфітредукуючих клостридій, сальмонел, кишкової палички, стафілококів, дріжджоподібних грибів, псевдомонад. Визначали у пробах матеріалу мікроорганізми з факторами патогенності – гемолізину ліцитіназу, плазмокоагулазу. Для ідентифікації сальмонел та псевдомонад проводили культивування на Магнієве середовище та середовище №8 для псевдомонад. Видову належність виділених мікроорганізмів визначали за тестами Bergey's Manual of Systematics Bacteriology, Phenol Red Broth Base. Також використовували тест-смужки виробництва «Himedia Laboratories Prv. Limited».

Визначення мікробного забруднення приміщення. Бактеріологічні змиви з поверхонь відбирали у стерильні пробірки з годівниць, стін, підлоги та робочих поверхонь. Також склад мікрофлори у повітрі визначали методом седиментації на чашках Петрі. Для визначення мікробіому кишечника у бройлерів відбирали окремо у кожної вікової групи зразки фекальних мас та проводили бактеріологічні дослідження на виявлення патогенних мікроорганізмів. Проводили десятикратне розведення проб та посів на селективні середовища. Видову належність ізолятів проводили тестами «Bergey's Manual of Systematics Bacteriology», використовували м'ясо-пепетонний бульон з феноловим червоним (Phenol Red Broth Base), для

диференціальної діагностики мікроорганізмів диски та смужки виробництва «Himedia Laboratories Prv. Limited» (Індія).

Визначення впливу *B. coagulans* на імунокомпетентні органи курчат-бройлерів. У віці 5 тижнів після проведення забою п'яти голів птиці досліджували масу імунокомпетентних органів (бурса, тимус). Також визначали бурсальний індекс за формулою:

$$\text{БІ} = m/M \times 1000, \text{ де:}$$

БІ – індекс бурси Фабриціуса,

m – маса органа,

M – маса тіла птиці.

Біоетика: Усі експериментальні дослідження проведено згідно сучасних методологічних підходів та з дотриманням відповідних вимог і стандартів, зокрема відповідають вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025:2005 (2006) та відповідно до директиви 2010/63/ЄС [101], які затверджені висновком комісії з питань етики та біоетики факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету від 05.03.2022 року. Утримання тварин та всі маніпуляції здійснювали відповідно до положень Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах [126], Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей [74].

Визначення чутливості мікрофлори до антибіотиків. Були попередньо ізольовані збудники бактеріальних захворювань у курчат. Визначали чутливість до антибіотиків методом дисків на м'ясопептонному агарі (МПА) в чашках Петрі. Досліджували 24 антибіотиків з різних груп для охоплення максимального спектру.

Визначення антагоністичних властивостей *B. coagulans* ALM 86. Досліджували методом дифузії пробіотику в агарові лунки. Візуально визначали розмір зони затримки росту мікроорганізмів за допомогою лінійки у мм навколо лунок з наступним розведенням культури *B. coagulans*: 1×10^5 ,

КУО/г; 1×10^7 , КУО/г та 1×10^9 , КУО/г [89]. У кожен лунку на агарі з відповідною бактерією вливали відповідне розведення пробіотичного штаму мікроорганізму *B. coagulans*, інкубацію проводили протягом 24 годин при температурі 37 °С. Після завершення інкубації вимірювали навколо кожної лунки з різною концентрацією *B. coagulans* демаркаційну зону.

Статистичний аналіз. Розрахунок статистичних даних проводили за допомогою методу Фішера-Стьюдента з урахування статистичних похибок та вірогідності порівнювальних аналогічних показників. Показники вважали вірогідними з рівнем більше 95 % ($p < 0,05$).

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Моніторинг факторів ризику на фермах для утримання курчат-бройлерів

Виробництво м'яса птиці швидко зросло протягом останніх 40 років і продовжує зростати. Попит на м'ясо зростає через збільшення населення, зростання доходів і урбанізацію. Виробництво бройлерів вимагає екологічного виробництва, однак при цьому максимально ефективного.

Сучасне виробництво бройлерів потребує менше ресурсів та використання енергії, води, зайнятості сільськогосподарських угідь. Світова промисловість птахівництва розширилася, щоб забезпечити понад 72 мільярди тон м'яса курей на рік. Такий рівень виробництва можливий значною мірою завдяки цілеспрямованому селекційному розведенню бройлерів за продуктивними ознаками.

Сучасні бройлери відрізняються швидким зростанням, низькою конверсією корму і великим виходом м'яса. Однак ці інтенсивні генетичні риси були пов'язані з численними проблемами добробуту, включаючи низький рівень активності, хвороби ніг, контактний дерматит та проблеми з обміном речовин. Високий рівень смертності курчат та дорослих птахів, вибракування та зниження якості туш можуть призвести до економічних втрат для фермерів і виробників.

Мета роботи: визначити склад мікрофлори пташника та дослідити взаємозв'язок між віком птиці та асоціацією мікроорганізмів.

Дослідження проводились у ТОВ «Сумитехнокорм» Сумський район Сумської області Україна, у період листопад-грудень 2022 року. У

господарстві виробничі потужності становлять 353 тон м'яса птиці щорічно. Всі експерименти з птицею проводились відповідно до директиви 2010/63/ЄС, які затверджені висновком комісії з питань етики та біоетики факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету від 02.12.2021 року.

Через концентрацію птиці на обмеженій території, недостатню вентиляцію та не якісну дезінфекцію виникає накопичення великої кількості мікроорганізмів на 1 м³ повітря. З потоком повітря патогенна мікрофлора розноситься по всьому пташнику, уражуючи при цьому все поголів'я. Тому для профілактики виникнення та розповсюдження інфекції у приміщенні потрібно максимально дотримуватись санітарно-гігієнічних вимог. Крім того, при виникненні інфекційного захворювання у пташнику виробники застосовують антибіотики для того, щоб запобігти масовій загибелі птиці. Разом з тим, у навколишнє середовище з фекальними масами потрапляють залишки препаратів, також вони залишаються у м'ясі птиці. Але найбільшою небезпекою є виникнення резистентностей штамів мікроорганізмів, не чутливих до протимікробних препаратів навіть широкого спектру дії. Крім того, ці бактерії адаптуються у організмі птиці, викликаючи зміну мікрофлори кишечника, що призводить до дисбактеріозу та ентериту. Також резистентна мікрофлора асимілює не тільки організм птиці а і навколишнє середовище.

Знищення мікроорганізмів у приміщенні відбувається за допомогою дезінфікуючих засобів. Однак бактерії також можуть набувати стійкості до часто вживаних дезінфектантів. Тоді виникає проблема глобального масштабу, коли бактерії, такі як *S. enterica*, *Campylobacter spp.* та *E.coli*, найбільш небезпечні для виробництва харчових продуктів, які є патогенними для птиці і для людини, резистентні до антибіотиків широкого спектру дії та дезінфікуючих речовин.

Проби для дослідження відбирали в цехах для вирощування різновікової птиці з різних джерел, зокрема з фекалій, кормів та води. Для всіх ланок виробництва пріоритетним завданням є зменшення випадків мікробного забруднення гною та підстилки, води, кормів та виробничого середовища. Дуже важливо дотримуватись гігієнічних вимог та системи управління безпеністю харчових продуктів.

Під час проведення досліджень на пташнику було виявлено багато недоліків, які стосуються джерел та шляхів розповсюдження мікроорганізмів. Для визначення основних збудників захворювань у різних цехах для утримання бройлерів різного віку був проведений моніторинг мікрофлори (рис. 3.1).

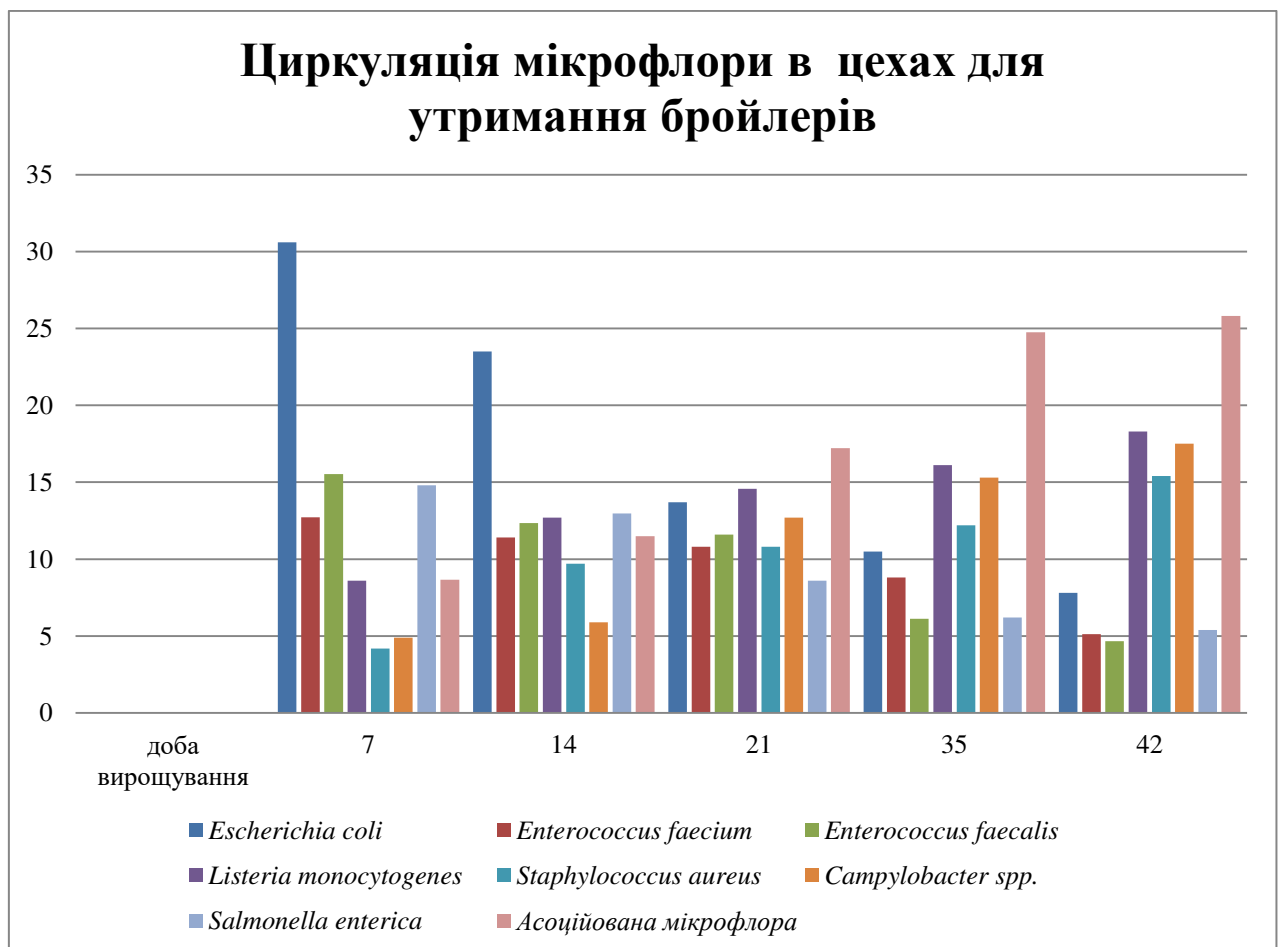


Рис.3.1 Мікроорганізми ізолювані у приміщеннях для утримання бройлерів різного віку

У результаті проведених досліджень було встановлено, що відсоткове співвідношення різних видів мікроорганізмів корелювало з віком курчат. Так *Escherichia coli* складала на сьому добу досліджень – на 292,3 %, на чотирнадцяту – на 201,28 %, на двадцять першу – на 75,64 %, на тридцять п'яту – на 34,61 % більше, порівняно до курчат забійного віку (42 доба). Патогенна *Escherichia coli* дуже небезпечна для курчат від народження до тижня, так як викликає неонатальну септицемію, що призводить до загибелі більшої частини поголів'я.

Птиця старше 20 діб не хворіє, однак є носієм інфекції. Тому не можна тримати різновікову птицю разом, або щоб повітря з одного пташника потрапляло до іншого. Таке явище виникає, якщо будівлі розташовані близько одна до одної, а у вентиляційних каналах не відбувається знезараження повітря. Вкладати інвестиції у безпеку ферми більш вигідно, ніж ліквідувати наслідки безгосподарності.

Також спалахи інфекцій призводять до невиправданих економічних збитків, пов'язаних із загибеллю птиці та її лікуванням. Виникає необхідність у застосуванні антибіотиків та агресивних дезінфікуючих засобів. Наслідком використання антибіотиків у птахівництві є виникнення резистентності у мікроорганізмів. Бактерії родів *Enterobacterales* (включаючи *Salmonella enterica*), та *Campylobacter* spp., резистентні до найбільш популярних антибіотиків таких як карбапенем та цефалоспорин розширеного спектру дії. До метицилін-резистентних видів мікроорганізмів відносять *Staphylococcus aureus* та *Enterococcus*. Крім того, використання протимікробних засобів порушує нормальну мікрофлору кишечника.

Також значну частину мікрофлори в приміщенні для тижневого молодняка складають *Enterobacterales*. Зменшення частки *Enterococcus faecium* відбувалось починаючи з першого тижня у порівнянні до дорослих курчат на 150,92 %, на 14 добу – на 122,65 %, на 21 добу – на 80,46 %, на 35 добу – на 71,87 %.

Тенденція зменшення кількості *Enterococcus faecalis* на сьому добу була на 232,76 %, на чотирнадцяту – на 164,23 %, на двадцять першу – на 148,39 %, на тридцять п'яту – на 31,04 %, порівняно до курчат на 42 добу. Бактерія *Enterococcus faecium* заселяє сліпу кишку бройлерів і є складовою нормального мікробіома кишечника.

Staphylococcus aureus з віком курчат мав тенденцію до збільшення, на відміну від *Enterococcus faecium*. Тому на сьому добу частка *S. aureus* була менше, в порівнянні до дорослих бройлерів на 72,85 %, на 14 добу на – 37,01 %, на 21 добу – на 28,87 %, на 35 добу – на 20,77 %.

Заселення кишечника *Listeria monocytogenes* аналогічно збільшувалась з віком у дорослих курчат. У курчат тижневого віку кількість *L. monocytogenes* збільшувалась на 55,40 %, у 14-ти добових – на 30,6 %, у 21-ти добових – на 20,32 %, у 35-ти добових – на 11,96 %.

Кампілобактеріоз є харчовою токсикоінфекцією і пов'язаний з тим, що рівень *Campylobacter spp.* збільшується з віком птиці. Тому контроль мікрофлори кишечника бройлерів забійного віку має особливе значення для виробників. На сьому добу життя кількість *Campylobacter spp.* була менше, порівняно до дорослих курчат на 72 %, у 14-ти добових – на 66,28 %, у 21-ти добових – на 27,42 %, у 35-ти добових – на 12,51 %.

Salmonella enterica здатна викликати загибель 20 % новонародженого молодняку. Курчата до двох тижнів хворіють у гострій та підгострій формі, мають симптоми септичного гастроентериту, при цьому уражуються всі внутрішні органи. Під час дослідження кількість *S. enterica* у тижневих бройлерів була більша порівняно до дорослих на 174,07 %, на чотирнадцяту добу – на 140,0 %, на двадцять першу – на 59,25 %, на тридцять п'яту – на 14,8 %.

Асоційована мікрофлора складалась з мікроскопічних грибків та бактерій, які не мали у підсумку ізоляції великий відсоток та не викликали

спалаху інфекційних захворювань у бройлерів. Однак треба відмітити, що її кількість збільшувалась з віком птахів.

Не можна недооцінювати роль навколишнього середовища, адже джерелом інфекції може бути не тільки хвора птиця, а також уражені корми, вода, підстилка та огорожувальні конструкції (підлога, стіни, огорожі).

Проведені дослідження циркуляції мікроорганізмів у приміщеннях для вирощування бройлерів показали, що відбувається певний взаємозв'язок між віком птиці та відсотковим співвідношенням мікрофлори. Найбільш вразливі курчата у віці до двох тижнів, коли є ризик спалаху інфекційних хвороб таких як неонатальна септицемія, яка викликана патогенною *E.coli*. Септицемія новонароджених пов'язана як із високою загальною смертністю серед старшого віку птиці, так і на першому тижні життя.

Треба враховувати, що баланс мікробіоти у кишечнику птиці дуже важливий. Так було доведено, що деякі ізоляти лактобактерій шлунково-кишкового тракту курей виробляють бактеріоцини. Наприклад, саліварицин SMXD51, бактеріоциноподібна сполука, що виробляється ізолятом сліпої кишки *L. salivarius* SMXD51, ефективний проти *Campylobacter jejuni* і *E.colii*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* і *Salmonella enterica*.

Мікробіота кишечника тримається на постійній гармонії і коли відбувається втручання, виникає порушення балансу видової кількості мікроорганізмів. Тому дотримання ветеринарно-санітарних вимог на фермі попереджає виникнення низки взаємопов'язаних проблем і зменшення факторів ризику.

За результатами проведених досліджень були визначені основні спільноти циркулюючих мікроорганізмів у приміщеннях для вирощування бройлерів. Встановлений кореляційний зв'язок між віком птиці та складом мікрофлори. У приміщенні для вирощування курчат від тижня до двох переважали *Escherichia coli*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis* та

Salmonella enterica. З двадцять першої доби до сорок другої збільшилась частка мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.* та асоційованої мікрофлори. Визначені основні фактори ризику при вирощуванні курчат-бройлерів.

3.2. Чутливість мікрофлори до антибіотиків, протимікробну активність пробіотику *B. coagulans* стосовно збудників бактеріальних інфекцій птиці

Антибіотики були найбільш широко використовуваними добавками для покращення конверсії корму, швидкості росту та здоров'я птахів, підвищуючи як продуктивність, так і рентабельність традиційного промислового птахівництва. Проте резистентні до антимікробних препаратів штами бактерій, що походять від тварин з роками стають все більш серйозною проблемою, особливо щодо передачі через їжу або прямий контакт з тваринами. Інші потенційні загрози безпеці харчових продуктів, пов'язані з лікуванням тварин антибіотиками, включають збільшення алергічних реакцій і неефективність лікування антибіотиками у людей

Щодо появи резистентності до антибіотиків у тваринництві птахівники звернулися до нових рішень для підтримки добробуту тварин без впливу на параметри продуктивності. Протягом останніх років дослідники розглядають можливість використання пробіотиків як кормових добавок у годівлі птиці. Пробіотики зазвичай визначаються як «живі мікроорганізми, які при введенні в адекватних кількостях сприяють здоров'ю господаря» У 2002 році Робоча група ФАО/ВООЗ Організації Об'єднаних Націй створила нові рекомендації щодо розробки та оцінки пробіотиків, що містяться в харчових продуктах. Вони є прийнятною та економічно ефективною альтернативою антибіотикам.

Метою дослідження було визначити чутливість мікрофлори до антибіотиків, протимікробну активність пробіотику *B. coagulans* стосовно збудників бактеріальних інфекцій птиці (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Чутливість ізольованої мікрофлори до антибактеріальних препаратів

Препарати		Чутливість мікроорганізмів	
		<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
пеніциліни	Ампіцилін	-	+
	Пеніцилін	-	-
	Амоксицилін	-	-
	Клоксацилін	-	+
аміноглікозиди	Канаміцин	+	-
	Стрептоміцин	-	±
	Спектиномецин	+	-
	Гентаміцин	+	-
макроліди	Азитроміцин	-	-
	Спіраміцин	-	-
	Тілозин	-	-
тетрацикліни	Доксицикліна гідрохлорид	-	-
	Окситетрациклін	-	-
похідні хінолону	Енрофлоксацин	±	+
	Офлоксацин	-	+
	Норфлоксацин	±	-
	Гатифлоксацин	±	+
	Левовфлоксацин	±	+
Різні групи	Лінкоміцин	-	-
	Левоміцетин (Хлорамфенікол)	-	-
	Триметоприм	-	-
	Цефтіоклін	+	+
	Цефалексин	-	+
	Новобіоцин	-	+

Примітка: мікроорганізми «+» – чутливі до антибіотику, мікроорганізми «±» – помірно чутливі до антибіотику, мікроорганізми «-» – не чутливі до антибіотику

Виробничі дослідження були проведені у Сумитехнокорм Сумський район Сумської області Україна.

Для лікування бактеріальних інфекцій у курчат-бройлерів у господарствах застосовуються антибіотики. Для визначення максимально ефективного препарату проводили визначення чутливості виділеної патогенної мікрофлори.

За результатами проведених експериментів було встановлено, що *E. coli* не проявляла чутливості до 66,67 % препаратів, помірно чутлива – до 16,67 %, і чутлива – до 16,67 %.

У дослідженнях проведених зі *S. aureus* було встановлено, що мікроорганізм не проявляв чутливості до 58,32 % антибіотиків, був помірно чутливий – до 4,16 %, чутливий – до 37,50 %.

Додавання пробіотиків до основного раціону виявляється покращує продуктивність росту, якість м'яса та гуморальний імунітет, а також зменшуючи виділення патогенних мікроорганізмів.

В результаті дослідження чутливості виділеної мікрофлори *S. aureus* та *E. coli* до антибіотиків було встановлено, що з 24 перевірених чутливість проявляли до чотирьох препаратів.

За результатами проведеного експерименту був обраний антибіотик з максимальним спектром дії – цефтіоклін для лікування курчат-бройлерів.

Проведене дослідження показало великий відсоток антибіотиків, до яких бактерії не були чутливі або помірно чутливі.

Тому для профілактики антибіотикорезистентності у господарстві був запропонований пробіотик *B. coagulans*.

Було проведене визначення антагоністичних властивостей пробіотичного штаму *B. coagulans* стосовно бактерій виділених у пташнику (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Результати дослідження антагоністичних властивостей *B. coagulans*,
($M \pm m$), n=5**

Культури мікроорганізмів, виділених у пташнику	Розведення культури		
	1×10^5 , КУО/г <i>B. coagulans</i> (контроль)	1×10^7 , КУО/г <i>B. coagulans</i>	1×10^9 , КУО/г <i>B. coagulans</i>
	зона затримки росту, мм		
<i>E. faecium</i>	10,26 $\pm$ 0,04	15,25 $\pm$ 0,05	28,12 $\pm$ 0,16*
<i>C. jejuni</i>	9,27 $\pm$ 0,06	14,43 $\pm$ 0,07	22,37 $\pm$ 0,14*
<i>E. coli</i>	8,46 $\pm$ 0,07	15,28 $\pm$ 0,09	31,25 $\pm$ 0,16*
<i>E. fecalis</i>	9,64 $\pm$ 0,03	13,65 $\pm$ 0,07	24,15 $\pm$ 0,15*
<i>L. monocytogenes</i>	10,56 $\pm$ 0,02	15,70 $\pm$ 0,03	20,46 $\pm$ 0,23*
<i>S aureus</i>	9,54 $\pm$ 0,06	11,25 $\pm$ 0,03	26,57 $\pm$ 0,15*
<i>S. enterica</i>	6,55 $\pm$ 0,08	14,57 $\pm$ 0,02	25,38 $\pm$ 0,18*

Примітка: * - $P \leq 0,05$ порівняно з 1×10^5 , КУО/г *B. coagulans*

В результаті проведеного експерименту (табл. 3.2) встановлено, що у *B. coagulans* розведенні 1×10^9 , КУО/г проявив найкращі антагоністичні властивості у вигляді зони затримки росту у середовищах з бактеріями, які були виділені у приміщенні пташника.

Затримка росту у зразках із *B. coagulans* в розведенні 1×10^7 , КУО/г була більше з *E. faecium* – на 48,63 %; *C. jejuni* – на 55,67 %; *E. coli* – на 80,61 %; *E. fecalis* – на 41,59 %; *L. monocytogenes* – на 48,67 %; *S aureus* – на 17,92 %; *S. enterica* – на 22,44 %, порівняно до контролю.

У чашках Петрі з *B. coagulans* 1×10^9 , КУО/г демаркаційна зона була більше порівняно до 1×10^5 , КУО/г навколо *E. faecium* – на 174,0 %; *C. jejuni* – на 164,4 %; *E. coli* – на 269,3 %; *E. fecalis* – на 150,51 %; *L. monocytogenes* – на 93,75 %; *S aureus* – на 178,5 %; *S. enterica* – на 287,48 %.

Проведене дослідження показує, що до *B. coagulans* всі бактерії проявили чутливість залежно від концентрації.

Занепокоєння щодо добробуту тварин продовжує залишатися важливим компонентом законодавства та політики, пов'язаної з комерційним виробництвом харчових продуктів для тварин. Соціальний та ринковий тиск є рушійною силою законодавства та призводить до зміни систем управління птахівництвом.

У результаті перехід від кліткової системи утримання до вигульної став стандартною практикою. Системи, засновані на клітках, замінюються альтернативними методами, які пропонують відповідне середовище утримання, щоб задовольнити або перевищити потреби домашньої птиці та потребують іншого управління, включаючи заборону антибіотиків у раціоні птиці.

Для виробництва бройлерів більшої популярності набули пасовищне та вільне утримання. Однак у цих середовищах залишаються проблеми, пов'язані з впливом хвороботворних організмів і харчових патогенів. Отже, пробіотики можуть додаватися до раціону птиці як комерційні кормові добавки. У цьому огляді обговорюється вплив цих пробіотиків на продуктивність альтернативних систем птахівництва для покращення харчової безпеки та здоров'я птиці шляхом пом'якшення патогенних організмів та покращення якості та виробництва яєць і м'яса.

Проведені дослідження показали, що *E. coli* не проявляла чутливості до 66,67 % препаратів, помірно чутливий – до 16,67 %, і чутливий – до 16,67 %; зі *S. aureus* було встановлено, що не проявляв чутливості до 58,32 % антибіотиків, помірно чутливий – до 4,16 %, і чутливий – до 37,50 %. Встановлено, що з 24 перевірених чутливість виділені мікроорганізми проявляли до чотирьох препаратів. Найбільшу чутливість виділені ізоляти проявили стосовно антибіотику цефтіоклін.

З посиленням заборони щодо використання антибіотиків, що стимулюють ріст, і зростанням споживчого попиту на продукцію птиці з поголів'я «вирощеного без антибіотиків» або «без антибіотиків», пошуки альтернативних продуктів або підходів посилилися в останні роки. Велика кількість досліджень зосереджена на розробці альтернативних антибіотиків для підтримки або покращення здоров'я та продуктивності птиці.

Проведеними дослідженнями встановлено, що у *B. coagulans* розведенні 1×10^9 , КУО/г має антагоністичні максимальні властивості.

В результаті проведених досліджень встановлено, що підібрані протимікробні препарати мають важливе значення при лікуванні птиці. Однак, виходячи з проблеми виникнення резистентночутливих бактерій, пробіотики є альтернативним методом захисту проти бактеріозів птиці.

Підсумовуючи отримані результати можна стверджувати, що виділені мікроорганізми проявляли чутливість до чотирьох препаратів. Крім того, доведено що *E. coli* не проявляла чутливості до 66,67 % препаратів, помірно чутливий – до 16,67 %, чутливий – до 16,67 %; зі *S. aureus* не проявляв чутливості до 58,32 % антибіотиків, помірно чутливий – до 4,16 %, і чутливий – до 37,50 %. Дослідженнями встановлено, що у *B. coagulans* розведенні 1×10^9 , КУО/г має максимальні антагоністичні властивості.

3.3 Результати дослідження властивостей *Bacillus coagulans*

Заборона на застосування антибіотиків в якості стимуляторів росту та профілактики бактеріальних інфекцій призвели до пошуку альтернативних засобів їх профілактики. Живі пробіотичні штами мікроорганізмів у терапевтичних дозах покращують ріст та розвиток тварин. Сучасні кроси бройлерів мають швидкий темп росту та прискорений метаболізм, тому

результат застосування пробіотичних засобів можна побачити у короткий проміжок часу.

Тому застосування кожного пробіотику повинно бути чітко обґрунтовано, та доведено його позитивний вплив на тварин. Крім того, для господарства є важливим показником не тільки здоров'я тварин а також виробничі показники, такі як приріст живої ваги та конверсія корму.

Пробіотичні штами *Bacillus* набули популярності для використання при розведенні бройлерів з метою отримання безпечної і якісної продукції. Перевагами цих мікроорганізмів є синтез біоцидів, формування мікробіому, позитивні імунологічні та морфологічні зміни у шлунково-кишковому тракті курчат.

Однак різні штами *Bacillus* мають культуральні відмінності, механізм впливу на продуктивність птиці чітко не визначений. Метою дослідження було визначення властивостей *Bacillus coagulans*(рис. 3.2).

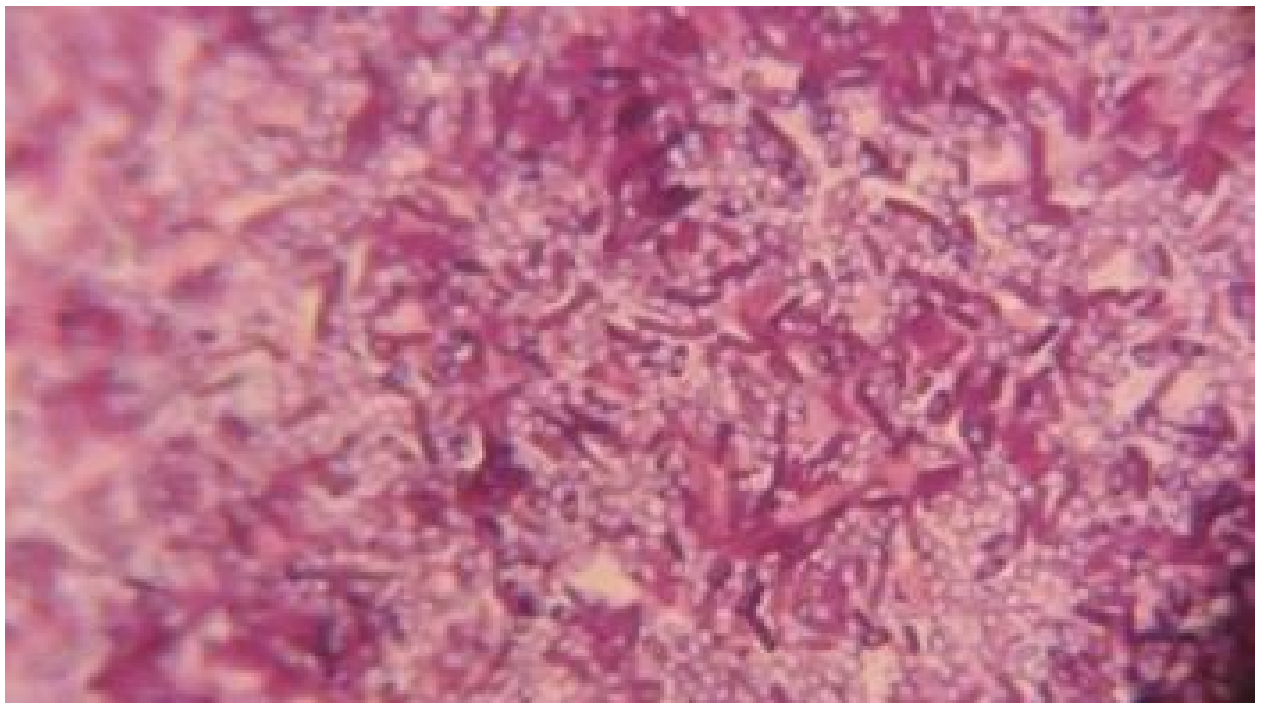


Рис. 3.2 Світлова мікроскопія *B. coagulans* ALM 86 (збільшення ×4000)

На першому етапі підготували культуру *Bacillus coagulans* ALM 86, з цією метою вирощували її на овочевому середовищі, готували мазки та проводили мікроскопію.

Також визначали ступінь адгезивності відносно еритроцитів півня для визначення вірулентності штаму (рис.3.3).

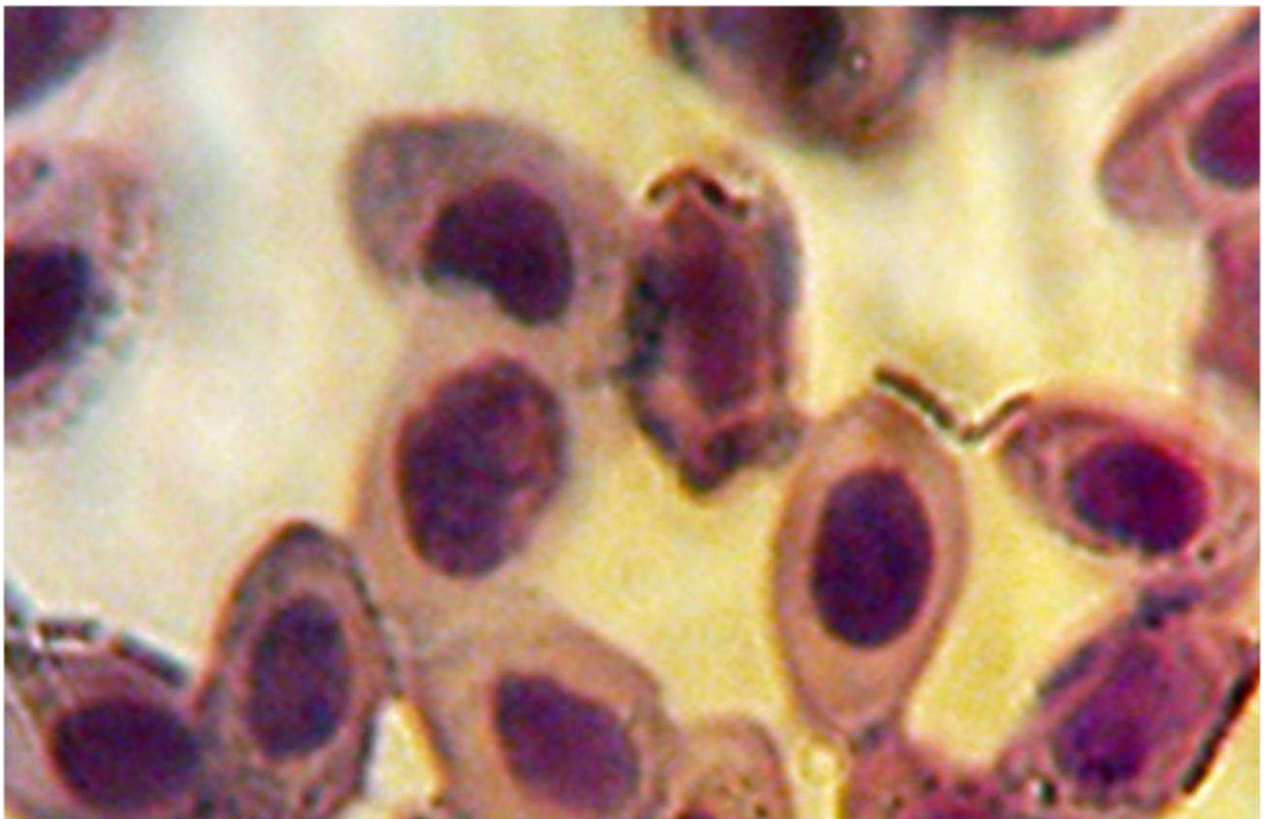


Рис. 3.3 Світлова мікроскопія визначення адгезивних властивостей *B. coagulans* ALM 86 на еритроцитах курки (збільшення $\times 1000$)

При дослідженні індексу адгезивності еритроцитів *B. coagulans* ALM 86 встановили що він складав $2,35 \pm 0,12$, це за методом Бриліс є середнім показником (рис. 2), середній показник адгезії – $1,80 \pm 0,05$, та коефіцієнт участі еритроцитів в адгезивному процесі – $85,34 \pm 1,12$.

В результаті визначення властивостей *B. coagulans* ALM 86 було встановлено, штам має середній показник адгезивності, що вказує на авірулентність бактерії стосовно макроорганізму.

3.4 Результати визначення складу шлунково-кишкової мікрофлори у курчат

Як відомо, здоров'я і продуктивність птахів залежать від стану бактеріоценозу кишечника.

Незважаючи на значну наявну інформацію про свійську птицю, середовище годівлі є одним із факторів впливу на мікробіоту шлунково-кишкового тракту курей.

Кишкова мікрофлора у тварин, включаючи ссавців і курей, розвивається на ранніх стадіях життя.

Коли молодих курчат доставляють з інкубатора в курник (зазвичай у віці 1-2 днів), їх початкова шлунково-кишкова мікрофлора дуже проста і містить дуже невелику кількість бактерій, що належать до кількох видів.

Наступна значуща варіабельність відмічає загальну кількість бактерій у вмісті тонкого кишечника бройлерів різних груп на початку вирощування птахів.

У цей період бактеріальне обсіменіння кишечника у курчат 1-го і 2-го дослідних груп була приблизно в 1,5-2,0 рази вище, ніж у контролі.

У таблиці 3.3 наведені дані про кількісні зміни мікрофлори тонкого відділу кишечника курчат-бройлерів у 2-му і 5-му тижневому віці.

На другий тиждень дослідження заселення корисною мікрофлорою кишечника *Lactobacillus sp.* збільшилось у курчат першої дослідної групи на 1,48 %, другої – на 31,94 % та третьої – на 64,78 %, порівняно з контрольною ($p \leq 0,05$).

На 5 тиждень дослідження у курчат-бройлерів у вмісті кишечника кількість *Lactobacillus sp.* була більше в першій дослідній групі на 33,78 %, другої – на 50,0 %, третьої – на 78,37 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою.

Таблиця 3.3

**Склад мікрофлори тонкого відділу кишечника (дванадцятипалої кишки)
курчат-бройлерів на другому та п'ятому тижні вирощування, $n=5$**

Групи	<i>Lactobacillus sp.</i>		<i>Enterobacteriaceae sp.</i>		<i>Staphylococcus sp.</i>		Асоційована мікрофлора	
	2 тижень	5 тижень	2 тижень	5 тижень	2 тижень	5 тижень	2 тижень	5 тижень
1 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10^5 , КУО/г	(10,27 $\pm 0,28$) $\times 10^4$	(19,83 $\pm 0,32$)* $\times 10^7$	(13,02 $\pm 0,34$)* $\times 10^4$	(14,73 $\pm 0,24$)* $\times 10^7$	(8,64 $\pm 0,42$)* $\times 10^4$	(6,04 $\pm 0,30$) $\times 10^7$	(13,18 $\pm 0,42$)* $\times 10^5$	(14,91 $\pm 0,41$)* $\times 10^8$
2 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10^7 , КУО/г	(13,4 $\pm 0,35$)* $\times 10^4$	(22,25 $\pm 0,39$)* $\times 10^7$	(12,47 $\pm 0,28$)* $\times 10^4$	(10,59 $\pm 0,36$)* $\times 10^7$	(6,28 $\pm 0,32$)* $\times 10^4$	(4,59 $\pm 0,43$)* $\times 10^7$	(13,90 $\pm 0,40$)* $\times 10^5$	(12,77 $\pm 0,52$)* $\times 10^8$
3 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10^9 , КУО/г	(16,64 $\pm 0,29$)* $\times 10^4$	(26,41 $\pm 0,35$)* $\times 10^7$	(9,31 $\pm 0,35$)* $\times 10^4$	(2,83 $\pm 0,18$)* $\times 10^7$	(4,85 $\pm 0,29$)* $\times 10^4$	(3,45 $\pm 0,29$)с $\times 10^7$	(12,98 $\pm 0,58$)* $\times 10^5$	(11,99 $\pm 0,50$)* $\times 10^8$
контроль а	(10,08 $\pm 0,26$) $\times 10^4$	(14,87 $\pm 0,28$) $\times 10^7$	(19,88 $\pm 0,25$) $\times 10^4$	(30,36 $\pm 0,55$) $\times 10^7$	(14,56 $\pm 0,24$) $\times 10^4$	(7,11 $\pm 0,38$) $\times 10^7$	16,71 $\pm 0,37$ $\times 10^5$	16,23 $\pm 0,36$ $\times 10^8$

Примітки: * $P < 0,05$ – результати вірогідні порівняно з контролем

Мікробіота кишечника необхідна для трансформації флавоноїдів, щоб забезпечити користь для здоров'я для профілактики та лікування деяких типів хронічних захворювань. Тому дуже актуальним є визначення складу мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

Крім того, необхідно відмітити тенденцію до збільшення кількості *Lactobacillus sp.* у курчат дослідних груп, порівняно з 2 тижнем досліджень. До родини *Enterobacteriaceae sp.* відносяться бактерії, що включає відомі патогени такі як *Escherichia coli*. Тому зниження кількості цих мікроорганізмів у кишечнику курчат дослідних груп було ознакою конкурентоспроможності пробіотичного штаму *Bacillus coagulans ALM 86*.

На другий тиждень проведення дослідження було встановлено вірогідне зниження вмісту бактерій *Enterobacteriaceae sp.* у першій дослідній групі на 34,5,9 %, у другій – на 37,27 %, у третій – на 53,16 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою. На 5 тиждень експерименту відбувалось зменшення кількості *Enterobacteriaceae sp.* у дванадцятипалій кишці у першій групі на 51,48 %, у другій – на 65,11 %, у третій – на 90,67 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

На другий тиждень дослідження показали вірогідне пригнічення росту *Staphylococcus sp.* у дослідних групах у першій на 40,65 %, у другій – на 56,86 %, у третій – на 66,68 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою. По завершенню експерименту рівень *Staphylococcus sp.* вірогідно знизився в першій дослідній групі на 15,04 %, в другій – на 35,44 %, в третій – на 51,47 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

Встановлена значна роль мікрофлори шлунково-кишкового тракту у травленні, всмоктуванні, здоров'ї, продуктивності та інших фізіологічних функціях. Також кишкова мікрофлора також захищає господаря від патогенів та запалення слизової оболонки.

До складу асоційованої мікрофлори увійшли не ідентифіковані мікроорганізми, які однак мають вплив на загальну кількість мікроорганізмів у дванадцятипалій кишці курчат бройлерів.

Вміст асоційованої мікрофлори на другому тижні експерименту був нижчий у першій дослідній групі на 21,12 %, у другій – на 16,81 %, у третій – на 22,32 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем. На момент завершення

дослідження кількість асоційованої мікрофлори у першій дослідній групі була менше на 8,13 %, у другій – на 21,31 % та у третій – на 26,12 % ($p \leq 0,05$).

Дослідженнями встановлено, що у курчат дослідних груп вірогідно більша була кількість корисної мікрофлори *Lactobacillus sp.* та менша *Enterobacteriaceae sp.* та *Staphylococcus sp.* Крім того, *B. coagulans* має позитивний вплив на розвиток кишкового імунітету та мікробіому, а також забезпечує захист від патогенів таких як *S. enteritidis* у курчат.

Встановлено, що на 2 тиждень дослідження рівень *Lactobacillus sp.* у кишечнику курчат першої дослідної групи був вище на 1,48 %, другої – на 31,94 % та третьої – на 64,78 %; на 5 тиждень дослідження: в першій дослідної групи на 33,78 %, другої – на 50,0 %, третьої – на 78,37 %.

На 2 тиждень дослідження було встановлено зниження вмісту *Enterobacteriaceae sp.* у першій дослідній групі на 34,5,9 %, у другій – на 37,27 %, у третій – на 53,16 %; на 5 тиждень: у першій групі на 51,48 %, у другій – на 65,11 %, у третій – на 90,67 %, порівняно з контролем.

На другий тиждень дослідження показали пригнічення росту *Staphylococcus sp.* у дослідних групах у першій на 40,65 %, у другій – на 56,86 %, у третій – на 66,68 %; на 5 тиждень першій дослідній групі на 15,04 %, в другій – на 35,44 %, в третій – на 51,47 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

3.5 Результати визначення впливу *B. coagulans* на імунокомпетентні органи курчат-бройлерів

Імунну систему курей можна розділити на первинні імунні органи та лімфоїдну тканину. Первинними імунними структурами є тимус, де виробляються і дозрівають Т-лімфоцити; Bursa Fabricii, де дозрівають В-лімфоцити; і кістковий мозок, де виробляються попередники клітин крові. Крім того, під час ембріонального розвитку курей джерелом материнських

антитіл є жовток. Первинні лімфоїдні органи в основному діють як центри виробництва та дозрівання адаптивних імунних клітин. Вторинні лімфоїдні тканини спеціалізуються на контролі імунних реакцій. Вони активують імунні ефektorні клітини, такі як лімфоцити.

Після дозрівання в первинних лімфоїдних органах Т- і В-лімфоцити знову потрапляють у кровотік і колонізують вторинні лімфоїдні тканини, щоб полегшити представлення антигену лімфоїдним клітинам і ініціювати та регулювати адаптивну імунну відповідь.

Пробіотики сприяють прискоренню росту, зміні кишкового мікробіому та стимулюванню імунітету. Також пробіотики знижують вплив теплового стресу, захищаючи кишечник від патогенів і сприяють перетравленню поживних речовин.

Однак необхідно враховувати, що пробіотичні штами мають свої культуральні властивості і різний вплив на птицю. Метою роботи було визначити вплив *B. coagulans* на тимус та бурсу курчат-бройлерів.

Для визначення можливого токсичного впливу на організм курчат та імунну систему проводили розтин та дослідження імунокомпетентних органів (таблиця 3.4). Середня маса тимусу у курчат-бройлерів в дослідних та контрольних групах була практично однакова, тому індекс тимусу не розраховували.

За результатами проведеного експерименту встановлено, що середня маса бурси в першій дослідній та контрольній групах була нижча, порівняно з іншими. В першій дослідній групі середня маса органа була більша на 4,82 %, в другій вірогідно – на 30,0 %, в третій – на 37,53 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

Відповідно до отриманих результатів бурсальний індекс був вищий у першій дослідній групі на 15 %, у другій – на 25 %, у третій – на 30 %, порівняно з контролем.

Таблиця 3.4

**Маса імунокомпетентних органів курчат-бройлерів
піддослідних груп у віці 5 тижнів, $n=5$**

Групи	Середня маса тимусу, г	Середня маса бурси, г	Бурсальний індекс
1 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10^5 , КУО/г	7,81 $\pm$ 0,20	3,91 $\pm$ 0,27	2,30 $\pm$ 0,12
2 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10^7 , КУО/г	8,31 $\pm$ 0,34	4,85 $\pm$ 0,41*	2,50 $\pm$ 0,21
3 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10^9 , КУО/г	8,15 $\pm$ 0,28	5,13 $\pm$ 0,45*	2,60 $\pm$ 0,12
контрольна	8,03 $\pm$ 0,45	3,73 $\pm$ 0,21	2,10 $\pm$ 0,14

Примітки: * $P < 0,05$ – результати вірогідні порівняно з контролем

Проведений експеримент дає підставу вважати, що курчата дослідних груп, де застосовували як добавку до раціону *Bacillus coagulans* ALM 86, мали більшу масу тіла, збереженість та імунний статус в порівнянні з контрольною групою.

Крім того, дослідженнями встановлено наявність стимулюючого впливу *B. coagulans* ALM 86 на імунокомпетентні органи – бурсу, що дає підставу для використання *B. coagulans* в якості імуномодулятора.

Також за рахунок покращення засвоєння кормів у курчат дослідних груп відбулось зменшення конверсії кормів, що відображається у економічній доцільності застосування *B. coagulans* в якості добавки до корму курчатам-бройлерам.

Оскільки імунній системі потрібен час для дозрівання курей, які швидко ростуть, спостерігається більша чутливість до патогенів. Інтенсивний ріст і використання кормів для задоволення потреб у рості можуть відбуватися за рахунок розвитку імунної системи.

Висока інтенсивність росту та обмінних процесів в організмі курчат-бройлерів дає підстави для пошуку безпечних стимуляторів росту та імунітету, тому в якості альтернати у дослідженні добре себе показав пробіотик *B. coagulans* ALM 86 для промислового використання.

Дослідження впливу *B. coagulans* на імунокомпетентні органи показало, що середня маса бурси в першій дослідній групі була більша на 4,82 %, в другій – на 30,0 %, в третій – на 37,53 %, порівняно з контролем.

3.6 Гематологічні параметри курчат-бройлерів за використання пробіотиків

Широке застосування антибіотиків для стимуляції росту та профілактики бактеріальних інфекцій у птахівництві призвело до появи резистентних штамів бактерій.

Крім того, залишки препаратів у м'ясі прямо чи опосередковано загрожують здоров'ю людини та екологічній безпеці. На тлі цієї проблеми виникла необхідність розробки нового методу стимуляції росту птиці та підвищення її резистентності.

В даний час зростає інтерес до використання замінників антибіотиків у годівлі птиці. Серед замінників пробіотики привернули більше уваги дієтологів з птахівництва.

При введенні в достатніх кількостях пробіотики можуть надавати переваги для здоров'я організму, підтримуючи мікробний баланс у кишечнику та покращуючи роботу кишечника.

Метою роботи було дослідити вплив різних концентрацій пробіотику *B. coagulans* на гематологічні показники курчат (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Склад і рівень поживності основного раціону (як основи корму)

Інгредієнти	1-21 доба	22-36 доба
Кукурудза	58,52	61,80
Соевий шрот	34,45	30,77
соєва олія	3,15	3,97
CaHPO ₄	1,63	1,30
Вапняк	0,90	0,91
NaCl	0,35	0,35
DL -мет	0,18	0,10
L -Lys·HCl	0,02	0,00
Вітамінний премікс	0,10	0,10
Мінеральний премікс	0,25	0,25
Холіну хлорид	0,20	0,20
Цеолітовий порошок	0,25	0,25
Всього	100	100
Рівень поживних речовин^c		
ME (МДж/кг)	12,51	12,87
CP (%)	21,48	19,99
Ca (%)	1,00	0,90
Доступний фосфор (%)	0,45	0,40
Загальний фосфор (%)	0,68	
Лізін (%)	1,15	1,00
Метіонін (%)	0,50	0,40
Метіонін + цистин (%)	0,92	0,78
Треонін (%)	0,81	0,75

Дослідження проводились в умовах віварію факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету Курчат-бройлери (крос Кобб-500) були обрані в якості об'єкту дослідження, з яких сформулювали 4 дослідні групи, та одна контрольна по 25 голів в кожній.

Птицю з першої по 36 добу утримували на підлозі на глибокій підстилці і годували комбікормом відповідно нормативним показникам

Вітамінний премікс на кілограм раціону складався з: вітамінів: А 12000 мг, D 3 2500 мг, Е 30 мг, К 3 2,65 мг, В 1 2 мг, В 2 6 мг, В 3 10 мг, В 12 0,025 мг, біотин 0,12 мг, фолієва кислота 1,25 мг, пантотенова кислота 12 мг, нікотинова кислота 50 мг .

Мінеральний премікс на кілограм раціону складався з: Cu (у вигляді сульфату міді) 8 мг, Zn (у вигляді сульфату цинку) 75 мг, Fe (у вигляді сульфату заліза) 80 мг, Mn (у вигляді сульфату марганцю) 100 мг, Se (у вигляді сульфату заліза) селеніт натрію) 0,15 мг і I (у вигляді йодиду калію) 0,35 мг.

Температуру у приміщенні підтримували на рівні 33 °С протягом перших 3 днів і на рівні від 32 °С до 30 °С протягом 4-7 днів, а потім знижували на 23 °С на тиждень, поки вона не досягла 22-24 °С.

Гематологічний статус курчат бройлерів наведений у табл. 3.6. Спостерігали достовірну різницю за результатами клінічного аналізу крові між групами курчат-бройлерів.

Рівень гемоглобіну був вище у першій дослідній групі – на 6,19 %, у другій – на 32,94 %, у третій – на 53,72 % (*P<0,05), порівняно з контрольною.

Вірогідне збільшення еритроцитів фіксували дослідних групах у першій – на 45,54 %, у другій – на 58,41 %, у третій – на 101,48 % (*P<0,05).

Додавання пробіотиків до основного раціону курчат позитивно вплинуло на вміст лейкоцитів у крові.

Таблиця 3.6

Гематологічний профіль курчат-бройлерів, ($M \pm m$, $n=10$)

Показники	Дослідні групи курчат			
	<i>1 дослідна</i> <i>B. coagulans</i> 1×10^5 , КУО/г	<i>2 дослідна</i> <i>B. coagulans</i> 1×10^7 , КУО/г	<i>3 дослідна</i> <i>B. coagulans</i> 1×10^9 , КУО/г	контроль
Гемоглобін (г/дл)	10,12 $\pm$ 1,42	12,67 $\pm$ 1,12	14,65 $\pm$ 2,45*	9,53 $\pm$ 1,38
Еритроцити (10^6 /мл)	2,94 $\pm$ 0,50	3,20 $\pm$ 0,36	4,07 $\pm$ 0,76*	2,02 $\pm$ 0,12
Гематокрит (%)	26,42 $\pm$ 2,32	28,70 $\pm$ 3,40	29,75 $\pm$ 3,56	28,10 $\pm$ 3,28
Лейкоцити (10^3 /мл)	24,35 $\pm$ 2,32	27,56 $\pm$ 4,10	29,14 $\pm$ 3,12*	23,23 $\pm$ 1,18
Еозинофіли (10^3 /мл)	1,65 $\pm$ 0,12	1,76 $\pm$ 0,22	1,35 $\pm$ 0,54	1,74 $\pm$ 0,35
Лімфоцити (10^3 /мл)	25,7 $\pm$ 2,15	24,4 $\pm$ 1,67	20,5 $\pm$ 1,78	24,4 $\pm$ 2,47
Тромбоцити (10^3 /мл)	15,82 $\pm$ 2,13	14,75 $\pm$ 1,56	12,38 $\pm$ 0,98*	18,8 $\pm$ 0,47

Примітки: * $P < 0,05$ – відносно контролю.

Кількість лейкоцитів була більше у крові курчат-бройлерів у першій дослідній групі – на 4,82 %, у другій на 18,63 %, у третій – на 25,44 %, у порівнянні з контролем.

В результаті проведених досліджень було також встановлено, що вміст тромбоцитів у крові курчат дослідних груп був нижчим у першій – на 15,85 %, у другій – на 21,54 %, у третій на 34,14 % (* $P < 0,05$) порівняно з контролем.

Протягом експерименту також визначали у крові курчат-бройлерів рівень метаболітів (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Біохімічні показники сироватки крові курчат-бройлерів, ($M \pm m$, $n=10$)

Показники	Дослідні групи курчат			
	<i>1 дослідна</i> <i>B. coagulans</i> 1×10^5 , КУО/г	<i>2 дослідна</i> <i>B. coagulans</i> 1×10^7 , КУО/г	<i>3 дослідна</i> <i>B. coagulans</i> 1×10^9 , КУО/г	контроль
Загальний холестерин (мг/л)	$1,11 \pm 0,12$	$1,05 \pm 0,08$	$0,82 \pm 0,02^*$	$1,09 \pm 0,10$
Загальний тригліцерид (мг/л)	$0,93 \pm 0,02$	$0,85 \pm 0,04$	$0,57 \pm 0,05^*$	$1,04 \pm 0,20$
Сечовина, мМоль/л	$4,47 \pm 1,15$	$5,02 \pm 1,10$	$5,03 \pm 0,45^*$	$3,75 \pm 1,09$
Креатин, мкМоль/л	$80,23 \pm 5,22$	$78,35 \pm 4,56$	$67,21 \pm 3,56$	$85,83 \pm 4,48$
Загальний білок (г/л)	$38,45 \pm 3,27$	$45,37 \pm 5,31$	$58,26 \pm 3,60^*$	$37,28 \pm 4,15$
Альбумін (г/л)	$26,10 \pm 2,17$	$30,20 \pm 3,21$	$33,15 \pm 4,32^*$	$24,35 \pm 2,37$
Глобулін (г/л)	$12,35 \pm 2,12$	$15,17 \pm 1,58$	$22,11 \pm 3,22^*$	$12,93 \pm 1,16$
Співвідношення А/Г	2,11	1,99	1,32	1,88
Аспартатаміно-трансфераза, Од/л	$0,61 \pm 0,02$	$0,55 \pm 0,09$	$0,50 \pm 0,07$	$0,64 \pm 0,04$
Аланінаміно-трансфераза, Од/л	$0,52 \pm 0,05$	$0,45 \pm 0,04$	$0,42 \pm 0,07$	$0,56 \pm 0,04$

Примітки: $*P < 0,05$ – відносно контролю.

Результати цього дослідження показали, що концентрація загального холестерину була вірогідно менше у третій дослідній групі на 24,77 % ($*P < 0,05$), порівняно з контрольною.

Обмін ліпідів в організмі курчат-бройлерів покращився також за рахунок зменшення у сироватці крові вмісту тригліцеридів у третій дослідній

групі на 54,80 % (*P<0,05), порівняно з контролем. У першій та другій дослідних групах рівень холестерину та тригліцеридів був на одному рівні.

Вміст сечовини у сироватці крові курчат дослідних груп протягом експерименту був нижче у першій – на 19,20%, у другій – на 33,86 %, у третій – на 34,13 % (*P<0,05), порівняно з контролем. Крім, того рівень креатиніну у крові курчат дослідних груп був менше у першій – на 6,52 %, у другій – на 8,71 %, у третій – на 21,69 %.

Додавання до основного раціону курчат-бройлерів пробіотику мало позитивний вплив на засвоєння протеїну. Рівень загального білка та глобуліну в сироватці крові був вище у першій на 3,14 – 7,62 %, у другій на 21,70 – 17,32 %, у третій на 56,27 – 70,99 % (*P<0,05) відповідно, порівняно з контрольною групами.

Активність ферментів, аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази була на одному рівні в дослідних та контрольній групах, та не мала достовірної різниці. Отриманий результат вказує на те, що рівень метаболітів у курчат-бройлерів був у межах норми та не відрізнявся від птиці контрольної групи.

У цьому дослідженні ми досліджували вплив пробіотичного штаму з *B. coagulans* на гематологічний статус та метаболізм курчат-бройлерів. Результати цього дослідження показали, що додавання пробіотику до основного раціону птиці не мало негативного впливу на гематологічні показники.

Додавання пробіотиків до раціону курчат вплинуло на збільшення вмісту еритроцитів та лейкоцитів у крові курчат. Це можна пояснити кращим метаболізмом у дослідних групах, порівняно з контрольною.

Була тенденція до того, що застосування пробіотику призводило до зниження рівня тромбоцитів, порівняно з контролем. Тромбоцити можуть бути індикатором запалення, і їх підвищений рівень може бути пов'язаний з бактеріальними інфекціями в організмі тварин. У цьому відношенні нижчі

рівні тромбоцитів у курчат, які отримували пробіотики, можуть свідчити про нижчі рівні бактеріальних захворювань у курчат.

За результатами проведених експериментів встановлено, що обмін ліпідів в організмі курчат-бройлерів покращився також за рахунок зменшення у сироватці крові вмісту тригліцеридів та холестерин, особливо у третій дослідній групі, порівняно з контролем.

Концентрація загального білка та глобулінів була вірогідно вища у сироватці крові курчат дослідних груп. Таку тенденцію можна пояснити кращим засвоєнням протеїну в наслідок використання пробіотику. Крім того, збільшення рівня глобулінів пов'язано з підвищенням опірності організму.

Позитивний вплив застосування пробіотику відобразився у зменшенні рівня сечовини та креатиніну у сироватці крові курчат-бройлерів.

Вміст аспаратамінотрансферази та аланінамінотрансферази був аналогічний у дослідних та контрольній групах, що доводить відсутність токсичного впливу пробіотику *B. coagulans* в різних концентраціях (1×10^5 , КУО/г, 1×10^7 , КУО/г, 1×10^9 , КУО/г) на внутрішні органи і тканини.

Дослідженнями доведене вірогідне збільшення кількості еритроцитів та лейкоцитів у дослідних групах курчат на першій – на 45,54-4,82 %, у другій – 58,41-18,63 %, у третій – 101,48-25,44 % (* $P < 0,05$). Зниження рівня тромбоцитів у сироватці крові дослідних груп курчат у першій – на 15,85 %, у другій – на 21,54 %, у третій на 34,14 %.

Встановлено вірогідне зниження рівня холестерину на 24,77 %, тригліцеридів на 54,80 % (* $P < 0,05$), сечовини 34,13 % та креатиніну 21,69 % у курчат третьої дослідної групи. Вміст загального білка та глобуліну у курчат третьої дослідної групи вірогідно був вище на 56,27 та 70,99 % (* $P < 0,05$) відповідно, порівняно з контрольною групами. Активність ферментів була на одному рівні у в дослідних та контрольній групах.

3.7 Результати дослідження фізіологічних показників курчат

Альтернативний метод, що передбачає додавання кормів з добавками, зокрема пробіотиками, запропонований для підвищення продуктивності росту кормових тварин і захисту від патогенної інфекції. Більшість бактеріальних пробіотиків забезпечують переваги для здоров'я тварин через інгібіторну дію проти патогенів, модуляцію імунітету та гематології у тварини-господаря та покращення кишкового бар'єру.

Крім того, мікробіологічні якості та сенсорні характеристики м'яса бройлерів можуть бути покращені шляхом застосування пробіотиків.

Пероральне введення пробіотиків через добавки до корму та води є широко використовуваним методом у тваринництві. В ході проведення експерименту визначали масу тіла курчат-бройлерів, їх збереженість та конверсію корму (табл.3.8).

З отриманих результатів видно, що в процесі вирощування бройлерів різні концентрації пробіотику мали різний вплив на приріст маси та конверсію корму. Маса тіла курчат-бройлерів віком одна доба на початок дослідження була однаковою. У віці від одного та двох тижнів курчата мали аналогічні показники маси тіла у всіх дослідних групах та контрольній.

На 21 добу експерименту курчата першої дослідної групи мали більшу масу тіла на 5,9 %, другої – на 7,7%, третьої – на 8,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

Спостерігали збільшення маси у дослідних груп курчат-бройлерів на 28 добу дослідження у першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 % ($p \leq 0,05$). З отриманих результатів видно, що в процесі вирощування бройлерів різні концентрації пробіотику мали різний вплив на приріст маси та конверсію корму. Маса тіла курчат-бройлерів віком одна доба на початок дослідження була однаковою. У віці від одного та двох тижнів курчата мали аналогічні показники маси тіла у всіх дослідних групах та контрольній.

Таблиця 3.8

**Фізіологічні та продуктивні показники курчат бройлерів при
застосуванні *Bacillus coagulans* ALM 86, n=25**

Показники	Дослідні групи курчат			
	1 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10 ⁵ , КУО/Г	2 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10 ⁷ , КУО/Г	3 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10 ⁹ , КУО/Г	контроль
Маса тіла 1 гол. 1 доба, г	50,20± 0,61	50,12±0,37	49,80±0,24	49,91±0,36
7 діб, % до контролю	178,21±1,50 101,10	180,21±1,15 102,30	179,12±1,34 101,70	176,30±1,22 100,00
14 діб, г % до контролю	474,64±2,25 97,90	498,68±1,41 101,60	496,35±1,28 101,20	490,04±1,45 100,00
21 доба, г % до контролю	997,10±1,57 105,90	1014,30±3,69* 107,70	1020,5±2,99* 108,40	941,10±2,18 100,00
28 діб, % до контролю	1631,92±28,78 101,60	1679,30±37,51 104,60	1751,20±42,67* 109,20	1605,31±39,70 100,00
35 діб, г % до контролю	2472,41±8,83* 111,00	2569,30±17,53* 115,40	2642,92±25,34* 118,40	2226,92±30,30 100,0
Середньодобовий приріст живої маси, г % до контролю	72,07±0,66* 110,80	74,84±0,54* 115,00	76,93±0,60* 118,30	65,05±0,23 100,00
Загибель птиці (гол.) збереженість, %	0 100,00	0 100,00	0 100,00	5 80,10
Приріст живої ваги, кг	60,55±0,65* 111,00	62,98±0,86* 115,50	64,92±0,72* 119,00	54,50±0,63 100,00
Споживання корму, кг	128,20±0,65 94,68	130,82±0,45 96,60	132,61±0,86 97,90	135,42±0,33 100,00
Витрати корма на 1 кг приросту живої маси, кг % к контролю	2,11 85,10	2,07 83,50	2,04 82,20	2,48 100,00

Примітки: *P<0,05 – результати вірогідні порівняно з контролем

На 21 добу експерименту курчата першої дослідної групи мали більшу масу тіла на 5,9 %, другої – на 7,7%, третьої – на 8,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем. Спостерігали збільшення маси у дослідних груп курчат-бройлерів на 28 добу дослідження у першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 % ($p \leq 0,05$).

Отримані результати вказують на позитивний вплив *Bacillus coagulans* ALM 86 на продуктивні показники курчат-бройлерів. По завершенню експерименту на 35 добу маса курчат першої дослідної групи істотно збільшилась на 11 %, другої – на 15,4 %, третьої – на 18,4 %, порівняно з контрольною групою.

Крім того, середньодобовий приріст маси тіла курчат у групах, де птиця приймала *B. coagulans* був вище, у першій дослідній групі середньодобовий приріст був більше на 10,8 %, у другій – на 15,0 % та у третій – на 18,3 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем. При цьому у збереженість у всіх дослідних групах, де в якості добавки використовували різну концентрацію пробіотику, склала 100 %. В групі контролю з 25 голів загинуло 5 курчат від бактеріальної інфекції.

У курчат контрольної групи на 35 добу дослідження спостерігали зменшення маси тіла, порівняно з дослідними групами. Як було встановлено, основна причина загибелі курчат було катаральне запалення тонкого відділу кишечника (рис. 3.4), також були виявлені крововиливи в печінці (рис. 3.5). При бактеріологічному дослідженні патологічного матеріалу було ізольовано збудник ешерихіозу.



Рис. 3.4 Катаральне запалення тонкого відділу кишечника у курчат контрольної групи

В результаті проведеного експерименту відбувалось збільшення приросту маси тіла по групах: у першій дослідній на 11 %, у другій – на 15,5 %, у третій – на 19, %, порівняно з контролем. При цьому споживання корму за весь період дослідження було менше у першій дослідній групі на 5,3 %, у другій – на 3,4 %, у третій – на 2 %, що також є плюсом до економічного прибутку, в порівнянні з вирощуванням бройлерів без використання пробіотиків.

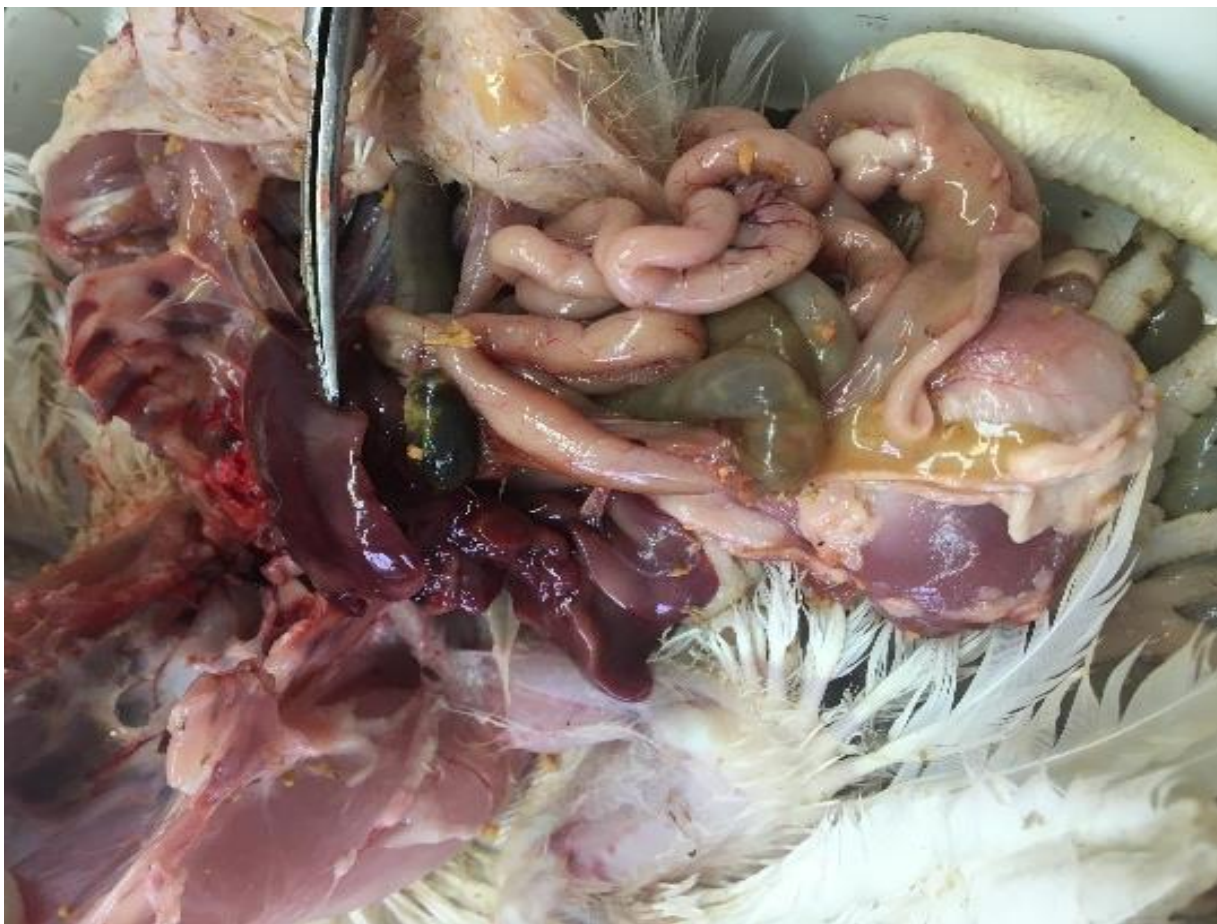


Рис. 3.5 Геморагії в печінці у курчат контрольної групи

На підтвердження цього факту також вказує показник витрати корму на кг приросту маси тіла, який був менше у першій дослідній групі на 14,9 %, у другій – на 16,5 %, у третій – на 17,8 %, порівняно з контролем.

За результатами визначення маси тіла встановлено збільшення маси у курчат-бройлерів дослідних груп на 21-35 добу вирощування, де застосовували пробіотик. Найкращі результати були отримані у третій групі, де згодовували *B. coagulans* в концентрації 1×10^9 , КУО/г.

Під час проведення досліджень встановлено, що збереженість курчат у всіх дослідних групах, де в якості добавки використовували різну концентрацію пробіотику, склала 100 %.

У контрольній групі спостерігали загибель курчат через інтоксикацію в наслідок бактеріальної інфекції. Таким чином можна зробити висновок, що

B. coagulans пригнічує ріст та розмноження умовно-патогенної мікрофлори у кишечнику, що підтверджується дослідженням складу мікробіому дванадцятипалої кишки у курчат двох та п'яти тижнів.

Таким чином *B. coagulans* за рахунок пригнічення патогенної мікрофлори можна використовувати як альтернативу антибіотикам у кормах для птиці, особливо для молодняка.

Дослідженнями встановлено, що курчата в дослідних групах за використання пробіотику мали більшу масу тіла на 21 добу: в першій на 5,9 %, другої – на 7,7%, третьої – на 8,4 %; на 28 добу: в першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 %; на 35 добу: в першій на 11 %, в другій – на 15,4 %, в третій – на 18,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою.

За використання *B. coagulans* курчатам дослідних груп середньодобовий приріст маси тіла був вище у першій на 10,8 %, у другій – на 15,0 % та у третій – на 18,3 % ($p \leq 0,05$), збільшення приросту маси тіла на 11 %, на 15,5 %, та на 19, % відповідно, порівняно з контролем.

Збереженість бройлерів у дослідних групах склала 100 %, на відміну від контрольної – 80 %. Витрати корму на кг приросту маси тіла був менше у першій дослідній групі на 14,9 %, у другій – на 16,5 %, у третій – на 17,8 %; конверсія корму відповідно зменшилась на 5,3 %, на 3,4 %, на 2 %, відносно контролю.

РОЗДІЛ 4

УЗАГАЛЬНЕННЯ, АНАЛІЗ ТА ОБГОВОРЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Галузь птахівництва відіграє ключову роль у постачанні населення світу високоякісного протеїну та ліпідів. Споживання курячого м'яса на душу населення як у розвинених, так і в слаборозвинених країнах значно зросло.

Частково це сталося через те, що на відміну від червоного м'яса, споживання м'яса птиці не пов'язане з релігійними чи культурними обмеженнями. Крім того, світові ціни на куряче м'ясо та продукти з курячого м'яса залишаються відносно дешевшими, ніж на яловичину та свинину [138].

Особливе занепокоєння для промисловості вирощування бройлерів викликає бактеріальні інфекції. Глобальні втрати оцінюються в 2 мільярди доларів США на рік, і очікується, що вони зростуть [224].

Для зменшення втрат, галузь покладалася на використання субтерапевтичних доз антибіотиків (антибіотиків стимуляторів росту), які додають до раціону птиці для захисту від інфекцій та підвищення ефективності виробництва [66].

На жаль, із глобальною появою протимікробної резистентності багато країн прагнуть заборонити використання антибіотиків, і очікується, що частота інфекційних захворювань у птиці зросте [161].

Отже, оскільки селекційне розведення, за прогнозами, максимізує потенціал зростання в наступному десятилітті, галузь перейшла на підтримку здоров'я птиці, щоб мінімізувати економічні втрати.

В результаті проведення моніторингу у пташнику було виявлено багато недоліків у системі утримання. Відсоткове співвідношення різних видів мікроорганізмів корелювало з віком курчат.

Так *Escherichia coli* складала на сьому добу досліджень – на 292,3 %, на чотирнадцяту – на 201,28 %, на двадцять першу – на 75,64 %, на тридцять п'яту – на 34,61 % більше, порівняно до курчат забійного віку (42 доба).

Escherichia coli є грамнегативною бактерією, яка зазвичай зустрічається як коменсал у кишковому тракті людей і тварин.

Вона також є збудником кишкових захворювань. Стійкість *E. coli* до протимікробних засобів може горизонтально поширюватися на інші бактерії [57, 204].

Також значну частину мікрофлори в приміщенні для тижневого молодняка складали *Enterobacterales*. Зменшення частки *Enterococcus faecium* відбувалось починаючи з першого тижня у порівнянні до дорослих курчат на 150,92 %, на 14 добу – на 122,65 %, на 21 добу – на 80,46 %, на 35 добу – на 71,87 %.

Тенденція зменшення кількості *Enterococcus faecalis* на сьому добу була на 232,76 %, на чотирнадцяту – на 164,23 %, на двадцять першу – на 148,39 %, на тридцять п'яту – на 31,04 %, порівняно до курчат на 42 добу. Бактерія *Enterococcus faecium* заселяє сліпу кишку бройлерів і є складовою нормального мікробіома кишечника.

Staphylococcus aureus з віком курчат мав тенденцію до збільшення, на відміну від *Enterococcus faecium*. Тому на сьому добу частка *S. aureus* була менше, в порівнянні до дорослих бройлерів на 72,85 %, на 14 добу на – 37,01 %, на 21 добу – на 28,87 %, на 35 добу – на 20,77 %.

Заселення кишечника *Listeria monocytogenes* аналогічно збільшувалась з віком у дорослих курчат. У курчат тижневого віку кількість *L. monocytogenes* збільшувалась на 55,40 %, у 14-ти добових – на 30,6 %, у 21-ти добових – на 20,32 %, у 35-ти добових – на 11,96 %.

На сьому добу життя кількість *Campylobacter spp.* була менше, порівняно до дорослих курчат на 72 %, у 14-ти добових – на 66,28 %, у 21-ти добових – на 27,42 %, у 35-ти добових – на 12,51 %.

Під час дослідження кількість *S. enterica* у тижневих бройлерів була більша порівняно до дорослих на 174,07 %, на чотирнадцяту добу – на 140,0 %, на двадцять першу – на 59,25 %, на тридцять п'яту – на 14,8 %.

Асоційована мікрофлора складалась з мікроскопічних грибків та бактерій, які не мали у підсумку ізоляції великий відсоток та не викликали спалаху інфекційних захворювань у бройлерів. Однак треба відмітити, що її кількість збільшувалась з віком птахів.

Сучасні бройлери мають великий генетичний потенціал для набору великої маси тіла з великими метаболічними потребами до досягнення повної зрілості.

Умовно-патогенні мікроорганізми можуть проникати в опорно-руховий апарат птиці під час стресу, викликаючи бактеріальний хондронекроз та остеомієліт. Така патогенна колонізація ще більше прискорюється мікропереломами та тріщинами, які утворюються в кістках через швидкий ріст бройлерів разом із ішемією кровоносних судин.

Хоча *Staphylococcus*, *E. coli* та *Enterococcus* вважаються звичайними бактеріальними патогенами, залученими до бактеріального остеомієліту, існує кілька інших некультивованих бактерій [54].

Проведені дослідження циркуляції мікроорганізмів у приміщеннях для вирощування бройлерів показали, що відбувається певний взаємозв'язок між віком птиці та відсотковим співвідношенням мікрофлори.

Найбільш вразливі курчата у віці до двох тижнів, коли є ризик спалаху інфекційних хвороб таких як неонатальна септицемія, яка викликана патогенною *E.coli*. Септицемія новонароджених пов'язана як із високою загальною смертністю серед старшого віку птиці, так і на першому тижні життя.

Будь-яке відхилення від підтримки гомеостатичного середовища в кишечнику може призвести до переміщення бактерій через кров з наступною проліферацією патогенних бактерій у відповідних органах, включаючи кістки.

Важливо позбутися від дисбактеріозу крові, аналогічного дисбактеріозу кишечника. Цього можна досягти шляхом додавання пробіотиків, які допомагають у створенні еубіотичного середовища, що зменшує бактеріальну транслокацію [30, 45].

За результатами проведених досліджень були визначені основні спільноти циркулюючих мікроорганізмів у приміщеннях для вирощування бройлерів. Встановлений кореляційний зв'язок між віком птиці та складом мікрофлори.

У приміщенні для вирощування курчат від тижня до двох переважали *Escherichia coli*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis* та *Salmonella enterica*. З двадцять першої доби до сорок другої збільшилась частка мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.* та асоційованої мікрофлори. Визначені основні фактори ризику при вирощуванні курчат-бройлерів.

Наступним етапом роботи було визначити чутливість мікрофлори до антибіотиків, протимікробну активність пробіотику *B. coagulans* стосовно збудників бактеріальних інфекцій птиці.

Групове застосування препаратів є поширеним при лікуванні інфекцій у системах виробництва бройлерів. Більшість антибіотиків для курей в даний час дозволені для прийому всередину.

Тому антибіотики застосовують всій птиці, як хворій, так і здоровій [60]. Обсяг споживання антибіотиків відрізняється між окремими особами в груповому лікуванні [36].

Теоретично індивідуальне пероральне лікування могло б стосуватися лише для хворих бройлерів і гарантувати точне споживання. Це зменшує

кількість птиці, що піддаються впливу, забезпечує правильне дозування, а отже, може зменшити розвиток і поширення резистентності в групі.

Проте експериментальні дослідження показали, що залишки антибіотиків і стійкі бактерії можуть бути передані від оброблених тварин до не лікованих тварин, які утримуються в одному приміщенні, або переміщуються через ті самі секції пташника [115].

Для визначення максимально ефективного антимікробного препарату проводили визначення чутливості виділеної патогенної мікрофлори.

За результатами проведених експериментів було встановлено, що *E. coli* не проявляв чутливості до 66,67 % препаратів, помірно чутливий – до 16,67 %, і чутливий – до 16,67 %. У дослідженнях проведених зі *S. aureus* було встановлено, що не проявляв чутливості до 58,32 % антибіотиків, помірно чутливий – до 4,16 %, і чутливий – до 37,50 %.

Додавання пробіотиків до основного раціону виявляється покращує продуктивність росту, якість м'яса та гуморальний імунітет, а також зменшуючи виділення патогенних мікроорганізмів.

В результаті дослідження чутливості виділеної мікрофлори *S. aureus* та *E. coli* до антибіотиків було встановлено, що з 24 перевірених чутливість проявляли до чотирьох препаратів.

Був обраний антибіотик з максимальним спектром дії – цефтіоклін для лікування курчат-бройлерів. Проведене дослідження показало великий відсоток антибіотиків, до яких бактерії не були чутливі або помірно чутливі [215].

Тому для профілактики антибіотикорезистентності у господарстві був запропонований пробіотик *B. coagulans*. Було проведене визначення антагоністичних властивостей пробіотичного штаму *B. coagulans* стосовно бактерій виділених у пташнику.

В результаті проведеного експерименту встановлено, що у *B. coagulans* розведенні 1×10^9 , КУО/г проявив найкращі антагоністичні властивості у

вигляді зони затримки росту у середовищах з бактеріями, які були виділені у приміщенні пташника [223].

Затримка росту у зразках із *B. coagulans* в розведенні 1×10^7 , КУО/г була більше з *E. faecium* – на 48,63 %; *C. jejuni* – на 55,67 %; *E. coli* – на 80,61 %; *E. fecalis* – на 41,59 %; *L. monocytogenes* – на 48,67 %; *S. aureus* – на 17,92 %; *S. enterica* – на 22,44 %, порівняно до контролю.

У чашках Петрі з *B. coagulans* 1×10^9 , КУО/г демаркаційна зона була більше порівняно до 1×10^5 , КУО/г навколо *E. faecium* – на 174,0 %; *C. jejuni* – на 164,4 %; *E. coli* – на 269,3 %; *E. fecalis* – на 150,51 %; *L. monocytogenes* – на 93,75 %; *S. aureus* – на 178,5 %; *S. enterica* – на 287,48 %.

Проведене дослідження показує, що до *B. coagulans* всі бактерії проявили чутливість залежно від концентрації.

Пробіотики видів *Bacillus* є найбільш часто вживаними пробіотиками у тваринництві через їх здатність утворювати спори, що забезпечує їх виживання в суворих умовах навколишнього середовища, проростання спор у шлунково-кишковому тракті та синтез антимікробних речовин [165].

Додавання пробіотиків у раціон також сприяє приросту живої маси і запобігати патогенним інфекціям у свійської птиці [6, 97].

Занепокоєння щодо добробуту тварин продовжує залишатися важливим компонентом законодавства та політики, пов'язаної з комерційним виробництвом харчових продуктів для тварин. Соціальний та ринковий тиск є рушійною силою законодавства та призводить до зміни систем управління птахівництвом.

Проведені дослідження показали, що *E. coli* не проявляла чутливості до 66,67 % препаратів, помірно чутливий – до 16,67 %, і чутливий – до 16,67 %; зі *S. aureus* було встановлено, що не проявляв чутливості до 58,32 % антибіотиків, помірно чутливий – до 4,16 %, і чутливий – до 37,50 %. Встановлено, що з 24 перевірених чутливість виділені мікроорганізми

проявляли до чотирьох препаратів. Найбільшу чутливість виділені ізоляти проявили стосовно антибіотику цефтіоклін.

Дослідженнями встановлено, що у *B. coagulans* розведенні 1×10^9 , КУО/г має антагоністичні максимальні властивості [107].

Підсумовуючи отримані результати можна стверджувати, що виділені мікроорганізми проявляли чутливість до чотирьох препаратів.

Крім того, доведено що *E. coli* не проявляла чутливості до 66,67 % препаратів, помірно чутливий – до 16,67 %, чутливий – до 16,67 %; зі *S. aureus* не проявляв чутливості до 58,32 % антибіотиків, помірно чутливий – до 4,16 %, і чутливий – до 37,50 %. Дослідженнями встановлено, що у *B. coagulans* розведенні 1×10^9 , КУО/г має максимальні антагоністичні властивості [44].

Bacillus coagulans – це грампозитивна, факультативно анаеробна, непатогенна бактерія, що утворює ендоспори, що продукує молочну кислоту, і їй надано Управлінням з контролю за продуктами й ліками США (FDA) статус загальноновизнаної безпечної [39, 135].

Види *Bacillus coagulans* викликають великий інтерес, який пов'язаний з їх пробіотичними властивостям, включаючи пригнічення патогенів, антиоксидантну, антимікробну, імуномодулюючу та ферментаційну здатність у поєднанні з їх толерантністю до екстремальних умов [98, 109, 112].

Бройлерам до раціону додавали експериментальний пробіотичний штам *Bacillus coagulans* ALM86 виробництва в ПП «Кронос Агро», Україна. На основі отриманих результатів була розроблена листівка-вкладка.

Метою наступного дослідження було визначення властивостей *Bacillus coagulans*.

На першому етапі підготували культуру *Bacillus coagulans* ALM 86 з цією метою вирощували її на овочевому середовищі, готували мазки та досліджували під мікроскопом. Також визначали ступінь адгезивності відносно еритроцитів півня для визначення вірулентності штаму.

При дослідженні індексу адгезивності еритроцитів *B. coagulans* ALM 86 встановили що він складав $2,35 \pm 0,12$, це за методом Бриліс є середнім показником, середній показник адгезії – $1,80 \pm 0,05$, та коефіцієнт участі еритроцитів в адгезивному процесі – $85,34 \pm 1,12$ [155].

В результаті визначення властивостей *B. coagulans* ALM 86 було встановлено, штам має середній показник адгезивності, що вказує на авірулентність бактерії стосовно макроорганізму.

Наступна значуща варіабельність відмічає загальну кількість бактерій у вмісті тонкого кишечника бройлерів різних груп на початку вирощування птахів. У цей період бактеріальне обсіменіння кишечника у курчат 1-го і 2-го дослідних груп була приблизно в 1,5-2,0 рази вище, ніж у контролі.

На другий тиждень дослідження заселення корисною мікрофлорою кишечника *Lactobacillus* sp. збільшилось у курчат першої дослідної групи на 1,48 %, другої – на 31,94 % та третьої – на 64,78 %, порівняно з контрольною ($p \leq 0,05$). На 5 тиждень дослідження у курчат-бройлерів у вмісті кишечника кількість *Lactobacillus* sp. була більше в першій дослідній групі на 33,78 %, другої – на 50,0 %, третьої – на 78,37 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою.

Крім того, необхідно відмітити тенденцію до збільшення кількості *Lactobacillus* sp. у курчат дослідних груп, порівняно з 2 тижнем досліджень. До родини *Enterobacteriaceae* sp. відносяться бактерій, що включає відомі патогени такі як *Escherichia coli*.

Тому зниження кількості цих мікроорганізмів у кишечнику курчат дослідних груп було ознакою конкурентоспроможності пробіотичного штаму *Bacillus coagulans* ALM 86 [55].

На другий тиждень проведення дослідження було встановлено вірогідне зниження вмісту бактерій *Enterobacteriaceae* sp. у першій дослідній групі на 34,5,9 %, у другій – на 37,27 %, у третій – на 53,16 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою.

На п'ятий тиждень експерименту відбувалось зменшення кількості *Enterobacteriaceae sp.* у дванадцятипалій кишці у першій групі на 51,48 %, у другій – на 65,11 %, у третій – на 90,67 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

На другий тиждень дослідження показали вірогідне пригнічення росту *Staphylococcus sp.* у дослідних групах у першій на 40,65 %, у другій – на 56,86 %, у третій – на 66,68 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою. По завершенню експерименту рівень *Staphylococcus sp.* вірогідно знизився в першій дослідній групі на 15,04 %, в другій – на 35,44 %, в третій – на 51,47 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем [53].

Встановлена значна роль мікрофлори шлунково-кишкового тракту у травленні, всмоктуванні, здоров'ї, продуктивності та інших фізіологічних функціях. Також кишкова мікрофлора також захищає господаря від патогенів та запалення слизової оболонки.

До складу асоційованої мікрофлори увійшли не ідентифіковані мікроорганізми, які однак мають вплив на загальну кількість мікроорганізмів у дванадцятипалій кишці курчат бройлерів.

Вміст асоційованої мікрофлори на другому тижні експерименту був нижчий у першій дослідній групі на 21,12 %, у другій – на 16,81 %, у третій – на 22,32 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем. На момент завершення дослідження кількість асоційованої мікрофлори у першій дослідній групі була менше на 8,13 %, у другій – на 21,31 % та у третій – на 26,12 % ($p \leq 0,05$) [58].

Дослідженнями встановлено, що у курчат дослідних груп вірогідно більша була кількість корисної мікрофлори *Lactobacillus sp.* та менша *Enterobacteriaceae sp.* та *Staphylococcus sp.* Крім того, *B. coagulans* має позитивний вплив на розвиток кишкового імунітету та мікробіому, а також забезпечує захист від патогенів таких як *S. enteritidis* у курчат.

Встановлено, що на другий тиждень дослідження рівень *Lactobacillus sp.* у кишечнику курчат першої дослідної групи був вище на 1,48 %, другої – на

31,94 % та третьої – на 64,78 %; на 5 тиждень дослідження: в першій дослідній групі на 33,78 %, другої – на 50,0 %, третьої – на 78,37 %.

На другий тиждень дослідження було встановлено зниження вмісту *Enterobacteriaceae* sp. у першій дослідній групі на 34,5,9 %, у другій – на 37,27 %, у третій – на 53,16 %; на 5 тиждень: у першій групі на 51,48 %, у другій – на 65,11 %, у третій – на 90,67 %, порівняно з контролем.

На другий тиждень дослідження показали пригнічення росту *Staphylococcus* sp. у дослідних групах у першій на 40,65 %, у другій – на 56,86 %, у третій – на 66,68 %; на 5 тиждень першій дослідній групі на 15,04 %, в другій – на 35,44 %, в третій – на 51,47 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем [68].

Імунну систему курей можна розділити на первинні імунні органи та лімфоїдну тканину. Первинними імунними структурами є тимус, де виробляються і дозрівають Т-лімфоцити; Bursa Fabricii, де дозрівають В-лімфоцити; і кістковий мозок, де виробляються попередники клітин крові.

Крім того, під час ембріонального розвитку курей джерелом материнських антитіл є жовток. Первинні лімфоїдні органи в основному діють як центри виробництва та дозрівання адаптивних імунних клітин. Вторинні лімфоїдні тканини спеціалізуються на контролі імунних реакцій. Вони активують імунні ефektorні клітини, такі як лімфоцити.

Після дозрівання в первинних лімфоїдних органах Т- і В-лімфоцити знову потрапляють у кровотік і колонізують вторинні лімфоїдні тканини, щоб полегшити представлення антигену лімфоїдним клітинам і ініціювати та регулювати адаптивну імунну відповідь.

Пробіотики сприяють прискоренню росту, зміні кишкового мікробіому та стимулюванню імунітету. Також пробіотики знижують вплив теплового стресу, захищаючи кишечник від патогенів і сприяють перетравленню поживних речовин.

Однак необхідно враховувати, що пробіотичні штами мають свої культуральні властивості і різний вплив на птицю. Метою роботи було визначити вплив *B. coagulans* на тимус та бурсу курчат-бройлерів [128].

Для визначення можливого токсичного впливу на організм курчат та імунну систему проводили розтин та дослідження імунокомпетентних органів.

Середня маса тимусу у курчат-бройлерів в дослідних та контрольних групах була практично однакова, тому індекс тимусу не розраховували. З проведених досліджень видно, що середня маса бурси в 1 дослідній та контрольній групах була нижча, порівняно з іншими.

В першій дослідній групі середня маса органа була більша на 4,82 %, в другій вірогідно – на 30,0 %, в третій – на 37,53 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

Відповідно до отриманих результатів бурсальний індекс був вищий у першій дослідній групі на 15 %, у другій – на 25 %, у третій – на 30 %, порівняно з контролем.

Проведений експеримент дає підставу вважати, що курчата дослідних груп, де застосовували як добавку до раціону *Bacillus coagulans* ALM 86, мали більшу масу тіла, збереженість та імунний статус в порівнянні з контрольною групою [214].

Крім того, дослідженнями встановлено наявність стимулюючого впливу *B. coagulans* ALM 86 на імунокомпетентні органи – бурсу, що дає підставу для використання *B. coagulans* в якості імуномодулятора.

Також за рахунок покращення засвоєння кормів у курчат дослідних груп відбулось зменшення конверсії кормів, що відображається у економічній доцільності застосування *B. coagulans* в якості добавки до корму курчатам-бройлерам [206, 211].

Оскільки імунній системі потрібен час для дозрівання курей, які швидко ростуть, спостерігається більша чутливість до патогенів. Інтенсивний ріст і

використання кормів для задоволення потреб у рості можуть відбуватися за рахунок розвитку імунної системи.

Висока інтенсивність росту та обмінних процесів в організмі курчат-бройлерів дає підстави для пошуку безпечних стимуляторів росту та імунітету, тому в якості альтернати у дослідженні добре себе показав пробіотик *B. coagulans* ALM 86 для промислового використання [7, 221].

Дослідження впливу *B. coagulans* на імунокомпетентні органи показало, що середня маса бурси в першій дослідній групі була більша на 4,82 %, в другій – на 30,0 %, в третій – на 37,53 %, порівняно з контролем.

Метою наступного дослідження було визначити вплив різних концентрацій пробіотику *B. coagulans* на гематологічні показники курчат. Дослідження проводились в умовах віварію факультету ветеринарної медицини Сумського національного аграрного університету Курчата-бройлери (крос Кобб-500) були обрані в якості об'єкту дослідження, з яких сформулювали 4 дослідні групи, та одна контрольна по 25 голів в кожній.

Птицю з першої по 36 добу утримували на підлозі на глибокій підстилці і годували комбікормом відповідно нормативним показникам.

Спостерігали достовірну різницю за результатами клінічного аналізу крові між групами курчат-бройлерів. Рівень гемоглобіну був вище у першій дослідній групі – на 6,19 %, у другій – на 32,94 %, у третій – на 53,72 % (* $P < 0,05$), порівняно з контрольною.

Вірогідне збільшення еритроцитів фіксували дослідних групах у першій – на 45,54 %, у другій – на 58,41 %, у третій – на 101,48 % (* $P < 0,05$). Додавання пробіотиків до основного раціону курчат позитивно вплинуло на вміст лейкоцитів у крові.

Кількість лейкоцитів була більше у крові курчат-бройлерів у першій дослідній групі – на 4,82 %, у другій на 18,63 %, у третій – на 25,44 %, у порівнянні з контролем.

В результаті проведених досліджень було також встановлено, що вміст тромбоцитів у крові курчат дослідних груп був нижчим у першій – на 15,85 %, у другій – на 21,54 %, у третій на 34,14 % (*P<0,05) порівняно з контролем.

Протягом експерименту також визначали у крові курчат-бройлерів рівень метаболітів.

Результати цього дослідження показали, що концентрація загального холестерину була вірогідно менше у третій дослідній групі на 24,77 % (*P<0,05), порівняно з контрольною.

Обмін ліпідів в організмі курчат-бройлерів покращився також за рахунок зменшення у сироватці крові вмісту тригліцеридів у третій дослідній групі на 54,80 % (*P<0,05), порівняно з контролем. У першій та другій дослідних групах рівень холестерину та тригліцеридів був на одному рівні.

Вміст сечовини у сироватці крові курчат дослідних груп протягом експерименту був нижче у першій – на 19,20%, у другій – на 33,86 %, у третій – на 34,13 % (*P<0,05), порівняно з контролем. Крім, того рівень креатиніну у крові курчат дослідних груп був менше у першій – на 6,52 %, у другій – на 8,71 %, у третій – на 21,69 %.

Додавання до основного раціону курчат-бройлерів пробіотику мало позитивний вплив на засвоєння протеїну. Рівень загального білка та глобуліну в сироватці крові був вище у першій на 3,14 – 7,62 %, у другій на 21,70 – 17,32 %, у третій на 56,27 – 70,99 % (*P<0,05) відповідно, порівняно з контрольною групами.

Активність ферментів, аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази була на одному рівні в дослідних та контрольній групах, та не мала достовірної різниці.

Отриманий результат вказує на те, що рівень метаболітів у курчат-бройлерів був у межах норми та не відрізнявся від птиці контрольної групи.

У цьому дослідженні ми досліджували вплив пробіотичного штаму з *B. coagulans* на гематологічний статус та метаболізм курчат-бройлерів. Результати цього дослідження показали, що додавання пробіотику до основного раціону птиці не мало негативного впливу на гематологічні показники.

Додавання пробіотиків до раціону курчат вплинуло на збільшення вмісту еритроцитів та лейкоцитів у крові курчат. Це можна пояснити кращим метаболізмом у дослідних групах, порівняно з контрольною.

Була тенденція до того, що застосування пробіотику призводило до зниження рівня тромбоцитів, порівняно з контролем.

Тромбоцити можуть бути індикатором запалення, і їх підвищений рівень може бути пов'язаний з бактеріальними інфекціями в організмі тварин. У цьому відношенні нижчі рівні тромбоцитів у курчат, які отримували пробіотики, можуть свідчити про нижчі рівні бактеріальних захворювань у курчат.

За результатами проведених експериментів встановлено, що обмін ліпідів в організмі курчат-бройлерів покращився також за рахунок зменшення у сироватці крові вмісту тригліцеридів та холестерин, особливо у третій дослідній групі, порівняно з контролем.

Концентрація загального білка та глобулінів була вірогідно вища у сироватці крові курчат дослідних груп.

Таку тенденцію можна пояснити кращим засвоєнням протеїну в наслідок використання пробіотику. Крім того, збільшення рівня глобулінів пов'язано з підвищенням опірності організму.

Позитивний вплив застосування пробіотику відобразився у зменшенні рівня сечовини та креатиніну у сироватці крові курчат-бройлерів.

Вміст аспартатамінотрансферази та аланінамінотрансферази був аналогічний у дослідних та контрольній групах, що доводить відсутність

токсичного впливу пробіотику *B. coagulans* в різних концентраціях (1×10^5 КУО/г, 1×10^7 КУО/г, 1×10^9 КУО/г) на внутрішні органи і тканини.

Дослідженнями доведене вірогідне збільшення кількості еритроцитів та лейкоцитів у дослідних групах курчат на першій на 45,54-4,82 %, у другій на 58,41-18,63 %, у третій на 101,48-25,44 % (* $P < 0,05$). Зниження рівня тромбоцитів у сироватці крові дослідних груп курчат у першій – на 15,85 %, у другій – на 21,54 %, у третій на 34,14 %.

Встановлено вірогідне зниження рівня холестерину на 24,77 %, тригліцеридів на 54,80 % (* $P < 0,05$), сечовини 34,13 % та креатиніну 21,69 % у курчат третьої дослідної групи.

Вміст загального білка та глобуліну у курчат третьої дослідної групи вірогідно був вище на 56,27 та 70,99 % (* $P < 0,05$) відповідно, порівняно з контрольною групами.

Активність ферментів була на одному рівні у в дослідних та контрольною групах.

Пероральне введення пробіотиків через добавки до корму та води є широко використовуваним методом у тваринництві. В ході проведення експерименту визначали масу тіла курчат-бройлерів, їх збереженість та конверсію корму.

З отриманих результатів видно, що в процесі вирощування бройлерів різні концентрації пробіотику мали різний вплив на приріст маси та конверсію корму.

Маса тіла курчат-бройлерів віком одна доба на початок дослідження була однаковою. У віці від одного та двох тижнів курчата мали аналогічні показники маси тіла у всіх дослідних групах та контрольній.

На 21 добу експерименту курчата першої дослідної групи мали більшу масу тіла на 5,9 %, другої – на 7,7%, третьої – на 8,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

Спостерігали збільшення маси у дослідних груп курчат-бройлерів на 28 добу дослідження у першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 % ($p \leq 0,05$).

З отриманих результатів видно, що в процесі вирощування бройлерів різні концентрації пробіотику мали різний вплив на приріст маси та конверсію корму.

Маса тіла курчат-бройлерів віком одна доба на початок дослідження була однаковою. У віці від одного та двох тижнів курчата мали аналогічні показники маси тіла у всіх дослідних групах та контрольній.

На 21 добу експерименту курчата першої дослідної групи мали більшу масу тіла на 5,9 %, другої – на 7,7%, третьої – на 8,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем. Спостерігали збільшення маси у дослідних груп курчат-бройлерів на 28 добу дослідження у першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 % ($p \leq 0,05$) [73].

Отримані результати вказують на позитивний вплив *Bacillus coagulans* ALM 86 на продуктивні показники курчат-бройлерів. По завершенню експерименту на 35 добу маса курчат першої дослідної групи істотно збільшилась на 11 %, другої – на 15,4 %, третьої – на 18,4 %, порівняно з контрольною групою.

Крім того, середньодобовий приріст маси тіла курчат у групах, де птиця приймала *B. coagulans* був вище, у першій дослідній групі середньодобовий приріст був більше на 10,8 %, у другій – на 15,0 % та у третій – на 18,3 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

При цьому у збереженість у всіх дослідних групах, де в якості добавки використовували різну концентрацію пробіотику, склала 100 %. В групі контролю з 25 голів загинуло 5 курчат від бактеріальної інфекції.

У курчат контрольної групи на 35 добу дослідження спостерігали зменшення маси тіла, порівняно з дослідними групами.

Як було встановлено, основна причина загибелі курчат було катаральне запалення тонкого відділу кишечника також були виявлені крововиливи в печінці. При бактеріологічному дослідженні патологічного матеріалу було ізольовано збудник ешерихіозу.

В результаті проведеного експерименту відбувалось збільшення приросту маси тіла по групах: у першій дослідній на 11 %, у другій – на 15,5 %, у третій – на 19 %, порівняно з контролем.

При цьому споживання корму за весь період дослідження було менше у першій дослідній групі на 5,3 %, у другій – на 3,4 %, у третій – на 2 %, що також є плюсом до економічного прибутку, в порівнянні з вирощуванням бройлерів без використання пробіотиків [113].

На підтвердження цього факту також вказує показник витрати корму на кг приросту маси тіла, який був менше у першій дослідній групі на 14,9 %, у другій – на 16,5 %, у третій – на 17,8 %, порівняно з контролем.

За результатами визначення маси тіла встановлено збільшення маси у курчат-бройлерів дослідних груп на 21-35 добу вирощування, де застосовували пробіотик. Найкращі результати були отримані у третій групі, де згодовували *B. coagulans* в концентрації 1×10^9 , КУО/г.

Під час проведення досліджень встановлено, що збереженість курчат у всіх дослідних групах, де в якості добавки використовували різну концентрацію пробіотику, склала 100 %.

У контрольній групі спостерігали загибель курчат через інтоксикацію в наслідок бактеріальної інфекції. Таким чином можна зробити висновок, що *B. coagulans* пригнічує ріст та розмноження умовно-патогенної мікрофлори у кишечника, що підтверджується дослідженням складу мікробіому дванадцятипалої кишки у курчат двох та п'яти тижнів.

Таким чином *B. coagulans* за рахунок пригнічення патогенної мікрофлори можна використовувати як альтернативу антибіотикам у кормах для птиці, особливо для молодняка [28].

Дослідженнями встановлено, що курчата в дослідних групах за використання пробіотику мали більшу масу тіла на 21 добу: в першій на 5,9 %, другої – на 7,7%, третьої – на 8,4 %; на 28 добу: в першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 %; на 35 добу: в першій на 11 %, в другій – на 15,4 %, в третій – на 18,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою.

За використання *B. coagulans* курчатам дослідних груп середньодобовий приріст маси тіла був вище у першій на 10,8 %, у другій – на 15,0 % та у третій – на 18,3 % ($p \leq 0,05$), збільшення приросту маси тіла на 11 %, на 15 5 %, та на 19, % відповідно, порівняно з контролем [127].

В результаті проведених досліджень встановлено, що *B. coagulans* продемонстрував покращення маси тіла, збільшення середньодобового приросту, покращення коефіцієнта конверсії корму, антиоксидантної здатності, функції імунітету та здоров'я кишечника курчат-бройлерів [129, 220].

Збереженість бройлерів дослідних групах склала 100 %, на відміну від контрольної 80 %. Витрати корму на кг приросту маси тіла був менше у першій дослідній групі на 14,9 %, у другій – на 16,5 %, у третій – на 17,8 %; конверсія корму відповідно зменшилась на 5,3 %, на 3,4 %, на 2 %, відносно контролю.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні обґрунтована ефективність застосування пробіотику для профілактики бактеріальних інфекцій птиці, підвищення продуктивності та опірності організму курчат-бройлерів

1. Дослідженнями визначені основні спільноти циркулюючих мікроорганізмів у приміщеннях для вирощування бройлерів. Встановлений кореляційний зв'язок між віком птиці та складом мікрофлори. У приміщенні для вирощування курчат від тижня до двох переважали *Escherichia coli*, *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis* та *Salmonella enterica*. З двадцять першої доби до сорок другої збільшилась частка мікроорганізмів: *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter spp.* та асоційованої мікрофлори. Визначені основні фактори ризику при вирощуванні курчат-бройлерів.

2. Мікробіологічними дослідженнями встановлено, що виділені мікроорганізми у пташнику проявляли чутливість до чотирьох протимікробних засобів. Крім того, доведено що *E. coli* не проявляла чутливості до 66,67 % препаратів, помірно чутливий – до 16,67 %, чутливий – до 16,67 %; зі *S. aureus* не проявляв чутливості до 58,32 % антибіотиків, помірно чутливий – до 4,16 %, і чутливий – до 37,50 %. Дослідженнями встановлено, що у *B. coagulans* розведенні 1×10^9 , КУО/г має максимальні антагоністичні властивості.

3. В результаті визначення властивостей *B. coagulans* ALM 86 було встановлено, штам має середній показник адгезивності, що вказує на авірулентність бактерії стосовно макроорганізму.

4. В результаті визначення складу шлунково-кишкової мікрофлори у курчат-бройлерів встановлено, що на 2 тиждень дослідження рівень *Lactobacillus sp.* у кишечнику курчат першої дослідної групи був вище на

1,48 %, другої – на 31,94 % та третьої – на 64,78 %; на 5 тиждень дослідження: в першій дослідній групі на 33,78 %, другої – на 50,0 %, третьої – на 78,37 %. На 2 тиждень дослідження було встановлено зниження вмісту *Enterobacteriaceae sp.* у першій дослідній групі на 34,5,9 %, у другій – на 37,27 %, у третій – на 53,16 %; на 5 тиждень: у першій групі на 51,48 %, у другій – на 65,11 %, у третій – на 90,67 %, порівняно з контролем. На другий тиждень дослідження показали пригнічення росту *Staphylococcus sp.* у дослідних групах у першій на 40,65 %, у другій – на 56,86 %, у третій – на 66,68 %; на 5 тиждень першій дослідній групі на 15,04 %, в другій – на 35,44 %, в третій – на 51,47 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

5. Дослідження впливу пробіотику *B. coagulans* на імункомпетентні органи показало, що середня маса бурси в першій дослідній групі була більша на 4,82 %, в другій – на 30,0 %, в третій – на 37,53 %, порівняно з контролем.

6. Гематологічними дослідженнями встановлено вірогідне збільшення кількості еритроцитів та лейкоцитів у дослідних групах курчат на першій на 45,54-4,82 %, у другій на 58,41-18,63 %, у третій на 101,48-25,44 % (* $P < 0,05$). Зниження рівня тромбоцитів у сироватці крові дослідних груп курчат у першій – на 15,85 %, у другій – на 21,54 %, у третій на 34,14 %.

7. У курчат третьої дослідної групи встановлено вірогідне зниження рівня холестерину на 24,77 %, тригліцеридів на 54,80 % (* $P < 0,05$), сечовини 34,13 % та креатиніну 21,69 %. Вміст загального білка та глобуліну у курчат третьої дослідній групі вірогідно був вище на 56,27 та 70,99 % (* $P < 0,05$) відповідно, порівняно з контрольною групами. Активність ферментів була на одному рівні у в дослідних та контрольній групах.

8. Експериментально доведено, що курчата в дослідних групах за використання пробіотику мали більшу масу тіла на 21 добу: в першій на 5,9 %, другої – на 7,7%, третьої – на 8,4 %; на 28 добу: в першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 %; на 35 добу: в першій на 11 %, в другій – на 15,4 %, в третій – на 18,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою.

9. За використання *B. coagulans* курчатам дослідних груп середньодобовий приріст маси тіла був вище у першій на 10,8 %, у другій – на 15,0 % та у третій – на 18,3 % ($p \leq 0,05$), збільшення приросту маси тіла на 11 %, на 15,5 %, та на 19, % відповідно, порівняно з контролем. Збереженість бройлерів дослідних групах склала 100 %, на відміну від контрольної 80 %. Витрати корму на кг приросту маси тіла був менше у першій дослідній групі на 14,9 %, у другій – на 16,5 %, у третій – на 17,8 %; конверсія корму відповідно зменшилась на 5,3 %, на 3,4 %, на 2 %, відносно контролю

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. За результатами дисертаційного дослідження були розроблені методичні рекомендації щодо профілактики бактеріальних хвороб птиці при застосуванні пробіотиків. Суми, 2024. 28 с. (затверджені Вченою радою СНАУ, протокол № 9, від 30.04.2024 року).

2. Матеріали дисертаційного дослідження рекомендовані до використання при вивченні курсів «Мікробіологія» та «Ветеринарна гігієна» для магістрів факультету ветеринарної медицини Сумського НАУ.

3. З метою зниження використання антибіотиків для профілактики бактеріальних інфекцій та підвищенню резистентності у курчат бройлерів рекомендуємо використовувати в раціоні пробіотик *Bacillus coagulans* ALM86.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Shafi, M. E., Zabermawi, N. M., Arif, M., Batiha, G. E., Khafaga, A. F., Abd El-Hakim, Y. M., & Al-Sagheer, A. A. (2020). Antimicrobial and antioxidant properties of chitosan and its derivatives and their applications: A review. *International journal of biological macromolecules*, 164, 2726–2744. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.153>
2. Abdallah, A., Elemba, E., Zhong, Q., & Sun, Z. (2020). Gastrointestinal Interaction between Dietary Amino Acids and Gut Microbiota: With Special Emphasis on Host Nutrition. *Current protein & peptide science*, 21(8), 785–798. <https://doi.org/10.2174/1389203721666200212095503>
3. Abdallah, H. M., Reuland, E. A., Wintermans, B. B., Al Naiemi, N., Koek, A., Abdelwahab, A. M., Ammar, A. M., Mohamed, A. A., & Vandenbroucke-Grauls, C. M. (2015). Extended-Spectrum β -Lactamases and/or Carbapenemases-Producing Enterobacteriaceae Isolated from Retail Chicken Meat in Zagazig, Egypt. *PloS one*, 10(8), e0136052. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136052>
4. Abdelnour, S. A., El-Saadony, M. T., Saghir, S. A. M., Abd El-Hack, M. E., Al-Shargi, O. Y. A., Al-Gabri, N., & Salama, A. (2020). Mitigating negative impacts of heat stress in growing rabbits via dietary prodigiosin supplementation. *Livestock Science*, 240, 104220.
5. Abdelnour, S. A., Swelum, A. A., Salama, A., Al-Ghadi, M. Q., Qattan, S. Y., Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T. (2020). The beneficial impacts of dietary phycocyanin supplementation on growing rabbits under high ambient temperature. *Italian Journal of Animal Science*, 19(1), 1046-1056.
6. Abudabos, A. M., Alyemni, A. H., Dafalla, Y. M., & Khan, R. U. (2017). Effect of organic acid blend and *Bacillus subtilis* alone or in combination on growth traits, blood biochemical and antioxidant status in broilers exposed to

Salmonella typhimurium challenge during the starter phase. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1), 538-542

7. Adhikari, P., Lee, C. H., Cosby, D. E., Cox, N. A., & Kim, W. K. (2019). Effect of probiotics on fecal excretion, colonization in internal organs and immune gene expression in the ileum of laying hens challenged with *Salmonella* Enteritidis. *Poultry science*, 98(3), 1235–1242. <https://doi.org/10.3382/ps/pey443>

8. Agersø, Y., Torpdahl, M., Zachariasen, C., Seyfarth, A., Hammerum, A. M., & Nielsen, E. M. (2012). Tentative colistin epidemiological cut-off value for *Salmonella* spp. *Foodborne pathogens and disease*, 9(4), 367–369. <https://doi.org/10.1089/fpd.2011.1015>

9. Aidara-Kane A. (2012). Containment of antimicrobial resistance due to use of antimicrobial agents in animals intended for food: WHO perspective. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 31(1), 277–287. <https://doi.org/10.20506/rst.31.1.2115>

10. Akl, B. A., Nader, M. M., & El-Saadony, M. T. (2020). Biosynthesis of silver nanoparticles by *Serratia marcescens* ssp *sakuensis* and its antibacterial application against some pathogenic bacteria. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 11(1), 1-8.

11. Al-Qazzaz, M. F. A., Ismail, D., Akit, H., & Idris, L. H. (2016). Effect of using insect larvae meal as a complete protein source on quality and productivity characteristics of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(9), 518-523.

12. Amare, A., Amin, A. M., Shiferaw, A., Nazir, S., & Negussie, H. (2013). Yolk sac infection (omphalitis) in Kombolcha poultry farm, Ethiopia. *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 8(1), p10-14.

13. Amoah, K., Huang, Q. C., Tan, B. P., Zhang, S., Chi, S. Y., Yang, Q. H., Liu, H. Y., & Dong, X. H. (2019). Dietary supplementation of probiotic *Bacillus coagulans* ATCC 7050, improves the growth performance, intestinal morphology, microflora, immune response, and disease confrontation of Pacific

white shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Fish & shellfish immunology*, 87, 796–808.
<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.02.029>

14. Apata, D. F. (2008). Growth performance, nutrient digestibility and immune response of broiler chicks fed diets supplemented with a culture of *Lactobacillus bulgaricus*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(7), 1253-1258.

15. Apata, D. F. (2009). Antibiotic resistance in poultry. *International Journal of Poultry Science*, 8(4), 404-408.

16. Applegate, T. J., Klose, V., Steiner, T., Ganner, A., & Schatzmayr, G. (2010). Probiotics and phytochemicals for poultry: Myth or reality?. *Journal of Applied Poultry Research*, 19(2), 194-210.

17. Archer, G. S., & Mench, J. A. (2014). The effects of the duration and onset of light stimulation during incubation on the behavior, plasma melatonin levels, and productivity of broiler chickens. *Journal of animal science*, 92(4), 1753–1758. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-7129>

18. Ashour, E. A., El-Hack, M. E. A., Shafi, M. E., Alghamdi, W. Y., Taha, A. E., Swelum, A. A., ... & El-Saadony, M. T. (2020). Impacts of green coffee powder supplementation on growth performance, carcass characteristics, blood indices, meat quality and gut microbial load in broilers. *Agriculture*, 10(10), 457.

19. Askelson, T. E., Campasino, A., Lee, J. T., & Duong, T. (2014). Evaluation of phytate-degrading *Lactobacillus* culture administration to broiler chickens. *Applied and environmental microbiology*, 80(3), 943–950. <https://doi.org/10.1128/AEM.03155-13>

20. Aulitto, M., Strazzulli, A., Sansone, F., Cozzolino, F., Monti, M., Moracci, M., Fiorentino, G., Limauro, D., Bartolucci, S., & Contursi, P. (2021). Prebiotic properties of *Bacillus coagulans* MA-13: production of galactoside hydrolyzing enzymes and characterization of the transglycosylation properties of a

GH42 β -galactosidase. Microbial cell factories, 20(1), 71.
<https://doi.org/10.1186/s12934-021-01553-y>

21. Awad, A. M., El-Shall, N. A., Khalil, D. S., Abd El-Hack, M. E., Swelum, A. A., Mahmoud, A. H., Ebaid, H., Komany, A., Sammour, R. H., & Sedeik, M. E. (2020). Incidence, Pathotyping, and Antibiotic Susceptibility of Avian Pathogenic *Escherichia coli* among Diseased Broiler Chicks. *Pathogens* (Basel, Switzerland), 9(2), 114. <https://doi.org/10.3390/pathogens9020114>

22. Babot, J. D., Argañaraz-Martínez, E., Saavedra, L., Apella, M. C., & Chaia, A. P. (2018). Compatibility and safety of five lectin-binding putative probiotic strains for the development of a multi-strain protective culture for poultry. *Beneficial microbes*, 9(6), 927–935. <https://doi.org/10.3920/BM2017.0199>

23. Bai, K., Huang, Q., Zhang, J., He, J., Zhang, L., & Wang, T. (2017). Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis* fmbJ on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. *Poultry science*, 96(1), 74–82. <https://doi.org/10.3382/ps/pew246>

24. Bartels, M. D., Larner-Svensson, H., Meiniche, H., Kristoffersen, K., Schonning, K., Nielsen, J. B., Rohde, S. M., Christensen, L. B., Skibsted, A. W., Jarlov, J. O., Johansen, H. K., Andersen, L. P., Petersen, I. S., Crook, D. W., Bowden, R., Boye, K., Worning, P., & Westh, H. (2015). Monitoring meticillin resistant *Staphylococcus aureus* and its spread in Copenhagen, Denmark, 2013, through routine whole genome sequencing. *Euro surveillance : bulletin Europeen sur les maladies transmissibles = European communicable disease bulletin*, 20(17), 21112. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.es2015.20.17.21112>

25. Biswas, A., Dev, K., Tyagi, P. K., & Mandal, A. (2022). The effect of multi-strain probiotics as feed additives on performance, immunity, expression of nutrient transporter genes and gut morphometry in broiler chickens. *Animal bioscience*, 35(1), 64–74. <https://doi.org/10.5713/ab.20.0749>

26. Biswas, S., Brunel, J. M., Dubus, J. C., Reynaud-Gaubert, M., & Rolain, J. M. (2012). Colistin: an update on the antibiotic of the 21st century.

Expert review of anti-infective therapy, 10(8), 917–934.
<https://doi.org/10.1586/eri.12.78>

27. Bizzini, A., & Greub, G. (2010). Matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry, a revolution in clinical microbial identification. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 16(11), 1614–1619. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2010.03311.x>

28. Bomko, T. V., Nosalskaya, T. N., Kabluchko, T. V., Lisnyak, Y. V., & Martynov, A. V. (2017). Immunotropic aspect of the *Bacillus coagulans* probiotic action. *The Journal of pharmacy and pharmacology*, 69(8), 1033–1040. <https://doi.org/10.1111/jphp.12726>

29. Bordunova, O.G. Dolbanosova, R.V. Loboda, V.B. Stepanenko, A.O. Chivanov, V.D. A Simple Electrochemical and Ultrasound Technique for Obtaining Biocidal Antiviral, Antibacterial and Antifungal Nanoparticles of Calcium Carbonate From the Eggshell Waste Proceedings of the 2023 IEEE 13th International Conference Nanomaterials: Applications and Properties, NAP 2023, 2023, страницы IMT061–IMT065

30. Bøtner, A., Broom, D., Doherr, M. G., Domingo, M., Hartung, J., Keeling, L., Wierup, M. (2012). Scientific Opinion on the use of animal-based measures to assess welfare of broilers. *EFSA Journal*, 10(7).

31. Bradford P. A. (2001). Extended-spectrum beta-lactamases in the 21st century: characterization, epidemiology, and detection of this important resistance threat. *Clinical microbiology reviews*, 14(4), 933–951. <https://doi.org/10.1128/CMR.14.4.933-951.2001>

32. Braun, S. D., Ahmed, M. F., El-Adawy, H., Hotzel, H., Engelmann, I., Weiß, D., Monecke, S., & Ehricht, R. (2016). Surveillance of Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing *Escherichia coli* in Dairy Cattle Farms in the Nile Delta, Egypt. *Frontiers in microbiology*, 7, 1020. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01020>

33. Brilis, V.I., Brilene, T.A., Lentsener, Kh.P., Lentsener, A.A. (1986) Methodology for studying the adhesive process of microorganisms, Laboratory work. №4, C. 210-212 <https://core.ac.uk/download/pdf/14485721.pdf>.
34. Brisbin, J. T., Gong, J., Orouji, S., Esufali, J., Mallick, A. I., Parvizi, P., Shewen, P. E., & Sharif, S. (2011). Oral treatment of chickens with lactobacilli influences elicitation of immune responses. *Clinical and vaccine immunology : CVI*, 18(9), 1447–1455. <https://doi.org/10.1128/CVI.05100-11>
35. Brolund A. (2014). Overview of ESBL-producing Enterobacteriaceae from a Nordic perspective. *Infection ecology & epidemiology*, 4, 10.3402/iee.v4.24555. <https://doi.org/10.3402/iee.v4.24555>
36. Buddington, K. K., Pierzynowski, S. G., Holmes, W. E., & Buddington, R. K. (2023). Selective and Concentrative Enteropancreatic Recirculation of Antibiotics by Pigs. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 13(1), 12. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13010012>
37. Bush, K., & Jacoby, G. A. (2010). Updated functional classification of beta-lactamases. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 54(3), 969–976. <https://doi.org/10.1128/AAC.01009-09>
38. Cantón, R., Akóva, M., Carmeli, Y., Giske, C. G., Glupczynski, Y., Gniadkowski, M., Livermore, D. M., Miriagou, V., Naas, T., Rossolini, G. M., Samuelsen, Ø., Seifert, H., Woodford, N., Nordmann, P., & European Network on Carbapenemases (2012). Rapid evolution and spread of carbapenemases among Enterobacteriaceae in Europe. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 18(5), 413–431. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2012.03821.x>
39. Cao, J., Yu, Z., Liu, W., Zhao, J., Zhang, H., Zhai, Q., & Chen, W. (2020). Probiotic characteristics of *Bacillus coagulans* and associated implications for human health and diseases. *Journal of Functional Foods*, 64, 103643.
40. Careghi, C., Tona, K., Onagbesan, O., Buyse, J., Decuypere, E., & Bruggeman, V. (2005). The effects of the spread of hatch and interaction with

delayed feed access after hatch on broiler performance until seven days of age. *Poultry science*, 84(8), 1314–1320. <https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1314>

41. Ceccarelli, D., van Essen-Zandbergen, A., Veldman, K. T., Tafro, N., Haenen, O., & Mevius, D. J. (2017). Chromosome-Based blaOXA-48-Like Variants in *Shewanella* Species Isolates from Food-Producing Animals, Fish, and the Aquatic Environment. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 61(2), e01013-16. <https://doi.org/10.1128/AAC.01013-16>

42. Cervantes, H. M. (2015). Antibiotic-free poultry production: is it sustainable?. *Journal of Applied Poultry Research*, 24(1), 91-97.

43. Chang, C. H., Teng, P. Y., Lee, T. T., & Yu, B. (2019). The effects of the supplementation of multi-strain probiotics on intestinal microbiota, metabolites and inflammation of young SPF chickens challenged with *Salmonella enterica* subsp. *enterica*. *Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho*, 90(6), 737–746. <https://doi.org/10.1111/asj.13205>

44. Cheng, Y. H., Horng, Y. B., Dybus, A., & Yu, Y. H. (2021). *Bacillus licheniformis*-Fermented Products Improve Growth Performance and Intestinal Gut Morphology in Broilers under *Clostridium perfringens* Challenge. *The journal of poultry science*, 58(1), 30–39. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0200010>

45. Choppa, V. S. R., & Kim, W. K. (2023). A Review on Pathophysiology, and Molecular Mechanisms of Bacterial Chondronecrosis and Osteomyelitis in Commercial Broilers. *Biomolecules*, 13(7), 1032. <https://doi.org/10.3390/biom13071032>

46. Chuang, S. T., Chen, C. T., Hsieh, J. C., Li, K. Y., Ho, S. T., & Chen, M. J. (2022). Development of Next-Generation Probiotics by Investigating the Interrelationships between Gastrointestinal Microbiota and Diarrhea in Preruminant Holstein Calves. *Animals : an open access journal from MDPI*, 12(6), 695. <https://doi.org/10.3390/ani12060695>

47. Cortés, C. R., Téllez Isaías, G., López Cuello, C., Villaseca-Flores, J. M., Anderson, R. C., & Eslava Campos, C. (2004). Bacterial isolation rate from

fertile eggs, hatching eggs, and neonatal broilers with yolk sac infection. *Revista latinoamericana de microbiologia*, 46(1-2), 12–16.

48. Cox, C. M., & Dalloul, R. A. (2015). Immunomodulatory role of probiotics in poultry and potential in ovo application. *Beneficial microbes*, 6(1), 45–52. <https://doi.org/10.3920/BM2014.0062>

49. Croxatto, A., Prod'hom, G., & Greub, G. (2012). Applications of MALDI-TOF mass spectrometry in clinical diagnostic microbiology. *FEMS microbiology reviews*, 36(2), 380–407. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00298.x>

50. Cui, X., Marshall, B., Shi, N., Chen, S. Y., Rekaya, R., & Liu, H. X. (2017). RNA-Seq analysis on chicken taste sensory organs: An ideal system to study organogenesis. *Scientific reports*, 7(1), 9131. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09299-7>

51. Dahshan, H., Abd-Elall, A. M., Megahed, A. M., Abd-El-Kader, M. A., & Nabawy, E. E. (2015). Veterinary antibiotic resistance, residues, and ecological risks in environmental samples obtained from poultry farms, Egypt. *Environmental monitoring and assessment*, 187(2), 2. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-4218-3>

52. Dally, S., Lemuth, K., Kaase, M., Rupp, S., Knabbe, C., & Weile, J. (2013). DNA microarray for genotyping antibiotic resistance determinants in *Acinetobacter baumannii* clinical isolates. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 57(10), 4761–4768. <https://doi.org/10.1128/AAC.00863-13>

53. De Senna, A., & Lathrop, A. (2017). Antifungal screening of bioprotective isolates against *Botrytis cinerea*, *Fusarium pallidoroseum* and *Fusarium moniliforme*. *Fermentation*, 3(4), 53.

54. Decuypere, E., Tona, K., Bruggeman, V., & Bamelis, F. (2001). The day-old chick: a crucial hinge between breeders and broilers. *World's Poultry Science Journal*, 57(2), 127-138.

55. Dekker, J., Collett, M., Prasad, J., & Gopal, P. (2007). Functionality of probiotics - potential for product development. *Forum of nutrition*, 60, 196–208. <https://doi.org/10.1159/000107196>
56. Dittoe, D. K., McDaniel, C. D., Tabler, T., & Kiess, A. S. (2018). Windrowing poultry litter after a broiler house has been sprinkled with water. *Journal of Applied Poultry Research*, 27(1), 1-15.
57. Djordjevic, S. P., Stokes, H. W., & Roy Chowdhury, P. (2013). Mobile elements, zoonotic pathogens and commensal bacteria: conduits for the delivery of resistance genes into humans, production animals and soil microbiota. *Frontiers in microbiology*, 4, 86. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00086>
58. Donskey, C. J., Høyen, C. K., Das, S. M., Farmer, S., Dery, M., & Bonomo, R. A. (2001). Effect of oral *Bacillus coagulans* administration on the density of vancomycin-resistant enterococci in the stool of colonized mice. *Letters in applied microbiology*, 33(1), 84–88. <https://doi.org/10.1046/j.1472-765x.2001.00948.x>
59. Dorado-García, A., Smid, J. H., van Pelt, W., Bonten, M. J. M., Fluit, A. C., van den Bunt, G., Wagenaar, J. A., Hordijk, J., Dierikx, C. M., Veldman, K. T., de Koeijer, A., Dohmen, W., Schmitt, H., Liakopoulos, A., Pacholewicz, E., Lam, T. J. G. M., Velthuis, A. G., Heuvelink, A., Gonggrijp, M. A., van Duijkeren, E., ... Heederik, D. J. J. (2018). Molecular relatedness of ESBL/AmpC-producing *Escherichia coli* from humans, animals, food and the environment: a pooled analysis. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 73(2), 339–347. <https://doi.org/10.1093/jac/dkx397>
60. Dorr, P. M., Nemecek, M. S., Scheidt, A. B., Baynes, R. E., Gebreyes, W. A., & Almond, G. W. (2009). Water-flow variation and pharmacoepidemiology of tetracycline hydrochloride administration via drinking water in swine finishing farms. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 235(3), 299–304. <https://doi.org/10.2460/javma.235.3.299>

61. EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare), Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Canali, E., Drewe, J. A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J. L., Schmidt, C. G., Herskin, M. S., Miranda Chueca, M. Á., Padalino, B., Pasquali, P., Roberts, H. C., Spoolder, H., Stahl, K., Velarde, A., Viltrop, A., Winckler, C., ... Michel, V. (2023). Welfare of broilers on farm. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 21(2), e07788. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7788>
62. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW), Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Depner, K., Drewe, J. A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J. L., Gortázar Schmidt, C., Miranda Chueca, M. Á., Roberts, H. C., Sihvonen, L. H., Spoolder, H., Stahl, K., Velarde Calvo, A., Viltrop, A., Winckler, C., Candiani, D., Fabris, C., ... Michel, V. (2019). Killing for purposes other than slaughter: poultry. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 17(11), e05850. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5850>
63. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW), Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Canali, E., Drewe, J. A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J. L., Gortázar Schmidt, C., Herskin, M., Michel, V., Miranda Chueca, M. Á., Padalino, B., Roberts, H. C., Spoolder, H., Stahl, K., Viltrop, A., Winckler, C., Mitchell, M., ... Velarde, A. (2022). Welfare of domestic birds and rabbits transported in containers. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 20(9), e07441. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7441>
64. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW), Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Depner, K., Drewe, J. A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J. L., Schmidt, C. G., Michel, V., Miranda Chueca, M. Á., Roberts, H. C., Sihvonen, L. H., Spoolder, H., Stahl, K., Velarde, A., Viltrop, A., Candiani, D., Van der Stede, Y., ... Winckler, C. (2020). Welfare of cattle at slaughter. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 18(11), e06275. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6275>

65. EFSA Panel on Animal Health and Welfare. (2010). Scientific Opinion on welfare aspects of the management and housing of the grand-parent and parent stocks raised and kept for breeding purposes. *EFSA Journal*, 8(7), 1667.
66. EFSA Panel on Biological Hazards (EFSA BIOHAZ Panel), Koutsoumanis, K., Allende, A., Alvarez-Ordóñez, A., Bolton, D., Bover-Cid, S., Chemaly, M., De Cesare, A., Herman, L., Hilbert, F., Lindqvist, R., Nauta, M., Peixe, L., Ru, G., Simmons, M., Skandamis, P., Suffredini, E., Dewulf, J., Hald, T., Michel, V., ... Davies, R. (2019). Salmonella control in poultry flocks and its public health impact. *EFSA journal*. European Food Safety Authority, 17(2), e05596. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5596>
67. El-Adawy, H., Hotzel, H., Tomaso, H., Neubauer, H., Taboada, E. N., Ehricht, R., & Hafez, H. M. (2013). Detection of genetic diversity in *Campylobacter jejuni* isolated from a commercial turkey flock using *flaA* typing, MLST analysis and microarray assay. *PloS one*, 8(2), e51582. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051582>
68. Elleithy, E. M. M., Bawish, B. M., Kamel, S., Ismael, E., Bashir, D. W., Hamza, D., & Fahmy, K. N. E. (2023). Influence of dietary *Bacillus coagulans* and/or *Bacillus licheniformis*-based probiotics on performance, gut health, gene expression, and litter quality of broiler chickens. *Tropical animal health and production*, 55(1), 38. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03453-2>
69. El-Saadony, M. T., Abd El-Hack, M. E., Taha, A. E., Fouda, M. M., Ajarem, J. S., N. Maodaa, S., Elshaer, N. (2020). Ecofriendly synthesis and insecticidal application of copper nanoparticles against the storage pest *Tribolium castaneum*. *Nanomaterials*, 10(3), 587.
70. El-Saadony, M. T., El-Wafai, N. A., El-Fattah, H. I. A., & Mahgoub, S. A. (2019). Biosynthesis, optimization and characterization of silver nanoparticles using a soil isolate of *Bacillus pseudomycoides* MT32 and their antifungal activity against some pathogenic fungi. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 7(4), 238-249.

71. El-Shall, N. A., Shewita, R. S., Abd El-Hack, M. E., AlKahtane, A., Alarifi, S., Alkahtani, S., Abdel-Daim, M. M., & Sedeik, M. E. (2020). Effect of essential oils on the immune response to some viral vaccines in broiler chickens, with special reference to Newcastle disease virus. *Poultry science*, 99(6), 2944–2954. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.008>
72. El-Sharkawy, H., Tahoun, A., El-Gohary, A. E. A., El-Abasy, M., El-Khayat, F., Gillespie, T., Kitade, Y., Hafez, H. M., Neubauer, H., & El-Adawy, H. (2017). Epidemiological, molecular characterization and antibiotic resistance of *Salmonella enterica* serovars isolated from chicken farms in Egypt. *Gut pathogens*, 9, 8. <https://doi.org/10.1186/s13099-017-0157-1>
73. Endres, J. R., Clewell, A., Jade, K. A., Farber, T., Hauswirth, J., & Schauss, A. G. (2009). Safety assessment of a proprietary preparation of a novel Probiotic, *Bacillus coagulans*, as a food ingredient. *Food and chemical toxicology : an international journal published for the British Industrial Biological Research Association*, 47(6), 1231–1238. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.02.018>
74. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. (1986). Retrieved from <https://rm.coe.int/168007a67b>
75. European Food Safety Authority (EFSA), & European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) (2024). The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2021-2022. *EFSA journal*. European Food Safety Authority, 22(2), e8583. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2024.8583>
76. European Food Safety Authority, & European Centre for Disease Prevention and Control (2018). The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2016. *EFSA journal*. European Food Safety Authority, 16(2), e05182. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5182>

77. Ewers, C., Janssen, T., & Wieler, L. H. (2003). Aviäre pathogene *Escherichia coli* (APEC) [Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC)]. *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift*, 116(9-10), 381–395.
78. Ewers, C., Janssen, T., Kiessling, S., Philipp, H. C., & Wieler, L. H. (2004). Molecular epidemiology of avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC) isolated from colisepticemia in poultry. *Veterinary microbiology*, 104(1-2), 91–101. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2004.09.008>
79. Feng, J., Wang, L., Zhou, L., Yang, X., & Zhao, X. (2016). Using In Vitro Immunomodulatory Properties of Lactic Acid Bacteria for Selection of Probiotics against *Salmonella* Infection in Broiler Chicks. *PloS one*, 11(1), e0147630. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147630>
80. Ferdous, F., Saski, C., Bridges, W., Burns, M., Dunn, H., Elliott, K., & Scott, T. R. (2016). Transcriptome Profile of the Chicken Thrombocyte: New Implications as an Advanced Immune Effector Cell. *PloS one*, 11(10), e0163890. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163890>
81. Folster, J. P., Grass, J. E., Bicknese, A., Taylor, J., Friedman, C. R., & Whichard, J. M. (2017). Characterization of Resistance Genes and Plasmids from Outbreaks and Illness Clusters Caused by *Salmonella* Resistant to Ceftriaxone in the United States, 2011-2012. *Microbial drug resistance (Larchmont, N.Y.)*, 23(2), 188–193. <https://doi.org/10.1089/mdr.2016.0080>
82. Folster, J. P., Pecic, G., Bolcen, S., Theobald, L., Hise, K., Carattoli, A., Zhao, S., McDermott, P. F., & Whichard, J. M. (2010). Characterization of extended-spectrum cephalosporin-resistant *Salmonella enterica* serovar Heidelberg isolated from humans in the United States. *Foodborne pathogens and disease*, 7(2), 181–187. <https://doi.org/10.1089/fpd.2009.0376>
83. Fotina, T. I., & Sergeychik, T. V. (2022). MONITORING OF RISK FACTORS ON FARMS TO KEEP CHICKEN BROILERS. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, (1 (56), 31-36. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2022.1.5>

84. Fotina, T., Berezovsky, A., Petrov, R., Shkromada, O., Nechiporenko, A., Fotin, O., & Bondarenko, P. (2022). Changes in the chemical composition of broiler meat when chelated compounds are added to the diet. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 5(1), 42-45. <https://doi.org/10.32718/ujvas5-1.07>
85. Fotina, T., Nazarenko, S., Fotin, O., & Timoshenko, R. (2020). Application of enzyme with proteolytic activity of "Sinbenza® DP 100" for birds in the egg laying period. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, (3 (50), 17-22. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2020.3.3>
86. Fotina, T., Petrov, V., Havryliuk, H., Liashenko, Y., & Varennyk, L. (2023). Improving the technique of protecting concrete floors in poultry houses. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(6 (123), 66–76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.282127>
87. Gadde, U., Kim, W. H., Oh, S. T., & Lillehoj, H. S. (2017). Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry: a review. *Animal health research reviews*, 18(1), 26–45. <https://doi.org/10.1017/S1466252316000207>
88. Garau J. (2008). Other antimicrobials of interest in the era of extended-spectrum beta-lactamases: fosfomycin, nitrofurantoin and tigecycline. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 14 Suppl 1, 198–202. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2007.01852.x>
89. Garkavenko, T.O., Gorbatyuk, O.I., Kozytska, T.G., Anriashchuk, V.O., Garkavenko, V.M., Dybkova, S.M., Azirkina I.M. (2021) Methodical recommendations for determining the sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs, K.: DNDILVSE, 101.
90. Ghareeb, K., Awad, W. A., Mohnl, M., Porta, R., Biarnés, M., Böhm, J., & Schatzmayr, G. (2012). Evaluating the efficacy of an avian-specific probiotic

to reduce the colonization of *Campylobacter jejuni* in broiler chickens. *Poultry science*, 91(8), 1825–1832. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02168>

91. Giamarellou H. (2005). Multidrug resistance in Gram-negative bacteria that produce extended-spectrum beta-lactamases (ESBLs). *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 11 Suppl 4, 1–16. <https://doi.org/10.1111/j.1469-0691.2005.01160.x>

92. Giamarellou H. (2016). Epidemiology of infections caused by polymyxin-resistant pathogens. *International journal of antimicrobial agents*, 48(6), 614–621. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2016.09.025>

93. Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K. S., Cani, P. D., Verbeke, K., & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology*, 14(8), 491–502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>

94. Giske C. G. (2015). Contemporary resistance trends and mechanisms for the old antibiotics colistin, temocillin, fosfomycin, mecillinam and nitrofurantoin. *Clinical microbiology and infection : the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 21(10), 899–905. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.05.022>

95. Gomis, S. M., Riddell, C., Potter, A. A., & Allan, B. J. (2001). Phenotypic and genotypic characterization of virulence factors of *Escherichia coli* isolated from broiler chickens with simultaneous occurrence of cellulitis and other colibacillosis lesions. *Canadian journal of veterinary research = Revue canadienne de recherche veterinaire*, 65(1), 1–6.

96. Gotsulya A, Zazharskyı V, Parchenko V, Davydenko P, Kulishenko O, Brytanova T. N'-(2-(5-((Theophylline-7-yl)methyl)- 4-ethyl-1,2,4-triazole-3-

ylthio)acetyl) isonicotinohydrazide As Antitubercular Agents. HUIPHARM.

2022;42(3):149-55.<https://doi.org/10.52794/hujpharm.1011368>

97. Grant, A., Gay, C. G., & Lillehoj, H. S. (2018). *Bacillus* spp. as direct-fed microbial antibiotic alternatives to enhance growth, immunity, and gut health in poultry. *Avian pathology : journal of the W.V.P.A.*, 47(4), 339–351. <https://doi.org/10.1080/03079457.2018.1464117>

98. Gu, S. B., Zhao, L. N., Wu, Y., Li, S. C., Sun, J. R., Huang, J. F., & Li, D. D. (2015). Potential probiotic attributes of a new strain of *Bacillus coagulans* CGMCC 9951 isolated from healthy piglet feces. *World journal of microbiology & biotechnology*, 31(6), 851–863. <https://doi.org/10.1007/s11274-015-1838-x>

99. Hafez, H. M., & Hauck, R. (2014). Zoonoses with public health relevance in poultry. In *Zoonoses-Infections Affecting Humans and Animals: Focus on Public Health Aspects* (pp. 103-123). Dordrecht: Springer Netherlands.

100. Hammershøj, M., & Johansen, N. F. (2016). The effect of grass and herbs in organic egg production on egg fatty acid composition, egg yolk colour and sensory properties. *Livestock Science*, 194, 37-43.

101. Hartung, T. (2010). Comparative analysis of the revised Directive 2010/63/EU for the protection of laboratory animals with its predecessor 86/609/EEC – a t4 report. *ALTEX*, 27(4), 285-303. doi: 10.14573/altex.2010.4.285

102. He, T., Long, S., Mahfuz, S., Wu, D., Wang, X., Wei, X., & Piao, X. (2019). Effects of Probiotics as Antibiotics Substitutes on Growth Performance, Serum Biochemical Parameters, Intestinal Morphology, and Barrier Function of Broilers. *Animals : an open access journal from MDPI*, 9(11), 985. <https://doi.org/10.3390/ani9110985>

103. Hedlund, L., Whittle, R., & Jensen, P. (2019). Effects of commercial hatchery processing on short- and long-term stress responses in laying hens. *Scientific reports*, 9(1), 2367. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-38817-y>

104. Heier, B. T., Høgåsen, H. R., & Jarp, J. (2002). Factors associated with mortality in Norwegian broiler flocks. *Preventive veterinary medicine*, 53(1-2), 147–158. [https://doi.org/10.1016/s0167-5877\(01\)00266-5](https://doi.org/10.1016/s0167-5877(01)00266-5)
105. Helmy, Y. A., El-Adawy, H., & Abdelwhab, E. M. (2017). A Comprehensive Review of Common Bacterial, Parasitic and Viral Zoonoses at the Human-Animal Interface in Egypt. *Pathogens* (Basel, Switzerland), 6(3), 33. <https://doi.org/10.3390/pathogens6030033>
106. Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., Morelli, L., Canani, R. B., Flint, H. J., Salminen, S., Calder, P. C., & Sanders, M. E. (2014). Expert consensus document. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology*, 11(8), 506–514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>
107. Horng, Y. B., Yu, Y. H., Dybus, A., Hsiao, F. S., & Cheng, Y. H. (2019). Antibacterial activity of *Bacillus* species-derived surfactin on *Brachyspira hyodysenteriae* and *Clostridium perfringens*. *AMB Express*, 9(1), 188. <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0914-2>
108. Hossain, M. E., Kim, G. M., Lee, S. K., & Yang, C. J. (2012). Growth performance, meat yield, oxidative stability, and Fatty Acid composition of meat from broilers fed diets supplemented with a medicinal plant and probiotics. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(8), 1159–1168. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12090>
109. Hung, A. T., Lin, S. Y., Yang, T. Y., Chou, C. K., Liu, H. C., Lu, J. J., & Lien, T. F. (2012). Effects of *Bacillus coagulans* ATCC 7050 on growth performance, intestinal morphology, and microflora composition in broiler chickens. *Animal production science*, 52(9), 874-879
110. Hussain, A., Ranjan, A., Nandanwar, N., Babbar, A., Jadhav, S., & Ahmed, N. (2014). Genotypic and phenotypic profiles of *Escherichia coli* isolates belonging to clinical sequence type 131 (ST131), clinical non-ST131, and fecal

non-ST131 lineages from India. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 58(12), 7240–7249. <https://doi.org/10.1128/AAC.03320-14>

111. ISO/IEC 17025:2005. (2006). Retrieved from http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50873

112. Izadi, B., Mohebbi Fani, M., Hosseinzadeh, S., Shekarforoush, S. S., Rasooli, A., & Nazifi, S. (2020). Effect of *Bacillus coagulans* probiotic on milk production and important economic and health indicators of raw milk of Holstein cows. *Iranian Veterinary Journal*, 16(1), 5-14.

113. Jäger, R., Purpura, M., Farmer, S., Cash, H. A., & Keller, D. (2018). Probiotic *Bacillus coagulans* GBI-30, 6086 Improves Protein Absorption and Utilization. *Probiotics and antimicrobial proteins*, 10(4), 611–615. <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9354-y>

114. Jeni, R. E., Dittoe, D. K., Olson, E. G., Lourenco, J., Corcionivoschi, N., Ricke, S. C., & Callaway, T. R. (2021). Probiotics and potential applications for alternative poultry production systems. *Poultry science*, 100(7), 101156. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101156>

115. Jiménez-Belenguer, A., Doménech, E., Villagrà, A., Fenollar, A., & Ferrús, M. A. (2016). Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated in newly-hatched chickens and effect of amoxicillin treatment during their growth. *Avian pathology : journal of the W.V.P.A*, 45(4), 501–507. <https://doi.org/10.1080/03079457.2016.1168515>

116. Johnson, T. J., Youmans, B. P., Noll, S., Cardona, C., Evans, N. P., Karnezos, T. P., Ngunjiri, J. M., Abundo, M. C., & Lee, C. W. (2018). A Consistent and Predictable Commercial Broiler Chicken Bacterial Microbiota in Antibiotic-Free Production Displays Strong Correlations with Performance. *Applied and environmental microbiology*, 84(12), e00362-18. <https://doi.org/10.1128/AEM.00362-18>

117. Karisik, E., Ellington, M. J., Pike, R., Warren, R. E., Livermore, D. M., & Woodford, N. (2006). Molecular characterization of plasmids encoding

CTX-M-15 beta-lactamases from *Escherichia coli* strains in the United Kingdom. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 58(3), 665–668. <https://doi.org/10.1093/jac/dkl309>

118. Karunarathna, R., Popowich, S., Wawryk, M., Chow-Lockerbie, B., Ahmed, K. A., Yu, C., Liu, M., Goonewardene, K., Gunawardana, T., Kurukulasuriya, S., Gupta, A., Willson, P., Ambrose, N., Ngeleka, M., & Gomis, S. (2017). Increased Incidence of Enterococcal Infection in Nonviable Broiler Chicken Embryos in Western Canadian Hatcheries as Detected by Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization-Time-of-Flight Mass Spectrometry. *Avian diseases*, 61(4), 472–480. <https://doi.org/10.1637/11678-052317-Reg.1>

119. Katoch, S., Sharma, K. A., Chahota, R., Sharma, K. S., Marković, R., & Šefer, D. (2013). Performance of broiler chicken fed varied nutrient density diets supplemented with direct fed microbial. *Acta veterinaria*, 63(5-6), 643-653.

120. Kawanishi, M., Matsuda, M., Abo, H., Ozawa, M., Hosoi, Y., Hiraoka, Y., Harada, S., Kumakawa, M., & Sekiguchi, H. (2024). Prevalence and Genetic Characterization of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Isolated from Pigs in Japan. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 13(2), 155. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13020155>

121. Kemmett, K., Williams, N. J., Chaloner, G., Humphrey, S., Wigley, P., & Humphrey, T. (2014). The contribution of systemic *Escherichia coli* infection to the early mortalities of commercial broiler chickens. *Avian pathology : journal of the W.V.P.A.*, 43(1), 37–42. <https://doi.org/10.1080/03079457.2013.866213>

122. Khan, K. A., Khan, S. A., Aslam, A., Rabbani, M., & Tipu, M. Y. (2004). Factors contributing to yolk retention in poultry: a review. *Pakistan Veterinary Journal*, 24(1), 46-51.

123. Khaziakhmetov, F., Khabirov, A., Tagirov, K., Avzalov, R., Tsapalova, G., & Basharov, A. (2020). The influence of "Stimix Zoostim" and "Normosil" probiotics on fecal microflora, hematologic indicators, nutrient

digestibility, and growth of mother-bonded calves. *Veterinary world*, 13(6), 1091–1097. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1091-1097>

124. Kim, E. Y., Kim, Y. H., Rhee, M. H., Song, J. C., Lee, K. W., Kim, K. S., Lee, S. P., Lee, I. S., & Park, S. C. (2007). Selection of *Lactobacillus* sp. PSC101 that produces active dietary enzymes such as amylase, lipase, phytase and protease in pigs. *The Journal of general and applied microbiology*, 53(2), 111–117. <https://doi.org/10.2323/jgam.53.111>

125. Kwoji, I. D., Aiyegoro, O. A., Okpeku, M., & Adeleke, M. A. (2021). Multi-Strain Probiotics: Synergy among Isolates Enhances Biological Activities. *Biology*, 10(4), 322. <https://doi.org/10.3390/biology10040322>

126. Law of Ukraine No. 249 “On The procedure for carrying out experiments and experiments on animals by scientific institutions”. (2012, March). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0416-12#Text>

127. Liang, J., Li, C., Chen, Z., Guo, F., Dou, J., Wang, T., & Xu, Z. S. (2024). Progress of research and application of *Heyndrickxia coagulans* (*Bacillus coagulans*) as probiotic bacteria. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, 14, 1415790. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2024.1415790>

128. Liu, C., Radebe, S. M., Zhang, H., Jia, J., Xie, S., Shi, M., & Yu, Q. (2022). Effect of *Bacillus coagulans* on maintaining the integrity intestinal mucosal barrier in broilers. *Veterinary microbiology*, 266, 109357. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2022.109357>

129. Liu, J., Shi, P., Ahmad, S., Yin, C., Liu, X., Liu, Y., Zhang, H., Xu, Q., Yan, H., & Li, Q. (2019). Co-culture of *Bacillus coagulans* and *Candida utilis* efficiently treats *Lactobacillus* fermentation wastewater. *AMB Express*, 9(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0743-3>

130. Liu, Y. Y., Wang, Y., Walsh, T. R., Yi, L. X., Zhang, R., Spencer, J., Doi, Y., Tian, G., Dong, B., Huang, X., Yu, L. F., Gu, D., Ren, H., Chen, X., Lv, L., He, D., Zhou, H., Liang, Z., Liu, J. H., & Shen, J. (2016). Emergence of plasmid-mediated colistin resistance mechanism MCR-1 in animals and human

beings in China: a microbiological and molecular biological study. *The Lancet. Infectious diseases*, 16(2), 161–168. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)00424-7](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)00424-7)

131. Liu, Z., Fotin, A. I., Petrov, R. V., Ma, J., & Fotina, T. I. (2023). Salmonella infection: interplay between the t3sss effectors and nf- κ b signaling pathway. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Veterinary Medicine*, (3(62), 3-11. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.3.1>

132. Liu, Z., Jiang, Z., Zhang, Z., Liu, T., Fan, Y., Liu, T., & Peng, N. (2022). *Bacillus coagulans* in Combination with Chitooligosaccharides Regulates Gut Microbiota and Ameliorates the DSS-Induced Colitis in Mice. *Microbiology spectrum*, 10(4), e0064122. <https://doi.org/10.1128/spectrum.00641-22>

133. Liu, Z., Wang, L., Yu, Y., Fotin, A., Wang, Q., Gao, P., Zhang, Y., Fotina, T., & Ma, J. (2022). SteE Enhances the Virulence of *Salmonella Pullorum* in Chickens by Regulating the Inflammation Response. *Frontiers in veterinary science*, 9, 926505. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.926505>

134. Livermore, D. M., Canton, R., Gniadkowski, M., Nordmann, P., Rossolini, G. M., Arlet, G., Ayala, J., Coque, T. M., Kern-Zdanowicz, I., Luzzaro, F., Poirel, L., & Woodford, N. (2007). CTX-M: changing the face of ESBLs in Europe. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 59(2), 165–174. <https://doi.org/10.1093/jac/dkl483>

135. Lu, J., Chen, Z., Chen, P., Li, Z., Wan, Y., Song, Y., Wang, F., & Zhang, Y. (2023). Dietary potential probiotics and enzymes complex modulates the performance and rumen microbiota in weaned goats. *Journal of applied microbiology*, 134(2), lxac079. <https://doi.org/10.1093/jambio/lxac079>

136. Lubert, P., Wagner, J., Hahn, H., & Bartelt, E. (2003). Antimicrobial resistance in *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* strains isolated in 1991 and 2001-2002 from poultry and humans in Berlin, Germany. *Antimicrobial agents and chemotherapy*, 47(12), 3825–3830. <https://doi.org/10.1128/AAC.47.12.3825-3830.2003>

137. Lutful Kabir S. M. (2010). Avian colibacillosis and salmonellosis: a closer look at epidemiology, pathogenesis, diagnosis, control and public health concerns. *International journal of environmental research and public health*, 7(1), 89–114. <https://doi.org/10.3390/ijerph7010089>
138. Marcos A. Tavárez, Fausto Solis de los Santos (2016). Impact of genetics and breeding on broiler production performance: a look into the past, present, and future of the industry, *Animal Frontiers*, 6, (4), 37–41, <https://doi.org/10.2527/af.2016-0042>
139. Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M. P., Gaucher, M. L., Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Brar, S. K., Côté, C., Ramirez, A. A., & Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, 4(2), 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>
140. Michael Dunne, W., Jr, Pouseele, H., Monecke, S., Ehricht, R., & van Belkum, A. (2018). Epidemiology of transmissible diseases: Array hybridization and next generation sequencing as universal nucleic acid-mediated typing tools. *Infection, genetics and evolution : journal of molecular epidemiology and evolutionary genetics in infectious diseases*, 63, 332–345. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2017.09.019>
141. Mitchell, B. W., & Waltman, W. D. (2003). Reducing airborne pathogens and dust in commercial hatching cabinets with an electrostatic space charge system. *Avian diseases*, 47(2), 247–253. [https://doi.org/10.1637/0005-2086\(2003\)047\[0247:RAPADI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1637/0005-2086(2003)047[0247:RAPADI]2.0.CO;2)
142. Moawad, A. A., Hotzel, H., Awad, O., Tomaso, H., Neubauer, H., Hafez, H. M., & El-Adawy, H. (2017). Occurrence of *Salmonella enterica* and *Escherichia coli* in raw chicken and beef meat in northern Egypt and dissemination of their antibiotic resistance markers. *Gut pathogens*, 9, 57. <https://doi.org/10.1186/s13099-017-0206-9>

143. Moawad, A. A., Hotzel, H., Neubauer, H., Ehricht, R., Monecke, S., Tomaso, H., Hafez, H. M., Roesler, U., & El-Adawy, H. (2018). Antimicrobial resistance in Enterobacteriaceae from healthy broilers in Egypt: emergence of colistin-resistant and extended-spectrum β -lactamase-producing *Escherichia coli*. *Gut pathogens*, 10, 39. <https://doi.org/10.1186/s13099-018-0266-5>
144. Mountzouris, K. C., Tsirtsikos, P., Kalamara, E., Nitsch, S., Schatzmayr, G., & Fegeros, K. (2007). Evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, and *Pediococcus* strains in promoting broiler performance and modulating cecal microflora composition and metabolic activities. *Poultry science*, 86(2), 309–317. <https://doi.org/10.1093/ps/86.2.309>
145. Mujahid, A., & Furuse, M. (2009). Behavioral responses of neonatal chicks exposed to low environmental temperature. *Poultry science*, 88(5), 917–922. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00472>
146. Ngunjiri, J. M., Taylor, K. J. M., Abundo, M. C., Jang, H., Elaish, M., Kc, M., Ghorbani, A., Wijeratne, S., Weber, B. P., Johnson, T. J., & Lee, C. W. (2019). Farm Stage, Bird Age, and Body Site Dominantly Affect the Quantity, Taxonomic Composition, and Dynamics of Respiratory and Gut Microbiota of Commercial Layer Chickens. *Applied and environmental microbiology*, 85(9), e03137-18. <https://doi.org/10.1128/AEM.03137-18>
147. Nguyen, Tu HK., Thu, Le B. (2015). Evaluation of antimicrobial activities of *Bacillus megaterium* with a third-generation cephalosporin (ceftriaxone). 5 (09): 016-020. 10.7324/JAPS.2015.50903 https://www.japsonline.com/admin/php/uploads/1616_pdf.pdf
148. Nhung, N. T., Chansiripornchai, N., & Carrique-Mas, J. J. (2017). Antimicrobial Resistance in Bacterial Poultry Pathogens: A Review. *Frontiers in veterinary science*, 4, 126. <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00126>
149. Nichelmann, M., & Tzschentke, B. (2002). Ontogeny of thermoregulation in precocial birds. *Comparative biochemistry and physiology*.

Part A, Molecular & integrative physiology, 131(4), 751–763.
[https://doi.org/10.1016/s1095-6433\(02\)00013-2](https://doi.org/10.1016/s1095-6433(02)00013-2)

150. Nolan, L. K. (2008). Diseases of poultry. John Wiley & Sons.

151. Nordmann, P., Dortet, L., & Poirel, L. (2012). Carbapenem resistance in Enterobacteriaceae: here is the storm!. Trends in molecular medicine, 18(5), 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2012.03.003>

152. Olsen, R. H., Frantzen, C., Christensen, H., & Bisgaard, M. (2012). An investigation on first-week mortality in layers. Avian diseases, 56(1), 51–57. <https://doi.org/10.1637/9777-051011-Reg.1>

153. Paauw, A., Jonker, D., Roeselers, G., Heng, J. M., Mars-Groenendijk, R. H., Trip, H., Molhoek, E. M., Jansen, H. J., van der Plas, J., de Jong, A. L., Majchrzykiewicz-Koehorst, J. A., & Speksnijder, A. G. (2015). Rapid and reliable discrimination between Shigella species and Escherichia coli using MALDI-TOF mass spectrometry. International journal of medical microbiology : IJMM, 305(4-5), 446–452. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2015.04.001>

154. Palamidi, I., Fegeros, K., Mohnl, M., Abdelrahman, W. H. A., Schatzmayr, G., Theodoropoulos, G., & Mountzouris, K. C. (2016). Probiotic form effects on growth performance, digestive function, and immune related biomarkers in broilers. Poultry science, 95(7), 1598–1608. <https://doi.org/10.3382/ps/pew052>

155. Papadimitriou, K., Zoumpopoulou, G., Foligné, B., Alexandraki, V., Kazou, M., Pot, B., & Tsakalidou, E. (2015). Discovering probiotic microorganisms: in vitro, in vivo, genetic and omics approaches. Frontiers in microbiology, 6, 58. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00058>

156. Paterson D. L. (2006). Resistance in gram-negative bacteria: enterobacteriaceae. The American journal of medicine, 119(6 Suppl 1), S20–S70. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2006.03.013>

157. Perez, F., & Bonomo, R. A. (2012). Can we really use β -lactam/ β -lactam inhibitor combinations for the treatment of infections caused by extended-spectrum β -lactamase-producing bacteria?. Clinical infectious diseases : an official

publication of the Infectious Diseases Society of America, 54(2), 175–177.
<https://doi.org/10.1093/cid/cir793>

158. Pitout J. D. (2010). Infections with extended-spectrum beta-lactamase-producing enterobacteriaceae: changing epidemiology and drug treatment choices. *Drugs*, 70(3), 313–333. <https://doi.org/10.2165/11533040-0000000000-00000>

159. Pitout J. D. (2012). Extraintestinal pathogenic *Escherichia coli*: an update on antimicrobial resistance, laboratory diagnosis and treatment. *Expert review of anti-infective therapy*, 10(10), 1165–1176. <https://doi.org/10.1586/eri.12.110>

160. Ponte, P. I., Rosado, C. M., Crespo, J. P., Crespo, D. G., Mourão, J. L., Chaveiro-Soares, M. A., Brás, J. L., Mendes, I., Gama, L. T., Prates, J. A., Ferreira, L. M., & Fontes, C. M. (2008). Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. *Poultry science*, 87(1), 71–79. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00147>

161. Qiao, J., Shang, Z., Liu, X., Wang, K., Wu, Z., Wei, Q., & Li, H. (2022). Regulatory Effects of Combined Dietary Supplementation With Essential Oils and Organic Acids on Microbial Communities of Cobb Broilers. *Frontiers in microbiology*, 12, 814626. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.814626>

162. Rai, M. F., Khan, S. A., Asim Aslam, A. A., & Khalid Saeed, K. S. (2005). Effect of yolk sac infection in chicken.

163. Rai, V., Yadav, B., & Lakhani, G. P. (2013). Applications of probiotic and prebiotic in animals production: A review. *Environ. Ecol*, 31, 873-876.

164. Ramchuran, S. O., Moonsamy, G., van Rensburg, C. J., Thantsha, M. S., & Lalloo, R. (2020). Isolation, selection and evaluation of *Bacillus* spp. as potential multi-mode probiotics for poultry. *The Journal of general and applied microbiology*, 66(4), 228–238. <https://doi.org/10.2323/jgam.2019.11.002>

165. Ramlucken, U., Lalloo, R., Roets, Y., Moonsamy, G., van Rensburg, C. J., & Thantsha, M. S. (2020). Advantages of *Bacillus*-based probiotics in poultry production. *Livestock Science*, 241, 104215.

166. Rasheed, M. U., Thajuddin, N., Ahamed, P., Teklemariam, Z., & Jamil, K. (2014). Antimicrobial drug resistance in strains of *Escherichia coli* isolated from food sources. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo*, 56(4), 341–346. <https://doi.org/10.1590/s0036-46652014000400012>
167. Rawat, D., & Nair, D. (2010). Extended-spectrum β -lactamases in Gram Negative Bacteria. *Journal of global infectious diseases*, 2(3), 263–274. <https://doi.org/10.4103/0974-777X.68531>
168. Reda, F. M., El-Saadony, M. T., Elnesr, S. S., Alagawany, M., & Tufarelli, V. (2020). Effect of Dietary Supplementation of Biological Curcumin Nanoparticles on Growth and Carcass Traits, Antioxidant Status, Immunity and Caecal Microbiota of Japanese Quails. *Animals : an open access journal from MDPI*, 10(5), 754. <https://doi.org/10.3390/ani10050754>
169. Ricke, S. C. (2017). Insights and challenges of *Salmonella* infection of laying hens. *Current Opinion in Food Science*, 18, 43-49 <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.10.012>
170. Ricke, S. C., & Rothrock, M. J., Jr (2020). Gastrointestinal microbiomes of broilers and layer hens in alternative production systems. *Poultry science*, 99(2), 660–669. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.017>
171. Rinttilä, T., & Apajalahti, J. (2013). Intestinal microbiota and metabolites—Implications for broiler chicken health and performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 22(3), 647-658.
172. Rodjan, P., Soisuwan, K., Thongprajukaew, K., Theapparat, Y., Khongthong, S., Jeenkeawpieam, J., & Salaeharae, T. (2018). Effect of organic acids or probiotics alone or in combination on growth performance, nutrient digestibility, enzyme activities, intestinal morphology and gut microflora in broiler chickens. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 102(2), e931–e940. <https://doi.org/10.1111/jpn.12858>

173. Rotz C. A. (2004). Management to reduce nitrogen losses in animal production. *Journal of animal science*, 82 E-Suppl, E119–E137. https://doi.org/10.2527/2004.8213_supplE119x
174. Rowe, E., & Mullan, S. (2022). Advancing a "Good Life" for Farm Animals: Development of Resource Tier Frameworks for On-Farm Assessment of Positive Welfare for Beef Cattle, Broiler Chicken and Pigs. *Animals : an open access journal from MDPI*, 12(5), 565. <https://doi.org/10.3390/ani12050565>
175. Roy Chowdhury, P., McKinnon, J., Wyrsch, E., Hammond, J. M., Charles, I. G., & Djordjevic, S. P. (2014). Genomic interplay in bacterial communities: implications for growth promoting practices in animal husbandry. *Frontiers in microbiology*, 5, 394. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00394>
176. Ruhnke, I., Normant, C., Campbell, D. L. M., Iqbal, Z., Lee, C., Hinch, G. N., & Roberts, J. (2018). Impact of on-range choice feeding with black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) on flock performance, egg quality, and range use of free-range laying hens. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, 4(4), 452–460. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.005>
177. Russo, T. A., & Johnson, J. R. (2000). Proposal for a new inclusive designation for extraintestinal pathogenic isolates of *Escherichia coli*: ExPEC. *The Journal of infectious diseases*, 181(5), 1753–1754. <https://doi.org/10.1086/315418>
178. Sandilands, V. (2022). *Broiler Chickens: Welfare in Practice* A Butterworth, I de Jong, J Mench, L Berg and M Raj (2021). Published by 5m Publishing, 8 Smithy Wood Drive, Sheffield S35 1QN, UK. 164 pages Paperback (ISBN: 978-1789180152). Price£ 14.95. *Animal Welfare*, 31(1), 160-161.
179. Sasaki, K., Sasaki, D., Inoue, J., Hoshi, N., Maeda, T., Yamada, R., & Kondo, A. (2020). *Bacillus coagulans* SANK 70258 suppresses Enterobacteriaceae in the microbiota of ulcerative colitis in vitro and enhances butyrogenesis in healthy microbiota. *Applied microbiology and biotechnology*, 104(9), 3859–3867. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10506-1>

180. Sedeik, M. E., El-Shall, N. A., Awad, A. M., Abd El-Hack, M. E., Alowaimer, A. N., & Swelum, A. A. (2019). Comparative Evaluation of HVT-IBD Vector, Immune Complex, and Live IBD Vaccines against vvIBDV in Commercial Broiler Chickens with High Maternally Derived Antibodies. *Animals : an open access journal from MDPI*, 9(3), 72. <https://doi.org/10.3390/ani9030072>
181. Shaikh, S., Fatima, J., Shakil, S., Rizvi, S. M., & Kamal, M. A. (2015). Antibiotic resistance and extended spectrum beta-lactamases: Types, epidemiology and treatment. *Saudi journal of biological sciences*, 22(1), 90–101. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2014.08.002>
182. Sheiha, A. M., Abdelnour, S. A., Abd El-Hack, M. E., Khafaga, A. F., Metwally, K. A., Ajarem, J. S., Maodaa, S. N., Allam, A. A., & El-Saadony, M. T. (2020). Effects of Dietary Biological or Chemical-Synthesized Nano-Selenium Supplementation on Growing Rabbits Exposed to Thermal Stress. *Animals : an open access journal from MDPI*, 10(3), 430. <https://doi.org/10.3390/ani10030430>
183. Shi, Z., Rothrock, M. J., Jr, & Ricke, S. C. (2019). Applications of Microbiome Analyses in Alternative Poultry Broiler Production Systems. *Frontiers in veterinary science*, 6, 157. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00157>
184. Shinde, T., Perera, A. P., Vemuri, R., Gondalia, S. V., Beale, D. J., Karpe, A. V., Shastri, S., Basheer, W., Southam, B., Eri, R., & Stanley, R. (2020). Synbiotic supplementation with prebiotic green banana resistant starch and probiotic *Bacillus coagulans* spores ameliorates gut inflammation in mouse model of inflammatory bowel diseases. *European journal of nutrition*, 59(8), 3669–3689. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02200-9>
185. Shivaprasad H. L. (2000). Fowl typhoid and pullorum disease. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 19(2), 405–424. <https://doi.org/10.20506/rst.19.2.1222>
186. Shkromada, O., Fotina, T., Berezovskyi, A., Dudchenko, Yu., & Fotin, O. (2022). Determination of the therapeutic effect of the use of bacillus

coagulans in calf dyspepsia. *Scientific Horizons*, 25(6), 9-20.
[https://doi.org/10.48077/scihor.25\(6\).2022.9-20](https://doi.org/10.48077/scihor.25(6).2022.9-20)

187. Shkromada, O., Vlasenko, Ye., Panasenko, O., Baydevliatov, Yu., & Fotin, A. (2023). Prevention of subclinical ketosis in cows during drying off and after calving. *Scientific Horizons*, 26(5), 9-20.
<https://doi.org/10.48077/scihor5.2023.09>

188. Silva, V., Silva, A., Barbero, R., Romero, M., Del Campo, R., Caniça, M., Cordeiro, R., Igrejas, G., & Poeta, P. (2024). Resistome, Virulome, and Clonal Variation in Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in Healthy Swine Populations: A Cross-Sectional Study. *Genes*, 15(5), 532.
<https://doi.org/10.3390/genes15050532>

189. Souza da Silva, C., Molenaar, R., Giersberg, M. F., Rodenburg, T. B., van Riel, J. W., De Baere, K., Van Dosselaer, I., Kemp, B., van den Brand, H., & de Jong, I. C. (2021). Day-old chicken quality and performance of broiler chickens from 3 different hatching systems. *Poultry science*, 100(3), 100953.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.12.050>

190. Sugiharto, S. (2016). Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(2), 99-111. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.06.001>

191. Sugiharto, S., Yudiarti, T., Isroli, I., Widiastuti, E., & Wahyuni, H. I. (2018). Hematological parameters and selected intestinal microbiota populations in the Indonesian indigenous crossbred chickens fed basal diet supplemented with multi-strain probiotic preparation in combination with vitamins and minerals. *Veterinary world*, 11(6), 874–882. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.874-882>

192. Swaggerty, C. L., Callaway, T. R., Kogut, M. H., Piva, A., & Grilli, E. (2019). Modulation of the Immune Response to Improve Health and Reduce Foodborne Pathogens in Poultry. *Microorganisms*, 7(3), 65.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms7030065>

193. Sweeney, M. T., Lubbers, B. V., Schwarz, S., & Watts, J. L. (2018). Applying definitions for multidrug resistance, extensive drug resistance and pandrug resistance to clinically significant livestock and companion animal bacterial pathogens. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 73(6), 1460–1463. <https://doi.org/10.1093/jac/dky043>
194. Swelum, A. A., Elbestawy, A. R., El-Saadony, M. T., Hussein, E. O. S., Alhotan, R., Suliman, G. M., Taha, A. E., Ba-Awadh, H., El-Tarabily, K. A., & Abd El-Hack, M. E. (2021). Ways to minimize bacterial infections, with special reference to *Escherichia coli*, to cope with the first-week mortality in chicks: an updated overview. *Poultry science*, 100(5), 101039. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101039>
195. Tang, X., Liu, X., & Liu, H. (2021). Effects of Dietary Probiotic (*Bacillus subtilis*) Supplementation on Carcass Traits, Meat Quality, Amino Acid, and Fatty Acid Profile of Broiler Chickens. *Frontiers in veterinary science*, 8, 767802. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.767802>
196. Tian, M., Li, Q., Zheng, T., Yang, S., Chen, F., Guan, W., & Zhang, S. (2023). Maternal microbe-specific modulation of the offspring microbiome and development during pregnancy and lactation. *Gut microbes*, 15(1), 2206505. <https://doi.org/10.1080/19490976.2023.2206505>
197. Timmerman, T., Dewulf, J., Catry, B., Feyen, B., Opsomer, G., de Kruif, A., & Maes, D. (2006). Quantification and evaluation of antimicrobial drug use in group treatments for fattening pigs in Belgium. *Preventive veterinary medicine*, 74(4), 251–263. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2005.10.003>
198. Tivendale, K. A., Logue, C. M., Kariyawasam, S., Jordan, D., Hussein, A., Li, G., Wannemuehler, Y., & Nolan, L. K. (2010). Avian-pathogenic *Escherichia coli* strains are similar to neonatal meningitis *E. coli* strains and are able to cause meningitis in the rat model of human disease. *Infection and immunity*, 78(8), 3412–3419. <https://doi.org/10.1128/IAI.00347-10>

199. Tong, Q., Demmers, T., Romanini, C. E., Bergoug, H., Roulston, N., Exadaktylos, V., Bahr, C., Berckmans, D., Guinebretière, M., Eterradosi, N., Garain, P., & McGonnell, I. M. (2015). Physiological status of broiler chicks at pulling time and the relationship to duration of holding period. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 9(7), 1181–1187. <https://doi.org/10.1017/S1751731115000233>
200. Trembecka, L., HAŠČÍK, P., ČUBOŇ, J., Bobko, M., & Pavelkova, A. (2016). Fatty acids profile of breast and thigh muscles of broiler chickens fed diets with propolis and probiotics. *Journal of Central European Agriculture*.
201. Tverring, J., Månsson, E., Andrews, V., & Ljungquist, O. (2023). Pivmecillinam with Amoxicillin/Clavulanic acid as step down oral therapy in febrile Urinary Tract Infections caused by ESBL-producing Enterobacterales (PACUTI). *Trials*, 24(1), 568. <https://doi.org/10.1186/s13063-023-07542-3>
202. Vase-Khavari, K., Mortezaei, S. H., Rasouli, B., Khusro, A., Salem, A. Z. M., & Seidavi, A. (2019). The effect of three tropical medicinal plants and superzist probiotic on growth performance, carcass characteristics, blood constitutes, immune response, and gut microflora of broiler. *Tropical animal health and production*, 51(1), 33–42. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1656-x>
203. Vashchyk, Y., Safonov, A., Zakhariev, A., Shapovalova, O., & Demianenko, D. (2024). Antimicrobial activity of a new compound of 1,2,4-triazole derivatives against pathogens of poultry bacterial diseases. *ScienceRise: Biological Science*, (2(39), 17–21. <https://doi.org/10.15587/2519-8025.2024.311824>
204. Wang, C., Song, Y., Tang, N., Zhang, G., Leclercq, S. O., & Feng, J. (2021). The shared resistome of human and pig microbiota is mobilized by distinct genetic elements. *Applied and environmental microbiology*, 87(5), e01910-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.01910-20>
205. Wang, Y. C., Hu, S. Y., Chiu, C. S., & Liu, C. H. (2019). Multiple-strain probiotics appear to be more effective in improving the growth performance

and health status of white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, than single probiotic strains. *Fish & shellfish immunology*, 84, 1050–1058. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2018.11.017>

206. Wang, Y., Lin, J., Cheng, Z., Wang, T., Chen, J., & Long, M. (2022). *Bacillus coagulans* TL3 Inhibits LPS-Induced Caecum Damage in Rat by Regulating the TLR4/MyD88/NF- κ B and Nrf2 Signal Pathways and Modulating Intestinal Microflora. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2022, 5463290. <https://doi.org/10.1155/2022/5463290>

207. Wang, Z., Li, L., Wang, S., Wei, J., Qu, L., Pan, L., & Xu, K. (2022). The role of the gut microbiota and probiotics associated with microbial metabolisms in cancer prevention and therapy. *Frontiers in pharmacology*, 13, 1025860. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1025860>

208. Weeks, C. A., & Nicol, C. J. (2006). Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. *World's Poultry Science Journal*, 62(2), 296–307. <https://doi.org/10.1079/WPS200598>

209. Willemsen, H., Kamers, B., Dahlke, F., Han, H., Song, Z., Ansari Pirsaraei, Z., Tona, K., Decuypere, E., & Everaert, N. (2010). High- and low-temperature manipulation during late incubation: effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers. *Poultry science*, 89(12), 2678–2690. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00853>

210. World Health Organization. (2014). Report on the consultative meeting on antimicrobial resistance for countries in the Eastern Mediterranean Region: from policies to action Sharm el Sheikh, Egypt, 12–14 November 2013 (No. WHO-EM/CSR/064/E).

211. Wu, Y., Shao, Y., Song, B., Zhen, W., Wang, Z., Guo, Y., Shahid, M.S., & Nie, W. (2018). Effects of *Bacillus coagulans* supplementation on the growth performance and gut health of broiler chickens with *Clostridium perfringens*-induced necrotic enteritis. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9, article number 9. doi: 10.1186/s40104-017-0220-2.

212. Wu, Y., Zhen, W., Geng, Y., Wang, Z., & Guo, Y. (2019). Pretreatment with probiotic *Enterococcus faecium* NCIMB 11181 ameliorates necrotic enteritis-induced intestinal barrier injury in broiler chickens. *Scientific reports*, 9(1), 10256. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-46578-x>
213. Xie, S., Zhang, H., Matjeke, R. S., Zhao, J., & Yu, Q. (2022). *Bacillus coagulans* protect against *Salmonella enteritidis*-induced intestinal mucosal damage in young chickens by inducing the differentiation of goblet cells. *Poultry science*, 101(3), 101639. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101639>;
214. Xing, S. C., Huang, C. B., Mi, J. D., Wu, Y. B., & Liao, X. D. (2019). *Bacillus coagulans* R11 maintained intestinal villus health and decreased intestinal injury in lead-exposed mice by regulating the intestinal microbiota and influenced the function of faecal microRNAs. *Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)*, 255(Pt 2), 113139. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113139>
215. Yang, H., Chen, S., White, D. G., Zhao, S., McDermott, P., Walker, R., & Meng, J. (2004). Characterization of multiple-antimicrobial-resistant *Escherichia coli* isolates from diseased chickens and swine in China. *Journal of clinical microbiology*, 42(8), 3483–3489. <https://doi.org/10.1128/JCM.42.8.3483-3489.2004>
216. Yang, J., Qian, K., Zhang, W., Xu, Y., & Wu, Y. (2016). Effects of chromium-enriched *Bacillus subtilis* KT260179 supplementation on chicken growth performance, plasma lipid parameters, tissue chromium levels, cecal bacterial composition and breast meat quality. *Lipids in health and disease*, 15(1), 188. <https://doi.org/10.1186/s12944-016-0355-8>
217. Yassin, H., Velthuis, A. G., Boerjan, M., & van Riel, J. (2009). Field study on broilers' first-week mortality. *Poultry science*, 88(4), 798–804. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00292>
218. Yazhini, P., Visha, P., Selvaraj, P., Vasanthakumar, P., & Chandran, V. (2018). Dietary encapsulated probiotic effect on broiler serum biochemical

parameters. *Veterinary world*, 11(9), 1344–1348.
<https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.1344-1348>

219. Zhanel, G. G., Wiebe, R., Dilay, L., Thomson, K., Rubinstein, E., Hoban, D. J., Noreddin, A. M., & Karlowsky, J. A. (2007). Comparative review of the carbapenems. *Drugs*, 67(7), 1027–1052. <https://doi.org/10.2165/00003495-200767070-00006>

220. Zhang, B., Zhang, H., Yu, Y., Zhang, R., Wu, Y., Yue, M., & Yang, C. (2021). Effects of *Bacillus Coagulans* on growth performance, antioxidant capacity, immunity function, and gut health in broilers. *Poultry science*, 100(6), 101168. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101168>

221. Zhen, W., Shao, Y., Gong, X., Wu, Y., Geng, Y., Wang, Z., & Guo, Y. (2018). Effect of dietary *Bacillus coagulans* supplementation on growth performance and immune responses of broiler chickens challenged by *Salmonella enteritidis*. *Poultry science*, 97(8), 2654–2666. <https://doi.org/10.3382/ps/pey119>

222. Zheng, W., Zhao, Z., Yang, Y., Ding, L., & Yao, W. (2023). The synbiotic mixture of lactulose and *Bacillus coagulans* protects intestinal barrier dysfunction and apoptosis in weaned piglets challenged with lipopolysaccharide. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 14, article number 80. doi: 10.1186/s40104-023-00882-9.

223. Zhou, Y., Zeng, Z., Xu, Y., Ying, J., Wang, B., Majeed, M., Majeed, S., Pande, A., & Li, W. (2020). Application of *Bacillus coagulans* in Animal Husbandry and Its Underlying Mechanisms. *Animals : an open access journal from MDPI*, 10(3), 454. <https://doi.org/10.3390/ani10030454>

224. Zou, A., Nadeau, K., Wang, P.W. (2020). Accumulation of genetic variants associated with immunity in the selective breeding of broilers. *BMC Genet* 21, 5 <https://doi.org/10.1186/s12863-020-0807-z>

ДОДАТКИ

Додаток А

Список праць, опублікованих за темою дисертації

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Scopus:

1. Shkromada, O., Fotina, T., Fotina, H., Sergeychik, T., & Kaliuzhna, T. (2024). Effectiveness of probiotics in growing broiler chicken. Scientific Horizons, 27(1), 32-40. <https://doi.org/10.48077/scihor1.2024.32> (Здобувач провів експериментальні дослідження, проаналізував отримані результати й оформив статтю).

Статті у наукових фахових виданнях України:

2. Фотіна, Т. І., & Сергійчик, Т. В. (2022). Моніторинг факторів ризику на фермах для утримання курчат-бройлерів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина, (1 (56), 31-36. <https://doi.org/10.32845/bsnau.vet.2022.1.5> (Здобувач провів експериментальні дослідження, проаналізував отримані результати й оформив статтю). Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2019_34_21

3. Фотіна, Т. І., & Сергійчик, Т. В. (2023). Застосування пробіотиків для профілактики бактеріальних інфекцій у курчат-бройлерів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина, (2(61), 49-54. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2023.2.7> (Здобувач провів експериментальні дослідження, проаналізував отримані результати й оформив статтю).

4. Фотіна Т. І., Сергійчик Т. В. (2024). Гематологічні показники курчат-бройлерів при використанні пробіотиків. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Ветеринарна медицина , (2(65), 35-39. <https://doi.org/10.32782/bsnau.vet.2024.2.6> (Здобувач провів експериментальні дослідження, проаналізував отримані результати й оформив статтю).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

5. Сергійчик Т.В. Способи зменшення бактеріальних захворювань у господарствах з вирощування бройлерів. Матеріали науково–практичної

конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ, 13-17 листопада 2023 року: тези доповіді. С. 214.

6. Сергійчик Т.В. Способи мінімізації бактеріальних інфекцій у курчат Матеріали науково–практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ, 26-29 квітня 2022 року: тези доповіді. С. 177.

7. Сергійчик Т.В. Вирішення проблеми мікробної контамінації у пташнику всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та здобувачів освіти «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва» С. 133 (16 грудня 2021р., м. Житомир).

8. Сергійчик Т.В. Застосування пробіотиків при вирощуванні курчат-бройлерів Матеріали науково–практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ, 14-16 травня 2024 року: тези доповіді. С. 337.

Науково-методичні рекомендації:

9. Фотіна Т.І., Сергійчик Т.В. Науково-методичні рекомендації «Розробка заходів профілактики бактеріальних хвороб у бройлерів», Суми, 2024, 25 с. (затверджені Вченою радою СНАУ, протокол № 13, від 27.01.2025 року). *(Здобувач проаналізував результати досліджень, підготував та оформив матеріали для методичних рекомендацій).*

Додаток Б
Методичні рекомендації

Фотіна Т.І., Сергійчик Т.В. Науково-методичні рекомендації «Розробка заходів профілактики бактеріальних хвороб у бройлерів. Суми, 2025. 25 с. (затверджені Вченою радою СНАУ, протокол № 13, від 27.01.2025 року). (Здобувач проаналізував результати досліджень, підготував та оформив матеріали для методичних рекомендацій).

Укладачі:

Фотіна Т.І., доктор ветеринарних наук, професор, професор кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії;

Сергійчук Т.В., аспірант кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії;

Науково-методичні рекомендації «Розробка заходів профілактики бактеріальних хвороб у бройлерів» для фахівців ветеринарної медицини та виробників – Суми, 2025. – 25 с.

Науково-методичні рекомендації

«РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПРОФІЛАКТИКИ БАКТЕРІАЛЬНИХ ХВОРОБ У БРОЙЛЕРІВ»

для фахівців ветеринарної медицини та виробників

Дані науково-методичні рекомендації містять інформацію про пробіотичні іштами мікроорганізмів, що застосовуються в ітахівніцтві. Рекомендовані як додатковий матеріал для фахівців ветеринарної медицини та виробників.

Рецензенти:

О.І. Шкромда, професор, завідувач кафедри акушерства та хірургії Сумського НАУ,

Палій А.П., доктор ветеринарних наук, професор, директор ННЦ «ІЕКВМ»

Відповідальний за випуск Фотіна Т.І., д.вет.н., професор, професор кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії

Розглянуто та рекомендовано до видання:

Вченою радою СНАУ, протокол № 13, від 27 Січня 2025 року.

Суми 2025

© Сумський національний аграрний університет

Додаток В
Висновок комісії з біоетики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

В.о. проректора з наукової та
міжнародної діяльності
Сумського національного
аграрного університету,
к. т. н., доцент



Олександр СОЛАРЬОВ

«*21*» *січня* 2025 р.

ВИСНОВОК ЗАСІДАННЯ КОМІСІЇ З БІОЕТИКИ

від «20» січня 2025 р протокол № 12

Комісія з біоетики Сумського національного аграрного університету, затверджена рішенням вченої ради СНАУ протокол № 5 від «3» жовтня 2022 р. в складі:

Голова комісії: Шкромада Оксана Іванівна, д.вет.н., професор, завідувач кафедри акушерства та хірургії;

Заступник голови комісії: Хмельничий Леонтій Михайлович, д. с.-г. н., професор, завідувач кафедри генетики, селекції та біотехнології тварин;

Секретар: Чекан Олександр Миколайович, д.в.н., професор кафедри акушерства та хірургії

Члени комісії:

Касяненко Оксана Іванівна, д. вет. н., професор, завідувач кафедри епізоотології та паразитології;

Фотіна Тетяна Іванівна, д. вет. н., професор, професор кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії;

Петров Роман Вікторович, д.вет.н., професор, завідувач кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії;

Фотіна Ганна Анатоліївна, д. вет. н., професор, професор кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії;

Вивчила матеріали експериментальних досліджень, аспіранта кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії Сергійчика Тараса Володимировича на тему: «Удосконалення засобів профілактики бактеріальних хвороб у бройлерів», проведені на бройлерах віком 1-45 діб. Експерименти проводились протягом 2021-2025 р.р. на здорових та хворих інфекційними хворобами бройлерах з використанням експериментальних препаратів. Птиця піддавалась діагностичним дослідженням, утримувалася в належних умовах та отримували корм згідно віку.

Кількість особин у групах була мінімальною для проведення дослідів. При утриманні дослідних тварин дотримувалися основних принципів біоетики, а саме не допускали спраги, недоїдання, голоду, дискомфорту при утриманні та стресу при проведенні досліджень. Тварини не піддавались вимушеній евтаназії.

Висновок: Експериментальні дослідження, що викладені в дисертаційній роботі Сергійчика Тараса Володимировича на тему: «Удосконалення засобів профілактики бактеріальних хвороб у бройлерів», ґрунтувалися на принципах моральних цінностей людини, не нанесення шкоди тваринам, милосердя та справедливості до них. При проведенні експериментальних досліджень Сергійчика Тараса Володимировича на тему: «Удосконалення засобів профілактики бактеріальних хвороб у бройлерів», на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 211 – «Ветеринарна медицина», були дотримані всі біоетичні вимоги, згідно Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» № 440-IX від 14.01.2020.

Підписи:

Голова комісії



Оксана ШКРОМАДА

Секретар комісії:



Олександр ЧЕКАН

Додаток В

Акт впровадження у виробництво

«Затверджую»
Директор ТОВ «Сумитехнокорм»
Юрій ДЯЧЕНКО

_____ 2025 рік



АКТ
з вивчення ефективності використання для курей пробіотику в
умовах виробництва

Ми, що нижче підписалися: ветлікар Віталій ЧЕРНЕНКО, професор кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії Сумського НАУ, д.вет.н Тетяна ФОТІНА., аспірант кафедри ветеринарно-санітарного інспектування, мікробіології, гігієни та патологічної анатомії Сумського НАУ Тарас СЕРГІЙЧИК, склали акт про впровадження пробіотичного штаму *B. coagulans* у птахівництві.

Комісією була проведена виробнича перевірка застосування пробіотичного штаму *B. coagulans*. Дослідження проводили курчатах на базі птахогосподарства ТОВ «Сумитехнокорм» Недригайлівського району Сумської області.

Птицю з першої по 36 добу утримували на підлозі на глибокій підстилці і годували комбікормом відповідно нормативним показникам. Курчатам дослідних груп згодовували пробіотик *Bacillus coagulans* ALM 86 в різних концентраціях (табл.1.)

Таблиця 1. Схема дослідження

Групи	Концентрація <i>Bacillus coagulans</i> ALM 86
Дослідна №1	1×10^5 , КУО/г
Дослідна №2	1×10^7 , КУО/г
Дослідна №3	1×10^9 , КУО/г
Контрольна	вода

В ході проведення експерименту визначали масу тіла курчат-бройлерів, їх збереженість та конверсію корму.

З отриманих результатів видно, що в процесі вирощування бройлерів різні концентрації пробіотику мали різний вплив на приріст маси та конверсію корму. Маса тіла курчат-бройлерів віком одна доба на початок дослідження була однаковою. У віці від одного та двох тижнів курчата мали аналогічні показники маси тіла у всіх дослідних групах та контрольній.

На 21 добу експерименту курчата першої дослідної групи мали більшу масу тіла на 5,9 %, другої – на 7,7%, третьої – на 8,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем.

Спостерігали збільшення маси у дослідних груп курчат-бройлерів на 28 добу дослідження у першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 % ($p \leq 0,05$).

З отриманих результатів видно, що в процесі вирощування бройлерів різні концентрації пробіотику мали різний вплив на приріст маси та конверсію корму. Маса тіла курчат-бройлерів віком одна доба на початок дослідження була однаковою. У віці від одного та двох тижнів курчата мали аналогічні показники маси тіла у всіх дослідних групах та контрольній.

Таблиця 2

Фізіологічні та продуктивні показники курчат бройлерів при застосуванні *Bacillus coagulans* ALM 86, $n=25$

Показники	Дослідні групи курчат			
	1 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10^5 , КУО/г	2 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10^7 , КУО/г	3 дослідна <i>B. coagulans</i> 1×10^9 , КУО/г	контроль
Маса тіла 1 гол. 1 доба, г	50,20± 0,61	50,12±0,37	49,80±0,24	49,91±0,36
7 діб, % до контролю	178,21±1,50 101,10	180,21±1,15 102,30	179,12±1,34 101,70	176,30±1,22 100,00
14 діб, г % до контролю	474,64±2,25 97,90	498,68±1,41 101,60	496,35±1,28 101,20	490,04±1,45 100,00
21 доба, г % до контролю	997,10±1,57 105,90	1014,30±3,69* 107,70	1020,5±2,99* 108,40	941,10±2,18 100,00
28 діб, % до контролю	1631,92±28,78 101,60	1679,30±37,51 104,60	1751,20±42,67* 109,20	1605,31±39,70 100,00
35 діб, г % до контролю	2472,41±8,83* 111,00	2569,30±17,53* 115,40	2642,92±25,34* 118,40	2226,92±30,30 100,0
Середньодобовий приріст живої маси, г % до контролю	72,07±0,66* 110,80	74,84±0,54* 115,00	76,93±0,60* 118,30	65,05±0,23 100,00
Загибель птиці (гол.) збереженість, %	0 100,00	0 100,00	0 100,00	5 80,10
Приріст живої ваги, кг	60,55±0,65* 111,00	62,98±0,86* 115,50	64,92±0,72* 119,00	54,50±0,63 100,00
Споживання корму, кг	128,20±0,65 94,68	130,82±0,45 96,60	132,61±0,86 97,90	135,42±0,33 100,00
Витрати корма на 1 кг приросту живої маси, кг % к контролю	2,11 85,10	2,07 83,50	2,04 82,20	2,48 100,00

Примітки: * $P < 0,05$ – результати вірогідні порівняно з контролем

На 21 добу експерименту курчата першої дослідної групи мали більшу масу тіла на 5,9 %, другої – на 7,7%, третьої – на 8,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем. Спостерігали збільшення маси у дослідних груп курчат-бройлерів на 28 добу дослідження у першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 % ($p \leq 0,05$).

Отримані результати вказують на позитивний вплив *Bacillus coagulans* ALM 86 на продуктивні показники курчат-бройлерів. По завершенню експерименту на 35 добу маса курчат першої дослідної групи істотно збільшилась на 11 %, другої – на 15,4 %, третьої – на 18,4 %, порівняно з контрольною групою.

Крім того, середньодобовий приріст маси тіла курчат у групах, де птиця приймала *B. coagulans* був вище, у першій дослідній групі середньодобовий приріст був більше на 10,8 %, у другій – на 15,0 % та у третій – на 18,3 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контролем. При цьому у збереженість у всіх дослідних групах, де в якості добавки використовували різну концентрацію пробіотику, склала 100 %. В групі контролю з 25 голів загинуло 5 курчат від бактеріальної інфекції.

У курчат контрольної групи на 35 добу дослідження спостерігали зменшення маси тіла, порівняно з дослідними групами. Як було встановлено, основна причина загибелі курчат було катаральне запалення тонкого відділу кишечника. також були виявлені крововиливи в печінці. При бактеріологічному дослідженні патологічного матеріалу було ізольовано збудник ешерихіозу.

В результаті проведеного експерименту відбувалось збільшення приросту маси тіла по групах: у першій дослідній на 11 %, у другій – на 15,5 %, у третій – на 19, %, порівняно з контролем. При цьому споживання корму за весь період дослідження було менше у першій дослідній групі на 5,3 %, у другій – на 3,4 %, у третій – на 2 %, що також є плюсом до економічного прибутку, в порівнянні з вирощуванням бройлерів без використання пробіотиків.

На підтвердження цього факту також вказує показник витрати корму на кг приросту маси тіла, який був менше у першій дослідній групі на 14,9 %, у другій – на 16,5 %, у третій – на 17,8 %, порівняно з контролем.

За результатами визначення маси тіла встановлено збільшення маси у курчат-бройлерів дослідних груп на 21-35 добу вирощування, де застосовували пробіотик. Найкращі результати були отримані у третій групі, де згодовували *B. coagulans* в концентрації 1×10^9 , КУО/г.

Під час проведення досліджень встановлено, що збереженість курчат у всіх дослідних групах, де в якості добавки використовували різну концентрацію пробіотику, склала 100 %.

У контрольній групі спостерігали загибель курчат через інтоксикацію в наслідок бактеріальної інфекції. Таким чином можна зробити висновок, що *B. coagulans* пригнічує ріст та розмноження умовно-патогенної мікрофлори у кишечника, що підтверджується дослідженням складу мікробіому дванадцятипалої кишки у курчат двох та п'яти тижнів.

Таким чином *B. coagulans* за рахунок пригнічення патогенної мікрофлори можна використовувати як альтернативу антибіотикам у кормах для птиці, особливо для молодняка.

Дослідженнями встановлено, що курчата в дослідних групах за використання пробіотику мали більшу масу тіла на 21 добу: в першій на 5,9 %, другої – на 7,7%, третьої – на 8,4 %; на 28 добу: в першій групі на 1,6 %, у другій – на 4,6 %, у третій – на 9,2 %; на 35 добу: в першій на 11 %, в другій – на 15,4 %, в третій – на 18,4 % ($p \leq 0,05$), порівняно з контрольною групою. За використання *B. coagulans* курчатам дослідних груп середньодобовий приріст маси тіла був вище у першій на 10,8 %, у другій – на 15,0 % та у третій – на 18,3 % ($p \leq 0,05$), збільшення приросту маси тіла на 11 %, на 15,5 %, та на 19, % відповідно, порівняно з контролем.

Збереженість бройлерів дослідних груп склала 100 %, на відміну від контрольної 80 %. Витрати корму на кг приросту маси тіла був менше у першій дослідній групі на 14,9 %, у другій – на 16,5 %, у третій – на 17,8 %; конверсія корму відповідно зменшилась на 5,3 %, на 3,4 %, на 2 %, відносно контролю.

Підписи:

 Віталій ЧЕРНЕНКО

 Тетяна ФОТІНА

 Тарас СЕРГІЙЧИК