

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

МИХАЙЛЕНКО ТЕТЯНИ ЮРІЇВНИ

УДК 636.5.03:598.261.3]:636.085.55:635.262

ДИСЕРТАЦІЯ

Продуктивність перепелів за різних рівнів порошку часнику (*Allium sativum*) в комбікормі

204 «Технології виробництва і переробки продукції тваринництва»

20 «Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Т. Ю. Михайленко

Науковий керівник:
Сичов Михайло Юрійович,
доктор сільськогосподарських наук,
професор

АНОТАЦІЯ

Михайленко Т. Ю. Продуктивність та якість продукції перепелів за використання фітобіотиків (*Allium sativum*) в їх годівлі – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 204 – «Технології виробництва та переробки продукції тваринництва». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2026.

У роботі наведено результати комплексних експериментальних досліджень, спрямованих на вивчення впливу порошку часнику (*Allium sativum*) як натуральної кормової добавки на показники росту, збереженість, ефективність використання корму, перетравність поживних речовин, забійні якості, фізіолого-біохімічний та гематологічний статус, а також м'ясну і яєчну продуктивність перепелів м'ясного та яєчного напрямів продуктивності. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю пошуку безпечних та ефективних альтернатив антибіотичним стимуляторам росту в умовах інтенсифікації птахівництва, підвищення вимог до біобезпеки та якості продукції тваринництва.

Дослідження проведено на молодняку перепелів м'ясного напрямку у віці від 1 до 35 діб та на перепелах-несучках протягом 210-денного продуктивного періоду. Птицю утримували в умовах, що відповідали чинним зоогігієнічним нормам та галузевим вимогам. Для проведення дослідів сформовано чотири групи птиці, яким згодовували повнораціонні комбікорми з включенням порошку часнику у кількості 0; 0,3; 0,6 та 0,9 % до маси корму. У процесі досліджень визначали живу масу, абсолютні, середньодобові та відносні прирости, рівень збереженості поголів'я, споживання корму та його витрати на одиницю продукції, коефіцієнти перетравності основних поживних речовин, забійні та м'ясні якості тушок, а також біохімічні та гематологічні показники крові. Для оцінки достовірності отриманих результатів застосовано кореляційний аналіз та однофакторний дисперсійний аналіз.

Встановлено, що включення порошку часнику до складу раціонів не чинить негативного впливу на життєздатність перепелів. У молодняку м'ясного

напряму збереженість упродовж 35-денного періоду вирощування залишалася високою і становила 94–95 %, що відповідало нормативним вимогам та не поступалося контрольній групі. У перепелів яєчного напряму збереженість поголів'я за використання 0,6–0,9 % порошку часнику достовірно підвищувалася з 85,0 % у контролі до 93,7–93,8 % у дослідних групах, тобто на 8,7–8,8 %, що свідчить про загальнозміцнювальний та адаптогенний ефект досліджуваної добавки.

Аналіз показників росту м'ясних перепелів засвідчив чітко виражений дозозалежний ефект порошку часнику, який найбільш повно проявлявся при рівні включення 0,6 %. За цього дозування жива маса перепелів у 35-добовому віці перевищувала контрольні значення на 12,9 г або 5,4 % ($p < 0,05$), а у 21- та 28-добовому віці – відповідно на 2,6 та 4,1 % ($p < 0,05$). Абсолютний приріст живої маси за період 1–35 діб збільшувався на 6,8 % ($p < 0,05$), а середньодобовий приріст – на 5,7 % ($p < 0,05$). При рівнях 0,3 та 0,9 % порошку часнику позитивний ефект був менш вираженим і проявлявся у зростанні кінцевої живої маси відповідно на 3,5 та 3,1 %, що вказує на субоптимальність цих дозувань.

За однакового рівня споживання комбікорму у всіх групах використання порошку часнику на рівні 0,6 % забезпечувало суттєве підвищення ефективності використання корму. Витрати корму на 1 кг приросту живої маси зменшувалися на 6,6 % за весь період вирощування, причому найбільш виражений ефект відмічено на 4–5-му тижнях вирощування, коли зниження витрат корму становило 5,3–6,7 %. Рівні 0,3 та 0,9 % забезпечували лише помірне покращення конверсії корму, що підтверджує оптимальність середнього дозування.

Проведені балансові дослідження показали, що порошок часнику позитивно впливає на процеси травлення та засвоєння поживних речовин. При включенні 0,6 % добавки перетравність сирого протеїну підвищувалася на 6,2–6,7 % ($p < 0,05$), сирого жиру – на 5,2–5,8 % ($p < 0,05$). Такі зміни свідчать про інтенсифікацію білкового обміну у процесах росту та формування тканин. При рівні 0,3 % підвищення перетравності протеїну та жиру становило, відповідно, лише 2,1–3,3 та 2,8–2,9 %, тоді як при 0,9 % істотних відмінностей від контролю не встановлено.

Оцінка забійних та м'ясних якостей м'ясних перепелів засвідчила, що включення 0,6 % порошку часнику сприяє підвищенню передзабійної живої маси на 5,1 % ($p < 0,05$), маси непатраної, напівпатраної та патраної тушок – відповідно на 5,8; 5,5 та 5,4 % ($p < 0,05$). Маса грудних і м'язів кінцівок зростала на 5,0 та 5,1 %, вихід їстівних частин збільшувався на 3,1 %, тоді як кістлявість тушки зменшувалася на 3,1 % ($p < 0,05$). Отримані результати свідчать про формування більш м'ясистої тушки.

Біохімічні дослідження крові показали, що використання порошку часнику супроводжується нормалізацією обмінних процесів. Вміст глюкози у сироватці крові знижувався на 16,2–28,2 %, холестеролу – на 18,6–39,5 %, тригліцеридів – на 22,4–34,7 %, а активність аланінамінотрансферази та аспаратамінотрансферази зменшувалася відповідно на 30,3–62,2 % та 21,9–34,0 % ($p < 0,05$), залишаючись у межах фізіологічної норми. Гематологічні показники характеризувалися підвищенням концентрації гемоглобіну на 51,6–63,7 %, гематокриту – на 15,6–19,6 % та кількості еритроцитів – на 39,4–66,7 % ($p < 0,05$) без змін у лейкоцитарній формулі, що свідчить про активацію еритропоезу та покращення киснетранспортної функції крові без ознак запального чи стресового навантаження.

У перепелів яєчного напрямку продуктивності встановлено, що включення порошку часнику у кількості 0,6 % забезпечує достовірне підвищення живої маси на 19,4 г або 10,9 % ($p < 0,05$), зростання інтенсивності яйцекладки з 78,4 до 81,4 % ($p < 0,05$), збільшення середньої маси яйця з 11,03 до 11,78 г, а також підвищення валового виходу яєчної маси за 210 діб з 94,33 до 106,33 кг ($p < 0,05$). Витрати корму на 1 кг яєчної маси при цьому зменшувалися з 3,27 до 2,96 кг, що відповідало зниженню на 9,5 %. Перетравність сирого протеїну та жиру у перепелок-несучок підвищувалася відповідно на 5,3 та 5,7 % ($p < 0,05$), що свідчить про покращення ефективності використання поживних речовин у процесі яйцеутворення.

Кореляційний та дисперсійний аналізи підтвердили визначальну роль рівня включення порошку часнику у формуванні продуктивних і фізіологічних показників перепелів. Зокрема, вплив добавки пояснював 62,9 % мінливості

збереженості, 65,6 % живої маси, 59,3 % перетравності сирого протеїну та до 78,3–79,5 % мінливості передзабійної маси і маси тушок. Узагальнення отриманих результатів дозволяє дійти висновку, що порошок часнику є ефективною натуральною кормовою добавкою, а рівень його включення 0,6 % до маси комбікорму є біологічно обґрунтованим і економічно доцільним для використання у годівлі перепелів м'ясного та яєчного напрямів продуктивності.

Ключові слова: порошок часнику, перепели, фітобіотики, жива маса, приріст живої маси, яєчна продуктивність; несучість, маса яйця, коефіцієнт конверсії корму, гематологічні показники, якість м'яса та яєць.

ABSTRACT

Mykhailenko T. Yu. Productivity and product quality of quails under the use of phytobiotics (*Allium sativum*) in their feeding – Qualification scientific work as a manuscript.

Dissertation for obtaining the Doctor of Philosophy (PhD) degree in specialty 204 – “Technologies of Production and Processing of Animal Products.” National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2026.

The present study reports the results of comprehensive experimental research aimed at evaluating the effects of dietary supplementation with dry garlic powder (*Allium sativum*) as a natural feed additive on growth performance, survival rate, feed efficiency, nutrient digestibility, carcass characteristics, physiological and biochemical status, as well as meat and egg productivity of quails of meat-type and egg-type productivity. The relevance of the study is determined by the growing need to identify safe and effective alternatives to antibiotic growth promoters in intensive poultry production systems, taking into account increasing requirements for biosafety, animal welfare and the quality of animal-derived food products.

The experiments were conducted on growing meat-type quails from 1 to 35 days of age and on laying quails during a 210-day productive period. Birds were kept under standardized housing and management conditions in accordance with current zoohygienic regulations and industry standards. Four experimental groups were formed and fed complete compound diets supplemented with dry garlic powder at levels of 0, 0.3, 0.6 and 0.9 % of feed weight. Throughout the experimental period, body weight, absolute, average daily and relative weight gains, flock survival, feed intake and feed conversion ratio were recorded. In addition, apparent digestibility coefficients of major nutrients, nitrogen balance, carcass and meat traits, and a wide range of blood biochemical and haematological parameters were determined. The obtained data were processed using correlation analysis and one-way analysis of variance to assess the strength and significance of the observed effects.

The results demonstrated that dietary inclusion of dry garlic powder did not adversely affect the viability of quails. In meat-type quails, survival during the 35-day growing period remained high and ranged between 94 and 95 %, fully complying with

regulatory requirements and not differing from the control group. In laying quails, supplementation with 0.6–0.9 % dry garlic powder resulted in a significant increase in survival rate from 85.0 % in the control group to 93.7–93.8 %, corresponding to an improvement of 8.7–8.8 %. This finding indicates a general strengthening and adaptogenic effect of garlic powder on the organism of quails under intensive production conditions.

Growth performance analysis in meat-type quails revealed a clear dose-dependent response to dietary garlic powder, with the most pronounced positive effects observed at the inclusion level of 0.6 %. At this dosage, final body weight at 35 days of age exceeded control values by 12.9 g or 5.4 % ($p < 0.05$). At 21 and 28 days of age, body weight was higher by 2.6 and 4.1 %, respectively ($p < 0.05$). Absolute body weight gain over the 1–35-day period increased by 6.8 % ($p < 0.05$), while average daily gain increased by 5.7 % ($p < 0.05$). In contrast, inclusion levels of 0.3 and 0.9 % resulted in less pronounced improvements, with final body weight increasing by only 3.5 and 3.1 %, respectively, indicating that these dosages are suboptimal for maximizing growth performance.

Despite similar feed intake across all experimental groups, supplementation with 0.6 % dry garlic powder significantly improved feed efficiency. Feed conversion ratio per kilogram of body weight gain decreased by 6.6 % over the entire growing period, with the most substantial effect observed during weeks 4 and 5, when feed consumption per unit of gain was reduced by 5.3–6.7 %. Lower and higher inclusion levels (0.3 and 0.9 %) provided only moderate improvements in feed conversion, further confirming the optimality of the 0.6 % supplementation level.

Digestibility and nitrogen balance studies demonstrated that dry garlic powder positively influenced digestive processes and nutrient utilization. At the 0.6 % inclusion level, apparent digestibility of crude protein increased by 6.2–6.7 % ($p < 0.05$), and crude fat digestibility increased by 5.2–5.8 % ($p < 0.05$). Nitrogen retention and the proportion of retained nitrogen relative to intake increased by 7.1–7.8 % ($p < 0.05$), indicating enhanced protein metabolism and more efficient incorporation of dietary nitrogen into body tissues. At the 0.3 % level, increases in protein and fat digestibility

were limited to 2.1–3.3 % and 2.8–2.9 %, respectively, whereas no significant differences from the control were detected at the 0.9 % level.

Evaluation of carcass and meat traits showed that dietary inclusion of 0.6 % dry garlic powder resulted in a significant improvement in slaughter performance of meat-type quails. Pre-slaughter live weight increased by 5.1 % ($p<0.05$), while weights of whole, semi-eviscerated and eviscerated carcasses increased by 5.8, 5.5 and 5.4 %, respectively ($p<0.05$). Breast and leg muscle weights increased by 5.0 and 5.1 %, respectively, and the yield of edible parts increased by 3.1 %. At the same time, bone proportion decreased by 3.1 % ($p<0.05$), indicating the formation of a more muscular carcass with improved nutritional value.

Blood biochemical analysis revealed that garlic powder supplementation contributed to normalization of metabolic processes. Serum glucose concentration decreased by 16.2–28.2 %, cholesterol by 18.6–39.5 %, and triglycerides by 22.4–34.7 %. Activities of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase decreased by 30.3–62.2 % and 21.9–34.0 %, respectively ($p<0.05$), while remaining within physiological reference ranges. These changes suggest improved liver function and lipid metabolism without signs of metabolic distress. Haematological examination showed significant increases in haemoglobin concentration by 51.6–63.7 %, haematocrit by 15.6–19.6 %, and erythrocyte count by 39.4–66.7 % ($p<0.05$), with no alterations in leukocyte profiles. This indicates stimulation of erythropoiesis and enhancement of oxygen transport capacity without inflammatory or stress-related responses.

In laying quails, dietary inclusion of 0.6 % dry garlic powder produced a pronounced positive effect on productive performance. Body weight increased by 19.4 g or 10.9 % ($p<0.05$), while laying intensity increased from 78.4 % in the control group to 81.4 % ($p<0.05$). Average egg weight increased from 11.03 to 11.78 g, and total egg mass output over the 210-day production period increased from 94.33 to 106.33 kg ($p<0.05$). Feed consumption per kilogram of egg mass decreased from 3.27 to 2.96 kg, corresponding to a reduction of 9.5 %. Apparent digestibility of organic matter, crude protein and crude fat increased by 5.4, 5.3 and 5.7 %, respectively ($p<0.05$), indicating improved efficiency of nutrient utilization during egg formation.

Correlation and one-way ANOVA analyses confirmed the decisive role of dry garlic powder inclusion level in shaping productive and physiological traits of quails. Dietary garlic powder accounted for 62.9 % of the variation in survival rate, 65.6 % in body weight, 59.3 % in crude protein digestibility, and up to 78.3–79.5 % of the variation in pre-slaughter live weight and carcass weights. These results demonstrate a strong cause-and-effect relationship between garlic powder supplementation and key performance indicators.

In conclusion, dry garlic powder can be considered an effective natural feed additive for quail production. Its inclusion at a level of 0.6 % of the compound feed is biologically justified and economically efficient, as it improves growth performance, feed efficiency, nutrient digestibility, carcass quality, metabolic health and egg productivity of both meat-type and laying quails without compromising animal welfare or survival.

Keywords: garlic powder, quail, phytobiotics, body weight, body weight gain, egg productivity, laying rate, egg weight, feed conversion ratio, hematological parameters, meat and egg quality.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**Статті у наукових фахових виданнях України (Категорії Б):**

1. **Михайленко Т. Ю., Сичов М. Ю.** (2022). Вплив різного рівня часнику (*Allium sativum*) в комбікормі перепілок несучок. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*, 124. 167–173. doi:10.32851/2226-0099.2022.124.23 (Михайленко Т. Ю. розроблено програму досліджень, зроблено аналіз та інтерпретацію отриманих даних, організовано та проведено дослідження на перепілках-несучках, підготовлено статтю до друку. Сичов М. Ю. перевірів оформлення статті та узгодив вимоги з редакцією журналу).

2. **Михайленко Т. Ю., Сичов М. Ю.** (2022) Інкубаційні якості яєць перепілок несучок за використання часнику (*Allium sativum*) в комбікормі. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*, 126. 180–186. doi:10.32851/2226-009.2022.126.24 (Михайленко Т. Ю. розроблено програму досліджень, зроблено аналіз та інтерпретацію отриманих даних, організовано та проведено дослідження на перепілках-несучках, підготовлено статтю до друку. Сичов М. Ю. перевірів оформлення статті та узгодив вимоги з редакцією журналу).

3. **Михайленко Т. Ю., Сичов М. Ю.** (2025). Взаємозв'язок концентрації сухого порошку часнику (*Allium sativum*) у раціоні з мінливістю прояву основних господарськи корисних ознак перепелів. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій. Серія: Сільськогосподарські науки*, 27 (102). 373–379. doi:10.32718/nvlvet-a10253 (Михайленко Т. Ю. розроблено програму досліджень, зроблено аналіз та інтерпретацію отриманих даних, організовано та проведено дослідження на м'ясних перепелах, підготовлено статтю до друку. Сичов М. Ю. перевірів оформлення статті та узгодив вимоги з редакцією журналу).

Статті у наукових виданнях, включених до міжнародних**наукометричних баз даних Scopus та Web of Science Core Collection**

4. **Mykhailenko, T., & Sychov, M.** (2025). Use of dry garlic powder (*Allium sativum*) in young meat quails feeding. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae*

Mendelianaе Brunensis. 73(6), 291–304. doi:10.11118/actaun.2025.020
(*Михайленко Т. Ю. розроблено програму досліджень, зроблено аналіз та інтерпретацію отриманих даних, організовано та проведено дослідження на м'ясних перепелах, проведено статистичний аналіз результатів дослідження за ANOVA, підготовлено статтю до друку. Сичов М. Ю. узгодив зміст і обговорення, виконав англomовну редакцію статті та узгодив вимоги з редакцією журналу*).

Тези наукових доповідей:

1. **Михайленко Т. Ю., Сичов М. Ю.** Фітобіотики в годівлі птиці. Збірник тез міжнародної науково-практичної конференції 12–14 березня 2020 року «Наукові і технологічні виклики тваринництва у ХХІ столітті». – К.: НУБіП України, 2020. С. 80–81. (*Михайленко Т. Ю. зроблено аналіз та інтерпретацію даних, підготовлено тези до друку. Сичов М. Ю. перевірів оформлення тез та узгодив вимоги з редакцією журналу*).

2. **Михайленко Т. Ю., Сичов М. Ю.** Вплив фітобіотиків на продуктивність молодняку перепелів. Збірник тез 75-ї науково-практичної конференції «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: Навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» 25–26 березня 2021 року. – К.: НУБіП України, 2021. С. 167–168. (*Михайленко Т. Ю. розроблено програму досліджень, зроблено аналіз та інтерпретацію отриманих даних, організовано та проведено дослідження на перепелах, підготовлено тези до друку. Сичов М. Ю. перевірів оформлення тез та узгодив вимоги з редакцією журналу*).

3. **Михайленко Т. Ю., Сичов М. Ю.** Вплив часнику (*Allium sativum*) в комбікормах на перепілок несучок. Збірник тез 76-ї науково-практичної конференції «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: Навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» 2021 року. – К.: НУБіП України, 2022. С. 139–141. (*Михайленко Т. Ю. розроблено програму досліджень, зроблено аналіз та інтерпретацію отриманих даних, організовано*

та проведено дослідження на перепілках-несучках, підготовлено тези до друку. Сичов М. Ю. перевірів оформлення тез та узгодив вимоги з редакцією журналу).

4. **Михайленко Т. Ю.**, Сичов М. Ю. Потенційна роль часнику (*Allium sativum*) у годівлі птиці. Збірник тез 79-ї науково-практичної конференції «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: Навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» 2025 року. – К.: НУБіП України, 2025. С. 158–159. (Михайленко Т. Ю. зроблено аналіз та інтерпретацію даних, підготовлено тези до друку. Сичов М. Ю. перевірів оформлення тез та узгодив вимоги з редакцією журналу).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	16
ВСТУП.....	17
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	25
1.1. Фітогенні кормові добавки як альтернатива антибіотикам у птахівництві.....	25
1.1.1. Перспективи використання фітобіотиків у птахівництві.....	25
1.1.2. Часник (<i>Allium sativum</i>) – перспективний фітобіотик у птахівництві.....	30
1.2. Використання часникових продуктів у годівлі птиці	33
1.2.1. Вплив часнику на показники продуктивності птиці.....	33
1.2.2. Значення часнику для імунологічного статусу птиці	41
1.2.3. Вплив часнику на морфологію та мікробіом кишківнику птиці	43
1.2.4. Зміни гематологічних та біохімічних показників за використання часнику.....	45
1.3. Антимікробні, бактеріостатичні та антипаразитарні властивості часнику.....	49
2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	52
2.1. Матеріали та загальна методика досліджень	52
2.2. Методи досліджень	54
3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	59
3.1. Використання порошку часнику (<i>Allium sativum</i>) у годівлі молодняку перепелів м'ясного напрямку продуктивності	59
3.1.1. Характеристика годівлі.....	59
3.1.2. Збереженість та показники росту	61
3.1.3. Ефективність використання корму	69

	14
3.1.4. Показники м'ясної продуктивності.....	71
3.1.5. Перетравність поживних речовин корму.....	76
3.1.6. Гематологічні та біохімічні показники крові.....	77
3.1.6.1. Біохімічні показники крові.....	78
3.1.6.2. Гематологічні показники крові.....	81
3.1.7. Взаємозв'язок між змінами концентрації часникового порошку у раціоні перепелів та параметрами їх продуктивності, забійних якостей та перетравності корму.....	84
3.1.8. Сила впливу збагачення раціону порошком часнику на продуктивність, забійні якості та перетравність корму.....	89
3.2. Використання порошку часнику (<i>Allium sativum</i>) у годівлі перепілок-несучок яєчного напрямку продуктивності.....	92
3.2.1. Характеристика годівлі.....	92
3.2.2. Збереженість та жива маса.....	94
3.2.3. Конверсія корму та перетравність поживних речовин.....	96
3.2.3.1. Ефективність використання корму.....	96
3.2.3.2. Перетравність поживних речовин корму.....	100
3.2.4. Продуктивність та якість яєць.....	102
3.2.4.1. Яєчна продуктивність перепелів.....	102
3.2.4.2. Інкубаційні якості перепелиних яєць.....	105
3.2.4.3. Морфологічний та хімічний склад перепелиних яєць.....	110
3.2.5. Гематологічні та біохімічні показники крові.....	112
3.2.5.1. Гематологічні показники крові.....	113
3.2.5.2. Біохімічні показники крові.....	114
4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ В ГОДІВЛІ ПЕРЕПЕЛІВ ЧАСНИКОВОГО ПОРОШКУ.....	118
5. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	123

	15
ВИСНОВКИ	132
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	134
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	135

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

АЛТ – аланінамінотрансфераза

АСТ – аспаратамінотрансфераза

ГП – глутатіонпероксидаза

ЛПНЩ – ліпопротеїди низької щільності

ЛПВЩ – ліпопротеїди високої щільності

ЛПДНЩ – ліпопротеїди дуже низької щільності

ХС-ЛПДНЩ – холестерин ліпопротеїдів дуже низької щільності

КДК – нейтрально-детергентна клітковина

НДК – кислотно-детергентна клітковина

СОД – супероксиддисмутаза

БЕР – безазотисті екстрактивні речовини

ОЕ – обмінна енергія

ГГТ – фермент гамаглутамілтранспептидаза

$M \pm m$ – середня арифметична ознаки та її похибка

n – кількість експериментального матеріалу (яєць, голів)

Перетравність – властивість складних органічних речовин корму перетворюватися в травному каналі на прості сполуки

Обмін речовин – сукупність процесів, пов'язаних з надходженням до організму поживних речовин, їх наступним перетворенням і виділенням кінцевих продуктів цих перетворень

ВСТУП

Актуальність роботи У сучасних умовах розвитку птахівництва ключовим завданням є поєднання високої продуктивності з біобезпекою, стабільним фізіологічним станом птиці та мінімізацією використання антимікробних препаратів. Перепелівництво розглядається як одна з найбільш перспективних галузей завдяки короткому виробничому циклу, високій інтенсивності росту та значному потенціалу кормової ефективності, однак інтенсифікація технологій утримання супроводжується зростанням метаболічного та технологічного стресу, що безпосередньо впливає на живу масу і збереженість поголів'я [186].

Глобальні обмеження щодо застосування антибіотичних стимуляторів росту, зумовлені проблемою антимікробної резистентності та посиленням вимог до безпечності харчових продуктів, актуалізують пошук ефективних натуральних альтернатив у системах годівлі птиці [97; 55]. У цьому контексті фітогенні кормові добавки розглядаються як стратегічний інструмент підтримання продуктивності та адаптаційних можливостей організму птиці за відсутності антибіотиків [284; 52].

Серед фітогенних компонентів особливу увагу приділяють часнику (*Allium sativum*), біологічна активність якого зумовлена вмістом органічних сполук сірки, поліфенолів і флавоноїдів, що проявляють антиоксидантні, гіполіпідемічні, протимікробні та імуномодулюючі властивості [26; 6]. Сучасні дослідження підтверджують здатність порошку часнику впливати на кишкову мікробіоту, ферментативну активність травного тракту та метаболічний гомеостаз птиці, що опосередковано відображається на темпах росту та збереженості [124; 6].

Разом із тим, результати останніх років свідчать про значну варіабельність ефектів часнику залежно від дози, форми добавки та тривалості застосування. Зокрема, систематичний огляд і метааналіз 2025 року вказують на позитивний вплив часнику на продуктивні показники й ліпідний профіль перепелів-несучок, але підкреслюють відсутність уніфікованих рекомендацій щодо оптимальних рівнів включення та недостатню кількість досліджень, у яких одночасно

оцінювалися жива маса, збереженість і фізіолого-біохімічні маркери адаптації [171].

У цьому аспекті порошок часнику розглядається як потенційний компонент функціональних раціонів, здатний знижувати прояви оксидативного та метаболічного стресу, покращувати використання поживних речовин і підвищувати резистентність організму птиці в умовах інтенсивного виробництва [284; 6]. Проте сучасна наукова література все ще не містить достатньо даних щодо комплексної оцінки його впливу саме на перепелів м'ясного і яєчного напрямів продуктивності.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертацію виконано відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт Національного університету біоресурсів і природокористування України за темою: «Наукове обґрунтування параметрів застосування фітобіотиків у годівлі сільськогосподарських тварин» (номер державної реєстрації 0119U100826).

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – науково обґрунтувати ефективність використання порошку часнику (*Allium sativum*) у годівлі перепелів різних напрямів продуктивності, визначити оптимальні рівні його введення до комбікормів та встановити закономірності впливу добавки на продуктивність, якість продукції, перетравність поживних речовин і біохімічні показники організму птиці.

Завдання:

1. дослідити вплив збагачення раціону порошком часнику на життєздатність та ріст перепелів;
2. визначити вплив добавки на ефективність використання корму та перетравність поживних речовин у перепелів;
3. оцінити вплив порошку часнику на забійні показники продукції перепелів;
4. проаналізувати взаємозв'язки між рівнем добавки та основними продуктивними, фізіологічними й технологічними показниками та визначити силу її впливу;

5. дослідити вплив фітобіотики на фізіологічний стан організму перепелів за гематологічними та біохімічними показниками крові;
6. дослідити вплив збагачення раціону порошком часнику на продуктивність та інкубаційні показники яєць перепелів;
7. науково обґрунтувати оптимальний рівень введення порошку часнику як ефективною та фізіологічно безпечною кормовою добавкою та оцінити її економічну доцільність у годівлі перепелів обох напрямів продуктивності.

Об'єкт дослідження – молодняк перепелів м'ясного напрямку продуктивності та перепілки-несучки за умов згодовування комбікормів, збагачених порошком часнику (*Allium sativum*).

Предмет дослідження – вплив різних рівнів введення порошку часнику до комбікормів (0; 0,3; 0,6; 0,9 %) на продуктивність, якість продукції, перетравність поживних речовин, гематологічні та біохімічні показники крові перепелів м'ясного і яєчного напрямів продуктивності.

Методи дослідження. Зоотехнічні (визначення збереженості, живої маси перепелів, витрат корму, несучості, морфологічні та інкубаційні якості яєць); біохімічні (визначення морфологічних показників крові, лейкоцитарної формули, біохімічних показників активності ензимів, ліпідного та протеїнового профілів у сироватці); гематологічні (визначення морфологічних показників крові, лейкоцитарної формули); статистичні (обробка експериментальних даних, визначення середніх величин та їх похибок, вірогідності різниці; проведення кореляційного та дисперсійного аналізів); економічні (економічна ефективність введення до раціонів перепелів порошку часнику); аналітичні (огляд літератури, аналіз і узагальнення результатів досліджень).

Наукова новизна одержаних результатів. В умовах контрольованого експерименту на перепелах м'ясного і яєчного напрямів продуктивності кількісно обґрунтовано оптимальний рівень введення порошку часнику (*Allium sativum*) до складу комбікормів у дозі 0,6 % до маси корму, за якого досягається максимальний позитивний ефект за сукупністю продуктивних, фізіолого-біохімічних і морфологічних показників.

Кількісно доведено, що включення 0,6 % порошку часнику забезпечує достовірне підвищення абсолютного приросту живої маси та відносного приросту за період вирощування. Однофакторний дисперсійний аналіз показав, що фактор «рівень порошку часнику» пояснює 65,6 % загальної мінливості живої маси та 61,2 % мінливості середньодобових приростів м'ясних перепелів (ANOVA, $p < 0,001$).

Встановлено ефект порошку часнику. За рівня 0,6 % витрати комбікорму на 1 кг приросту знижуються. Частка впливу фактора добавки на варіабельність конверсії корму становить 58,9 % ($p < 0,001$), що вперше кількісно підтверджує енергетично-метаболічний механізм дії часнику.

Для перепелів експериментально доведено істотний вплив порошку часнику на перетравність поживних речовин. При включенні 0,6 % добавки коефіцієнт перетравності сирого протеїну та сирого жиру підвищується. ANOVA вперше показала, що порошок часнику зумовлює 59,3 % мінливості перетравності сирого протеїну та 46,7 % мінливості перетравності сирого жиру ($p < 0,001$).

Комплексно та кількісно охарактеризовано вплив порошку часнику на забійні та м'ясні якості перепелів. Доведено, що рівень 0,6 % забезпечує підвищення передзабійної живої маси, а також маси непатраної тушки, напівпатраної та патраної тушки. Водночас відзначено збільшення маси грудних м'язів і м'язів кінцівок, підвищення виходу їстівних частин, тоді як кістлявість тушки зменшується. Частка впливу фактора добавки на варіабельність маси патраної тушки становила 79,5 %, грудних м'язів – 72,4 %, виходу їстівних частин – 66,6 % ($p < 0,001$).

Для перепелів м'ясного і яєчного напрямів доведено системний метаболічний ефект порошку часнику з точними кількісними характеристиками. Встановлено зниження концентрації в сироватці крові глюкози, холестеролу, тригліцеридів, а також зменшення активності аланінамінотрансферази та аспаргатамінотрансферази. Кореляційний аналіз показав дуже сильні негативні зв'язки між рівнем часнику та концентрацією холестеролу ($r = -0,94$), глюкози ($r = -0,92$) і АЛТ ($r = -0,96$; $p < 0,001$).

Доведено вплив порошку часнику на показники крові, що проявляється підвищенням концентрації гемоглобіну, гематокриту та кількості еритроцитів за відсутності достовірних змін у лейкоцитарній формулі. Частка впливу добавки на варіабельність рівня гемоглобіну становить 74,1 %, еритроцитів – 69,8 % ($p < 0,001$), що вперше підтверджує стимуляцію еритропоезу без індукції імунного стресу.

Для перепелів-несучок кількісно доведено тривалий продуктивний ефект використання порошку часнику. Включення добавки на рівні 0,6 % сприяє підвищенню живої маси, інтенсивності яйцекладки, збільшенню середньої маси яйця, зростанню валового виходу яєчної маси та зниженню витрат корму на 1 кг яєчної маси. Частка впливу фактору порошку часнику на варіабельність валового виходу яєчної маси становить 68,5 % ($p < 0,001$).

Практичне значення одержаних результатів. Одержані експериментальні результати мають безпосереднє прикладне значення для промислового та фермерського перепелівництва, оскільки дозволяють науково обґрунтувати використання порошку часнику (*Allium sativum*) у складі комбікормів як ефективної натуральної кормової добавки. Запропонований оптимальний рівень включення 0,6 % до маси комбікорму забезпечує стабільне підвищення продуктивності перепелів м'ясного і яєчного напрямів без негативного впливу на збереженість поголів'я.

У виробничих умовах застосування порошку часнику у дозі 0,6 % дозволяє підвищити живу масу м'ясних перепелів у 35-добовому віці на 12,9 г або 5,4 % ($p < 0,05$) та збільшити абсолютний приріст на 6,8 % ($p < 0,05$), що забезпечує скорочення термінів вирощування або отримання додаткової маси продукції за однаковий період відгодівлі. Одночасно витрати комбікорму на 1 кг приросту живої маси зменшуються на 198 г або 6,6 %, а у критичний період 4-5-го тижня вирощування – на 5,3–6,7 % ($p < 0,05$), що має прямий економічний ефект за рахунок зниження кормової складової собівартості м'яса.

Практична цінність результатів підтверджується істотним покращенням забійних показників. Використання 0,6 % порошку часнику забезпечує підвищення передзабійної живої маси на 5,1 % ($p < 0,05$), маси непатраної,

напівпатраної та патраної тушок відповідно на 5,8; 5,5 та 5,4 % ($p < 0,05$), збільшення виходу їстівних частин на 3,1 % та зниження кістлявості тушок на 3,1 % ($p < 0,05$). У перерахунку на виробничу партію це дозволяє отримати більшу кількість товарного м'яса без додаткових витрат кормів або зміни технології утримання.

Важливе практичне значення має встановлений вплив порошку часнику на перетравність поживних речовин. При рівні включення 0,6 % перетравність сирого протеїну зростає на 6,2–6,7 % ($p < 0,05$), сирого жиру – на 5,2–5,8 % ($p < 0,05$). Це дозволяє ефективніше використовувати білкову складову раціону та підвищувати коефіцієнт конверсії поживних речовин у продукцію, що є особливо актуальним за умов високої вартості білкових кормів.

Практичний ефект застосування порошку часнику у перепелів-несучок проявляється у достовірному підвищенні інтенсивності яйцекладки з 78,4 % до 81,4 % ($p < 0,05$), збільшенні середньої маси яйця на 0,75 г, зростанні валового виходу яєчної маси за 210 діб з 94,33 до 106,33 кг, тобто на 12,7 % ($p < 0,05$) та зниженні витрат корму на 1 кг яєчної маси з 3,27 до 2,96 кг або на 9,5 %. У виробничому масштабі це означає одержання додаткової кількості яєчної продукції при одночасному скороченні витрат кормів.

Практичну цінність мають результати щодо покращення фізіолого-біохімічного та гематологічного статусу перепелів. Використання порошку часнику супроводжується зниженням концентрації глюкози на 16,2–28,2 %, холестеролу на 18,6–39,5 %, тригліцеридів на 22,4–34,7 % ($p < 0,05$) та активності печінкових ферментів АЛТ і АСТ на 30,3–62,2 % і 21,9–34,0 % ($p < 0,05$), що свідчить про покращення метаболічного здоров'я птиці. Одночасно підвищення рівня гемоглобіну на 51,6–63,7 %, гематокриту на 15,6–19,6 % та кількості еритроцитів на 39,4–66,7 % ($p < 0,05$) свідчить про зростання киснетранспортної здатності крові та адаптаційних можливостей організму в умовах інтенсивного утримання.

З огляду на одержані результати порошок часнику у дозі 0,6 % може бути рекомендований як ефективна натуральна альтернатива антибіотичним стимуляторам росту. Його використання забезпечує підвищення продуктивності,

зниження кормових витрат, покращення забійних показників і метаболічного статусу без ризику формування антибіотикорезистентності та без порушення вимог до виробництва екологічно безпечної продукції.

Практичні результати дисертаційної роботи можуть бути безпосередньо використані при розробці технологічних регламентів і рекомендацій з годівлі перепелів, впровадженні ресурсозберігаючих технологій у птахівництві, а також у навчальному процесі закладів вищої освіти аграрного профілю та при підготовці методичних матеріалів для виробництва

Одержані результати досліджень впроваджено в практику ТОВ «Птахофабрика Крупець» (Рівненська область) та навчальними закладами при підготовці фахівців ОС «Бакалавр» за спеціальністю Н2 «Тваринництво», а саме при викладанні дисципліни «Годівля тварин та технологія кормів» та при підготовці фахівців ОС «Магістр» при викладанні дисципліни «Живлення тварин та якість кормів».

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів та вирішенні конкретного наукового завдання. Здобувачем самостійно здійснено пошук і аналіз літературних джерел за темою дисертації, розроблено схеми проведення експериментів, виконано весь обсяг експериментальних досліджень, а також статистичну обробку одержаних результатів. Інтерпретацію, аналіз і узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків та пропозицій виробництву проведено за методичної допомоги наукового керівника. Особистий внесок у роботах, опублікованих у співавторстві, визначено у списку опублікованих праць.

Апробація основних результатів дослідження.

1. Міжнародна науково-практична конференція «Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті», присвяченої 90-річчю від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка УААН і РААН Г. О. Богданова, м. Київ, НУБіП України, 12–14 березня 2020 року.

2. 75-а Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: Навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» 2021 року. – К.: НУБіП України, 25–26 березня 2021 року.

3. 76-а Всеукраїнська науково-практична конференція «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: Навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» 2021 року. – К.: НУБіП України, 18–19 травня 2021 року.

4. 79-а Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології у тваринництві та рибництві: Навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» 2025 року. – К.: НУБіП України, 2025.

5. Всеукраїнська науково-практична конференція «Інноваційні підходи до виробництва у тваринництві, харчовій галузі та ветеринарній практиці», м. Вінниця, 6–7 листопада 2025 року.

Публікації результатів досліджень. Результати досліджень відображено у 8 наукових працях, з яких опубліковано 3 статті у наукових фахових виданнях України, 1 статтю у науковому виданні Scopus та Web of Science іншої держави (Чехія) та 4 тези наукових доповідей – у матеріалах відповідних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 172 сторінках комп'ютерного тексту, містить 42 таблиці, та складається із анотації, вступу, огляду літератури, матеріалів і методів досліджень, результатів власних досліджень, аналізу і узагальнення результатів досліджень, висновків і пропозицій виробництву, списку використаних джерел, що містить 298 найменувань латиницею.

1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Фітогенні кормові добавки як альтернатива антибіотикам у птахівництві

1.1.1. Перспективи використання фітобіотиків у птахівництві

М'ясо птиці є чудовим джерелом їжі для людини, що містить значну кількість протеїну та достатню кількість незамінних амінокислот, а також мікро- та макроелементів у формі мінералів і вітамінів [101; 68]. Рівень споживання м'яса птиці (46 %) стрімко зріс між 1961 і 2024 роками з коефіцієнтом зростання 13 [268]. Крім того, очікується, що споживання м'яса птиці зросте на 11,9 % упродовж наступного десятиліття [194]. М'ясо птиці, у тому числі і перепелів, має декілька харчових переваг над іншими видами м'яса через низький вміст жиру, що, в основному, складається з поліненасичених жирних кислот [52; 169]. Амінокислотний склад білка м'яса перепелів досить високоцінний, а вміст колагену, який вважається неповноцінним протеїном, – низький [215].

З іншого боку, у 2024 році світове виробництво яєць перевищило 86 млн тон [93]. Яйця птиці є джерелом важливих і різноманітних поживних речовин з високою засвоюваністю, що робить їх одним з основних харчових продуктів для споживання людиною [227; 35 70; 267].

Крім того, перепели є привабливим видом, який має деякі переваги порівняно з іншими видами сільськогосподарської птиці, а саме високу інтенсивність росту та продуктивність, ранній початок несучості, високі показники відтворення, низьке споживання корму, низькі інвестиції та стійкість до хвороб [7; 158; 116; 118]. Однак, для перепелівництва, як і для інших галузей тваринництва, актуальним залишається питання пошуку альтернативної заміни антибіотичних стимуляторів росту [130; 104; 48].

Антибіотики – це речовини, які здатні пригнічувати розмноження та виживання бактерій [183]. Їх отримують природним, напівсинтетичним або синтетичним шляхом і широко використовуються для профілактики та лікування бактеріальних інфекцій [203]. Антибіотики також використовуються в секторі харчового тваринництва для лікування спалахів бактеріальних захворювань та у

якості агентів, що стимулюють ріст тварин [221; 285; 20; 132; 83]. Ефективність антибіотиків у лікуванні бактеріальної інфекції та їх економічна ефективність призвели до їх невибіркового використання в тваринницькій промисловості [14; 91; 261]. Застосування антибіотиків у якості стимуляторів росту було розпочато в 1951 році після схвалення Управління з контролю за якістю харчових продуктів і медикаментів у Сполучених Штатах, а потім у Європейському Союзі [55; 110]. Антибіотичні стимулятори росту – це антимікробні речовини, які використовуються в субтерапевтичних дозах, що сприяють покращенню росту та продуктивності шляхом модуляції кишкової мікробіоти [233]. Крім корисних ефектів антибіотиків, також повідомлялося про антимікробну резистентність кишкової мікробіоти за їх застосування у якості стимуляторів росту [162; 78; 187]. Резистентністю до антибіотиків називається нездатність протимікробних препаратів усунути або пом'якшити проліферацію певних бактеріальних популяцій [264; 271; 94]. Застосування антибіотиків призводить до знищення чутливих популяцій бактерій, що, у свою чергу, сприяє поширенню резистентних штамів [43; 144]. Ці резистентні бактеріальні штами передають свої резистентні бактеріальні гени іншим бактеріальним популяціям, які можуть бути ізолятами того самого або іншого виду бактерій. Це явище передачі резистентних генів в межах одного виду або між різними видами бактерій можна спостерігати як у коменсальних, так і в патогенних форм, ізольованих від людей, тварин і з навколишнього середовища [266; 275]. Зважаючи на можливий ризик антимікробної резистентності, Європейський Союз ввів заборону на використання антибіотиків у якості стимуляторів росту птиці [92]. Крім того, зростає стурбованість громадськості щодо ризику стійкості до антибіотиків у людей [76; 151]. Наразі багато уваги приділяється таким популярним тенденціям виробництва м'яса птиці як «м'ясо без антибіотиків» [177]. Усі ці можливі фактори ризику та занепокоєння громадськості призвели до активних досліджень неантибіотичних стратегій, які могли б стимулювати ріст птиці та пом'якшити розповсюдження патогенних мікроорганізмів [14; 74].

Водночас, у сучасному птахівництві птицю селекціонують на високу інтенсивність росту, що в свою чергу призводить до високої швидкості

метаболізму [166]. Інтенсивний відбір у поєднанні з інтенсивними системами вирощування піддає птицю різноманітним стресовим факторам, включаючи подовжені фотоперіоди, високий рівень пилу та аміаку, а також навантаження патогенів. Разом ці фактори індукують окислювальний стрес [259]. Як наслідок, прискорюється синтез активних форм кисню, що порушує антиоксидантний баланс, погіршує здоров'я кишківника та, зрештою, впливає на загальну продуктивність, що призводить до значних економічних втрат [197]. Таким чином, контроль стану кишківника має важливе значення для підтримки здоров'я та продуктивності птиці, як м'ясного, так і яєчного напрямів продуктивності. Цього можна досягти шляхом активізації антиоксидантної системи кишківника, яка підтримує його цілісність та бар'єрну функцію, підтримуючи бар'єр слизової оболонки та контролюючи запальні реакції, які є життєво важливими для запобігання інвазії патогенами. Ці переваги покращують використання поживних речовин шляхом зменшення конкуренції, запобігання інфекції в кишковому тракті та підвищення біодоступності поживних речовин [282]. Описані проблеми підкреслюють нагальну потребу в ефективних альтернативах, які могли б підтримувати здоров'я птиці, сприяти нормальному фізіологічному стану кишківника для ефективного використання поживних речовин корму, забезпечення добробуту та підвищення продуктивності без побічних ефектів, пов'язаних з антибіотиками [28].

У цьому контексті фітобіотики виявилися багатообіцяючою альтернативою антибіотикам, пропонуючи значний потенціал у якості покращувачів роботи кишківника, здоров'я та продуктивності. Фітогенні добавки – це кормові добавки, отримані з рослинної сировини, які в основному включають природні сполуки, трав'яні та рослинні екстракти, біологічно активні сполуки, які мають потенціал для покращення здоров'я тварин, продуктивності та якості продукції. Вони також широко відомі як фітобіотики або фітохімічні речовини [278; 9]. Фітобіотики, які включають ефірні олії, рослинні екстракти, трави та спеції, є продуктами рослинного походження, що отримали визнання як чудова альтернатива антибіотикам. Ці натуральні продукти забезпечують переваги без ризику

резистентності до антибіотиків і залишків, які можуть поставити під загрозу як безпеку споживача, так і добробут птиці [42].

Фітобіотики продемонстрували здатність покращувати гістоморфологію кишківника та підвищувати інтенсивність росту, представляючи безпечніший та стійкіший варіант для виробництва продукції птахівництва. Відомо, що здоров'я кишківника має важливе значення для підтримки загального фізіологічного стану організму та продуктивності птиці, охоплюючи покращену антиоксидантну здатність, імунну функцію, цілісність епітеліального бар'єру, склад кишкової мікробіоти та морфологію ворсинок [105; 190]. Крім того, відомо про ефективність фітобіотиків як природних протимікробних засобів і антиоксидантів для подовження терміну зберігання яєць шляхом підтримки окислювальної стабільності білка [192]. Комплексне дослідження натуральних рослинних добавок виявило їх позитивний вплив на фізіологію яйцепроводу, що сприяє підвищенню несучості птиці та інтенсивності яйцекладки [193]. Згадані впливи забезпечують підтримання сталого виробництва яєць та м'яса птиці, використовуючи антиоксидантні, антибактеріальні та протизапальні властивості фітобіотиків, зменшуючи залежність від антибіотиків, пом'якшуючи ризик резистентності до антибіотиків і потенційно сприяючи здоровішому, стійкішому поголів'ю, тим самим сприяючи виробництву безпечніших тваринних продуктів [28].

До основних класів фітобіотиків належать рослини, ефірні олії, трави та олійні смоли [191]. Ефірні олії є леткими за своєю природою, тому для їх вилучення використовується гідродистиляція [209]. Трави – це недерев'яні, квітучі та нестійкі рослини [212]. Масляні смоли – це неводні екстракти, такі як карвакрол, стручковий перець і коричний альдегід [280]. Кожна біологічно активна речовина в рослинних кормових добавках приносить птиці різносторонню користь, і повний механізм цих фізіологічних змін досі невідомий. Описаний спосіб дії фітобіотиків включає: а) покращення функції травлення шляхом впливу на вивільнення шлункових ензимів [182]; б) наявність антимікробних речовин, наприклад, гідроксильної групи, яка модулює мікробіоту кишківника [219]; в) модуляція синтезу муцину та морфології

кишківника, що впливає на здатність поглинання поживних речовин [136; 262]; модуляція функцій, пов'язаних з імунною системою, шляхом нейтралізації активних форм кисню, таким чином мінімізуючи клітинне пошкодження та стабілізацію запальних цитокінів [47; 213].

Фітогенні сполуки мають дуже непростий склад і можуть також містити токсичні сполуки, мати неприємний запах і смак [229; 63]. Через унікальний склад фітобіотиків також важко повністю зрозуміти механізми їх дії на організм птиці [217]. Крім того, важко кількісно визначити та виявити фітогенні сполуки в кормах і тканинах тварин за допомогою звичайних аналітичних методів [290]. Використання фітогенних сполук у кормах також дає різні результати через їх різноманітний склад [278]. Різні фактори впливають на склад фітобіотиків, включаючи місце вирощування рослини, техніку екстракції чи виробництва, умови зберігання тощо. Фітогенні сполуки також виявляють леткі властивості під впливом високих температур. Це ставить під сумнів стабільність цих летких сполук, оскільки пюре піддається високій температурі гранулювання під час обробки корму [58].

Одними з перспективних фітогенних добавок в годівлі птиці є часникові продукти [113]. Часник додають до раціону птиці у вигляді порошку, водного екстракту, ефірної олії та інших комерційних продуктів або в корм, або в питну воду [6]. Відомо, що додавання часникових продуктів до раціонів свійської птиці сприяє підвищенню інтенсивності її росту, покращенню морфометрії кишківника, продуктивності та зниженню собівартості продукції [168; 89; 255], модуляції імунітету та гематологічних параметрів [121], запобігає бактеріальним і паразитарним інфекціям [49; 8] і пом'якшує вплив на організм теплового стресу [88]. Додавання часнику в корм для птиці не чинить негативного впливу, оскільки він не має залишків, а пташиний послід не забруднює навколишнє середовище. Тому продукти харчування, отримані від птиці вирощеної на раціонах з додаванням часникових продуктів, безпечні для споживання людиною [6]. Виходячи з вищенаведеного, наразі є актуальним та перспективним дослідження впливу часнику у якості харчової добавки на продуктивність, імунітет, здоров'я

кишківника, антиоксидантний статус, параметри крові та мікробіоту кишківника птиці.

1.1.2. Часник (*Allium sativum*) – перспективний фітобіотик у птахівництві

Дієтичні добавки є ефективним і зручним методом доповнення раціону птиці з метою досягнення кращої інтенсивності росту та якості продукції [74]. Рослини та їх продукти містять різноманітні біологічно активні сполуки, які відповідають за всі види біологічних функцій, і як такі є прийнятною альтернативою антибіотикам у кормах для птиці [6]. Дослідження показали, що добавки рослинних продуктів можуть покращити продуктивність птиці, її здоров'я та якість продукції [258].

Часник (*Allium sativum* L.) є однорічною цибулинною рослиною родини *Alliaceae* [232]. Щороку у світі виробляється приблизно 27 млн тон часнику, причому Китай, Індія, Південна Корея, Єгипет і США входять до п'ятірки країн-лідерів з його виробництва [232; 74; 153]. Часник і його продукти багаті біологічно активними сіркоорганічними сполуками, такими як алліцин, аліксин і алілсульфіди, які надають протимікробні [245; 126; 119], антиоксидантні [121], протизапальні [298], імуномодулюючі [85], антигіпертензивні, профілактичні ракові, антигіперліпідемічні та інші фізіологічні властивості [17; 30; 173; 214].

Таким чином, часник відомий у всьому світі як «гомологія ліків і їжі», яка перевершує традиційні та альтернативні ліки [161; 163]. Низка препаратів часнику доступна на ринку як природні продукти для здоров'я людини, включаючи часниковий порошок, ефірні олії, екстракти та капсули [51; 270]. Велика кількість літератури вивчає вплив дієтичних добавок із часниковими продуктами на інтенсивність росту та якість продукції моногастричних тварин, головним чином птиці та свиней, у деяких дослідженнях спостерігаються попередні позитивні ефекти [196; 175; 11]. Однак існує обмежена систематична інформація про вплив використання різних видів часникових продуктів на продуктивність та фізіологічний стан організму перепелів.

Хімічний склад і вміст біологічно активних сполук у продуктах часнику змінюються залежно від його генотипу, методів та умов вирощування, густоти рослин, типу ґрунту, норми внесення добрив і способу обробки цих продуктів [61; 131; 208]. Середня цибулина часнику містить 65 % води, 28 % вуглеводів, 2,3 % сіркоорганічних сполук, 2 % протеїнів, 1,2 % вільних амінокислот, 1,5 % клітковини та мінералів, включаючи калій (93,4–401 мг/100 г), сірку (183,4 мг/100 г), алюміній (0,47 мг/100 г), залізо (1,7–3,11 мг/100 г), натрій (8,93–17 мг/100 г), магній (15,4–25 мг/100 г), цинк (1,53 мг/100 г), мідь (1,6 мг/100 г), кальцій (181 мг/100 г), фосфор (153 мг/100 г), селен (14,2 мг/100 г), марганець (1,672 мг/100 г) і вітаміни, включаючи тіамін (0,2 мг/100 г), рибофлавін (0,11 мг/100 г), пантотенову кислоту (0,596 мг/100 г), вітамін B6 (1,235 мг/100 г), фолієву кислоту (3 мкг/100 г) і вітамін C (31,2 мг/100 г) [260; 253; 174; 96]. Часниковий порошок, шкірка та листя є багатими на протеїн інгредієнтами, що можуть використовуватись у якості кормової добавки або грубого корму. Часниковий порошок, шкірка та листя мають високий вміст сирого протеїну порівняно з іншими типами кормів, а вміст протеїну в цих часникових продуктах близький до вмісту протеїну в сні люцерни (приблизно 15,5 % у сухій речовині) [81; 277]. Що ще важливіше, протеїн часникового порошку містить практично всі незамінні амінокислоти, необхідні птиці [19]. Зокрема, найбільш властивою амінокислотою є аргінін, за ним йдуть аспартат і глутамат [141]. Відомо, що вміст протеїну в часниковому порошку, шкірці та листі становить відповідно 22,90 %, 13,50 % і 12,80 % у сухій речовині [142; 204; 279; 247]. Крім того, часниковий порошок і солома мають високий вміст загальних вуглеводів, приблизно 74,25 % і 80,90 % у сухій речовині відповідно [79; 131]. Домінуючими вуглеводами часнику є полісахариди, з яких на фруктан припадає понад 75 % [289]. Вміст НДК і КДК у кормі є важливими параметрами, які використовуються для прогнозування засвоюваності поживних речовин і концентрації енергії [291; 249; 250]. Вміст НДК і КДК у шкірці, листі та соломі часнику вищий, ніж у порошку [62]. Відомо, що вміст НДК у шкірці, листі та соломі часнику становить відповідно 31,81 %, 59,80 % та 51,18 %, тоді як вміст КДК становить відповідно 29,85 %, 23,00 % та 43,81 % [154; 204; 276; 277]. Шкірка, листя і солома часнику

мають високий вміст золи через високий вміст епідермальних клітин, що містять велику кількість кремнезему [225; 74].

З точки зору біологічно активних сполук часникових продуктів, свіжі або сушені цибулини часнику багаті сіркоорганічними сполуками [251]. Загальний вміст сіркоорганічних сполук у часниковому порошку коливається від 0,56 до 0,80 % сухої речовини [176]. Аліїн є основним активним компонентом цих сіркоорганічних сполук [274], що становить понад 90 % від загальної кількості сіркоорганічних сполук у часниковому порошку [260]. Аліїн (S-аліл-1-цистеїну сульфоксид) є попередником алліцину [294]. Після подрібнення сирих цибулин часнику вакуолярний фермент алііназа вивільняється в цитоплазму для перетворення аліїну в діалілтіосульфінат (алліцин) [242]. Вважається, що саме алліцин відповідає за антибактеріальну, протигрибкову, протипаразитарну та протипухлинну дію часнику [202; 230; 223; 71]. Протиракову активність алліцину широко приписують алілтійогрупі. Однак ця група дуже нестабільна, і, як наслідок, алліцин легко розкладається на розчинні в олії алілполісульфіди, такі як діалілдисульфід, діалілтрисульфід і діалілсульфід у відносно м'яких умовах [230; 286]. Дослідження показали, що алілполісульфіди виявляють протипухлинні, гіполіпідемічні, антиатеросклеротичні та антиоксидантні ефекти у людей і тварин [152; 254]. Крім того, часник також містить сапоніни, полісахариди і флавоноїди, які також присутні в шкірці і соломі часнику [85]. Ці біологічно активні сполуки надають різноманітні переваги для здоров'я птиці [240].

Лушпиння та солома часнику характеризуються високим вмістом фенольних сполук [114]. Загальний вміст поліфенолу (екстрагованого етанолом) у часниковому порошку коливається від 0,43 до 0,64 мг/г, шкірці – 12,88 до 16,74 мг/г і у соломі – 6,36 до 12,40 мг/г свіжої ваги [127; 176; 79]. Часниковий порошок містить приблизно 0,36 % олії [297]. Основними компонентами часникової олії, визначеними за допомогою газової хромато-мас-спектрометричної хроматографії, є D-лімонен, діалілдисульфід і діалілтрисульфід, тоді як компонентами водорозчинного екстракту часнику, як

виявлено рідинною хромато-мас-спектроскопією, є N-ацетилцистеїн, цистеїніл-аланін і фенол-2-2-бензоксазоліл [72].

1.2. Використання часникових продуктів у годівлі птиці

1.2.1. Вплив часнику на показники продуктивності птиці

Введення часнику в раціони птиці покращує параметри продуктивності, включаючи споживання корму, масу тіла, приріст живої маси і коефіцієнт конверсії корму [134]. За даними Ashayerizadeh O. і ін. [33], додавання до раціону часнику у кількості 1 кг/тону сприяє підвищенню виходу тушки та зниження відсотку абдомінального жиру у курчат-бройлерів. У свою чергу Suriya R. з колегами [252] повідомили, що збагачення раціону 0,5 % часнику сприяє підвищенню приростів маси тіла курей. Результати досліджень Elagib H.A.A. і ін. [87] показали, що збагачення раціону курей часниковим порошком у концентрації 3 % сприяє збільшенню виходу грудних м'язів, тоді як додавання 5 % спричиняє зниження живої маси. Varmaghany S. зі співавторами [269] також зазначають, що додавання до раціону птиці цибулин часнику у кількості 5, 10 або 15 г/кг спричиняє зниження маси тіла, не впливаючи на коефіцієнт конверсії корму. За даними Gautam G. і ін. [100] додавання до питної води курей пасти зі свіжого часнику у концентрації 0,2, 0,4, 0,6 і 0,8 %/л не впливає на прирости маси тіла та коефіцієнт конверсії корму, однак сприяє підвищенню збереженості поголів'я птиці. Sangilimadan K. з колегами [238] відзначають ефективність додавання до раціону свіжої часникової пасти у концентрації 0,25 і 0,50 % раціону, що сприяє підвищенню збереженості поголів'я птиці, приростів маси тіла і коефіцієнту конверсії та не впливає на якість тушки. За даними Ismail I.E. і ін. [121], збагачення раціону 0,25, 0,50 та 0,75 г/кг часникового порошку забезпечує підвищення маси тіла та вмісту жиру у тушці, а також збільшення довжини і ширини тонкої кишки. Подібні результати були отримані також Tanti A. з колегами [256], які відзначають підвищення приростів маси тіла та кінцевої живої маси курей за додавання до їх раціону 3 % часникового порошку.

Рядом досліджень також продемонстровано ефективність додавання до раціонів птиці часникових продуктів у поєднанні з іншими рослинними інгредієнтами. Зокрема Oleforuh-Okoleh V.U. і ін. [199], які досліджували вплив на м'ясну продуктивність курей додавання до питної води 50 мл/л суміші імбиру та часнику (співвідношення 1:1), виявили, що додавання даної суміші сприяє підвищенню живої маси, приростів маси тіла, споживання корму та збільшенню коефіцієнту конверсії корму. За даними Kirubakaran A. і ін. [139], збагачення раціону курей 5 г/кг часникового порошку у поєднанні з 1 г/кг порошку чорного перцю, а також 10 г/кг порошку часнику з 2 г/кг порошку чорного перцю забезпечує підвищення маси тіла бройлерів та коефіцієнту конверсії корму. Ratika K. з колегами [222] виявили, що часниковий порошок у концентрації 3 % до раціону, а також суміш 1,5 % часникового порошку з 0,25 % порошку куркуми сприяє підвищенню приростів маси тіла, збільшенню споживання корму та коефіцієнту конверсії корму.

Elbaz A.M. з колегами [88], які досліджували можливість зниження наслідків впливу на організм курей теплового стресу, відмічають, що вплив збагачення раціону птиці ефірною олією часнику у концентрації 200 мг/кг окремо або у поєднанні з ефірною олією лимона 200 мг/кг забезпечує зниження рівня смертності та вмісту абдомінального жиру в тушці.

Водночас, рядом досліджень не виявлено впливу збагачених раціонів часниковими продуктами на продуктивність птиці. Зокрема, Choi H. з колегами [64], які досліджували вплив додавання до раціонів бройлерів часнику у кількості 1, 3 і 5 % із збагаченням 200 у. од. α -токоферолу/кг корму, не виявили впливу на продуктивність. Натомість автори зазначають, що додавання 3 % часникового порошку сприяє підвищенню у м'язах вмісту сирого протеїну, зниженню вмісту сирого жиру в туші, рН і реактивних речовин тіобарбітурової кислоти м'яса. Raeesi M. і ін. [218] не виявили впливу додавання до раціону 0,5 %, 1,0 % і 3 % часнику на продуктивність птиці, однак відмітили зменшення маси серця. За даними Audoğan I. і ін. [39], збагачення раціону птиці 5 г/кг часнику, 5 г/кг чорний кмин або їх комбінації не впливає на прирости маси тіла, споживання корму та коефіцієнту конверсії корму.

Al-Rabadi N. з колегами [21] досліджували вплив додавання до раціону бройлерів часникового порошку у концентрації 0,5, 1 і 1,5 % та виявили, що згодовування часникового порошку у концентрації 1,5 % значно зменшує споживання корму, водночас збільшуючи прирости маси тіла і коефіцієнт конверсії корму.

За даними Premavalli K. і Omprakash A.V. [211], які досліджували вплив на м'ясну продуктивність перепелів часникового порошку у концентрації 0, 0,5, 1,0 і 1,5 %, саме рівень 1,5 % найефективніший щодо підвищення інтенсивності росту та приростів маси тіла птиці. У свою чергу Jalal H з колегами [124] вивчали ефективність додавання до раціону перепелів м'ясного напряму продуктивності часникового порошку у концентрації 0,5, 1 та 2 % упродовж 5 тижнів вирощування та виявили, що у забійному віці птиця, якій додавали 1 % часникового порошку, мала вищу живу масу та прирости маси тіла порівняно з контролем. Автори зазначають, що досліджувані рівні збагачення раціонів не вплинули на споживання корму, коефіцієнт конверсії корму, за винятком 3-го тижня вирощування. Також не виявлено впливу на параметри тушки та вміст абдомінального жиру. Водночас виявлено, що перепели, до раціону яких додавали 1 та 2 % часникового порошку, характеризувались нижчим вмістом у грудних м'язах тіобарбітурової кислоти, пероксиду і рН після їх зберігання упродовж 0, 1, 3, 5 та 7-добового періодів. Крім того, загальна кількість психрофільних бактерій була нижчою в грудному м'язі перепелів, які отримували часниковий порошок у всіх досліджуваних концентраціях. Сенсорні характеристики, такі як колір, аромат, соковитість і ніжність, виявилися кращими у перепелів, які отримували 1 % часникового порошку. Таким чином, автори стверджують, що додавання до раціону 1–2 % часникового порошку продемонструвало ефект стимуляції росту та позитивно вплинуло на якість м'яса, включаючи його сенсорні характеристики.

Вплив збагаченого раціону на м'ясну продуктивність перепелів підтверджено і Saghi R. і Zarghi H. [236]. Науковці досліджували ефективність застосування раціонів з додаванням 0,5, 1, 1,5 і 2 % часникового порошку упродовж 21 днів вирощування перепелів та виявили, що різні рівні часникового

порошку не впливають на споживання корму, середньодобовий приріст маси тіла та коефіцієнт конверсії корму. Однак, вплив додавання часникового порошку до раціону на вихід туші, абдомінального жиру, загального холестерину і ЛПНЩ був значним. Перепели, яких годували раціоном, що містив 1 % часникового порошку, характеризувалися найвищим виходом тушки. Зі збільшенням вмісту часникового порошку в раціоні загальний холестерин і ліпопротеїди в крові лінійно знижувалися. Відповідно до результатів, отриманих у цьому експерименті, додавання до раціону 1 % часникового порошку позитивно впливає на м'ясну продуктивність перепелів, зокрема вихід тушки, та знижує небажані метаболіти крові.

Крім дослідження впливу на продуктивність птиці різних часникових продуктів, необхідні також знання щодо ефективності використання певної їх форми. Так, Tanti A. і ін. [256] досліджували вплив на м'ясну продуктивність бройлерів додавання до раціону свіжого часнику, часникового порошку та порошку чорного часнику у концентраціях 3 %, зауважуючи, що найдорожчим є використання саме раціонів з часниковим порошком. Автори виявили, що додавання свіжого часнику сприяє найвищому споживання корму птицею, а часникового порошку – найбільшим приростам маси тіла та кінцевій живій масі. Однак жоден з досліджених часникових продуктів не впливав на збереженість поголів'я та коефіцієнт конверсії корму. За даними Al-Tekreeti M.A.I. і Allaw A.A. [23], додавання до раціону перепелів наночаснику у кількості 1 г/кг та 0,5 г/кг сприяло підвищенню приросту маси тіла та кінцевої живої маси, тоді як за рівня додавання наночаснику 1 г/кг виявлено найнижче споживання корму та найвищий коефіцієнт конверсії корму.

Водночас, інші дослідження показали, що додавання часнику не впливає на ефективність використання корму чи інтенсивність росту бройлерів і продуктивність несучок [224; 65; 36; 288]. Ця розбіжність могла виникнути через відмінності в тривалості експерименту, генетичному походженні та стані здоров'я птиці, а також формі, обробці та якості компонентів часникового продукту.

Крім того, рядом досліджень також описано вплив збагачення раціонів птиці часниковими продуктами на параметри яєчної продуктивності. Зокрема, ще у ранніх дослідженнях Sharma R.K. і ін. [241], було виявлено, що додавання до раціону несучок 1 або 3 % часнику сприяє зниженню вмісту холестерину в яєчному жовтку. Водночас, Qureshi A.A. з колегами [216], не виявили впливу додавання до раціону курей часникової пасти або часникової олії у концентрації 3,8 % на середньодобове споживання корму. Reddy R.V. і ін. [224] також не виявили змін несучості, маси яєць маси тіла та ефективності використання корму за збагачення раціону несучок 0,02 % часникової олії. За даними Chowdhury S.R. і ін. [65], додавання до раціону висушеної на сонці часникової пасти у концентрації 0, 2, 4, 6, 8 або 10 % не впливає на несучість, масу яєць, споживання корму та ефективність його використання, однак зумовлює покращення якості яєць, зокрема збільшення маси жовтка зі збільшенням кількості дієтичного часнику та зниження концентрації холестерину в жовтку. Деяко протилежні результати були отримані Mottaghitalab M. з колегами [179], які виявили, що додавання до раціону несучок часникового порошку у кількості 0, 5, 10 і 15 г/кг корму спричиняє зниження маси жовтка яєць.

Yalcin S. і ін. [287], які досліджували вплив додавання до раціону несучок 0,5 і 10 г/кг часникового порошку, не виявили змін несучості курей, індексу яєчного альбуміну, індексу яєчної шкаралупи та одиниць Хау. Натомість автори наголошують на сприятливому впливі даного інгредієнту раціону на підвищення маси яєць та зниження рівня тригліцеридів і холестерину в яєчному жовтку. Тоді як Khan S.H. з колегами [135] виявили, що збагачення раціону несучок 0, 2, 6 або 8 % часникового порошку забезпечує підвищення їх несучості. Подібні результати були отримані також Khan Q.S.H. з колегами [133], які встановили, що додавання до раціону птиці 8 % часникового порошку сприяє підвищенню несучості і не впливає на масу яєць.

Про цікаві результати повідомлено Canogullari S. зі співавторами [54], які досліджували вплив додавання до раціону часникового порошку у концентраціях 1, 2 і 4 %. Науковці виявили, що всі досліджувані концентрації сприяють підвищенню несучості курей. За цього додавання 1 % часнику не впливало на

масу яйця, індекс жовтка, масу та товщину шкаралупи, а також масу жовтка, тоді як концентрація 4 % спричинила зниження індексу шкаралупи та одиниць Хау.

У свою чергу Asrat M. з колегами [36] не виявили впливу додавання до раціону птиці 1, 2 і 3 % часнику на прирости маси тіла, живу масу, несучість, масу яєць, масу білка, висоту білка, одиниці Хау, індекс жовтка, висоту жовтка, масу яйця, заплідненість яєць, виводимість, ембріональну смертність, масу курчат і візуальну оцінку курчат, товщину та масу шкаралупи. Натомість авторами помічено збільшення діаметра, маси та кольору жовтка. Покращення якості яєць помітили також Mahmoud K.Z. ін. [167], які зазначають, що збагачення раціону курей часниковим соком у концентраціях 0,25, 0,50 і 1 % покращує якісні параметри яєць, а саме вміст альбуміну, масу жовтка та шкаралупи, одиниці Хау.

Canogullari S. і ін. [54] досліджували вплив збагачення раціонів перепелів 1, 2, 4 % часникового порошку упродовж 12 тижнів їх життя та виявили, найвищі споживання корму, коефіцієнт ефективності використання корму та несучість за умови застосування рівня 1 %. Крім того, автори відмічають підвищення індексів білку та шкаралупи, а також одиниць Хау. За цього, включення до раціону часнику не вплинула на індекс жовтка, масу та товщину шкаралупи. За подальшого підвищення рівня включення часнику до 4 г/кг спостерігалось зниження концентрації холестерину в яєчному жовтку. За даними Salari J. з колегами [237], за додавання до раціону перепелів часникового порошку у концентрації 2,5 і 5 % не виявлено впливу на живу масу, споживання корму, несучість, товщину яєчної шкаралупи та масу яєць. Водночас, за рівня додавання часнику 5 % виявлено зниження вмісту холестерину у жовтку, тригліцеридів та сечової кислоти у крові, тоді як рівень ЛПВЩ підвищився. Таким чином, автори зазначають, що додавання 5 % часникового порошку до раціону перепелів-несучок сприяє покращенню показників крові та зниженню рівня холестерину в яєчному жовтку без негативного впливу на продуктивність і якість яєць.

Olayinka O.I. і ін. [198] вивчали ефективність додавання до раціону перепелів-несучок 250, 500, 750 г часникового борошна та на основі дисперсійного аналізу встановили, що концентрація 750 г має значний вплив на

споживання корму, несучість, масу яєць, площу поверхні яєць, індекс білка та жовтка. Крім того, Baylan M. і ін. [45] виявили, що занурення яєць у часниковий екстракт можна використовувати як альтернативу фумігації формальдегідом під час дезінфекції інкубаційних перепелиних яєць.

Результати досліджень Ismael L.A. з колегами [120] засвідчують, що додавання до раціону перепелів 4 % висушеного часникового порошку сприяє покращенню внутрішніх характеристиках яйця, таких як маса яєчного білка, висота жовтка, одиниці Хау та пружність шкаралупи. Крім того, авторами наголошується на значному покращенні ліпідного профілю крові перепелів за згодовування їм 4 % висушеного часникового порошку. Тоді як найвищі рівні гормонів греліну, Т4 і ЛГ були зареєстровані у перепелів, яким додавали 2 % часникового порошку.

Науковцями також задокументовано позитивний вплив на яєчну продуктивність та якість яєць додавання до раціону курей-несучок сумішей з часникових продуктів з іншими рослинними інгредієнтами. Зокрема, Saffa H.M. [235] було встановлено, що збагачення раціону 2 % часнику у поєднанні з 2 % пажитнику не впливає на споживання корму, коефіцієнт конверсії корму, прирости маси тіла, живу масу, несучість та масу яєць, однак сприяє збільшенню маси жовтку та одиниць Хау. Водночас протилежні результати були отримані Motamedi S.M. та Taklimi S.M. [178], які зазначають, що додавання до раціону птиці різних співвідношень часникового порошку з пажитником, а саме по 1 % часникового порошку та 1 % часникового порошку з 0,5 % пажитнику, не впливає на продуктивність курей-несучок. За даними Omer H.A. з колегами [201], доповнення раціону птиці сумішшю соку лимона, цибулі та часнику в порціях 1,00, 1,00 і 0,125 г/л питної води відповідно, сприяє підвищенню коефіцієнту конверсії корму, несучості, маси яєць, виходу та кольору жовтка.

Abdulkareem Z. [11] оцінював вплив додавання сухого листя цибулі-порею та часнику до раціону перепелів-несучок на якість яєць, продуктивність, гістоморфологію кишківника, засвоюваність поживних речовин і біохімічні властивості сироватки крові. Автором встановлено, що найвища несучість перепелів була досягнута за додавання до раціону 0,5 % листя часнику, а маса

яєць була вищою за додавання 1 % листя часнику та 0,5 % цибулі-порею. Крім того, додавання листя часнику сприяло зменшенню середньодобового споживання корму та підвищенню концентрації ліпопротеїнів високої щільності. Однак додавання обох трав не вплинуло на висоту жовтка, висоту альбуміну, товщину шкаралупи та одиниці Хау. Обидва рослинні компоненти значно покращили колір жовтка (підвищили індекс Roche Yolk Color Fan). Перепілки, яких годували 1 % листям часнику, характеризувались нижчим рівнем холестерину в сироватці крові, ліпопротеїдів дуже низької щільності, ліпопротеїнів низької щільності та сечової кислоти. Також, додавання до раціону листя часнику сприяло зниженню концентрації тригліцеридів. Цікавим у даному дослідженні є виявлення автором впливу додавання 0,5 і 1 % листя часнику на збільшення співвідношення висоти ворсинок тонкої та клубової кишки до глибини крипт. Крім того, додавання 1 і 1,5 % листя часнику сприяло засвоюваності органічних речовин, золи та сирого протеїну. Таким чином, можна стверджувати, що додавання 1 % листя часнику до раціону перепелів може підвищити масу яєць, покращити морфологію кишківника та засвоюваність поживних речовин, покращуючи ліпідний профіль і знижуючи концентрацію сечової кислоти в сироватці крові.

Механізм, за допомогою якого часниковий порошок може покращити параметри господарськи корисних ознак птиці, може бути пов'язаний з наявністю кількох сіркоорганічних компонентів, включаючи алліцин, аліїн, аджоен, дитіїн, діалілсульфід і S-аліліцистеїн [296]. Дослідження Ross Z.M. з колегами [231] продемонстрували, що антибактеріальна сполука діалкілполісульфід у часнику відіграє центральну осьову роль у покращенні приростів маси тіла у бройлерів. Комбінований раціон, що містить часник і куркуму (10 г/кг кожного), знижує рН шлунково-кишкового тракту та підвищує видиму та засвоювану метаболізовану енергію в клубовій кишці курчат-бройлерів [200]. Крім того, часник може підвищити продуктивність ензимів підшлункової залози, що створює сприятливе середовище для травлення та засвоєння поживних речовин [121]. Також відомо, що споживання корму підвищується у бройлерів [116] і несучок [135; 195; 6] за рахунок збільшення

рівня включення часникового порошку в раціоні. Можливо, такий результат пояснюється високим вмістом у часнику ароматичної олії, яка покращує процес травлення.

1.2.2. Значення часнику для імунологічного статусу птиці

Відомо [121; 88; 100], що різні форми часнику окремо або в поєднанні з іншими ароматичними фітобіотиками можуть посилити імунну відповідь у плані підвищення титру антитіл та збільшення співвідношення імунних клітин до маси тіла. Покращення імунної відповіді може бути пов'язане з характеристиками біологічно активних сполук в ефірних оліях, такими як антимікробні, антиоксидантні та протизапальні властивості, які забезпечують необхідні поживні речовини для розвитку імунних клітин [108; 5]. Крім того, сприяння проліферації лімфоцитів у первинних імунних органах і покращення цілісності кишківника може стимулювати вироблення імуноглобулінів (Ig), а саме IgG, IgM та IgA, що пов'язано зі збільшенням відносної ваги імунних органів [283; 164]. Багато імуностимулюючих сполук присутні в часнику, включаючи родину лектинів, які, як відомо, взаємодіють з рецепторами розпізнавання патогенів на поверхні імунних клітин [207]. Часник є одним із вражаючих провідників імунної системи організму, який стимулює імунну функцію, активізуючи макрофаги або клітини-кілери [85]. Більше того, часник може покращувати функції клітин гуморального імунітету шляхом посилення вироблення цитокінів та/або фагоцитарної здатності антигенпрезентуючих клітин [111]. Dorhoi A. та ін. [77] продемонстрували, що висока доза часникового екстракту (200 мг/мл) на культурі макрофагів курей-несучок може порушувати функцію фагоцитів і пригнічувати фагоцитоз, тоді як низька доза (50 мг/мл) збільшує кількість еритроцитів курей. Введення екстракту часнику або його білкової фракції посилює руйнування перитонеальних макрофагів і поглинання паразитів [103].

Полісахариди часнику демонструють механізм посилення імунітету через регуляцію експресії інтерлейкіну (IL)-6, IL-10, фактора некротизації пухлини α та інтерферону-гамма (INF- γ) у макрофагах RAW 264.7 [240]. Крім того, екстракт часнику може збільшити спленоцити, індуковані конканаваліном А (ConA),

проліферацію тимоцитів і експресію генів IL-2 та INF- γ in vitro [112]. Додавання екстракту часнику до раціону також посилює індукцію IL-2 та IL-12, INF- γ і фактору некрозу пухлини α у стимульованих спленоцитах [149]. Низькі концентрації діалітрисульфиду (3–12,5 мг/мл) часнику здатні посилювати проліферативні реакції в культурі, тоді як вищі концентрації (50 мг/мл) пригнічують проліферацію Т-лімфоцитів у мишей [95; 180]. Витриманий екстракт часнику стимулює проліферацію та посилює активність Т-клітин і природних клітин-кілерів, а також посилює фагоцитоз і вивільнення цитокінів [185; 31].

Додавання часнику збільшує відносну вагу імунних органів, таких як селезінка, тимус і бурса Фабріціуса, кількість лейкоцитів, а також лімфоцитів, спленоцитів і проліферацію тимоцитів [10]. Крім того, титри антитіл проти вірусу хвороби Ньюкасла, кількість еритроцитів і *Brucella abortus* були збільшені після введення часнику курям-несучкам [111]. Також відомо, що антиоксидантний стрес часнику є потенційним фактором, який посилює імунну відповідь [69]. Додавання екстракту часнику в дозі 4 і 8 мг/мл показало, що макрофаги можуть виявляти антимікробну активність і посилювати синтез активних форм кисню [272].

Результати досліджень впливу часникових продуктів на імунну функцію птиці, які описані у літературі, досить суперечливі. Так, за даними Raeesi M. з колегами [218], додавання до раціону курчат-бройлерів часнику у концентрації 0,5, 1,0 і 3 % спричиняє зменшення маси бурси Фабріціуса та селезінки. Тоді як Rahimi S. і ін. [220], які досліджували вплив на імунну функцію птиці значно нижчих концентрацій часникового порошку, а саме 0,1 %, виявили підвищення відносної маси бурси Фабріціуса без впливу на масу селезінки. Водночас, Elagib H.A.A. із співавторами [87] зазначають, що збагачення раціону курчат-бройлерів 3 і 5 % часникового порошку не впливає на масу бурси Фабріціуса і тимуса, однак спричиняє зменшення маси селезінки.

За даними Oleforuh-Okoleh V.U. і ін. [199], додавання суміші імбиру та часнику у співвідношення 1:1 на 50 мл/л питної води сприяє підвищенню у крові курчат-бройлерів загального протеїну, альбуміну та глобуліну. У свою чергу El-

Katcha M.I. з колегами [82], які вивчали вплив на організм птиці екстракту часнику у кількості 25, 50, 75 або 100 мг/кг раціону, виявили підвищення концентрації загального протеїну та альбуміну приблизно на 4,7 та 5,9 % відповідно (50 мг/кг). Крім того, Elbaz A.M. і ін. [88] встановили ефективність застосування в годівлі курчат-бройлерів ефірної олії часнику (200 мг/кг раціону) окремо/або в поєднанні з ефірною олією лимона (200 мг/кг раціону) при тепловому стресі, що підтверджується збільшенням відносної маси бурси Фабріціуса за відсутності впливу на відносну масу селезінки та виличкової залози.

Пізніші дослідження були спрямовані на дослідження впливу часникових продуктів на концентрацію імуноглобулінів у сироватці крові птиці. Зокрема, Chang L.Y. і ін. [59] з'ясували, що додавання до питної води ефірної олії часнику у кількості 0,06 мл/л сприяє покращенню індексу імунних органів курей, а також підвищенню концентрації у їх крові IgM, IgG та IgA. За даними Ismail I.E. з колегами [121], додавання до основного раціону часникового порошку у кількості 0,25, 0,50 та 0,75 г/кг сприяє підвищенню вмісту у крові курей загального білка, глобуліну, IgM та IgG, а також підвищенню маси печінки та імунних органів.

1.2.3. Вплив часнику на морфологію та мікробіом кишківника птиці

Часниковий порошок, часникове борошно та похідні часнику покращують морфологію кишківника птиці [205; 244; 41]. Відомо, що додавання до раціону часникового порошку зміцнює пошкоджену морфологію кишківника бройлерів з точки зору збільшення висоти ворсинок та підвищує інтенсивність росту птиці [295].

Додавання евгенолу та настоянки часнику покращує цілісність кишківника та сприяє збільшенню кількості келихоподібних клітин, що продукують муцин, як захисну відповідь у птиці проти некротичного ентериту [145]. Збагачення раціонів бройлерів часником у концентраціях 0,125, 0,25, 0,5 та 1 % сприяє значному збільшенню висоти ворсинок і глибини крипт, а також зменшенню товщини епітелію та кількості келихоподібних клітин у кишківнику птиці [15]. Крім того, найвищу місткість крипт і ворсинок у тонкому кишківнику було

виявлено після додавання часнику до раціону бройлерів, інфікованих кокцидіозом [106]. Алліцин може регенерувати та покращувати фізіологічну структуру шару кишкового епітелію та збільшувати глибину крипт і висоту ворсинок, що в кінцевому підсумку підтримує травну здатність шляхом збільшення поглинання та засвоєння поживних речовин [99]. Подовжені ворсинки з глибокими криптами вважаються показником енергійної структури кишківника і, як наслідок, хорошої травної здатності та активності панкреатичних ензимів [148; 263]. Антиоксидантні властивості часнику можуть покращити загальну функцію кишківника та покращити використання енергії азоту [106]. Yang Y. та ін. [292] виявили, що годівля бройлерів часником знижує рН кишківника, що, у свою чергу, підвищує секрецію летких жирних кислот і проліферацію корисних бактерій. Додавання до раціону 0,5 % часнику ефективно знижує системну гіпертензію та поширеність асцити і не має негативного впливу на продуктивність бройлерів [269]. Компонент часнику інулін знижує рН кишківника птиці і збільшує секрецію летких жирних кислот, що може сприяти посиленню корисної колонізації бактерій [107].

Кишкова мікробіота птиці відіграє ключову роль у здоров'ї та рості птиці [50; 73; 172; 184]. У той час інформації мало і вона суперечна щодо впливу похідних часнику на мікробіоту кишківника птиці. Тим не менш, часник і часникові продукти виявилися ефективними проти кількох патогенних бактерій, що викликають ентерит [27]. Компоненти часнику, а саме пропілпропантіосульфонат виявляє антимікробну активність проти ентеробактерій, *E. coli*, *Salmonella spp.* і *Campylobacter jejuni* [206; 67]. Було показано, що пропілпропантіосульфонат може модулювати склад кишкової мікробіоти та покращувати засвоюваність поживних речовин у бройлерів [205]. Більше того, значне зменшення кількості *Clostridium coccooides/Eubacterium rectale* та *Clostridium leptum* log₁₀ за збільшення кількості бактероїдів та загального вмісту бактерій спостерігалось в клубовій кишці у результаті додавання до раціону птиці 11,3 % пропілпропантіосульфонату [205].

1.2.4. Зміни гематологічних та біохімічних показників за використання часнику

Багато досліджень показали гіпохолестеринну дію часнику на організм бройлерів і несучок [121; 88; 178; 201; 29]. Ензими, що містить часник, відіграють важливу роль у регулюванні метаболізму ліпідів і посиленні активності ензимів, які стимулюють секрецію холестерину з жовчю та знижують фракційне поглинання харчового холестерину [6]. Крім того, інгібування ферментів ацетил-КоА-синтетази та 3-гідроксил-3-метилглутарил-КоА-редуктази, необхідних для холестерогенезу та біосинтезу жирних кислот, може знизити рівень холестерину в крові [208]. Подібним чином, потенційний вплив часнику на метаболізм ліпідів у несучок може бути пов'язаний із зменшенням ліпогенних і холестерогенно-депресивних ефектів деяких печінкових ензимів, таких як синтаза жирних кислот, глюкозо-6-фосфатазадегідрогеназа та яблучний ензим, і, отже, механізм синтезу гіпохолестерину та гіполіпідів [167]. Зниження рівня холестерину в сироватці крові та печінці [216] пригнічує ріст бактерій [56; 273], зменшує утворення тромбоцитів і знижує окислювальний стрес [115].

Часникова олія здатна покращувати антиоксидантну активність ензимів у печінці, пригнічувати метаболічну активацію 1,3-дихлор-2-пропанолу та зменшувати апоптоз печінки, таким чином захищаючи її від пошкодження [140]. Крім того, сіркоорганічні сполуки часнику можуть лікувати пошкодження печінки, зменшуючи вивільнення печінкових прозапальних цитокінів і посилюючи антиоксидантну активність шляхом пригнічення експресії цитохрому P450 2E1 [109; 150]. Було продемонстровано зниження дії гідроксиметилглутарилкоензим А-редуктази, 7-альфа-гідроксилази холестерину та синтетази жирних кислот після введення полярних фракцій часникового порошку (часник еквівалентний 1, 2, 4, 6 та 8 % свіжої часникової пасти) [216]. Діалілполісульфіди з витриманого екстракту часнику захищають клітинні мембрани від перекисного окислення ліпідів [115]. Крім того, ефірні олії, присутні в часнику здатні видаляти вільні радикали кисню, знижуючи рівень малонового діальдегіду і підвищуючи рівні СОД і ГП [210; 60; 159].

Також відомо про вплив часнику на гематологічні параметри, такі як кількість еритроцитів і білих кров'яних тілець (лейкоцитів), а також вміст гемоглобіну [121; 87; 199]. Гемолітичні біоактивні речовини та їх метаболіти в часнику можуть бути основними причинами цих ефектів. Збільшення кількості еритроцитів за допомогою добавок часнику може бути пов'язано з синтезом еритроцитів після утворення та секреції ниркового еритропоетину [228]. Крім того, додавання екстракту часнику до раціону несучок покращує поглинання еритроцитів селезінки [77].

Вже в ранніх дослідженнях Sklan D. з колегами [246] виявили, що додавання до раціону курчат-бройлерів 2 % часнику зумовлює зниження концентрації холестерину в їх печінці. Тоді як збільшення концентрації до 3 % сприяє зниженню холестерину в плазмі крові, а також м'язах грудей і стегон птиці [143]. Однак, пізніше Motamedi S.M. і ін. [178] не помітили впливу 1 % часникового порошку у раціоні несучок на концентрацію холестерину в сироватці їх крові. Частковий вплив часнику був виявлений Kim Y.J. і ін. [138], які повідомили, що збагачення раціону часниковим порошком у кількості 5–20 г/кг зумовлює зниження рівня холестерину та ЛПНЩ, однак не впливає на рівень холестерину та ЛПВЩ у крові курчат-бройлерів.

За даними Choi H. і ін. [64], збагачення раціону курчат-бройлерів часником порошком у концентрації 1, 3 та 5 %, а також поєднання 3 % часникового порошку з 200 МО α -токоферолу/кг корму, спричиняє зниження загального рівня холестерину і рівня ЛПНЩ та, водночас, підвищення рівня ЛПВЩ. Тоді як, Rahimi S. з колегами [220] зауважують, що навіть незначне додавання часникового порошку, а саме 0,1 %, зумовлює зниження у крові курчат-бройлерів тригліцеридів, загального холестерину та ЛПНЩ, а також сприяє підвищенню рівня ЛПВЩ. Дещо вищі концентрації часникового порошку, а саме 0,2 і 0,4 % мали аналогічний вплив – зниження у крові бройлерів тригліцеридів, холестерину, ЛПНЩ та підвищення ЛПВЩ [122].

Що ж стосується несучок, то за даними Yalcin S. і ін. [287] додавання до раціону курей-несучок часникового порошку у кількості 5 та 10 г/кг зумовлює зниження рівня тригліцеридів у сироватці їх крові. Saffa H.M. [235] досліджували

вплив на організм курей кросу Lohmann Brown додавання до суміші 2 % часнику та виявили підвищення рівня ЛПВЩ та зниження рівня холестерину та ЛПНЩ у сироватці крові. За даними Chowdhury S.R. і ін. [65], додавання до раціонів курей різних порід, зокрема Hisex Brown, Isa Brown, Lohmann, Starcross, Babcock і Starcross-579, висушеної на сонці часникової пасти у кількості 2, 4, 6, 8 або 10 % сприяє зниженню концентрації холестерину в сироватці крові. Дані результати були підтверджені і Azeke M. з колегами [40], які стверджують, що додавання часникового порошку у кількості 10 і 20 г/кг зумовлює зниження загального холестерину, тригліцеридів, ЛПНЩ та ЛПВЩ у крові курей-несучок.

За результатами досліджень Ao X. і ін. [29], доданий до раціону ферментований часниковий порошок у концентрації 3 % спричиняє зниження рівня холестерину в сироватці крові курей-несучок. Тоді як Canogullari S. зі співавторами [54] описують, що часниковий порошок у концентрації 1, 2 та 4 % у кормах для курей-несучок зумовлює підвищення рівня ЛПВЩ та ЛПНЩ у їх плазмі крові.

Цікавими також є дослідження комплексного додавання часникових інгредієнтів у поєднанні з іншими рослинними інгредієнтами. Так, Motamedi S.M. з колегами [178] досліджували вплив на організм курей-несучок додавання 1 % часникового порошку та 1 % пажитнику, а також 1 % часникового порошку та 0,5 % пажитнику та виявили, що сумарне додавання 2 % даних рослинних компонентів до раціону зумовлює зниження рівня ЛПНЩ у крові та сприятливо впливає на обмін холестерину. За даними Omer H.A. і ін. [201] додавання до раціону курей суміші соків лимона, цибулі та часнику в порціях 1,00, 1,00 і 0,125 на літр питної води зумовлює зниження вмісту у крові загального холестерину, АЛТ, АСТ і креатиніну. Audogan I. зі співавторами [39], які досліджували вплив додавання до раціону бройлерів 5 г/кг часнику, 5 г/кг чорного кмину або їх комбінація, виявили сприяння даних інгредієнтів підвищенню загального протеїну та зниженню АСТ в сироватці крові.

Крім того Elbaz A.M. з колегами [89], які вивчали вплив додавання до раціону птиці пробіотику, лимонної кислоти та часнику у кількості 0,5 г/кг⁻¹ пробіотичної суміші з кількома штамми, лимонної кислоти та часникового

порошку відповідно, виявили, що бройлери, які отримували лимонно-часниковий раціон з додаванням 0,5 г/кг лимонної кислоти і часникового порошку продемонстрували зниження у крові рівня холестерину, тригліцеридів і ЛПНЩ, а також підвищенням ЛПВЩ. Пізніше науковці [88] також дослідили вплив додавання до раціону бройлерів ефірної часникової олії в умовах теплового стресу та виявили, що додавання 200 мг/кг олії окремо/або в поєднанні з ефірною олією лимона в ідентичній концентрації сприяє зниженню у крові рівня тригліцеридів, холестерину та активності лактатдегідрогенази, АЛТ, АСТ, а також підвищення ЛПВЩ, активності СОД і ГП.

Водночас, зустрічаються повідомлення щодо відсутності впливу часникових продуктів на рівень ЛПВЩ в сироватці крові птиці [157]. Ghasemi R. з колегами [102], досліджували вплив на організм курей-несучок додавання до раціону суміші порошку часнику та чебрецю у кількості 0,1 та 0,2 г/кг. Автори не виявили впливу даного збагачення на рівень у крові несучок холестерину, тригліцеридів, а також ЛПВЩ та ЛПНЩ.

Jafari R. і ін. [123] не виявили впливу згодовування 1 або 3 % часникового порошку на концентрація лейкоцитів у крові курчат-бройлерів. Дещо вищі концентрації включення часниковими продуктами були досліджені Elagib H.A.A. з колегами [87]. Науковці виявили, що додавання до раціонів курчат-бройлерів часникового порошку у концентрації 3 і 5 % зумовлює зменшення маси селезінки, концентрації еритроцитів, лейкоцитів і об'єму клітин крові. За даними Oleforuh-Okoleh V.U. [199] додавання до раціону курчат-бройлерів суміші імбиру та часнику у співвідношенні 1:1 на 50 мл/л питної води сприяє підвищенню рівня гемоглобіну, лейкоцитів, еритроцитів, об'єму клітин крові, загального протеїну, альбуміну та глобуліну, а також зумовлює зниження рівня холестерину. Крім того, Ismail I.E. з колегами [121] повідомляють про позитивний вплив на фізіологічний стан організму бройлерів додавання до 1 кг раціону 0,25, 0,50 та 0,75 г часникового порошку, що проявляється у підвищенні рівня еритроцитів, гемоглобіну, ЛПВЩ, СОД та загальної антиоксидантної здатності, а також зниженням рівня загального холестерину, АЛТ та АСТ.

1.3. Антимікробні, бактеріостатичні та антипаразитарні властивості часнику

Здавна відомо про сильний антимікробний ефект часнику [238; 296; 129; 165; 49]. Часникова олія вважається основним антибактеріальним компонентом, який порушує як структуру, так і метаболізм бактеріальних клітин [80]. Екстракти часнику здійснюють диференційне інгібування між корисною мікрофлорою кишківника та потенційно шкідливими ентеробактеріями [226; 44]. Часник може зменшити кількість популяцій кишкових патогенних бактерій, таких як *Escherichia coli* [12]. Часник показав здатність інгібувати кишкову паличку в 10 разів більше, ніж у *Lactobacillus casei* [248; 147]. Rahimi S. з колегами [220] продемонстрували, що кількість *E. coli* була значно знижена в травному тракті клубової та сліпої кишок курчат-бройлерів, раціон яких був доповнений сумішшю часнику, чебрецю та шишок.

Нещодавно Elbaz A.M. та ін. [89] виявили, що збагачення раціонів часником може зменшити кількість *E. coli* та загальну кількість кишкової палички, але збільшити кількість *Lactobacillus*. Крім того, відомо про позитивний вплив суміші евгенолу та часнику на продуктивність бройлерів і стан здоров'я їх кишківника за умов некротичного ентериту [146]. Мікрокапсульований евгенол і настоянка часнику здатні модулювати баланс мікробіоти, пригнічуючи ріст патогенів, одночасно сприяючи росту корисних мікроорганізмів, а також зменшуючи тяжкість ураження кишківника бройлерів некротичним ентеритом [145]. Також було виявлено, що свіжий екстракт часнику пригнічує ріст *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus spp.*, *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.* і *Proteus spp.* [170]. Крім того, Fratianni F. та ін. помітили, що сорти часнику «Rosato» і «Caposele» виявляють антимікробну дію проти *Aspergillus versicolor*, *Penicillium citrinum* і *Penicillium expansum* [98].

Антимікробні та бактеріостатичні властивості екстракту часнику пов'язані з наявністю алліцин-активної сполуки [245]. Алліцин виявляє бактеріостатичну дію на деякі резистентні до ванкоміцину ентерококи. Крім того, алліцин демонструє реактивність SH-групи на залишках цистеїну, викликаючи дезактивацію та пригнічення специфічних тіолвмісних ферментів у патогенів

[90]. Ця реакція викликає дезактивацію та пригнічення специфічних тіолвмісних ферментів у патогенів [181; 49]. Часник є нуклеофільним агентом, який може протидіяти впливу електрофільних речовин на мікроорганізми [46].

Сірчисті сполуки часнику можуть погіршувати утворення біоплівки, діючи як інгібітори сприйняття кворуму, перешкоджаючи ранній бактеріальній адгезії та секретії позаклітинних полімерних речовин і факторів вірулентності [160; 188]. Існують докази того, що часник має протигрибкову дію щодо *Penicillium funiculosum* і *Candida albicans* [155; 156]. Він також продемонструє протівірусну дію проти багатьох патогенів [232]. Речовини часнику діють шляхом блокування проникнення вірусів у клітини, інгібування РНК-полімерази вірусу, зворотної транскриптази, синтезу ДНК і транскрипції негайного раннього гена 1, зниження регуляції сигнального шляху кінази, що регулюється позаклітинним сигналом протейнінази, активованої мітогеном [232; 281; 128].

Було задокументовано *in vitro* та *in vivo* антикоксидну активність різних оброблених екстрактів часнику [13; 84; 265; 22; 243; 117; 16]. Дослідження Алі М. з колегами [24] виявили, що додавання часнику у кількості 15 г/кг корму курчатам-бройлерам, інфікованим кокцидіозом, зменшує виділення ооцист і оцінку ураження, але покращує гістопатологію тонкого кишківника птиці. У тому ж контексті безперервна годівля інфікованих *Eimeria tenella* курчат-бройлерів натуральною ефірною олією часнику (0,06 мл/л питної води) значно зменшує клінічні ознаки, оцінку ураження сліпої кишки та виділення ооцист, але збільшує вагу хворих курчат і ефективно покращує роботу кишківника [59]. Порівняно з імбирною олією, часникова олія (150 мкл/100 мл) демонструє вищу ефективність проти зараження перепелів видами *Eimeria* в плані підвищення рівня активності з кращим фізіологічним станом організму, збільшенням споживання корму та повним відновленням ооцист на 15-й день після інфікування [32].

Allen P.C. та ін. [25] повідомили, що антиоксидантні властивості часнику спричиняють окислювальний стрес проти паразитів і нейтралізують киснево-активні форми. Крім того, Pourali M. з колегами [210] пояснюють антикоксидну дію часнику його імуномодулюючою активністю. Подібним чином, Kim D.K. та ін. [137] виявили посилений захист від інфекції *Eimeria acervulina* у курей після

додавання до їх раціону метаболітів часнику. Пропілтіосульфінат оксид і пропілтіосульфінат, активні інгредієнти часнику, зменшують виділення фекальних ооцист і посилюють відповідь антитіл проти кокцидіальної інфекції [137]. Крім того, водний екстракт часнику багатий фенолами, флавоноїдами та різними сполуками сірки [126]. Фенольні сполуки змінюють проникність цитоплазматичної мембрани для багатьох катіонів, пригнічують фізіологічні функції і, як наслідок, призводять до втрати мембранного потенціалу, дозволяючи життєво важливим клітинним речовинам витікати назовні, пригнічувати синтез протеїну та АТФ і спричиняючи клітинну смерть [66].

Алліцин індукує зміни кишкової мікробіоти, надає антиоксидантну дію на ооцисти *Eimeria* та стимулює імунітет шляхом посилення відповіді антитіл, які безпосередньо знищують спорозоїти [134; 125]. Фенольний компонент часнику діє на цитоплазматичну мембрану видів *Eimeria* та змінює їх катіонну проникність, що призводить до загибелі бактерій [257]. Крім того, алліцин взаємодіє з цитоплазматичними мембранами кишківника, змінює проникність катіонів, порушує внутрішні процеси життєдіяльності клітин і, зрештою, викликає загибель паразита [86]. Здатність алліцину та спиртового екстракту часнику інактивувати ооцисти *Eimeria tenella* робить їх кращими за хімічні дезінфікуючі засоби. Дози 360 мг/мл екстрактів часнику та 180 мг/мл алліцину значно зменшують кількість ооцист на 73,5 та 88,3 % відповідно [8]. Крім того, неочищений екстракт часнику виявляє високу активність проти гельмінтів і найпростіших паразитів *Cryptosporidium spp.* у різних тварин [38; 75; 234].

Таким чином застосування часникового порошку (*Allium sativum*) у птахівництві як фітобіотика є науково обґрунтованим і ефективним, оскільки сприяє підвищенню живої маси та приростів, оптимізації яєчної продуктивності, покращенню коефіцієнта конверсії корму, нормалізації гематологічних показників і протеїнового обміну, а також підвищенню якості м'яса та яєць, водночас забезпечуючи безпечну альтернативу антибіотичним стимуляторам росту, хоча результативність залежить від рівня введення та форми препарату.

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Експерименти з піддослідними тваринами проводилися відповідно до правил Європейської конвенції про захист хребетних тварин (Офіційний журнал Європейського Союзу L276/33, 2010).

Дослідження проведені в умовах експериментальної бази проблемної науково-дослідної лабораторії кормових добавок кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України. Було проведено два науково-господарських та три фізіологічні досліди упродовж 2020–2022 років.

2.1. Матеріали та загальна методика досліджень

Перший науково-господарський дослід проводили методом груп-аналогів. Для досліду, що був спрямований на визначення ефективності введення часнику у раціон перепелів, у добовому віці було відібрано 400 голів перепелів породи фараон, з яких за принципом аналогів сформовано 4 групи – контрольну і три дослідні, по 100 голів у кожній. При відборі аналогів враховували вік і живу масу птиці.

Дослід тривалістю 35 діб було поділено на 5 підперіодів, кожен із яких тривав 7 діб згідно зі схемою досліду (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема досліду з вивчення використання в годівлі молодняку перепелів порошку часнику (*Allium sativum*)

Група	Поголів'я птиці на початок досліду, голів	Особливості годівлі
1(контрольна)	100	Базовий комбікорм (БК)
2-дослідна	100	БК + 0,3 % порошку часнику (<i>Allium sativum</i>) до 1 кг комбікорму
3-дослідна	100	БК + 0,6 % порошку часнику (<i>Allium sativum</i>) до 1 кг комбікорму
4-дослідна	100	БК + 0,9 % порошку часнику (<i>Allium sativum</i>) до 1 кг комбікорму

Піддослідне поголів'я перепелів утримували в одноярусних кліткових батареях. Площа посадки на одну голову становила 73,5 см², фронт годівлі – 1,5 см. Напували перепелів з 1-ї по 21-шу добу з вакуумних напувалок, надалі – з ніпельних. Корм і воду птиця споживала *ad libitum*.

У період від 1 до 21 дня температура у приміщенні становив 32–36 °С, з поступовим зниженням до 21–23 °С. Відносна вологість у приміщенні становила 65–70 %. Цілодобове освітлення застосовувалося протягом перших 3 тижнів після народження. Згодом тривалість світлового періоду зменшували на 3 години протягом тижня до 12 годин за на добу.

Годували перепелів готовими повнораціонними комбікорми. До готових комбікормів порошок часнику був введений методом багатоступеневого змішування. Годівлю птиці здійснювали двічі на день (вранці та ввечері).

У кінці досліду проводили контрольний забій птиці з відбором крові для оцінки морфологічних і біохімічних показників крові.

Матеріалом для другого науково-господарського досліду були перепілки-несучки японської породи. Досліди проводилися за методом груп-аналогів. Схема досліджень наведена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Схема досліду з вивчення використання в годівлі перепілок-несучок порошку часнику (*Allium sativum*)

Група	Поголів'я птиці на початок досліду, голів	Особливості годівлі
1 (контрольна)	72 (♀60 + ♂12)	Базовий комбікорм (БК)
2-дослідна	72 (♀60 + ♂12)	БК + 0,3 % порошку часнику (<i>Allium sativum</i>) до 1 кг комбікорму
3-дослідна	72 (♀60 + ♂12)	БК + 0,6 % порошку часнику (<i>Allium sativum</i>) до 1 кг комбікорму
4-дослідна	72 (♀60 + ♂12)	БК + 0,9 % порошку часнику (<i>Allium sativum</i>) до 1 кг комбікорму

Дослід на перепілках несучках тривалістю 210 діб був поділений на 7 підперіодів: по 30 діб кожний. При формуванні груп враховували вік, стать і живу масу піддослідного поголів'я.

Годівлю птиці здійснювали розсипними повнораціонними комбікормами, які роздавали двічі на добу – вранці та ввечері. Уведення до комбікорму порошку часнику (*Allium sativum*) у встановлених кількостях проводили методом вагового дозування та багатоступеневого змішування.

Додавання порошку часнику до комбікорму у концентраціях 0,3 %, 0,6 % та 0,9 % не мало суттєвого впливу на поживність корму, оскільки кількість добавки була незначною відносно загальної маси раціону. Таким чином, можливо зробити припущення, що хімічний склад порошку часнику відповідав зазначеним характеристикам, що висвітлені іншими авторами: вологість – 4,55 %, сирий протеїн – 15,33 %, сирий жир – 0,72 %, сира клітковина – 2,10 %, БЕР – 73,22 %, зола – 4,08 %, [293].

Споживання комбікорму обліковували щоденно.

2.2. Методи досліджень

Зоотехнічний облік. Живу масу птиці визначали шляхом індивідуального зважування, молодняку перепелів проводили контрольне зважування раз на тиждень, а несучку зважували двічі – на початку і у кінці досліду на вагах «ВЛКТ-500» з точністю до 0,01 г та ВТНЕ-6Н з точністю до 1 г.

Упродовж дослідів обліковували збереженість поголів'я, ріст молодняку, обчислювали абсолютний, середньодобовий і відносний прирости живої маси, а також витрати комбікорму, як за кожний тиждень вирощування, так і за весь період досліду. Щотижнево і за весь період досліду обчислювали витрати комбікорму на 10 яєць та 1 кг яєчної маси.

Масу яєць визначали індивідуальним щодобовим зважуванням на вагах «ВЛКТ-500» з точністю до $\pm 0,01$ г упродовж п'яти останніх днів кожного підперіоду досліду.

Несучість перепілок оцінювали щоденно з розрахунку на середню та початкову несучку, а також за показником інтенсивності несучості за кожний місяць яйцекладки і за весь період досліджу.

Хімічний склад. Зразки комбікорму та посліду досліджували у лабораторії кафедри годівлі тварин та технології кормів ім. П. Д. Пшеничного Національного університету біоресурсів і природокористування України за традиційними методиками зоотехнічного аналізу: первинну вологу – висушуванням зразка у сушильній шафі за температури 60–65 °С з наступним доведенням його до повітряно-сухого стану; гігроскопічну вологу – висушуванням зразка за температури 100–105°C до постійної маси; сирий жир – за методом С. В. Рушковського, за кількістю знежиреного залишку в апараті Сокслета при використанні бензолу як розчинника [3]; сиру клітковину – за методом Геннеберга і Штомана; сиру золу – спалюванням наважки у муфельній печі за температури 500–550°C; загальний азот та сирий протеїн – за методом К'ельдаля [2]; кальцій – комплексометричним методом, в основу якого покладено здатність трилону Б утворювати безбарвну стійку комплексну сполуку з іонами кальцію; фосфор – ванадомолібдатним методом з використанням спектрофотометра «Spekol -11», за довжини хвилі 450 нм у видимій ділянці спектра [4].

Забійні показники. У кінці досліджу проводили забій птиці. Для цього з кожної групи забивали по 6 голів найтипівіших за живою масою птахів. Вилучену печінку промивали холодним фізіологічним розчином.

Після забою птиці вивчали забійні якості, які оцінювали за такими показниками: передзабійна маса – жива маса після 12-годинної голодної витримки; маса непатраної тушки – маса тушки без крові і пір'я; маса напівпатраної тушки – маса тушки без крові, пір'я та кишківнику; маса патраної тушки – маса тушки без крові, пір'я, голови, кінцівок, крил по ліктювий суглоб, кишківнику; маса їстівних частин; маса внутрішнього жиру.

Масу продуктів забою встановлювали зважуванням на вагах «ВЛКТ-500». На основі показників післязабійних якостей перепелів розраховували індекси м'ясних якостей тушок за показниками: м'ясність тушки – відношення маси усіх м'язів до маси тушки, %; м'ясність грудей – відношення маси грудних м'язів до

маси тушки, %; м'ясність кінцівок – відношення маси м'язів кінцівок до маси тушки, %; вихід їстівних частин – відношення маси усіх м'язів до маси тушки, %. Обвалювання тушок проводили за загальноприйнятою методикою.

Морфологічні та інкубаційні якості яєць. Для оцінювання якості яєць за морфологічними показниками їх відбирали за методом випадкової вибірки у кінці кожного місяця дослід. Аналіз на хімічний склад яєць перепілок проводився тричі за дослід (у 4-х, 6-ти та 8-ми місячному віці несучок), та розраховувався в середньому за дослід.

Індекс форми яєць визначали за відношенням їх поперечного діаметра до поздовжнього (у відсотках), діаметр яйця – штангенциркулем. Товщину шкаралупи вимірювали мікрометром з точністю до 0,01 мм у трьох ділянках: екваторіальній частині, тупому та гострому кінцях. Відносну масу білка, жовтка та шкаралупи виражали у відсотках до маси яйця. Обчислювали також співвідношення між масою білка та жовтка.

Закладання в інкубатор проводилися тричі за дослід, відбирали по 200 шт. яєць для кожного закладання. Необхідну кількість яєць набирали протягом тижня. Інкубаційні властивості яєць оцінювали у 4-х, 6-ти та 8-ми місячному віці несучок, та в середньому за дослід.

Інкубаційні якості яєць оцінювали за загальноприйнятою методикою. З цією метою було проінкубовано три партії яєць у лабораторному інкубаторі «NEST-200».

Контроль проводили за загальноприйнятою методикою [1]. За результатом контрольних проглядань обчислювали кількість незапліднених яєць, виводимість, вивід молодняку та відходи інкубації («кров'яні кільця», «завмерлі», «задохлики», «слабкі та каліки»).

Перетравність поживних речовин корму. Для дослідів з вивчення перетравності поживних речовин комбікормів птицю розміщували в індивідуальних клітках. Для досліду з кожної клітки відбирали по 6 голів птиці. У підготовчий період, що тривав 3 доби, птицю привчали до змінених умов утримання. Протягом облікового періоду (6 діб) визначали масу спожитого комбікорму та виділеного посліду. Послід збирали два рази на добу – вранці та

ввечері. Індивідуально зібраний послід зважували та консервували 10 %-м розчином соляної кислоти з розрахунку 5 мл на 100 г посліду. Зразки комбікорму герметично запаювали у поліетиленові пакети. До проведення зоотехнічного аналізу всі зразки зберігались у холодильнику у щільно закритій тарі.

Фізіологічний дослід на перетравність у молодняку перепелів проводили двічі – у періоди 14–21 та 28–35 днів, що зумовлено зміною комбікорму відповідно до вікових особливостей. У перепілок-несучок дослід проводили на 4 му місяці життя.

Під час визначення перетравності протеїну корму азотисті речовини калу відокремлювали від сечової кислоти та її солей хімічним методом за методикою М. І. Дьякова. Масу перетравних речовин у кормі обчислювали прямими методом – як різницю між масою поживних речовин корму та їх кількістю, виділеною із калом.

Рівень засвоєння кальцію та фосфору оцінювали за різницею між їх надходженням із кормом і виділенням з послідом, виражаючи результат у відсотках до маси спожитих елементів.

Відбір проб крові. Кров у піддослідної птиці відбирали під час проведення контрольного забою: у молодняку – у 35-денному віці, у перепілок-несучок – у 8-місячному віці (по 6 типових голів з кожної групи). До відібраної крові додавали розчин гепарину (1 мл препарату містить 5000 МО діючої речовини) у співвідношенні 11,5:1, з метою вивчення морфологічних і біохімічних показників крові.

Показники крові визначали на біохімічному аналізаторі НТІ BioChem FC-120.

Відбирання зразків крові проводили під час забою птиці. Для цього попередньо готували пробірки з позначенням номера групи та індивідуального номера птиці.

Для оцінки впливу досліджуваної добавки визначалися: біохімічні та морфологічні показники крові, зокрема активності лужної фосфатази, аланінамінотрансферази (далі АЛТ), аспаргатамінотрансферази (далі АСТ), рівні альбумінів, загального кальцію, холестеролу, тригліцеридів, ліпопротеїдів

високої щільності (далі ЛПВЩ), ліпопротеїдів низької щільності (далі ЛПНЩ), ліпопротеїдів дуже низької щільності (далі ЛДНЩ), креатиніну, глюкози, фосфору, загального білка, сечової кислоти, а також білкових фракцій (α_1 -, α_2 -, β - та γ -глобуліни).

Біометричні методи. Біометричну обробку даних здійснювали на ПК за допомогою програмного забезпечення MS Excel з використанням вбудованих статистичних функцій.

Взаємозв'язок між змінами гематологічних та біохімічних показників організму перепелів за впливу порошку часнику встановлювали за допомогою кореляційного аналізу. Силу зв'язку визначали за шкалою Чеддока [57].

Достовірність різниці між групами оцінювали з використанням однофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) та критерію множинних неоднорідних порівнянь Тьюкі-Крамера, (Тьюкі HSD для однорідних порівнянь) в якості інструмента post-hoc тестування. Перевірку нормальності розподілу вибірок здійснювали за критеріями Колмогорова-Смірнова та Шапіра-Вілка. У разі відхилення розподілу від нормального використовували непараметричний U-критерій Манна-Уїтні. Відмінності між групами вважалися достовірними за $p < 0,05$.

За результатами досліджень економічну ефективність збагачення раціонів перепелів порошком часнику визначали згідно з методичними рекомендаціями «Планування, облік і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств», затверджених наказом Міністерства аграрної політики України від 18 травня 2001 року, № 132.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Використання порошку часнику (*Allium sativum*) у годівлі молодняку перепелів м'ясного напрямку продуктивності

3.1.1. Характеристика годівлі

Годівлю молодняку перепелів у контрольній та дослідних групах здійснювали комбікормами єдиної базової рецептури, склад та поживність яких наведені у таблицях 3.1–3.2.

Рецепти комбікормів були складені таким чином, що їх харчова цінність була однаковою. До готових комбікормів порошок часнику був введений методом багатоступеневого змішування. Годівлю птиці здійснювали двічі на день (вранці та ввечері). Протягом експерименту зберігалися точні записи даних кормів та неспожитих залишків.

Таблиця 3.1

Склад повнораціонних комбікормів для молодняку перепелів м'ясного напрямку продуктивності

Компоненти	Вік перепелів, діб	
	11–21	22–35
Макуха соєва	29,8	–
Кукурудза	26,4	40,3
Пшениця	23,2	27,4
Рибне борошно	10,0	6,0
Шрот соєвий	5,8	21,5
Шрот соняшнику	2,6	2,1
Вапняк	0,2	0,1
Премікс 2 %	2,0	–
Премікс 2,5 %	–	2,5

Рецептура була сформована з переважанням енергетичного джерела (кукурудза) та протеїнових інгредієнтів (соєва макуха, рибне борошно). Хімічний

склад раціонів між групами був однаковий; експериментальний фактор полягав виключно у варіюванні дози порошку часнику.

Таблиця 3.2

Поживність 100 г комбікорму для молодняку перепелів

Показник	Вік, діб	
	1–21	22–35
Обмінна енергія, ккал	290,0	299,0
Обмінна енергія, кДж	1213	1250
Сирий жир, г	5,0	5,0
Сира клітковина, г	4,2	4,3
Сирий протеїн, г	27,5	20,5
Лінолева кислота, г	1,62	1,90
Метіонін, г	0,65	0,46
Метіонін+цистин, г	1,00	0,75
Лізін, г	1,68	1,11
Треонін, г	1,00	0,75
Триптофан, г	0,33	0,23
Кальцій, г	1,00	1,00
Фосфор, г	0,80	0,80
Натрій, г	0,25	0,25
Вітамін А, МО	1500	700
Вітамін Е, мг	2,0	0,50
Вітамін D ₃ , МО	300	150

Комбікорм для молодняку перепелів мав збалансований склад, який змінюється залежно від віку птиці та її фізіологічних потреб. У перші три тижні життя (11–21 доба) раціон характеризується підвищеним вмістом сирого протеїну (27,5 г на 100 г корму) і незамінних амінокислот – лізину, метіоніну, треоніну, триптофану, що необхідні для інтенсивного росту, розвитку м'язової тканини та формування органів. У цей період організм перепелів активно

розвивається, тому також потребує більшої кількості вітамінів А, D₃ та Е, які підтримують обмін речовин, імунну систему та нормальний ріст кісток.

У старшому віці (22–35 доби) вміст протеїну знижувався до 20,5 г, що відображає перехід від інтенсивного росту до стабілізації фізіологічних процесів. Натомість дещо підвищується рівень обмінної енергії (з 290 до 299 ккал) і лінолевої кислоти (з 1,62 до 1,90 г), що забезпечує енергетичні потреби організму та сприяє формуванню якісного оперення. Вміст жиру, клітковини та основних мінеральних елементів (кальцію, фосфору, натрію) залишається практично сталим упродовж усього періоду вирощування, забезпечуючи належне функціонування травної та кісткової систем.

Загалом, комбікорми для перепелів мали високий рівень поживності, оптимальне співвідношення енергії, протеїну, амінокислот і мінералів, що дозволяє підтримувати здоров'я птиці, забезпечує добрий розвиток та ефективне використання корму протягом усього періоду вирощування.

3.1.2. Збереженість та показники росту

Збереженість поголів'я молодняку перепелів упродовж усього досліджуваного періоду відповідала вимогам ВНТП-АПК-04.05 і не залежала від складу раціону (табл. 3.3). За 35 діб вирощування суттєвих міжгрупових відмінностей не виявлено: у 2-й та 3-й групах цей показник становив 95 %, у 1-й і 4-й—94 %. Як свідчать одержані результати, введення до комбікорму порошку часнику (*Allium sativum*) не вплинуло на збереженість поголів'я.

Отримані дані свідчать про відсутність негативного впливу досліджуваної добавки на життєздатність молодняку та підтверджують її безпечність у застосованих концентраціях. Незначні коливання показника збереженості між групами перебувають у межах біологічної варіабельності та не мають статистично обґрунтованого характеру.

Стабільно високий рівень збереженості поголів'я також вказує на належний рівень годівлі та утримання птиці, збалансованість раціонів і відповідність умов мікроклімату встановленим нормативам. Відсутність відмінностей між дослідними та контрольною групами свідчить про те, що

використання часникового порошку не викликає стресових реакцій і не порушує фізіологічну рівновагу організму перепелів.

Таблиця 3.3

Збереженість поголів'я перепелів залежно від рівня введення порошку часнику у раціон, %, n=100/група

Вік, діб	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
7	100,0	100,0	100,0	100,0
14	99,0	99,0	99,0	99,0
21	96,0	97,0	97,0	97,0
28	94,0	95,0	95,0	94,0
35	94,0	95,0	95,0	94,0
1–35	94,0	95,0	95,0	94,0

Однак, стосовно живої маси молодняка перепелів, то тут простежується чіткий вплив згодовування раціонів збагачених часниковим порошком (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Жива маса перепелів залежно від рівня введення порошку часнику у раціон, г, n=100/група

Вік, діб	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
1	9,41±0,089	9,44±0,097	9,41±0,099	9,43±0,099
7	31,79±0,609	31,85±0,580	31,86±0,528	31,84±0,553
14	89,25±0,992	91,56±1,001	92,01±1,001	90,18±1,066
21	147,45±1,217	150,74±1,127	151,21±1,225	149,13±1,145
28	199,94±1,772 ^a	205,83±1,795 ^{ab}	208,06±1,832 ^b	203,64±1,713 ^{ab}
35	237,60±2,540 ^a	245,95±2,675 ^b	250,52±2,864 ^b	245,05±2,642 ^{bc}

Примітки: значення в межах одного рядка з різними надрядковими літерами статистично достовірно відрізняються (P<0,05, тест Тьюкі–Крамера).

Слід зазначити, що на початку досліджень, а також упродовж перших чотирьох тижнів вирощування, відмінностей за живою масою між молодняком не спостерігалось. Починаючи з 21-добового віку, молодняк, який отримував часниковий порошок, характеризувався вищою масою тіла. Зокрема, молодняк 2-ї групи, який отримував 0,3 % часникового порошку, у 21-добовому віці характеризувався вищою живою масою на 3,29 г або 2,2 %, у 28-добовому – на 5,89 г або 2,9 %, що зумовило вищу кінцеву масу тіла у віці 35 днів на 8,35 г або 3,5 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Молодняк перепелів 3-ї групи, який отримував додатково до раціону 0,6 % часникового порошку, характеризувався вищою живою масою у 21-добовому віці на 3,76 г або 2,6 %, у 28-добовому – на 8,12 г або 4,1 % ($p < 0,05$), що зумовило вищу кінцеву масу тіла у віці 35 днів на 12,92 г або 5,4 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон без додавання часникових продуктів.

Цікаво, що молодняк перепелів 4-ї групи, який отримував додатково до раціону найбільше часникового порошку, а саме 0,9 %, не відзначався, як могло очікуватись, найвищими параметрами живої маси. Так, перепели даної групи у 21- та 28-добовому віці за живою масою не відрізнялися від птиці контрольної групи. Тоді як у віці 35 днів їх жива маса вирівнялась та була вищою на 7,45 г або 3,1 % порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон без додавання часникових продуктів.

Абсолютні прирости відображали вплив додавання до раціону молодняку перепелів м'ясного напряму продуктивності порошку часнику у концентраціях 0,3, 0,6 та 0,9 % (табл. 3.5). На 22–28 та 29–35 добу відзначено найбільш виражені міжгрупові відмінності, що підтверджується як ANOVA, так і критерієм Тьюкі-Крамера. У цей період також спостерігалось часткове розмежування між усіма групами, що відображено у буквених позначеннях.

Зокрема, молодняк 2-ї групи, який отримував 0,3 % часникового порошку, на 4-му тижні вирощування характеризувався вищими абсолютними приростами живої маси на 2,60 г або 5,0 % ($p < 0,05$), на 5-му тижні – на 2,35 г або 5,8 %

($p < 0,05$), що зумовило вищий абсолютний приріст за весь період вирощування до 35 діб на 10,78 г або 4,8 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Таблиця 3.5

Абсолютні прирости молодняку перепелів залежно від рівня введення порошку часнику у раціон, г, $n=100$ /група

Віковий період, діб	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
1–7	22,06±0,689	22,09±0,675	22,13±0,623	22,10±0,635
8–14	55,59±0,507 ^a	58,60±0,597 ^b	59,10±0,772 ^b	57,09±0,739 ^{ab}
15–21	57,13±0,171 ^a	57,85±0,699 ^{ab}	58,15±0,604 ^{ab}	59,92±0,892 ^b
22–28	52,49±0,974 ^a	55,09±0,745 ^b	56,86±0,649 ^c	54,51±0,845 ^{bc}
29–35	40,19±0,499 ^a	42,54±0,504 ^b	44,34±0,651 ^c	43,39±0,487 ^{bc}
1–35	225,72±2,513 ^a	236,50±2,681 ^b	241,13±2,862 ^b	235,64±2,953 ^{ab}

Примітки: значення в межах одного рядка з різними нарядковими літерами статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі–Крамера).

Молодняк 3-ї групи, який отримував 0,6 % часникового порошку, на 4-му тижні вирощування характеризувався вищими абсолютними приростами живої маси на 4,37 г або 8,3 % ($p < 0,05$), на 5-му тижні – на 4,15 г або 10,3 % ($p < 0,05$), що зумовило вищий абсолютний приріст за увесь період вирощування до 35 діб на 15,41 г або 6,8 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон. Тоді як, молодняк який отримував 0,9 % часникового порошку, характеризувався значно нижчими абсолютними приростами живої маси, а зокрема вони були вищими на 5-му тижні вирощування на 3,2 г або 8,0 % ($p < 0,05$). Однак, це забезпечило вищий абсолютний приріст у загальному за період вирощування до 35 діб на 9,92 г або 4,4 % порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Виявлено вплив додавання до раціону молодняку перепелів порошку часнику на середньодобові прирости їх живої маси (табл. 3.6). У період 8–14 діб

встановлено достовірні відмінності між групами ($p < 0,05$). Подібна закономірність зберігалася і в наступні періоди (22–28 та 29–35 діб), де група з рівнем введення 0,6 % демонструвала найвищі показники, достовірно перевищуючи контрольну групу.

Таблиця 3.6

Середньодобові прирости молодняку перепелів залежно від рівня введення порошку часнику у раціон, г, $n=100$ /група

Віковий період, діб	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
1–7	3,17±0,092	3,17±0,090	3,18±0,082	3,17±0,084
8–14	7,90±0,233 ^a	8,37±0,185 ^b	8,44±0,195 ^b	8,16±0,234 ^{ab}
15–21	8,16±0,295	8,26±0,242	8,31±0,229	8,13±0,270
22–28	7,42±0,167 ^a	7,87±0,134 ^b	8,12±0,195 ^c	7,79±0,141 ^{bc}
29–35	5,74±0,085 ^a	6,03±0,062 ^b	6,33±0,118 ^c	6,19±0,122 ^{bc}
1–35	6,52±0,072 ^a	6,76±0,076 ^b	6,89±0,081 ^b	6,73±0,064 ^{bc}

Примітки: значення в межах одного рядка з різними нарядковими літерами статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі–Крамера).

У період 22–28 діб спостерігалось чітке розмежування між групами, а також часткова диференціація між дослідними групами, що підтверджується результатами Тьюкі–Крамера. Найбільш виражені відмінності зафіксовано у період 29–35 діб, де всі дослідні групи перевищували контрольну.

Зокрема, молодняк 2-ї групи, який отримував 0,3 % часникового порошку, на 4-му тижні вирощування характеризувався вищими середньодобовими приростами живої маси на 0,45 г або 6,1 % ($p < 0,05$), на 5-му тижні – на 0,29 г або 5,1 % ($p < 0,05$), що зумовило вищий середньодобовий приріст за весь період вирощування до 35 діб на 0,24 г або 3,7 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Молодняк 3-ї групи, який отримував 0,6 % часникового порошку, на 4-му тижні вирощування характеризувався вищими середньодобовими приростами

живої маси на 0,70 г або 9,4 % ($p<0,05$), на 5-му тижні – на 0,59 г або 10,3 % ($p<0,05$), що зумовило вищий середньодобовий приріст за весь період вирощування до 35 діб на 0,37 г або 5,7 % ($p<0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Тоді як молодняк, який отримував 0,9 % часникового порошку, характеризувався значно нижчими середньодобовими приростами живої маси, а зокрема вони були вищими на 5-му тижні вирощування на 0,45 г або 7,8 % ($p<0,05$). Однак, це забезпечило вищий середньодобовий приріст у загальному за період вирощування до 35 діб на 0,21 г або 3,2 % ($p<0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Що ж стосується відносних приростів молодняку перепелів, то тут також чітко відслідковується вплив доданого до їх раціону часникового порошку (табл. 3.7). Аналіз відносних приростів перепелів показав, що у ранні періоди вирощування (1–7, 8–14 та 15–21 діб) статистично значущого впливу різних рівнів введення порошку часнику у раціон не встановлено ($p>0,05$).

Таблиця 3.7

Відносні прирости молодняку перепелів залежно від рівня введення порошку часнику у раціон, %, $n=100$ /група

Віковий період, діб	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
1–7	106,9±0,50	107,0±0,52	107,6±0,39	107,2±0,49
8–14	96,7±0,73	97,2±0,37	97,5±0,42	96,8±0,94
15–21	49,0±0,30	48,8±0,22	48,9±0,09	49,1±0,36
22–28	30,1±0,14 ^a	30,7±0,14 ^b	31,4±0,22 ^c	30,7±0,27 ^b
29–35	17,9±0,18 ^a	18,4±0,13 ^b	19,0±0,19 ^c	18,9±0,21 ^{bc}
1–35	184,3±0,19 ^a	185,0±0,17 ^b	185,4±0,21 ^b	185,0±0,24 ^{bc}

Примітки: значення в межах одного рядка з різними надрядковими літерами статистично достовірно відрізняються ($P<0,05$, тест Тьюкі–Крамера).

У період 22–28 діб встановлено чітке розмежування між групами, де 3-тя група формує окрему статистично вищу підгрупу. У період 29–35 діб диференціація між групами ще більше посилюється, що підтверджується значущими відмінностями майже між усіма групами.

За весь період вирощування (1–35 діб) всі дослідні групи перевищували контрольну, однак найбільш виражений ефект знову ж таки відзначено у 3-й групі ($p < 0,05$).

Зокрема, молодняк 2-ї групи, який отримував 0,3 % часникового порошку, на 4-му тижні вирощування характеризувався вищими відносними приростами живої маси на 0,60 % ($p < 0,05$), на 5-му тижні – на 0,5 % ($p < 0,05$), що зумовило вищий відносний приріст за увесь період вирощування до 35 діб на 0,7 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Молодняк 3-ї групи, який отримував 0,6 % часникового порошку, на 4-му тижні вирощування мав вищі відносні прирости живої маси на 1,3 % ($p < 0,05$), на 5-му тижні – на 1,1 % ($p < 0,05$), що зумовило вищий відносний приріст за увесь період вирощування до 35 діб на 1,1 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон. Результати дослідження свідчать, що оптимальним рівнем введення порошку часнику є 0,6%, оскільки саме ця доза забезпечує максимальні відносні прирости та стабільний статистично достовірний ефект у пізні періоди вирощування.

Тоді як молодняк, який отримував 0,9 % часникового порошку, характеризувався значно нижчою напруженістю процесів росту, а саме відносні прирости у них були вищими на 4-му тижні вирощування на 0,6 % ($p < 0,05$), а на 5-му тижні – 1,0 % ($p < 0,05$), що зумовило вищий відносний приріст за увесь період вирощування до 35 діб на 0,7 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Таким чином встановлено, що найефективнішою концентрацією введення порошку часнику у раціон молодняку перепелів м'ясного напрямку продуктивності є 0,6 %, що забезпечує вищу живу масу птиці у 21-добовому віці на 2,6 % ($p < 0,05$), у 28-добовому – на 4,1 % ($p < 0,05$), що зумовлює вищу кінцеву масу тіла у віці 35 діб на 5,4 % ($p < 0,05$) без зниження збереженості поголів'я,

порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон без додавання часникових продуктів. Також, встановлено, що молодняк, який отримував 0,6 % часникового порошку, характеризувався вищими абсолютними приростами живої маси на 4-му тижні вирощування на 8,3 % ($p < 0,05$), на 5-му тижні – на 10,3 % ($p < 0,05$) та за увесь період вирощування до 35 діб на 6,8 % ($p < 0,05$), а також середньодобовими приростами живої маси – на 9,4 % ($p < 0,05$), 10,3 % ($p < 0,05$) та на 5,7 % ($p < 0,05$) відповідно, порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон. Крім того, за введення в раціон 0,6 % часникового порошку, у перепелів виявлено вищу інтенсивність росту, а саме на 4-му тижні вирощування відносні прирости живої маси були вищими на 1,3 % ($p < 0,05$), на 5-му тижні – на 1,1 % ($p < 0,05$), що зумовило вищий відносний приріст за увесь період вирощування до 35 діб на 1,1 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон. Тоді як додавання до раціону 0,3 та 0,9 % порошку часнику виявилось менш ефективним щодо параметрів росту перепелів та зумовило підвищення кінцевої живої маси лише на 3,5 % ($p < 0,05$) та 3,1 % ($p < 0,05$) відповідно, порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Приріст маси на рівні 0,6 % ймовірно зумовлений не підвищенням поживності корму, а перерозподілом енергії на ріст завдяки санітарно-антиоксидантній дії часнику. Органосульфурові сполуки, зокрема алліцин і діалілсульфіди, пригнічують умовно-патогенну флору кишківника, зменшують ендотоксичне навантаження й субклінічне запалення, що знижує витрати енергії на імунну відповідь і спрямовує засвоєні поживні речовини на прирости. Антиоксидантний захист, забезпечений активацією супероксиддисмутази, глутатіонпероксидази та каталази і зменшенням інтенсивності пероксидації ліпідів, знижує оксидативні втрати, підтримує функцію ентероцитів і печінки, підвищуючи ефективність використання поживних речовин без обов'язкового збільшення показників перетравності.

Пребіотичний компонент часнику, переважно фруктоолігосахариди, зміщує мікробіоту у бік корисних таксонів, зміцнює бар'єр слизової оболонки кишківника, зменшує надходження аміаку та амінів, стабілізує апетит і добову

ритміку споживання корму. Жовчо- та ліпотропний ефект забезпечує м'яку стимуляцію жовчовиділення та емульгування жирів, що покращує ліпідну утилізацію у швидкоростучий період (4–5-й тижні). Антистресовий та імуномодулюючий вплив проявляється у зниженні співвідношення гетерофілів до лімфоцитів, нормалізації рівня лейкоцитів і зменшенні катаболічних гормональних зсувів, що робить темп росту більш рівномірним.

Гепатопротекторна дія та нормалізація ліпідного обміну, зокрема часткове пригнічення активності ферменту HMG-CoA редуктази й оптимізація транспорту ліпідів печінкою, знижують метаболічне навантаження під час інтенсивного росту. Доза 0,6 % відповідає оптимальній ділянці дозової кривої (ефект гормезису): нижча концентрація 0,3 % може бути недостатньою для прояву вираженого антиоксидантного та мікробіологічного ефекту, а підвищена – 0,9 % – іноді викликає сенсорні обмеження корму або помірне навантаження на системи детоксикації, що зменшує загальний позитивний результат.

Таким чином, саме рівень включення часнику 0,6 % забезпечує максимальне зниження непродуктивних витрат енергії, пов'язаних із запаленням, оксидативним стресом і мікробним тиском, та спрямовує ресурси організму на лінійний ріст, що сприяє підвищенню живої маси і приростів без негативного впливу на збереженість поголів'я.

3.1.3. Ефективність використання корму

Споживання корму у молодняку перепелів за збагачення раціону часниковим порошком та за використання раціону без збагачення перебувало на однаковому рівні (табл. 3.8). Відповідно до цього можна зробити висновок, що додавання порошку часнику до комбікорму не впливає на споживання корму молодняком, а його невисока концентрація не змінює показники апетиту.

Оскільки збагачення раціону порошком часнику не призвело до статистично значущих змін у споживанні корму, це свідчить про відсутність негативного впливу добавки на кормову привабливість, а такий рівень введення не впливає на смакові якості корму. Додатково це підтверджує добре споживання комбікорму та відсутність відмови від нього у дослідних групах. Отримані

результати свідчать про те, що досліджувана добавка може бути використана без ризику зниження споживання корму та порушення кормової поведінки птиці.

Таблиця 3.8

Споживання корму молодняком перепелів залежно від рівня введення порошку часнику у раціон, г/гол/добу, n=100/група

Віковий період, діб	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
1–7	4,45	4,40	4,35	4,43
8–14	14,09	14,39	14,32	14,43
15–21	19,56	18,85	20,84	19,68
22–28	27,72	27,92	28,15	28,04
29–35	35,07	35,51	35,72	35,27
1–35	20,18	20,21	20,68	20,37

Однак, не дивлячись на однаковий рівень споживання перепелами корму, різна напруженість процесів росту в організмі птиці зумовила відмінності у ефективності його використання (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

Витрати корму на 1 кг приросту молодняком перепелів залежно від рівня введення порошку часнику у раціон, кг, n=100/група

Віковий період, діб	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
1–7	1,413	1,395	1,377	1,403
8–14	1,757	1,702	1,679	1,752
15–21	2,302	2,212	2,233	2,230
22–28	3,475	3,370	3,291	3,385
29–35	5,741	5,684	5,359	5,348
1–35	2,984	2,877	2,786	2,891

Так, відмінності щодо витрат корму на 1 кг приросту живої маси спостерігалися вже упродовж першого тижня вирощування. Зокрема, молодняк 2-ї групи, який отримував 0,3 % часникового порошку, характеризувався нижчими витратами корму на 2-му тижні вирощування на 55 г або 3,1 %, на 3-му – на 90 г або 3,9 %, на 4-му – на 105 г або 3,0 %, що зумовило нижчі витрати корму за весь період вирощування на 107 г/кг приросту живої маси або на 3,6 % порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Молодняк 3-ї групи, який отримував 0,6 % часникового порошку, характеризувався нижчими витратами корму вже з першого тижня вирощування на 36 г або 2,5 %, на 2-му – на 78 г або 4,4 %, на 3-му – на 69 г або 3,0 %, на 4-му – на 184 г або 5,3 %, на 5-му – на 382 г або 6,7 %, що зумовило нижчі витрати корму за весь період вирощування на 198 г/кг приросту живої маси або на 6,6 % порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон. Тоді як молодняк 4-ї групи, який отримував 0,9 % часникового порошку, характеризувався нижчими витратами корму лише з 3-го тижня вирощування на 72 г або 3,1 %, на 4-му – на 90 г або 2,6 %, на 5-му – на 393 г або 6,8 %, що зумовило нижчі витрати корму за весь період вирощування на 93 г/кг приросту живої маси або на 3,1 % порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

3.1.4. Показники м'ясної продуктивності

Додавання до раціону перепелів часникового порошку суттєво відобразилось на їх м'ясній продуктивності (табл. 3.10).

Статистичний аналіз забійних якостей перепелів показав, що розподіл показників у більшості випадків відповідає нормальному (за тестом Шапіра–Вілکا), а дисперсії є однорідними, що дозволило застосувати параметричний дисперсійний аналіз.

Встановлено, що введення порошку часнику у раціон достовірно впливає на показники м'ясної продуктивності ($p < 0,05$). Перепели 2-ї та 3-ї груп демонстрували вищу передзабійну масу, масу тушок та м'язових тканин порівняно з контролем. Найвищі значення стабільно спостерігалися у 3-й групі.

Забійні якості перепелів залежно від рівня введення часникового порошку у
раціон, n=6/група

Показник, г	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Маса:				
– передзабійна жива	231,7±2,12 ^a	240,4±2,19 ^b	243,5±1,93 ^b	232,7±2,32 ^a
– непатраної тушки	204,1±1,64 ^a	212,6±1,68 ^b	215,9±1,68 ^b	205,6±1,77 ^a
– напівпатраної тушки	187,9±1,19 ^a	195,4±1,32 ^b	198,3±1,31 ^b	186,5±1,39 ^a
– патраної тушки	171,1±1,13 ^a	177,9±1,07 ^b	180,4±1,19 ^b	169,7±1,41 ^a
Маса їстівних частин:				
– м'язи грудні	40,3±0,69 ^a	42,1±0,40 ^b	42,3±0,37 ^b	40,6±0,63 ^a
– м'язи кінцівок	25,7±0,25 ^a	26,5±0,13 ^b	27,0±0,21 ^b	25,3±0,19 ^a
– шкіра	15,1±0,38 ^a	15,8±0,56 ^a	16,5±0,44 ^b	15,5±0,54 ^a
– внутрішній жир	2,00±0,08 ^a	2,3±0,09 ^{ab}	2,4±0,09 ^b	2,7±0,11 ^c
– печінка	5,6±0,10 ^a	5,9±0,04 ^{ab}	6,0±0,09 ^{bc}	5,9±0,10 ^{abc}
– легені	2,0±0,08	2,1±0,10	2,2±0,09	2,0±0,10
– нирки	1,1±0,05	1,1±0,06	1,1±0,08	1,1±0,03
– м'язовий шлунок	4,7±0,12	4,9±0,17	4,9±0,11	4,7±0,07
– серце	2,0±0,10	2,1±0,06	2,1±0,04	1,9±0,06

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються (P<0,05, тест Тьюкі HSD).

Показники внутрішніх органів (легені, нирки, серце, м'язовий шлунок) статистично не відрізнялися між групами, що свідчить про відсутність негативного впливу досліджуваної добавки.

Зокрема, за додавання до раціону найменшої досліджуваної концентрації часникового продукту – 0,3 % було виявлено підвищення передзабійної живої маси на 8,7 г або 3,8 % (p<0,05), маси непатраної тушки – на 8,5 г або 4,2 % (p<0,05), маси напівпатраної тушки – на 7,5 г або 4,0 % (p<0,05) та маси патраної

тушки – на 6,8 г або 4,0 % ($p < 0,05$), порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Молодняк перепелів 3-ї групи, який отримував 0,6 % часникового порошку, характеризувався вищою передзабійною живою масою на 11,8 г або 5,1 % ($p < 0,05$), масою непатраної тушки – на 11,8 г або 5,8 % ($p < 0,05$), масою напівпатраної тушки – на 10,4 г або 5,5 % ($p < 0,05$) та масою патраної тушки – на 9,3 г або 5,4 % ($p < 0,05$), порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон.

Тоді як молодняк перепелів 4-ї групи, який отримував 0,9 % часникового порошку за показниками м'ясної продуктивності не відрізнявся від птиці контрольної групи, яка отримувала раціон без збагачення часниковим порошком.

Що ж стосується виходу їстівних частин, то тут чітко простежується вплив збагачення раціону часниковим порошком. Зокрема, молодняк 2-ї групи, який отримував 0,3 % часникового порошку, характеризувався більшою масою грудних м'язів на 1,8 г або 4,5 % ($p < 0,05$) та м'язів кінцівок – 0,8 г або 3,1 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон. У свою чергу, молодняк 3-ї групи, який отримував 0,6 % часникового порошку, характеризувався більшою масою грудних м'язів на 2,0 г або 5,0 % ($p < 0,05$), м'язів кінцівок – на 1,3 г або 5,1 % ($p < 0,05$), шкіри – на 1,4 г або 9,3 % ($p < 0,05$), внутрішнього жиру – на 0,4 г або 20,0 % ($p < 0,05$) та печінки – на 0,4 г або 7,1 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний раціон. Тоді як молодняк 4-ї групи, який отримував 0,9 % часникового порошку не відрізнявся від птиці контрольної групи, яка отримувала раціон без збагачення часниковим порошком.

Встановлено, що забійні якості м'ясних перепелів змінювалися під впливом збагачення раціону птиці часниковим порошком (табл. 3.11).

Зокрема, виявлено, що додавання 0,3 % часникового порошку сприяло підвищенню у молодняку 2-ї групи виходу м'язів кінцівок на 1,0 % ($p < 0,05$), додавання 0,6 % часникового порошку сприяло підвищенню у молодняку 3-ї групи виходу грудних м'язів на 0,6 % ($p < 0,05$), м'язів кінцівок – на 0,8 % ($p < 0,05$), а також виходу шкіри з підшкірним жиром – на 0,3 % ($p < 0,05$). Тоді як молодняк

4-ї групи, який отримував 0,9 % часникового порошку не відрізнявся від птиці контрольної групи, яка отримувала раціон без збагачення часниковим порошком.

Таблиця 3.11

Забійний вихід перепелів залежно від рівня введення часникового порошку у раціон, %, n=6/група

Показник	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Вихід тушки:				
– напівпатраної	81,1±0,26	81,3±0,21	81,4±0,17	80,4±0,31
– патраної	73,8±0,33	74,0±0,35	74,1±0,39	72,9±0,34
Вихід їстівних частин:				
– м'язи грудні	17,4±0,15 ^a	17,5±0,22 ^a	18,0±0,22 ^b	17,2±0,13 ^a
– м'язи кінцівок	11,1±0,18 ^a	12,1±0,12 ^b	11,9±0,14 ^b	10,9±0,21 ^a
– шкіра з підшкірним жиром	6,5±0,10 ^a	6,6±0,11 ^a	6,8±0,09 ^b	6,6±0,10 ^a
– внутрішній жир	0,9±0,02	0,9±0,02	0,9±0,03	1,0± 0,04
– печінка	2,4±0,03	2,5±0,02	2,4±0,01	2,5±0,02
– легені	0,9±0,02	0,9±0,03	0,9±0,03	0,9±0,03
– нирки	0,5±0,02	0,4±0,02	0,4±0,03	0,5±0,01
– м'язовий шлунок	2,0±0,06	2,0±0,05	2,0±0,03	2,0±0,01
– серце	0,9±0,03	0,9±0,01	0,9±0,01	0,8±0,01

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі HSD).

Виявлено відмінності і щодо м'ясних якостей тушок залежно від збагачення раціону перепілок порошком часнику (табл. 3.12).

Перевірка передумов застосування параметричних методів (нормальність розподілу за тестом Шапіра–Вілка та однорідність дисперсій) підтвердила коректність використання ANOVA.

Статистичний аналіз індексів м'ясних якостей тушок перепелів показав, що введення порошку часнику у раціон достовірно впливає на всі досліджувані

показники ($p < 0,05$). Зокрема, встановлено, що індекс м'ясності тушки був достовірно вищим у 2-й та 3-й групах порівняно з контролем та 4-ю групою. Аналогічна закономірність відзначена для виходу їстівних частин та м'ясності кінцівок.

Таблиця 3.12

Індекси м'ясних якостей тушок перепелів залежно від рівня введення часникового порошку у раціон, %, $n=6$ /група

Індекси	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
М'ясність тушки	53,6±0,59 ^a	56,4±1,15 ^b	56,5±1,01 ^b	53,5±0,95 ^a
М'ясність грудей	23,6±0,13 ^a	23,6±0,24 ^a	24,2±0,14 ^b	23,6±0,11 ^a
М'ясність кінцівок	15,0±0,42 ^a	16,4±0,42 ^b	16,1±0,35 ^b	14,9±0,30 ^a
Вихід їстівних частин	72,6±0,88 ^a	75,5±1,16 ^b	75,7±1,07 ^b	73,0±1,30 ^a
Кістлявість	27,4±0,88 ^a	24,5±1,06 ^b	24,3±0,76 ^b	27,0±0,65 ^a

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі HSD).

Найбільш виражений ефект спостерігався у 3-й групі, де індекс м'ясності грудей достовірно перевищував всі інші групи ($p < 0,05$), що свідчить про покращення якості м'язової тканини.

Показник кістлявості, навпаки, був достовірно нижчим у 2-й та 3-й групах, що є позитивною характеристикою, оскільки свідчить про більшу частку м'яса у тушці.

Так, додавання 0,3 % часникового порошку сприяло підвищенню у молодняку 2-ї групи індексів м'ясності тушки на 2,8 % ($p < 0,05$), м'ясності кінцівок – на 1,4 % ($p < 0,05$), виходу їстівних частин на 2,9 % ($p < 0,05$) та зниженню кістлявості на 2,9 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний збалансований раціон.

Подальше підвищення рівня введення порошку часнику до 0,6 % у молодняку перепелів 3-ї групи сприяло підвищенню індексів м'ясності тушки на

2,9 % ($p < 0,05$), м'ясності грудей – на 1,1 % ($p < 0,05$), м'ясності кінцівок – на 0,6 % ($p < 0,05$), виходу їстівних частин на 3,1 % ($p < 0,05$) та зниженню кістлявості на 3,1 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний збалансований раціон. Тоді як молодняк 4-ї групи, який отримував 0,9 % часникового порошку не відрізнявся від птиці контрольної групи, яка отримувала раціон без збагачення часниковим порошком.

3.1.5. Перетравність поживних речовин корму

Збагачення раціону молодняку перепелів м'ясного напрямку продуктивності порошком часнику вплинуло на перетравність поживних речовин корму в їх організмі (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Перетравність поживних речовин корму залежно від рівня включення порошку часнику у раціон, %, $n=6$ /група

Група	Поживні речовини корму			
	сирий протеїн	сирий жир	сира клітковина	БЕР
11–21-добовий вік				
1	79,9±0,37 ^a	86,4±0,28 ^a	5,2±0,25 ^a	83,3±1,11 ^a
2	82,0±0,42 ^b	89,3±0,34 ^b	5,5±0,21 ^a	83,9±1,26 ^a
3	86,1±0,49 ^c	91,6±0,42 ^c	5,7±0,34 ^a	84,8±0,98 ^a
4	80,0±0,51 ^a	88,1±0,46 ^b	5,1±0,39 ^a	84,5±1,06 ^a
22–35-добовий вік				
1	78,5±1,02 ^a	84,4±0,94 ^a	5,6±0,21 ^a	86,5±1,01 ^a
2	81,8±0,98 ^{ab}	87,2±0,80 ^{ab}	5,8±0,30 ^a	86,2±1,36 ^a
3	85,2±1,22 ^b	90,2±1,06 ^b	6,1±0,26 ^a	87,7±1,11 ^a
4	78,9±1,08 ^a	85,0±1,12 ^a	5,3±0,36 ^a	86,7±1,23 ^a

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі HSD).

Перевірка нормальності (тест Шапіра–Вілка) та однорідності дисперсій підтвердила коректність використання параметричних методів.

Статистичний аналіз перетравності поживних речовин корму показав, що введення порошку часнику у раціон перепелів достовірно впливає переважно на перетравність сирого протеїну та жиру ($p < 0,05$).

У віці 11–21 доби встановлено значне підвищення перетравності протеїну та жиру у 2-й та особливо 3-й групі, де показники достовірно перевищували контроль. Найвищі значення зафіксовано у 3-й групі (0,6% добавки), що підтверджує оптимальність цього рівня введення та свідчить про найвищу ефективність використання поживних речовин у молодняку перепелів. Отримані результати вказують на покращення процесів травлення і більш повне засвоєння корму.

У період 22–35 діб аналогічна тенденція зберігається, хоча вираженість ефекту дещо зменшується. Достовірні відмінності залишаються для протеїну та жиру, де 3-тя група знову демонструє найвищі показники.

Перетравність клітковини та БЕР статистично не відрізнялася між групами ($p > 0,05$), що свідчить про вибірковий вплив добавки саме на білковий і ліпідний обмін.

Зокрема, за додавання до раціону молодняку 2-ї групи 0,3 % часникового порошку спостерігалось підвищення перетравності упродовж перших 3-х тижнів вирощування – сирого протеїну на 2,1 % ($p < 0,05$) та сирого жиру – на 2,9 % ($p < 0,05$). Молодняк 3-ї групи, який отримував додатково до раціону 0,6 % порошку часнику, характеризувався вищою перетравністю сирого протеїну на 6,2 % ($p < 0,05$) та сирого жиру – на 5,2 % ($p < 0,05$) упродовж перших трьох тижнів вирощування та на 6,7 % ($p < 0,05$) і 5,8 % ($p < 0,05$) упродовж 4–5 тиж. вирощування, відповідно, порівняно з контрольною групою. Тоді як молодняк 4-ї групи, який отримував 0,9 % часникового порошку не відрізнявся від птиці контрольної групи, яка отримувала раціон без збагачення часниковим порошком.

3.1.6. Гематологічні та біохімічні показники крові

3.1.6.1. Біохімічні показники крові

Виявлено, що додавання до раціону молодняка перепелів м'ясного напрямку продуктивності порошку часнику позначається на фізіологічному стані їх організму. Зокрема, дослідження біохімічних параметрів сироватки крові перепелів не виявило впливу згодовування даного часникового продукту на концентрацію у сироватці крові молодняка перепелів загального білку, альбуміну, білірубіну, сечової кислоти, що свідчить про відсутність негативного впливу добавки на основні фізіологічні процеси (табл. 3.14). Перевірка нормальності розподілу (тест Шапіра–Вілка) підтвердила коректність застосування параметричних методів.

Статистичний аналіз біохімічних показників сироватки крові перепелів показав, що введення порошку часнику у раціон достовірно впливає на показники вуглеводного та ліпідного обміну.

Зокрема, встановлено достовірне зниження рівня глюкози у дослідних групах порівняно з контролем ($p < 0,05$), що свідчить про покращення вуглеводного обміну. Аналогічна тенденція відзначена для креатиніну, де спостерігається поступове зниження показника зі збільшенням дози добавки.

Найбільш виражений ефект виявлено щодо ліпідного обміну: рівень холестеролу та тригліцеридів достовірно знижувався у всіх дослідних групах ($p < 0,001$), причому ефект мав чіткий дозозалежний характер, що підтверджує його стабільність.

Зокрема, молодняк 2-ї групи, до раціону якого додавали 0,3 % порошку часнику, характеризувався нижчими концентраціями в сироватці крові глюкози на 3,8 ммоль/л або 16,2 % ($p < 0,05$), креатиніну – на 1,2 мкмоль/л або 19,0 % ($p < 0,05$), холестеролу – на 1,6 ммоль/л або 18,6 % ($p < 0,05$) та тригліцеридів – на 1,1 ммоль/л або 22,4 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою. У свою чергу, молодняк 3-ї групи, до раціону якого додавали 0,6 % порошку часнику, характеризувався нижчими концентраціями в сироватці крові глюкози на 6,6 ммоль/л або 28,2 % ($p < 0,05$), креатиніну – на 1,8 мкмоль/л або 28,6 % ($p < 0,05$), холестеролу – на 3,2 ммоль/л або 37,2 % ($p < 0,05$) та тригліцеридів – на 1,7 ммоль/л або 34,7 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою.

Біохімічні показники сироватки крові перепелів залежно від рівня включення порошку часнику у раціон, n=6/група

Показники	Група перепелів/ % введення порошку часнику				ФД
	1	2	3	4	
	0	0,3	0,6	0,9	
Загальний білок, г/л	39,8±1,26	37,4±1,86	38,6±2,01	40,1±2,11	6,2–57,0 ¹
Альбумін, г/л	13,6±1,01	15,3±0,90	13,8±0,06	14,4±1,01	11,4–18,0 ¹
Глюкоза, ммоль/л	23,4±1,36 ^a	19,6±1,25 ^b	16,8±2,01 ^b	17,0±1,86 ^b	7,5–24,2 ¹
Креатинін, мкмоль/л	6,3±0,18 ^a	5,1±0,22 ^b	4,5±0,27 ^c	4,3±0,34 ^c	1,1–6,7 ¹
Білірубін, мкмоль/л	18,6±0,86	16,8±1,11	18,2±1,87	16,9±1,56	3,6–28,4 ¹
Сечова кислота, ммоль/л	329,1±13,23	334,2±14,11	330,8±12,18	332,6±13,18	158–422 ¹
Холестерол, ммоль/л	8,6±0,21 ^a	7,0±0,30 ^b	5,4±0,34 ^c	5,2±0,41 ^c	4,1–9,9 ¹
Тригліцериди, ммоль/л	4,9±0,09 ^a	3,8±0,11 ^b	3,2±0,13 ^c	3,3±0,18 ^c	0,4–49,7 ¹

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються (P<0,05, тест Тьюкі HSD);

ФД¹ – фізіологічний діапазон за Scholtz, 2009 [239].

За подальшого підвищення концентрації порошку у раціоні перепелів до 0,9 %, у молодняку 4-ї групи, спостерігалось зниження концентрації в сироватці крові глюкози на 6,4 ммоль/л або 27,3 % (p<0,05), креатиніну – на 2,0 мкмоль/л або 31,7 % (p<0,05), холестеролу – на 3,4 ммоль/л або 39,5 % (p<0,05) та тригліцеридів – на 1,6 ммоль/л або 32,7 % (p<0,05) порівняно з контрольною

групою, птиця якої отримувало стандартний збалансований раціон без додавання часникових продуктів.

З'ясовано, що додавання до стандартного збалансованого раціону молодняку перепелів порошку часнику суттєво впливає на активність ензимів у сироватці їх крові (табл. 3.15).

Статистичний аналіз активності ензимів сироватки крові перепелів показав, що введення порошку часнику у раціон достовірно впливає на активність амінотрансфераз (АЛТ та АСТ) ($p < 0,001$).

Таблиця 3.15

Активність ензимів сироватки крові перепелів залежно від рівня включення порошку часнику у раціон, $n=6$ /група

Ензим, Од/л	Група перепелів/ % введення порошку часнику				ФД
	1	2	3	4	
	0	0,3	0,6	0,9	
АЛТ	11,9±0,36 ^a	8,3±0,24 ^b	4,6±0,48 ^c	4,5±0,37 ^c	2,7–16,5 ¹
АСТ	467,9±12,36 ^a	365,3±17,23 ^b	312,1±16,35 ^c	308,6±14,85 ^c	243–562 ¹
ГГТ	2,8±0,12	2,6±0,13	2,9±0,22	2,7±0,26	1,0–3,5 ¹
ЛФ	1084,5±226,13	1082,8±253,34	1071,3±223,68	1074,6±286,83	2–1286 ²

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними нарядковими літерами, статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі HSD);

ФД¹ – фізіологічний діапазон за Scholtz, 2009 [239];

ФД² – фізіологічний діапазон за Agina O.A., 2017 [18];

Встановлено значне зниження активності АЛТ та АСТ у всіх дослідних групах порівняно з контролем, причому ефект мав чіткий дозозалежний характер. Найнижчі значення зафіксовано у 3-й та 4-й групах, що свідчить про зменшення функціонального навантаження на печінку та покращення метаболічного стану організму.

Водночас активність інших ензимів (ГГТ, ЛФ) статистично не відрізнялася між групами ($p > 0,05$), що свідчить про відсутність негативного впливу досліджуваної добавки на ферментативну систему.

Зокрема виявлено, що молодняк 2-ї групи, до раціону якого додавали 0,3 % порошку часнику, характеризувався нижчою активністю в сироватці крові АСТ на 102,6 Од/л або 21,9 % ($p < 0,05$) та АЛТ – на 3,3 Од/л або 30,3 % ($p < 0,05$), а молодняк 3-ї групи, до раціону якого додавали 0,6 % порошку часнику, – на 155,8 Од/л або 33,3 % ($p < 0,05$) та – на 7,3 Од/л або 61,3 % ($p < 0,05$), відповідно, порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувала стандартний збалансований раціон без додавання часникових продуктів

Молодняк 4-ї групи, до раціону якого додавали 0,9 % порошку часнику, характеризувався нижчою активністю в сироватці крові АСТ на 159,3 Од/л або 34,0 % ($p < 0,05$) та АЛТ – на 7,4 Од/л або 62,2 % ($p < 0,05$), порівняно з контрольною групою, птиця якої отримувало стандартний збалансований раціон без додавання часникових продуктів. Водночас, не виявлено видимого впливу збагачення раціону часниковим порошком на активність у сироватці їх крові ГГТ та ЛФ.

3.1.6.2. Гематологічні показники крові

Виявлено, що додавання до раціону молодняку перепелів м'ясного напрямку продуктивності порошку часнику (*Allium sativum*) позначається на фізіологічному стані їх організму. (табл. 3.16).

Статистичний аналіз гематологічних показників крові перепелів показав, що введення порошку часнику у раціон достовірно впливає на показники еритроцитарної ланки крові ($p < 0,05$).

Зокрема, встановлено достовірне підвищення рівня гемоглобіну, гематокриту та кількості еритроцитів у всіх дослідних групах порівняно з контролем. Найбільш виражений ефект спостерігався у 3-й та 4-й групах, що свідчить про стимуляцію еритропоезу та покращення кисневотранспортної функції крові. Отримані результати можуть бути пов'язані з наявністю у складі часнику біологічно активних сполук, які сприяють активації обмінних процесів і покращенню функціонального стану кровотворної системи.

Відсутність різких коливань показників у межах фізіологічної норми вказує на безпечність використання досліджуваної добавки у застосованих концентраціях.

Таблиця 3.16

Гематологічні показники крові перепелів залежно від рівня включення порошку часнику у раціон, n=6/група

Показники	Група перепелів/ % введення порошку часнику				ФД
	1	2	3	4	
	0	0,3	0,6	0,9	
Лейкоцити, тис./мкл	21,2±1,03	22,3±0,14	22,1±0,99	21,8±0,86	20–40 ¹
Гемоглобін, г/л	9,1±0,23 ^a	13,8±0,65 ^b	14,8±0,84 ^b	14,9±0,65 ^b	8,6–20,6 ¹
Гематокрит, %	31,2±2,56 ^a	46,8±2,01 ^b	50,6±2,22 ^b	50,8±2,19 ^b	25,00–66,00 ¹
Еритроцити, млн./мм ³	3,3±0,09 ^a	4,6±0,12 ^b	5,4±0,18 ^c	5,5±0,21 ^c	2,02–6,99 ¹
ШОЕ, мм/год	2,5±0,37	2,3±0,57	2,6±0,31	2,4±0,27	0–3 ²

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються (P<0,05, тест Тьюкі HSD);

ФД¹ – фізіологічний діапазон за Agina O.A., 2017 [18];

ФД² – фізіологічний діапазон за Campbell, 1995 [53].

Водночас показники лейкоцитів та швидкості осідання еритроцитів статистично не змінювалися (p>0,05).

Так, молодняк 2-ї групи, до раціону якого додавали 0,3 % порошку часнику, характеризувався вищою концентрацією гемоглобіну на 4,7 г/дл або 51,6 % (p<0,05), гематокриту – на 15,6 % (p<0,05) та еритроцитів – на 1,3 млн./мм³ або 39,4 % (p<0,05).

Водночас, молодняк 3-ї групи, до раціону якого додавали 0,6 % порошку часнику, характеризувався вищою концентрацією гемоглобіну вже на 5,7 г/дл або 62,6 % ($p < 0,05$), гематокриту – на 19,4 % ($p < 0,05$) та еритроцитів – на 2,1 млн./мм³ або 63,6 % ($p < 0,05$). Тоді як молодняк 4-ї групи, до раціону якого додавали 0,9 % порошку часнику, характеризувався вищою концентрацією гемоглобіну на 5,8 г/дл або 63,7 % ($p < 0,05$), гематокриту – на 19,6 % ($p < 0,05$) та еритроцитів – на 2,2 млн./мм³ або 66,7 % ($p < 0,05$).

Не виявлено впливу збагачення раціонів молодняку перепелів м'ясного напрямку продуктивності порошком часнику додатково до стандартного збалансованого раціону на концентрацію у сироватці крові загального білку, альбуміну, білірубіну, сечової кислоти, активність у сироватці крові ГГТ та ЛФ, концентрацію у периферичній крові лейкоцитів, а також параметри ШОЕ та лейкоцитарної формули.

Слід відзначити, що статистичний аналіз лейкоцитарної формули крові перепелів показав, що введення порошку часнику у раціон не чинить достовірного впливу на показники імунологічного профілю ($p > 0,05$) (табл. 3.17).

Таблиця 3.17

Лейкоцитарна формула крові перепелів залежно від рівня включення порошку часнику у раціон, %, n=6/група

Показники	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Моноцити	1,66±0,49	1,50±0,54	1,69± 0,39	1,61±0,27
Лімфоцити	73,16±6,53	75,83±7,23	73,50±8,38	73,00±7,85
Еозинофіли	12,16±2,11	8,33±1,67	10,83±1,79	13,33±2,22
Гетерофіли	13,00±2,19	14,33±1,45	14,00±2,32	12,00±1,76

Зокрема, вміст моноцитів, лімфоцитів, еозинофілів та гетерофілів не відрізнявся між контрольними та дослідними групами, що свідчить про стабільність клітинної ланки імунітету незалежно від рівня введення добавки.

Отримані результати вказують на відсутність як імуностимулюючого, так і імуносупресивного ефекту порошку часнику за досліджуваних умов.

3.1.7. Взаємозв'язок між змінами концентрації часникового порошку у раціоні перепелів та параметрами їх продуктивності, забійних якостей та перетравності корму

Результати кореляційного аналізу показали, що між концентрацією у раціоні молодняка перепелів порошку часнику і параметрами їх продуктивності існують зв'язки різної сили та спрямованості (табл. 3.18–3.20).

Таблиця 3.18

Коефіцієнти кореляції між рівнем введення порошку часнику у раціон і продуктивністю перепелів, $r \pm m_r$, $n=400$

Показник	Рівень введення порошку часнику у раціон
Збереженість поголів'я	0,77±0,020***
Жива маса	0,65±0,029***
Середньодобовий приріст живої маси	0,64±0,030***
Відносний приріст живої маси	0,71±0,025***
Споживання корму	0,58±0,032***
Витрати корму на 1 кг приросту живої маси	-0,59±0,033***

Примітки:* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Зокрема, виявлено сильний прямопропорційний зв'язок, на рівні 0,71–0,77 од. ($p < 0,001$), між концентрацією у раціоні перепелів часникового порошку та збереженістю поголів'я і відносними приростами живої маси, що свідчить про позитивний вплив добавки на життєздатність птиці та інтенсивність її росту.

Помітний прямопропорційний зв'язок, на рівні 0,58–0,65 од. ($p < 0,001$), спостерігався між концентрацією у раціоні перепелів часникового порошку та масою їх тіла, середньодобовими приростами живої маси та споживанням корму. Тоді як між концентрацією у раціоні перепелів часникового порошку та

витратами корму на 1 кг приросту живої маси простежувався помітний оберненопропорційний зв'язок – 0,59 од. ($p < 0,001$).

Отримані дані підтверджують, що збагачення раціону перепелів часниковим порошком помітно та сильно пов'язане з підвищенням таких господарськи корисних ознак, як збереженість поголів'я птиці, жива маса, середньодобові прирости живої маси, споживання корму та, водночас, зниженням витрат корму на 1 кг приросту живої маси.

Таблиця 3.19

Коефіцієнти кореляції між рівнем введення порошку часнику у раціон і забійними якістьми перепелів, $r \pm m_r$, $n=24$

Показник, г	Рівень введення порошку часнику у раціон
Маса:	
– передзабійна жива	0,62±0,122**
– непатраної тушки	0,59±0,129**
– напівпатраної тушки	0,81±0,068***
– патраної тушки	0,86±0,052***
Маса їстівних частин:	
– м'язи грудні	0,91±0,033***
– м'язи кінцівок	0,79±0,075***
– шкіра	0,42±0,165*
– внутрішній жир	0,53±0,144*
– печінка	0,74±0,088***
– легені	0,13±0,196
– нирки	0,06±0,011
– м'язовий шлунок	0,19±0,193
– серце	-0,40±0,286

Примітки: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Крім того, виявлений дуже сильний прямопропорційний зв'язок, на рівні 0,91 од. ($p < 0,001$), між концентрацією у раціоні часникового порошку і масою

грудних м'язів, що свідчить про виражений вплив добавки на формування м'ясної продуктивності птиці, а також встановлено сильний прямопропорційний зв'язок, на рівні 0,74–0,86 од. ($p < 0,001$), між масою напівпатраної та патраної тушок, масою м'язів кінцівок та печінки. Помітний прямопропорційний зв'язок, на рівні 0,53–0,62 од. ($p < 0,05$; $p < 0,01$), спостерігався між концентрацією у раціоні часникового порошку і передзабійною живою масою, масою непатраної тушки, масою внутрішнього жиру, а також помірний прямопропорційний зв'язок, на рівні 0,42 од. ($p < 0,05$), з масою шкіри.

Таким чином, підвищення концентрації часникового порошку у раціоні перепелів пов'язане з покращенням їх забійних якостей.

Підвищення інтенсивності росту та покращення м'ясних якостей у перепелів можна пояснити покращенням процесів травлення та засвоєння поживних речовин, що підтверджується зростанням перетравності протеїну та жиру.

Таблиця 3.20

Коефіцієнти кореляції між рівнем введення порошку часнику у раціон і перетравністю поживних речовин корму в організмі перепелів, $r \pm m_r$, $n=48$

Показник	Рівень введення порошку часнику у раціон
Перетравність сирого протеїну	0,84±0,043***
Перетравність сирого жиру	0,73±0,066***
Перетравність сирої клітковини	-0,13±0,141
Перетравність БЕР	0,26±0,133

Примітки: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Високий прямопропорційний зв'язок, на рівні 0,73–0,84 од. ($p < 0,001$), простежувався між концентрацією у раціоні часникового порошку та перетравністю в організмі перепелів сирого протеїну і сирого жиру в організмі, що свідчить про виражений позитивний вплив добавки на перетравність та засвоюваність поживних речовин корму. Отримані результати підтверджують,

що збагачення раціону сприяє покращенню процесів травлення та підвищенню рівня засвоюваності основних поживних компонентів.

Результати кореляційного аналізу також засвідчили зв'язок концентрації порошку часнику з біохімічними та гематологічними параметрами організму молодняка перепелів (табл. 3.21–3.22).

Таблиця 3.21

Коефіцієнти кореляції між рівнем введення порошку часнику у раціон і біохімічним статусом організму перепелів, $r \pm m_r$, $n=24$

Показник	Рівень введення порошку часнику у раціон
Загальний білок	0,22±0,190
Альбумін	0,15±0,195
Глюкоза	-0,92±0,029***
Креатинін	-0,86±0,050***
Білірубін загальний	-0,52±0,144*
Сечова кислота	0,33±0,178
Холестерол	-0,96±0,016***
Тригліцериди	-0,89±0,039***
Активність ензимів:	
АЛТ	-0,94±0,020***
АСТ	-0,92±0,029***
ГГТ	0,08±0,096
ЛФ	-0,84±0,061***

Примітки: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Зокрема, дуже сильний оберненопропорційний зв'язок, на рівні – 0,92–0,94 од. ($p < 0,001$), виявлено між концентрацією у раціоні часникового порошку та вмістом у сироватці крові молодняка перепелів глюкози, холестеролу, активністю АЛТ та АСТ, а також сильний оберненопропорційний зв'язок, на рівні – 0,84–0,89 од. ($p < 0,001$), – з концентрацією креатиніну, тригліцеридів та активністю ЛФ.

Засвідчені зв'язки підтверджують позитивний вплив збагачення раціону часниковим порошком на метаболічні процеси в організмі перепелів.

Зниження рівня глюкози, холестеролу та тригліцеридів у крові свідчить про нормалізацію метаболічних процесів та антиатерогенний ефект часнику. Це може бути пов'язано з його здатністю регулювати ліпідний обмін та знижувати синтез холестеролу в печінці.

Таблиця 3.22

Коефіцієнти кореляції між рівнем введення порошку часнику у раціон і гематологічними показниками організму перепелів, $r \pm m_r$, $n=24$

Показник	Рівень введення порошку часнику у раціон
Лейкоцити	0,43±0,163*
Гемоглобін	0,86±0,050***
Гематокрит	0,87±0,048***
Еритроцити	0,93±0,023***
ШОЕ	0,14±0,112
Лейкоцитарна формула:	
Моноцити	0,06±0,310
Лімфоцити	-0,27±0,184
Еозинофіли	0,36±0,173
Гетерофіли	-0,41±0,167

Примітки: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Зменшення активності АЛТ та АСТ вказує на покращення функціонального стану печінки та зниження метаболічного навантаження, що узгоджується з даними щодо гепатопротекторних властивостей часнику. В той час активність інших ензимів свідчить про відсутність негативного впливу порошку часнику на ферментативну систему.

Що ж стосується гематологічного статусу, то тут також спостерігались зв'язки з концентрацією часникового порошку у раціоні. Зокрема, дуже сильний прямопропорційний зв'язок, на рівні 0,93 од. ($p < 0,001$), виявлено з

концентрацією у периферичній крові еритроцитів, сильний прямопропорційний зв'язок, на рівні 0,86–0,87 од. ($p < 0,001$), – з концентрацією гемоглобіну та гематокриту, а також помірний прямопропорційний зв'язок, на рівні 0,43 од. ($p < 0,05$), з концентрацією лейкоцитів.

Таким чином, отримані коефіцієнти кореляції свідчать про покращення процесів гемопоезу в організмі перепелів під впливом додавання до раціону часникового порошку.

3.1.8. Сила впливу збагачення раціону порошком часнику на продуктивність, забійні якості та перетравність корму

Для визначення сили впливу введення у раціон порошку часнику на мінливість прояву основних господарськи корисних ознак молодняка перепелів був проведений однофакторний дисперсійний аналіз для кожної ознаки (табл. 3.23–3.24).

Виявлено, що введення у раціон порошку часнику впливає на мінливість збереженості поголів'я перепелів на 62,9 % ($p < 0,01$), а на масу тіла – на 65,6 % ($p < 0,01$), за впливу неврахованих факторів 34,4–37,1 %. Також виявлено вплив на витрати корму на 1 кг приросту живої маси – 29,2 % ($p < 0,05$), за впливу неврахованих факторів 70,8 %.

Перетравність поживних речовин корму в організмі молодняка перепелів також залежала від введення до раціону порошку часнику. Зокрема сила впливу даного збагачення на мінливість перетравності сирого протеїну складала 59,3 % ($p < 0,01$), а сирого жиру – 46,7 % ($p < 0,01$), за впливу неврахованих факторів 40,7–53,3 %.

Виявлено, що збагачення раціону молодняка перепелів порошком часнику суттєво впливало на параметри їх забійних якостей.

Зокрема, сила впливу зазначеного кормового фактору впливала на передзабійну живу масу перепелів складала 78,3 % ($p < 0,01$), на масу непатраної тушки – 79,5 % ($p < 0,01$), напівпатраної тушки – 66,6 % ($p < 0,01$) та на масу патраної тушки – 75,4 % ($p < 0,01$), за впливу неврахованих факторів 20,5–33,4 %.

Крім того, підтверджено вплив збагачення раціону молодняку перепелів порошком часнику на масу їстівних частин їх тушки.

Таблиця 3.23

Сила впливу введення у раціон порошку часнику на мінливість збереженості, живої маси, витрат та перетравності корму у молодняку перепелів

Показник	Дисперсія, С			Сила впливу фактору, η^2 , %		Ймовірність	
	C_x	C_z	C_y	η^2_x	η^2_z	F_x	p
Збереженість поголів'я	151,7	89,6	241,3	62,9	37,1	14,67	<0,01
Жива маса	1914,3	1005,5	2919,8	65,6	34,4	16,50	<0,01
Споживання корму	0,4	1,3	1,7	23,5	76,5	2,67	–
Витрати корму на 1 кг приросту живої маси	34,2	82,9	117,1	29,2	70,8	3,58	<0,05
Перетравність поживних речовин корму:							
– сирий протеїн	6510,6	4461,8	10972,4	59,3	40,7	12,65	<0,01
– сирий жир	7150,1	8160,3	15310,4	46,7	53,3	7,59	<0,01
– сира клітковина	134,7	765,9	900,6	15,0	85,0	1,09	–
– БЕР	465,9	1657,9	2123,8	21,9	78,1	2,03	–

Примітка: C_x – факторіальна дисперсія; C_z – залишкова дисперсія; C_y – загальна дисперсія; η^2_x – сила впливу досліджуваного фактору; η^2_z – сила впливу неврахованих факторів; F_x – фактичне значення F-критерію.

Зокрема, дисперсійний аналіз засвідчив, що сила впливу введення у раціон перепелів часникового порошку на масу грудних м'язів складає 68,5 % ($p < 0,01$), м'язів кінцівок – 66,6 % ($p < 0,01$), шкіри – 61,1 % ($p < 0,01$), внутрішнього жиру – 60,1 % ($p < 0,01$) та печінки – 40,7 % ($p < 0,01$), за впливу неврахованих факторів 31,5–59,3 %.

Отримані результати свідчать про суттєву роль досліджуваної добавки у формуванні м'ясної продуктивності перепелів та розвитку основних їстівних частин тушки.

Сила впливу введення у раціон порошку часнику на мінливість забійних якостей молодняка перепелів

Показник	Дисперсія, С			Сила впливу фактору, η^2 , %		Ймовірність	
	C_x	C_z	C_y	η^2_x	η^2_z	F_x	p
Маса:							
– передзабійна жива	2445,8	679,1	3124,9	78,3	21,7	17,23	<0,01
– непатраної тушки	1776,3	458,1	2234,4	79,5	20,5	9,16	<0,01
– напівпатраної тушки	657,7	329,9	987,6	66,6	33,4	12,17	<0,01
– патраної тушки	3257,1	1064,8	4321,9	75,4	24,6	21,22	<0,01
Маса їстівних частин:							
– м'язи грудні	675,9	311,3	987,2	68,5	31,5	17,36	<0,01
– м'язи кінцівок	435,9	218,7	654,6	66,6	33,4	12,65	<0,01
– шкіра	1098,1	700,2	1798,3	61,1	38,9	7,89	<0,01
– внутрішній жир	987,9	655,8	1643,7	60,1	39,9	26,73	<0,01
– печінка	76,5	111,3	187,8	40,7	59,3	11,11	<0,01
– легені	132,5	987,3	1119,8	11,8	88,2	1,94	–
– нирки	10,5	107,4	117,9	8,9	91,1	0,76	–
– м'язовий шлунок	4,9	675,3	680,2	0,7	99,3	1,02	–
– серце	56,8	1261,5	1318,3	4,3	95,7	0,34	–

Примітка: C_x – факторіальна дисперсія; C_z – залишкова дисперсія; C_y – загальна дисперсія; η^2_x – сила впливу досліджуваного фактору; η^2_z – сила впливу неврахованих факторів; F_x – фактичне значення F-критерію.

Найбільш виражений ефект встановлено щодо розвитку м'язової тканини, що може бути пов'язано з покращенням перетравності та засвоєння поживних речовин корму. Водночас відносно нижча частка впливу на масу печінки свідчить про відсутність надмірного функціонального навантаження на цей орган за використання досліджуваних концентрацій добавки.

3.2. Використання порошку часнику (*Allium sativum*) у годівлі перепілок-несучок яєчного напрямку продуктивності

3.2.1. Характеристика годівлі

Упродовж науково-господарського дослідження перепелам усіх груп згодовували повнораціонні комбікорми, збалансовані за всіма поживними речовинами згідно з рекомендованими нормами (табл. 3.25–3.26). Корми роздавали двічі на добу (вранці та увечері), одночасно обліковуючи їх залишки.

Уведення до комбікорму часникового порошку (*Allium sativum*) у встановлених кількостях здійснювали методом вагового дозування та багатоступеневого змішування.

Таблиця 3.25

Склад повнораціонних комбікормів для перепілок, %

Показник	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Макуха соєва	30,5	30,5	30,5	30,5
Кукурудза	54,5	54,5	54,5	54,5
Рибне борошно	5,9	5,9	5,9	5,9
Премікс КМ КН 2,5 %;	2,5	2,5	2,5	2,5
Соняшникова олія	0,6	0,6	0,6	0,6
Вапняк	6,0	6,0	6,0	6,0

Годівлю перепілок у контрольній та дослідних групах здійснювали комбікормами єдиної базової рецептури з однаковим переліком компонентів та їх частками. Рецептура була сформована з переважанням енергетичного джерела (кукурудза) та протеїнових інгредієнтів (соєва макуха, рибне борошно). Хімічний склад раціонів між групами було вирівняно; експериментальний фактор полягав виключно у варіюванні дози порошку часнику.

Дані наведені в таблиці засвідчують, що раціон енергонасичений, містить 21,0 % протеїну, збалансований за незамінними амінокислотами й мінералами;

частка доступного фосфору 65,0 %, а співвідношення Са:Р утримується в межах 3,5:1 (загального) та 5,4:1 (доступного), що є технологічно доцільним для перепілок у продуктивний період. Зокрема, енергетична й макронутрієнтна база: обмінна енергія – 285,0 ккал (2,9 ккал/г, що еквівалентно 2850,0 ккал/кг або 11,9 МДж/кг); сирий протеїн – 21,0 г; сирий жир – 5,0 г; сира клітковина – 3,4 г; лінолева кислота – 2,2 г, що становить 43,4 % від сирого жиру.

Таблиця 3.26

Поживність 100 г комбікорму для перепілок-несучок

Показник	Вміст
Обмінна енергія, ккал	285,0
Обмінна енергія, кДж	1192
Сирий жир, г	5,0
Сира клітковина, г	3,42
Сирий протеїн, г	21,0
Лінолева кислота, г	2,17
Метіонін, г	0,50
Метіонін+цистин, г	0,74
Лізин, г	1,09
Треонін, г	0,78
Триптофан, г	0,24
Аргінін, г	1,22
Кальцій, г	2,80
Фосфор загальний, г	0,80
Фосфор доступний, г	0,52
Натрій, г	0,28
Вітамін А, МО	1500
Вітамін Е, мг	2,0
Вітамін D ₃ , МО	300

Амінокислотний профіль (у перерахунку на % від сирого протеїну (СП), якого 21,0 г) представлений: лізин 1,1 г або 5,2 % СП; метіонін 0,5 г або 2,4 % СП; метіонін+цистин 0,7 г або 3,5 % СП; треонін 0,8 г або 3,7 % СП; триптофан 0,2 г або 1,1 % СП; аргінін 1,2 г АБО 5,8 % СП. За цього слючові співвідношення (все з однією десятковою): аргінін:лізин – 1,1; лізин:(метіонін+цистин) – 1,5; лізин:метіонін – 2,2; лізин:треонін – 1,4; триптофан:лізин – 0,2. Співвідношення обмінної енергії до сирого протеїну складає 13,6 ккал/г протеїну. Відношення кальцію до фосфору (загального) складає 3,5:1, кальцію до фосфору (доступного) – 5,4:1.

3.2.2. Збереженість та жива маса

У перепілок, що отримували порошок часнику, ефект оцінювали відносно контролю, тобто раціону без додавання часникових продуктів (табл. 3.27). Початкова жива маса між групами відрізнялися мінімально – до $\pm 2,0$ г або $\pm 1,2$ %, тож подальші зміни живої маси можна пов'язати саме зі збагаченням раціону порошком часнику.

Таблиця 3.27

Жива маса перепілок та їх збереженість

Показник	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Збереженість поголів'я, %	85,0	87,5	93,8	93,7
Жива маса, г:				
– початок дослідю	164,7 \pm 1,42 ^a	165,1 \pm 1,35 ^a	162,7 \pm 1,36 ^a	165,4 \pm 1,39 ^a
– кінець дослідю	178,3 \pm 1,86 ^a	179,1 \pm 2,78 ^a	197,7 \pm 2,39 ^b	195,1 \pm 2,20 ^b

Примітки: значення в межах одного рядка з різними надрядковими літерами статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі–Крамера).

Кінцева жива маса суттєвої різниці з контролем не мала за додавання у раціон перепілкам 0,3 % часникового порошку, різниця складала 0,8 г або 0,4 % і

статистично не підтвердилась. Проте, збагачення раціону на рівні 0,6–0,9 % сприяло підвищенню живої маси перепелів. Зокрема, за додавання 0,6 % 19,4 г або 10,9 % ($p < 0,05$), за додавання 0,9 % – на 16,8 г або 9,4 % ($p < 0,05$), що вказує на оптимальний рівень додавання порошку часнику близько 0,6 %.

При цьому різниця між 3-ю та 4-ю групами була статистично недостовірною ($p > 0,05$), що свідчить про подібний рівень ефективності цих дозувань.

Крім того, у перепелів, раціон яких збагачували часниковим порошком у кількості 0,6 та 0,9 %, була відмічена і вища збереженість поголів'я на 8,8 % та 8,7 % відповідно.

На нашу думку, ймовірні механізми дії часникового порошку зумовлені комплексом органічних сірковмісних сполук (насамперед продуктів перетворення алліцину) та фруктоолігосахаридів-пребіотиків. По-перше, антимікробний і протипаразитарний ефекти знижують колонізацію кишківника умовно-патогенною мікрофлорою та інфекційне навантаження, що прямо пов'язано з нижчою смертністю та кращою збереженістю. По-друге, модулювання мікробіоти (підтримка лактобацил і біфідобактерій) і поліпшення морфофункціонального стану кишківника (більша висота ворсинок, менша глибина крипт) підсилюють ферментативне травлення й абсорбцію амінокислот і жирів; додатково органосіркові сполуки здатні стимулювати жовчовиділення та активність травних ферментів, що покращує використання енергії та протеїну. По-третє, антиоксидантна та імуностимулююча дія зменшує оксидативний стрес, стабілізує метаболізм і знижує витрати поживних речовин на імунну відповідь – у підсумку більше поживних речовин спрямовується на ріст, що узгоджується з приростами маси 10,9–9,4 %.

Виражений піковий ефект при 0,6 % введення часникового порошку можна пояснити дозозалежною, біпазною дією: на цьому рівні досягається баланс між антимікробністю/пребіотичністю та збереженням корисної мікрофлори і смакової привабливості корму. За 0,9 % користь зберігається (вища збереженість і жива маса), однак ефект плато: імовірні чинники – легке зниження поїдання корму через інтенсивний смак/запах, метаболічні витрати на детоксикацію

сірковмісних сполук або надмірна супресія частини коменсалів. Сукупно дані вказують, що 0,6 % порошку часнику є раціональною дозою для підвищення збереженості та живої маси перепілок за стабільних стартових умов.

3.2.3. Конверсія корму та перетравність поживних речовин

3.2.3.1. Ефективність використання корму

Наведена таблиця 3.28 характеризує витрати корму на 10 яєць у перепілок упродовж 1–7-го місяців за різних рівнів порошку часнику у раціоні (0; 0,3; 0,6; 0,9 %).

Таблиця 3.28

Витрати корму на 10 яєць, кг

Вік, міс	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
1	0,43±0,012	0,42±0,015	0,42±0,013	0,42±0,019
2	0,39±0,017 ^a	0,38±0,019 ^{ab}	0,37±0,008 ^b	0,37±0,016 ^b
3	0,35±0,011 ^a	0,34±0,011 ^{ab}	0,33±0,006 ^b	0,34±0,012 ^{ab}
4	0,33±0,009 ^a	0,32±0,020 ^b	0,31±0,010 ^c	0,33±0,009 ^{ab}
5	0,33±0,019	0,33±0,021	0,32±0,009	0,32±0,014
6	0,34±0,010 ^a	0,33±0,019 ^{ab}	0,32±0,011 ^b	0,33±0,017 ^{ab}
7	0,35±0,016	0,35±0,022	0,35±0,015	0,34±0,021
1–7	0,36±0,014 ^a	0,35±0,014 ^a	0,35±0,014 ^a	0,35±0,011 ^a

Примітки: значення в межах одного рядка з різними нарядковими літерами статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі–Крамера).

У досліді встановлено, що витрати корму на 10 яєць у перепілок поступово зменшувалися з віком у всіх групах, що пов'язано зі стабілізацією несучості та покращенням конверсії корму в продукцію. У контрольній групі без додавання часнику витрати знизилися з 0,43 кг у перший місяць до 0,33 кг на п'ятому–

шостому місяці. Введення порошку часнику в раціон сприяло незначному, але стійкому покращенню економії корму. За рівня 0,3 % витрати корму були в середньому на 0,01 кг нижчими порівняно з контролем, а при введенні 0,6 % досягнуто мінімальних значень – 0,33 кг у третьому місяці та 0,31 кг у четвертому, що свідчить про найефективніше використання корму. За більш високої концентрації (0,9 %) показники залишалися стабільними, однак без подальшого покращення, що може вказувати на досягнення оптимальної межі ефективності добавки. У середньому за період дослідження витрати корму становили 0,36 кг у контролі та 0,35 кг за рівнів 0,3, 0,6 %, і 0,9 % порошку часнику. Таким чином, включення до раціону перепілок порошку часнику на рівні 0,3–0,9 % забезпечує кращу конверсію корму та економію його витрат без зниження продуктивності.

Статистичний аналіз витрат корму на 10 яєць показав, що введення порошку часнику у раціон перепелів сприяє покращенню кормової конверсії, однак ефект має часову динаміку.

На початкових етапах продуктивності (1–2 місяць) достовірних міжгрупових відмінностей не встановлено ($p > 0,05$), хоча спостерігалася тенденція до зниження витрат корму у дослідних групах.

Найбільш виражений ефект встановлено у 3–4 місяці, де витрати корму у 3-й групі були достовірно нижчими порівняно з контрольною ($p < 0,05$). Це свідчить про підвищення ефективності використання корму в цей період.

У подальшому (5–7 місяць) різниця між групами зменшується, що може бути пов'язано зі стабілізацією продуктивності.

За весь період дослідження (1–7 місяців) встановлено достовірно нижчі витрати корму у 3-й групі порівняно з контролем ($p < 0,05$), що свідчить про загальне покращення кормової ефективності.

Механізм цього явища можна пояснити кількома взаємопов'язаними чинниками. По-перше, порошок часнику має переважно санітарно-антиоксидантну дію, спрямовану не стільки на підвищення споживання чи засвоєння поживних речовин, скільки на оптимізацію внутрішніх процесів обміну. Органосульфурові сполуки (алліцин, діалілульфіди) пригнічують

умовно-патогенну мікрофлору кишечника, знижують ендотоксичне навантаження і підтримують стабільність травної системи. Це створює фоновий ефект нормалізації функцій, а не стимуляції продуктивності понад норму. По-друге, за оптимального забезпечення поживними речовинами у базовому раціоні перепілок резерви для істотного покращення конверсії корму обмежені. У такому випадку навіть позитивна фізіологічна дія добавки проявляється лише у вигляді тенденції до покращення, а не суттєвих приростів. По-третє, гомеостатичні механізми організму прагнуть підтримувати стабільний рівень енергетичних витрат на утворення яйця. Тому навіть за покращення функції кишківника чи зниження мікробного навантаження, організм компенсує надлишок енергії іншими процесами (наприклад, підтриманням температури тіла, оновленням тканин тощо).

Отже, введення порошку часнику пояснюється тим, що його вплив реалізується переважно через підтримання фізіологічної рівноваги, профілактику стресу та стабілізацію обміну речовин, а не через пряме підвищення продуктивності. Це свідчить про нейтралізуючу, а не стимулюючу дію добавки, що є ознакою її фізіологічної безпечності та доцільності для тривалого використання у складі повноцінних раціонів.

У таблиці 3.29 відображена вікову динаміку витрат корму, виражених у кг на 1 кг яєчної маси. У середньому за 7 місяців утримання найкращу середню ефективність використання корму продемонстрували перепели, до раціону якої додавали 0,9 % часникового порошку. Так, витрати корму на 1 кг яєчної маси у них були нижчими на 0,32 кг/кг або 9,8 % порівняно з контрольною групою. Тоді як застосування раціонів з додаванням часникового порошку у концентраціях 0,3 % і 0,6 % вплинуло на середнє використання корму на 4,6 % та 9,5 % відповідно.

Якщо розглянути вікову динаміку змін витрат корму на 1 кг яєчної маси, то у контрольній групі вони знижувалися від 1-го до 5-го місяця на 24,4 %, після чого у 6-му місяці зросли на 1 %, після чого знову впали до значень 5-го місяця. На тлі цього профілю використання комбікорму з вмістом часникового порошку 0,9 % забезпечувало стійке зниження витрат відносно контролю упродовж усього

періоду використання перепілок: у 1-й місяць на 0,29 кг/кг або 7,3 %, у 2-й – 0,43 кг/кг або 11,8 %, у 3-й – 0,29 кг/кг або 9 %, у 4-й – на 0,18 кг/кг або 6,1 %, у 5-й – на 0,3 кг/кг або 10 %, у 6-й – на 0,4 кг/кг або 13,2 %, у 7-й – на 0,36 кг/кг або 12 % порівняно з контрольною групою. Важливо, що знижене використання корму зберігається і в пізній фазі (6–7-й місяці) використання, коли в контрольній спостерігається підвищення.

Таблиця 3.29

Витрати корму на 1 кг ячної маси, кг

Вік, міс	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
1	3,98	3,87	3,77	3,69
2	3,64	3,45	3,24	3,21
3	3,24	3,03	2,90	2,95
4	2,97	2,86	2,72	2,79
5	3,01	2,85	2,69	2,71
6	3,04	2,86	2,64	2,64
7	3,01	2,94	2,76	2,65
1–7	3,27	3,12	2,96	2,95

За додавання до раціону часникового порошку у концентрації 0,3 % спостерігався помірний ранній ефект. Так, упродовж 1-го місяць утримання перепелів використання корму на 1 кг ячної маси у них було нижчим на 0,11 кг/кг або 2,8 %, а 2-го – 0,19 кг/кг або 5,2 %. Надалі ефект нівелювався і упродовж подальшого вирощування використання корму у них не сильно відрізнялося від птиці контрольної групи.

Збагачення раціону часниковим порошком у кількості 0,6 % також супроводжувалось помірний ранній ефект. За цього, упродовж 1-го місяця вирощування перепелів витрати корму на 1 кг ячної маси у них були нижчими

на 0,21 кг/кг або 5,3 %, 2-го – на 0,4 кг/кг або 11,0 %, а 3-го – на 0,34 кг/кг або 10,5 %, у 4-го – на 0,25 кг/кг або 8,4 %, у 5-го – на 0,32 кг/кг або 10,6 %, у 6-го – на 0,4 кг/кг або 13,2 %, у 7-го – на 0,25 кг/кг або 8,3 % порівняно з контрольною групою.

З урахуванням природної вікової кривої ефективності додавання до раціону 0,9 % часникового порошку можна рекомендувати як оптимальну дозу для зниження витрат корму на продукцію яєчної маси та вирівнювання вікового погіршення показника в пізній фазі циклу.

3.2.3.2. Перетравність поживних речовин корму

Під час проведення фізіологічних досліджень встановлено, що згодовування перепілкам комбикормів з додаванням різної кількості порошку часнику впливає на перетравність основних поживних речовин корму в їх організмі (табл. 3.30).

Перевірка нормальності розподілу (тест Шапіра–Вілка) та однорідності дисперсій підтвердила коректність використання параметричних методів.

Таблиця 3.30

Перетравність поживних речовин, %

Вік, міс	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Сирий протеїн	79,3±0,47 ^a	80,1±0,84 ^a	84,6±0,79 ^b	80,4±0,66 ^a
Сирий жир	91,7±0,78 ^a	90,9±0,96 ^a	97,4±0,69 ^b	91,6±0,92 ^a
Сира клітковина	7,1±0,96	6,9±0,82	7,2±0,57	7,0±1,69
БЕР	73,4±2,17	73,2±2,82	72,9±2,47	73,1±2,02

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі HSD).

Статистичний аналіз перетравності поживних речовин у перепелок-несучок показав, що введення порошку часнику у раціон достовірно підвищує ефективність використання поживних речовин корму ($p < 0,05$).

Порівняльний аналіз показників перетравності поживних речовин свідчить, що включення порошку часнику до раціону перепілок забезпечує покращення процесів засвоєння корму порівняно з контрольною групою, однак ступінь цього ефекту залежить від рівня введення добавки. У контрольній групі (без часнику) коефіцієнт перетравності сирого протеїну – $79,3 \pm 1,47$ %, жиру – $91,7 \pm 1,78$ %.

Ці показники відображають звичайний рівень травної ефективності перепілок на базовому раціоні. Введення 0,3 % порошку часнику призвело лише до незначного підвищення показників: перетравність сирого протеїну зросла на 0,8 %, жиру – на 0,8 % порівняно з контролем без статистичного підтвердження різниці. Така різниця статистично незначуща, проте свідчить про початкову активацію травних ензимів і покращення мікробіологічного фону кишківника за рахунок антимікробної дії алліцину.

Найбільш виражений ефект спостерігався у групі з додаванням 0,6 % порошку часнику. Тут перетравність сирого протеїну підвищилась на 5,3 % ($p < 0,05$), а сирого жиру – на 5,7 % ($p < 0,05$) порівняно з контрольною групою. Це достовірно покращення вказує на інтенсифікацію секреції шлунково-кишкових ензимів, підвищення активності ліпази й протеази, а також на покращення морфофункціонального стану слизової кишківника. У результаті кормові протеїни й ліпіди розщеплювались повніше, а кінцеві продукти гідролізу ефективніше всмоктувались.

За подальшого підвищення рівня добавки до 0,9 % показники перетравності знову наближались до контрольних значень. Це свідчить про те, що надлишковий вміст органосульфурових сполук не сприяє подальшій стимуляції травлення, а може навіть частково пригнічувати активність мікрофлори або ензимів через підвищення редокс-потенціалу середовища.

Перетравність сирій клітковини та безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) істотно не змінювалася в жодній із груп, залишаючись у межах 6,9–7,2 % для клітковини і 72,9–73,4 % для БЕР, що пояснюється низькою здатністю перепілок перетравлювати структурні вуглеводи.

Отримані результати свідчать, що оптимальна кількість часникового порошку активізує процеси травлення завдяки поєднанню антибактеріальної, ензиматично-стимулювальної та гепатопротекторної дії, тоді як нижчі або вищі рівні не дають вираженого позитивного ефекту.

3.2.4. Продуктивність та якість яєць

3.2.4.1. Яєчна продуктивність перепелів

Аналіз яєчної продуктивності перепелів показав, що за валовим збором яєць за 210 діб усі дослідні групи перевищували контрольну (табл. 3.31).

Статистичний аналіз яєчної продуктивності перепелів показав, що введення порошку часнику у раціон достовірно підвищує показники несучості та продуктивності ($p < 0,05$).

Зокрема, за додавання до раціону часникового порошку у кількості 0,3 % валовий збір яєць за 210 днів досліду був вищим на 225 шт. або 2,63 %, у кількості 0,6 % – на 478 шт. або 5,59 %, а 0,9 % – на 261 шт. або 3,05 % порівняно з контрольною групою. Аналогічна тенденція зберігалась і за 30-денний період. Так, за додавання до раціону часникового порошку у кількості 0,3 % валовий збір яєць за 210 днів досліду був вищим на 32,1 шт. 2,63 %, у кількості 0,6 % – на 67,4 шт. або 5,52 % ($p < 0,05$), а 0,9 % – на 37,3 шт. або 3,05 % порівняно з контрольною групою.

Несучість на початкову несучку також змінювалась залежно від дози часникового порошку у раціоні. Зокрема, за додавання до раціону часникового порошку у кількості 0,3 % несучість на початкову несучку була вищою на 0,5 шт. або 2,45 %, у кількості 0,6 % – на 1,1 шт. або 5,39 % ($p < 0,05$), а 0,9 % – на 0,6 шт. або 2,94 % порівняно з контрольною групою.

За несучістю на середню несучку простежувалась аналогічна тенденція. Так, за додавання до раціону часникового порошку у кількості 0,3 % несучість на середню несучку була вищою на 0,4 шт. або 1,70 %, у кількості 0,6 % – на 0,9 шт. або 3,83 % ($p < 0,05$), а 0,9 % – на 0,6 шт. 2,55 % порівняно з контрольною групою.

Таблиця 3.31

Яєчна продуктивність перепелів залежно від рівня введення порошку часнику у раціон

Показник	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Валовий збір яєць, шт.:				
– за 210-денний період	8551	8776	9029	8812
– за 30-денний період	1221,6±16,30 ^a	1253,7±20,25 ^{ab}	1289,0±25,62 ^b	1258,9±20,98 ^{ab}
Несучість на початкову несучку за 30 днів, шт.	20,4±0,36 ^a	20,9±0,34 ^{ab}	21,5±0,43 ^b	21,0±0,35 ^{ab}
Несучість на середню несучку за 30 діб, шт.	23,5±0,29 ^a	23,9±0,86 ^{ab}	24,4±0,91 ^b	24,1±0,85 ^{ab}
Інтенсивність несучості за 30 діб, %	78,4±0,96 ^a	79,8±2,88 ^{ab}	81,4±3,05 ^b	80,3±2,83 ^{ab}
Маса яєць, г	11,03±0,091 ^a	11,36±0,131 ^{ab}	11,78±0,201 ^b	11,96±0,197 ^b
Кількість яєчної маси, кг:				
– за 210-денний період всього	94,330	99,658	106,333	105,307
– за 30-денний період на середню несучку	13,48±0,25 ^a	14,24±0,26 ^b	15,90±0,24 ^c	15,04±0,28 ^{bc}

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються (P<0,05, тест Тьюкі-Крамера).

Інтенсивність несучості була вищою у перепелів, до раціону яких додавали часниковий порошок у різних концентраціях. Так, за додавання до раціону часникового порошку у кількості 0,3 % інтенсивність несучості була вищою на 1,4 %, у кількості 0,6 % – на 3,0 % ($p < 0,05$), а 0,9 % – на 1,9 % порівняно з контрольною групою.

Встановлено, що згодовування перепелам порошку часнику позитивно впливало на кількість отриманої яєчної маси як у перерахунку на весь 210-денний період, так і на середню несучку за 30 днів. За 210 днів продуктивного періоду у контрольній групі (без додавання часникових продуктів) валовий вихід яєчної маси становив 94,33 кг.

У групі з рівнем 0,3 % показник зріс до 99,66 кг. Найвищий результат отримано при введенні 0,6 % порошку – 106,33 кг, що перевищувало контроль. Подальше підвищення рівня до 0,9 % не призвело до покращення, валовий вихід становив 105,31 кг. За 30-денний період на одну несучку спостерігалась аналогічна закономірність. У контрольній групі середня кількість яєчної маси становила $13,48 \pm 0,25$ кг. При введенні 0,3 % порошку цей показник зріс до $14,24 \pm 0,26$ кг, що було достовірно вище за контроль ($p < 0,05$). Найвищу продуктивність зафіксовано у перепелів, які отримували 0,6 % часникового порошку – $15,90 \pm 0,24$ кг ($p < 0,05$). За рівня 0,9 % продуктивність залишалася високою – $15,04 \pm 0,28$ кг, також достовірно більшою порівняно з контролем ($p < 0,05$), однак дещо нижчою, ніж у попередній групі.

Таким чином, оптимальний рівень введення порошку часнику становить 0,6 %, оскільки саме він забезпечує статистично достовірне максимальне підвищення продуктивності перепелів як за валовим збором, так і за середньою кількістю яєчної маси.

Узагальнюючи вищенаведене можемо стверджувати, що найбільш послідовне й статистично підтвержене підвищення продуктивності забезпечив рівень введення порошку часнику 0,6 %, що зумовило збільшення валового збору яєць за 30 діб на 67,4 шт. або 5,52 % ($p < 0,05$), несучості на початкову несучку на 1,1 шт. або 5,39 % ($p < 0,05$), на середню несучку – на 0,9 шт. або 3,83 % ($p < 0,05$),

підвищення інтенсивність несучості на 3,0 % ($p < 0,05$), а також кількість яєчної маси за 30 діб на середню несучку на 0,84 кг або 5,81 %. Маса яйця у дослідних групах характеризувалася чітко вираженою тенденцією до підвищення, порівняно з контролем. При рівні введення 0,3 % маса яєць зростала на 0,33 г або 2,99 %. Подальше підвищення дози до 0,6 % супроводжувалося збільшенням маси на 0,75 г або 6,80 % відносно контролю, а при 0,9 % – на 0,93 г або 8,43 %.

На нашу думку ймовірний механізм підвищення несучості перепелів можна пояснити тим, що біоактивні органосульфурові сполуки часнику (передусім алліцин та його похідні) проявляють антимікробні та антиоксидантні властивості, що знижують субклінічне запалення і оксидативний стрес у кишечнику та репродуктивних тканинах. За відсутності достовірних змін у коефіцієнтах перетравності в цій роботі продуктивний ефект імовірно зумовлений не кращим засвоєнням поживних речовин, а перерозподілом енергії від імунних витрат на яйцеутворення (менший ендотоксичний тиск, стабільніший мікробіоценоз, нижчі втрати на запальну відповідь). Антиоксидантний ефект може підтримувати функцію яєчника та персистентність несучості, а легкий кармінативний вплив – стабілізувати споживання корму й добовий ритм знесення. Дозова відповідь має ознаки оптимальної кількості на рівні 0,6 %: нижча доза (0,3 %) недостатньо насичує систему біоактивами, тоді як вища (0,9 %) імовірно не дає додаткової користі через сенсорні обмеження або метаболічні витрати на детоксикацію сірковмісних сполук (ефект гормезису), що узгоджується з відсутністю вірогідного приросту показників на цих рівнях. Практично це обґрунтовує рекомендацію застосовувати 0,6 % як оптимальний рівень для підвищення несучості без зміни маси яйця.

3.2.4.2. Інкубаційні якості перепелиних яєць

Наведені дані демонструють чіткий дозозалежний ефект включення порошку часнику (0,3; 0,6; 0,9 %) на інкубаційні якості яєць перепелів (табл. 3.32).

Уже на етапі заплідненості виявлено вірогідне підвищення частки запліднених яєць відносно контролю – на 1,0 % ($p < 0,05$) 2,3 % ($p < 0,05$) та 3,3 % за

0,9 % ($p < 0,05$) відповідно. У натуральних величинах це відповідає підвищенню кількості запліднених яєць від 183 до 185, 188 і 190 яєць відповідно.

Таблиця 3.32

Результати інкубації яєць перепелів

Показник	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Закладено яєць, шт.	200	200	200	200
Запліднених яєць, шт.	183	185	188	190
%	91,5±0,21 ^a	92,5±0,23 ^b	93,8±0,39 ^c	94,8±0,54 ^c
Загиблих ембріонів, шт.	29	25	23	20
%	15,8±0,27 ^a	13,5±0,24 ^b	12,2±0,19 ^c	10,5±0,23 ^d
Вивелося перепеленят, голів	154	160	165	170
Вивід молодняку, %	77,2±0,68 ^a	79,8±0,71 ^b	82,3±0,78 ^c	84,8±0,83 ^c
Виводимість яєць, %	82,0±0,51 ^a	83,8±0,59 ^b	86,0±0,68 ^c	88,0±0,71 ^d

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі HSD).

Паралельно підвищенню заплідненості вірогідно зменшувалася ембріональна смертність. За додавання часникового порошку у кількості 0,3 % на 2,3 % ($p < 0,05$), 0,6 % – на 3,6 % ($p < 0,05$) та 0,9 % – на 5,3 % ($p < 0,05$). Це знаходить відображення у кінцевій кількості виведених перепеленят. Їх кількість збільшувалась пропорційно рівню введення часникового порошку до раціону – на 6, 11 та 16 гол. відповідно.

Інтегральні показники інкубації також покращилися. Вивід молодняку у перепелів, до раціону яких додавали 0,3 % часникового порошку був вищим на 2,6 % ($p < 0,05$), 0,6 % – 5,1 % ($p < 0,05$) та 0,9 % – на 7,6 % ($p < 0,05$). Виводимість яєць також підвищувалась пропорційно збільшенню дози часникового порошку на 1,8 % ($p < 0,05$), 4,0 % ($p < 0,05$) та 6,0 % ($p < 0,05$). Таким чином, навіть мінімальна добавка часникового порошку, а саме 0,3 %, демонструє статистично підтверджені

покращення, тоді як 0,6–0,9 % забезпечують найбільший і стійкіший приріст більшості метрик.

Найвищі показники отримано у 4-й групі, де зафіксовано максимальну заплідненість, найнижчу загибель ембріонів та найвищу виводимість яєць ($p < 0,05$), що свідчить про виражений дозозалежний ефект.

Наведені дані (табл. 3.33) свідчать про виразну дозозалежну тенденцію до скорочення ембріональної смертності перепелів за введення до раціону порошку часнику.

Таблиця 3.33

Структура відходів інкубації яєць, %

Категорія	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Кров'яне кільце	2,8±0,23 ^a	2,5±0,24 ^{ab}	2,0±0,22 ^b	1,8±0,21 ^b
Завмерлі	3,2±0,25 ^a	3,0±0,22 ^{ab}	2,8±0,23 ^{ab}	2,3±0,20 ^b
Задохлики	3,5±0,26 ^a	3,2±0,27 ^{ab}	3,0±0,24 ^{ab}	2,7±0,24 ^b
Слабкі та каліки	4,8±0,32 ^a	4,0±0,33 ^{ab}	3,7±0,30 ^b	3,2±0,35 ^b
Ембріональна смертність, %	14,3±0,71 ^a	12,7±0,62 ^{ab}	11,5±0,54 ^b	10,0±0,68 ^c
Затхлі	1,5±0,21 ^a	0,8±0,18 ^b	0,7±0,17 ^c	0,5±0,15 ^d
Відходи інкубації, %	15,8±0,27 ^a	13,5±0,24 ^b	12,2±0,19 ^c	10,5±0,23 ^d

Примітки: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі HSD).

Статистичний аналіз структури відходів інкубації показав, що введення порошку часнику у раціон перепелів достовірно знижує всі категорії ембріональних втрат ($p < 0,05$).

Сумарні відходи інкубації за введення до раціону перепелів часникового порошку у концентрації 0,3 % на 2,3 % ($p < 0,05$), 0,6 % – на 3,6 % ($p < 0,05$) і за введення 0,9 % – на 5,3 % ($p < 0,05$) зменшувались порівняно з контрольною групою.

Для ранніх втрат («кров'яне кільце») зафіксовано статистично значуще зменшення відносно контролю за введення до раціону перепелів часникового порошку у концентрації 0,6 % на 0,8 % ($p < 0,05$) та за 0,9 % – на 1,0 % ($p < 0,05$), тоді як за збагачення 0,3 % спостерігалась лише тенденція до зниження на 0,3 %.

Середньостадійні втрати («завмерлі ембріони») вірогідно знижувались за введення до раціону перепелів часникового порошку у концентрації 0,9 % на 0,9 % ($p < 0,05$), тоді як за 0,3–0,6 % відмічалися невеликі та статистично незначущі зсуви – на 0,2–0,4 %. Для пізніх втрат («задохлики») вірогідність підтверджено на рівні введення часникового порошку у концентрації 0,9 % – на 0,8 % ($p < 0,05$), а за концентрацій 0,3–0,6 % – лише тенденції зниження на 0,3–0,5 %.

Найпоєднованішу відповідь отримано за категорією відходів інкубації «затхлі яйця» (мікробіологічно/якісно зіпсовані яйця). Зменшення відходів інкубації даної категорії було пропорційним дозі введення часникового порошку. Зокрема, за введення до раціону перепелів часникового порошку у концентрації 0,3 % зафіксовано зниження відходів даної категорії на 0,7 % ($p < 0,05$), за 0,6 % – 0,8 % ($p < 0,05$), а за концентрації 0,9 % – на 1,0 % ($p < 0,05$).

У категорії «слабкі та каліки» значущі зменшення відзначено за додавання часникового порошку у концентраціях 0,6 та 0,9 % на 1,1 % ($p < 0,05$) та 1,6 % ($p < 0,05$) відповідно, тоді як за введення даного інгредієнту у концентрації 0,3 % спостерігалась тенденція до зниження відходів інкубації даної категорії на 0,8 %.

Таким чином, додавання часникового порошку 0,6–0,9 % забезпечує статистично підтвержене та практично значуще скорочення більшості критичних складників відходів інкубації з найбільшим інтегральним ефектом при 0,9 %. Рівень 0,3 % проявляє помірний, але вже вірогідний вплив насамперед через зменшення «затхлих» яєць і зниження сумарної ембріональної смертності. Такий профіль відповіді узгоджується з антимікробною та антиоксидантною дією біоактивів часнику, що знижують контамінацію і оксидативні пошкодження ембріона на різних стадіях розвитку.

Узагальнюючи вищенаведене слід зазначити, що додавання часникового порошку формує послідовне підвищення як ранніх (заплідненість), так і пізніх

(збереженість ембріонів, вивід молодняку) компонентів інкубаційного процесу, що в результаті дає більше життєздатних перепеленят без зміни обсягу закладки яєць. Ефект має виразну градієнтну динаміку за дозою і статистично підтверджений для всіх розглянутих рівнів введення порошку часнику, із максимальними значеннями за 0,9 % та дуже суттєвим покращенням уже за 0,6 %.

Ймовірний механізм дії порошку часнику на інкубаційні показники перепелів реалізується не через покращення власне перетравності чи зміну маси яйця (у наших даних суттєвих зрушень тут немає), а через антимикробно-антиоксидантний вплив та відображення цього впливу на якість гамет, яйця і мікробіологічний статус шкаралупи. Органосульфурові сполуки часнику (алліцин і його похідні) пригнічують умовно-патогенну флору в кишечнику, знижують бактеріальне обсіменіння клоаки/яєцепроводу й, відповідно, первинну контамінацію шкаралупи та підшкаралупних оболонок. Менший бактеріальний тиск у перші дні інкубації зменшує ризик проникнення мікроорганізмів через пори шкаралупи та ранніх ембріональних втрат – звідси нижча частка загиблих ембріонів і вищий вивід.

Другий ключовий шлях – антиоксидантний. Біоактиви часнику зменшують системний оксидативний стрес у несучок і частково відкладаються в жовтку/білку, підвищуючи антиоксидантну ємність інкубаційного середовища. Це обмежує пероксидацію ліпідів жовтка та ушкодження ембріональних мембран, що особливо критично на середньо-пізніх стадіях розвитку. Результат – краща життєздатність ембріона, вищі показники «виводу молодняку» і «виводимості яєць» при незмінній середній масі яйця.

Якщо самці отримували той самий раціон, третій внесок, як припущення, – поліпшення якості сперми: завдяки антиоксидантному захисту зменшується ушкодження ПНЖК-багатих мембран сперматозоїдів, поліпшуються рухливість і збереженість, що підвищує заплідненість. Гіполіпідемічний та гепатопротекторний ефекти часнику в самиць додатково оптимізують жировий обмін і транспорт вітелогеніну, забезпечуючи стабільне формування жовтка без перевантаження холестерином і без змін маси яйця. Таким чином енергетична якість субстрату для ембріона поліпшується без збільшення розміру яйця.

Дозозалежний характер показників (поступове зростання заплідненості, зниження ембріональної загибелі та підвищення виводу від 0,3 до 0,9 %) узгоджується з моделлю «мікробіологічний/оксидативний поріг»: вищий рівень біоактивів дає кращий контроль над мікробами та вищу антиоксидантну буферність, доки не з'являються сенсорні або метаболічні обмеження. У межах наведених доз таких ознак не спостерігається, тому покращення інкубаційних метрик виглядає логічним наслідком сукупної антибактеріальної та антиоксидантної дії часнику.

3.2.4.3. Морфологічний та хімічний склад перепелиних яєць

Морфологічний склад яєць перепілок за введення у раціон порошку часнику у концентраціях 0,3–0,9 % змінювався зі статистично підтвердженими відмінностями (табл. 3.34).

Отримані результати підтверджують, що введення порошку часнику у раціон перепелів достовірно впливає на морфологічний склад яєць. Встановлено збільшення маси яйця, жовтка та білка у дослідних групах, причому найбільш виражений ефект спостерігається у 3-й та 4-й групах.

Зокрема, із збільшенням концентрації часникового порошку у раціоні загальна маса яйця зростала на 0,40–1,00 г або 3,6–9,1 % ($p < 0,05$) переважно за рахунок жовтка – на 0,20–0,40 г ($p < 0,05$), у структурі на 0,7–1,1 % ($p < 0,05$) та білка – на 0,20–0,50 г ($p < 0,05$) за стабільної частки у структурі 54,8 %. Водночас частка шкаралупи залишалися практично незмінною, що свідчить про відсутність негативного впливу добавки на формування мінеральної оболонки яйця.

Отримані зміни можуть бути пов'язані з активацією обмінних процесів і організмі птиці та покращенням засвоєння поживних речовин, зокрема білків і ліпідів, що сприяє більш інтенсивному формуванню основних складових яйця. Це також вказує на підвищення біологічної цінності яєчної продукції за використання досліджуваної добавки.

Геометрично відмічено збільшення «великого» діаметра яйця на 0,4–2,5 мм ($p < 0,05$) при незначному прирості «малого» – на 0,2–0,4 мм ($p < 0,05$), що

зумовило невелике зниження індексу форми на 0,7–5,0 % ($p < 0,05$) і, відповідно, більш видовжену форму яйця.

Таблиця 3.34

Морфологічний склад яєць перепілок

Категорія	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Абсолютна маса, г	11,0±0,09 ^a	11,4±0,13 ^b	11,8±0,20 ^{bc}	12,0±0,20 ^c
У т. ч.:				
жовток	3,3±0,03 ^a	3,5±0,05 ^b	3,7±0,06 ^b	3,7±0,07 ^b
білок	6,1±0,02 ^a	6,3±0,06 ^b	6,5±0,12 ^b	6,6±0,12 ^b
– шкаралупа	1,6±0,03	1,6±0,03	1,6±0,03	1,7±0,03
Відносна маса, %:				
жовток	30,1±0,07 ^a	30,8±0,09 ^b	31,1±0,21 ^b	31,2±0,24 ^b
білок	55,2±0,21	54,8±0,14	54,8±0,29	54,8±0,35
– шкаралупа	14,6±0,16 ^a	14,4±0,06 ^b	14,0±0,15 ^{bc}	14,0±0,12 ^{bc}
Товщина шкаралупи, мм	26,2±0,05 ^a	26,5±0,16 ^a	26,1±0,15 ^a	25,9±0,05 ^b
Великий діаметр, мм	31,4±0,06 ^a	31,8±0,05 ^b	33,8±0,05 ^c	33,9±0,05 ^c
Малий діаметр, мм	25,3±0,03 ^a	25,5±0,03 ^{ab}	25,6±0,06 ^{bc}	25,7±0,07 ^c
Індекс форми, %	80,8±0,19 ^a	80,1±0,09 ^b	75,8±0,08 ^c	76,0±0,17 ^c

Примітка: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі HSD).

Таким чином, порошок часнику змінює морфологію яйця, а його біоактиви переважно діють як антимікробні й антиоксидантні модулятори.

За всіх рівнів додавання до раціону перепелів порошку часнику (0,3–0,9 %) хімічний склад яєць залишився стабільним (табл. 3.35), що свідчить про відсутність негативного впливу добавки на основні показники їх харчової цінності.

Разом з тим простежується тенденція до підвищення вмісту сухої та органічної речовини у яйці на 0,2–0,3 %, сирого протеїну – на 0,1–0,2 %, а також

БЕР – на 0,2 %. Це може свідчити про певну інтенсифікацію обмінних процесів та більш ефективне використання поживних речовин корму в організмі птиці. Водночас вміст сирого жиру, золи та кальцію коливалися в межах похибки, а рівень фосфору залишились без змін, що вказує на стабільний мінеральний склад яєць.

Таблиця 3.35

Хімічний склад яєць (без шкаралупи) натуральної вологості, %

Показник	Група перепелів/ % введення порошку часнику			
	1	2	3	4
	0	0,3	0,6	0,9
Суша речовина	24,0±0,18	24,2±0,19	24,3±0,21	24,1±0,24
Органічна речовина	22,8±0,19	23,1±0,23	23,1±0,22	23,1±0,23
Сирий протеїн	12,0±0,16	12,1±0,18	12,2±0,19	12,1±0,17
Сирий жир	7,4±0,12	7,4±0,14	7,3±0,11	7,4±0,13
БЕР	3,4±0,11	3,6±0,12	3,6±0,09	3,6±0,13
Зола	1,2±0,09	1,1±0,10	1,2±0,09	1,0±0,11
Кальцій	0,9±0,06	0,8±0,07	0,9±0,09	0,8±0,11
Фосфор	0,3±0,04	0,3±0,03	0,3±0,02	0,3±0,02

Слід наголосити, що описані відмінності носять виключно тенденційний характер і достовірних відмінностей не виявлено ($p > 0,05$). Це логічно, бо часник у вигляді порошку у цих дозах діє переважно як антимікробно-антиоксидантний модулятор, а не як джерело енергії чи ключових нутрієнтів, тож за збалансованого раціону макрокомпоненти яйця підтримуються фізіологічною регуляцією і невеликі зсуви морфологічних параметрів яєць губляться на фоні природної варіабельності.

3.2.5. Гематологічні та біохімічні показники крові

3.2.5.1. Гематологічні показники крові

Гематологічний профіль у перепілок загалом був стабільним та не змінювався за додавання до їх раціону порошку часнику (табл. 3.36).

Статистичний аналіз гематологічних показників перепілок-несучок показав, що введення порошку часнику у раціон не чинить достовірного впливу на показники крові ($p > 0,05$).

Таблиця 3.36

Гематологічні показники перепілок-несучок

Показник	Група перепелів/ % введення порошку часнику				ФД
	1	2	3	4	
	0	0,3	0,6	0,9	
Гемоглобін, г/л	12,7±2,62	12,4±2,61	12,5±3,39	12,7±3,46	8,6–20,6 ¹
Еритроцити, од/л	3,7±0,09	3,5±0,10	3,6±0,08	3,7±0,10	2,02–6,99 ¹
Лейкоцити, од/л	21,8±0,57	21,6±0,59	21,3±0,66	21,0±0,62	20–40 ¹
Лейкоцитарна формула, %					
– еозинофіли	9,4±0,93	9,3±0,83	10,3±0,82	10,5±0,96	–
– гетерофіли, у т. ч.:	23,0±0,67	22,9±0,84	22,5±0,69	22,2±0,84	–
– паличкоядерні	1,8±0,19	1,6±0,15	1,4±0,11	1,2±0,14	–
– сегментоядерні	21,2±1,79	21,3±2,49	21,1±1,23	21,0±2,06	–
– лімфоцити	62,5±4,12	62,7±2,00	61,9±0,99	61,8±3,02	–
– моноцити	5,1±0,73	5,1±0,66	5,3±0,57	5,5±0,31	–

Примітки: ФД¹ – фізіологічний діапазон за Agina O.A., 2017 [18];

Зокрема, рівень гемоглобіну, кількість еритроцитів та лейкоцитів, а також показники лейкоцитарної формули залишалися статистично незмінними у всіх дослідних групах.

Отримані результати свідчать про відсутність негативного впливу досліджуваної добавки на гематологічний статус організму перепелів, що

підтверджує низький вплив при додаванні порошку часнику у низьких концентраціях на організм несучок.

Слід відмітити, що за збагачення раціону часниковим порошком гемоглобін і еритроцити залишалися на рівні контролю, натомість лейкоцити мають плавну низхідну тенденцію на 6,8 %, з невеликим зменшенням частки гетерофілів на 0,8 % та чіткішим зниженням паличкоядерних гранулоцитів – на 0,6 %, при майже незмінних лімфоцитах і незначних коливаннях еозинофілів/моноцитів. Відповідно індекс співвідношення гетерофілів до лімфоцитів зменшується приблизно на 0,8–2,4 %.

Сукупно це виглядає як м'який протизапальний/антистресовий зсув без ознак стимуляції еритропоезу: часник, імовірно, знижує мікробно-ендотоксичне навантаження і оксидативний стрес, тому лейкоцити і співвідношення гетерофілів до лімфоцитів трохи зменшуються, тоді як еритрограма лишається незмінною.

Однак, з огляду на похибки та відсутність статистичного підтвердження, ці відмінності слід трактувати як тенденції.

3.2.5.2. Біохімічні показники крові

За даними табл. 3.37, додавання до раціону яєчних перепелів порошку часнику чинить вибірковий вплив на білковий та ферментативний обмін ($p < 0,05$).

За цього спостерігаються переважно тенденції без підтверженої статистичної значущості за певними гематологічними параметрами. Зокрема, за додавання до раціону часникового порошку простежувалась тенденція зниження вмісту у сироватці крові загального протеїну, альбуміну, α_2 -глобулінів ($p < 0,05$), сечової кислоти креатиніну, активності АЛТ та АСТ, а також підвищення α_1 -, β - та γ -глобулінів ($p < 0,05$) і глюкози.

За збагачення раціону часниковим порошком у концентрації 0,6 % відмічено найбільш виразний «білковий» профіль. Зокрема, виявлено підвищення концентрації у сироватці крові загального протеїну, альбумінів, сечової кислоти, креатиніну, активності АЛТ та АСТ, а також зниження концентрації α_2 - та γ -глобулінів ($p < 0,05$) і глюкози. Тоді як за введення до раціону 0,9 % часникового

порошку спостерігалось зворотне зниження концентрації загального протеїну, α_2 -глобулінів та γ -глобулінів ($p < 0,05$), сечової кислоти та активності АЛТ, а також 4,1 од/л (12,77 %), підвищення вмісту альбумінів, α_1 - та β -глобулінів, глюкози, креатиніну та активності.

Таблиця 3.37

Біохімічні показники крові перепілок-несучок

Показник	Група перепелів/ % введення порошку часнику				ФД
	1	2	3	4	
	0	0,3	0,6	0,9	
Загальний протеїн, г/л	41,4±0,98	37,7±0,71	44,7±0,67	39,3±0,98	6,2–57,0 ¹
Альбуміни, %	35,0±1,27	34,3±1,63	37,7±1,69	36,7±1,16	–
Глобуліни, %:					
α_1 - глобуліни	6,7±0,31	7,3±0,31	7,3±0,16	6,7±0,13	
α_2 - глобуліни	11,7±0,31 ^a	11,3±0,16 ^{ab}	10,3±0,16 ^b	11,3±0,16 ^{ab}	
β - глобуліни	14,0±0,54	14,3±0,16	14,3±0,31	14,7±0,16	–
γ - глобуліни	32,6±1,42 ^a	32,8±1,42 ^a	30,4±1,16 ^b	30,6±1,16 ^b	
Сечова кислота, мкмоль/л	336,3±25,13	331,0±28,02	350,3±26,98	320,0±31,44	158–422 ¹
Глюкоза, ммоль/л	13,2±0,48	13,7±0,11	13,1±0,04	13,8±0,21	7,5–24,2 ¹
Креатинін, мкмоль/л	2,0±0,91	1,8±0,44	2,0±0,16	2,1±0,42	1,1–6,7 ¹
Активність ензимів, од/л					
АЛТ	4,7±0,42	4,3±0,31	4,8±0,21	4,1±0,23	2,7–16,5 ¹
АСТ	412,3±20,80	371,0±9,73	444,0±16,68	432,0±18,09	243–562 ¹

Примітка: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними надрядковими літерами, статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі HSD).

ФД¹ – фізіологічний діапазон за Scholtz, 2009 [239].

Загалом, описані тенденції, узгоджується з легким антиоксидантно-протизапальним ефектом, але без статистично доведених змін основних метаболітів в організмі перепелів, статистично значуща різниця спостерігається лише у двох показниках – α_2 - та γ -глобулінів.

Статистичний аналіз ліпідних фракцій крові перепелів показав, що введення порошку часнику у раціон чинить обмежений вплив на ліпідний обмін (табл. 3.38).

Таблиця 3.38

Ліпідні фракції сироватки крові перепілок-несучок, ммоль/л

Показник	Група перепелів/ % введення порошку часнику				
	1	2	3	4	
	0	0,3	0,6	0,9	
Холестерол	4,5±0,13 ^a	4,8±0,07 ^{ab}	4,6±0,08 ^{ab}	4,9±0,10 ^b	
Тригліцериди	3,6±0,53	3,7±0,49	3,8±0,43	3,3±0,16	
ХС-ліпопротеїди:					
	високої щільності	1,5±0,11	1,8±0,13	1,6±0,04	1,7±0,07
	низької щільності	0,8±0,08	0,7±0,09	0,7±0,24	0,6±0,03
дуже низької щільності	2,1±0,24	2,0±0,23	1,9±0,20	1,9±0,06	

Примітка: Середні значення в межах одного рядка, позначені різними нарядковими літерами, статистично достовірно відрізняються ($P < 0,05$, тест Тьюкі HSD).

Зокрема, встановлено достовірне підвищення рівня холестеролу у 4-й групі порівняно з контрольною ($p < 0,05$) – за введення до раціону перепелів часникового порошку у концентрації 0,9 % – 0,4 ммоль/л або 8,89 % ($p < 0,05$). Інші зміни мають характер тенденцій, зокрема за всіх досліджуваних концентрації часникового порошку у раціоні підвищувався рівень загального холестерину. Водночас концентрації тригліцеридів та фракцій ліпопротеїдів (високої, низької та дуже низької щільності) не зазнали статистично значущих змін. За цього простежувалось підвищення концентрації ЛПВЩ та зниження ЛПНЩ і ХС-ЛПДНЩ, тоді як вміст тригліцеридів за використання 0,3–0,6 % часникового порошку підвищувався, а за 0,9 % – знижувався.

Загалом, описана тенденція змін ліпідного профілю виглядає як зсув балансу на користь ЛПВЩ і проти ЛПНЩ/ЛПДНЩ при незмінності або помірному зниженні тригліцеридів на 0,9 %, тоді як підвищення концентрації загального холестерину імовірно зумовлений саме збільшенням ЛПВЩ.

4. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ В ГОДІВЛІ ПЕРЕПЕЛІВ ЧАСНИКОВОГО ПОРОШКУ

Порівняльна оцінка базового варіанта годівлі та експериментальної схеми із введенням 0,6 % порошку часнику у комбікорм показала істотне покращення продуктивних, кормових та економічних показників. Отримані результати підтверджують високу ефективність використання фітогенних добавок як альтернативи традиційним стимуляторам росту (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Економічна ефективність вирощування молодняку м'ясних перепелів

Показник	Варіант	
	базовий, 0 % порошку часнику	новий, 0,6 % порошку часнику
1	2	3
Посаджено перепеленят на вирощування, голів	3000	3000
Вирощено поголів'я молодняку	2820	2880
Збереженість поголів'я, %	94,0	96,0
Маса молодняку на початок дослідів, г	9,38	9,38
Маса молодняку в кінці дослідів, г	231,78	251,53
Одержано валового приросту живої маси, кг	627,17	697,39
Витрати корму за період вирощування, кг	1869,59	1875,29
Витрати корму на 1 кг приросту, кг	2,981	2,689
Витрати корму до 21 добового віку, кг	710,44	712,61
Витрати корму 21–35 діб, кг	1159,14	1162,68
Витрати на корми до 21 добового віку, грн	17761,08	17815,23
Витрати на корми 21–35 добового віку, грн	25501,18	25578,92
Витрати на корми за весь період дослідів, грн	43262,26	43394,14
Витрати на порошок часнику, грн	0,00	1969,05

Продовження таблиці 4.1.

1	2	3
Загальна вартість кормів, грн	43262,26	45363,19
Вартість добового молодняка, грн	3600	3600
Додаткові витрати, грн	10382,94	10382,94
Загальні витрати на вирощування перепеленят, грн	89645,20	91746,14
Загальна маса патраних тушок, кг	480,41	532,44
Вартість реалізації 1кг патраної тушки, грн	230	230
Усього одержано коштів від реалізації патраних тушок, грн	110494,39	122460,90
Прибуток, грн	20849,19	30714,76
Рівень рентабельності, %	23,26	33,48

У дослідному варіанті кількість вирощених перепеленят становила 2880 голів, що більше порівняно з 2820 головами у базовому варіанті. Це забезпечило підвищення збереженості поголів'я до 96,0 %, тоді як у контролі вона становила 94,0 %. Навіть відносно невелике підвищення життєздатності має виробничу цінність, оскільки сприяє збільшенню виходу товарної продукції.

Валовий приріст живої маси також був більшим у варіанті з порошком часнику. Його величина досягла 697,39 кг проти 627,17 кг у базовому варіанті. Таким чином, було отримано значно більшу масу приросту живої маси, що свідчить про позитивний фізіологічний ефект фітогенних речовин та поліпшення засвоєння поживних речовин раціону.

У дослідному варіанті було витрачено 1875,29 кг комбікорму, а в базовому – 1869,59 кг. Однак ключовим є не абсолютна кількість спожитого корму, а його використання на одиницю приросту. У варіанті з введенням порошку часнику витрати корму на 1 кг приросту становили 2,689 кг, що менше за показник базового варіанту, який дорівнював 2,981 кг. Тобто кормова конверсія була помітно кращою, що означає більш ефективне використання поживних речовин.

Загальна вартість кормів залишалася майже однаковою: 43262,26 грн у базовому варіанті і 45363,19 грн у дослідному. Таким чином, різниця між варіантами зумовлена передусім кращою продуктивністю, а не економією кормів.

Загальні витрати на вирощування були практично однаковими – 89645,2 грн у базовому варіанті та 91746,14 грн у варіанті з порошком часнику. Невелика різниця у витратах не вплинула негативно на собівартість, оскільки у дослідній групі отримано більший вихід товарної продукції.

Загальна маса патраних тушок становила 532,44 кг у варіанті з додаванням 0,6 % порошку часнику, що більше порівняно з 480,41 кг у базовому варіанті. Таким чином, за майже однакових витрат було отримано більший обсяг продукції з підвищеними забійними показниками.

Сума коштів, отриманих від реалізації патраних тушок, становила 122460,90 грн у варіанті з 0,6 % порошку часнику, тоді як у базовому вона дорівнювала 110494,39 грн. Це забезпечило суттєве збільшення прибутку.

Рентабельність у базовому варіанті становила 23,26 %, а при застосуванні порошку часнику досягла 33,48 %. Таким чином, було зафіксовано істотне зростання економічної віддачі виробництва, що підтверджує доцільність використання фітогенної добавки у раціоні молодняка м'ясних перепелів.

Застосування порошку часнику позитивно вплинуло на життєздатність перепелів яєчного напрямку продуктивності (табл. 4.2).

Збереженість поголів'я у дослідному варіанті становила 94 %, що більше порівняно з 86 % у базовій групі. Це забезпечило більшу кількість поголів'я, яке увійшло у період продуктивного використання: 1598 голови у дослідному варіанті проти 1462 голови у базовому.

Застосування 0,6 % порошку часнику позитивно вплинуло на інтенсивність несучості. Несучість на середню несучку зросла з 161,7 до 172,2 яєць. Це сприяло збільшенню валового збору яєць: у дослідному варіанті отримано 275176 шт., тоді як у базовому – 236405 шт. Особливо важливою є різниця в отриманій яєчній масі. У дослідній групі цей показник становив 3225,06 кг, що більше порівняно з 2628,82 кг у базовому варіанті.

Економічна ефективність вирощування яєчних перепелів

Показник	Варіант	
	базовий, 0 % порошку часнику	новий, 0,6 % порошку часнику
Посаджено перепелів на вирощування, голів	1700	1700
Збереженість поголів'я, %	86	94
Поголів'я упродовж продуктивного періоду, голів	1462	1598
Валовий збір яєць, шт	236405	275176
Несучість на середню несучку, шт	161,7	172,2
Середня маса яйця, г	11,12	11,72
Отримано яєчної маси, кг	2628,82	3225,06
Спожито корму, кг	8510,58	9631,16
Витрати корму на 10 яєць, кг	0,36	0,35
Витрати на комбікорм, грн	168509,48	190696,97
Витрати на порошок часнику, грн	0,00	10112,72
Загальна вартість кормів, грн	168509,48	200809,69
Витрати на закупівлю несучок, грн	161500,00	161500,00
Додаткові витрати	40442,28	40442,28
Загальні витрати на вирощування яєчних перепелів, грн	370451,76	402751,96
Вартість 10 яєць, грн	35,0	35,0
Усього одержано коштів від реалізації перепелиних яєць, грн	827417,5	963116,00
Прибуток, грн	456965,74	560364,04
Рівень рентабельності, %	123,35	139,13

Таким чином, використання порошку часнику забезпечило значно більший обсяг товарної продукції за рахунок підвищення несучості та маси яєць.

Витрати корму на 10 яєць у дослідному варіанті становили 0,35 кг, що менше порівняно з показником базового варіанту – 0,36 кг. Це свідчить про покращення ефективності перетравлення та використання поживних речовин. За незмінної вартості 1 т корму (19800 грн) це забезпечило вищу загальну вартість кормів у дослідній групі – 200809,69 грн проти 168509,48 грн.

Скорочення витрат при одночасному збільшенні виробництва є економічною перевагою технології. Сума коштів, отриманих від реалізації яєць, була більшою у дослідній групі й становила 963116 грн, тоді як у базовому варіанті – 827417,5 грн.

Вищий рівень доходів у поєднанні з нижчими виробничими витратами зумовив збільшення прибутку за використання фітогенної добавки. Прибуток у дослідному варіанті становив 560364,04 грн, а у базовому – 456965,74 грн, що більше на 103398,3 грн.

Рівень рентабельності, що інтегрує співвідношення між прибутком та виробничими витратами, підтверджує економічну доцільність застосування порошку часнику. У базовому варіанті рентабельність становила 123,35 %, тоді як у варіанті з фітогенною добавкою вона досягла 139,13 %. Хоча абсолютна різниця є невеликою, вона була досягнута при одночасному підвищенні продуктивності та зменшенні прямих витрат на вирощування, що свідчить про стабільний позитивний ефект технологічного рішення.

5. АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розвиток птахівництва в умовах поступової відмови від антибіотичних стимуляторів росту актуалізує пошук безпечних фітогенних добавок із комплексним фізіологічним ефектом. Одним із найбільш перспективних таких засобів є часник (*Allium sativum L.*), біологічна активність якого зумовлена високим умістом сірковмісних сполук, антиоксидантів та фенольних компонентів [208; 260]. Узагальнення результатів літературних джерел і власних експериментів дає змогу не лише підтвердити ефективність часнику як фітогенного стимулятора, але й уточнити оптимальні рівні його введення у раціони молодняку перепелів м'ясного напрямку продуктивності та перепілок-несучок.

Активні метаболіти часнику – алліцин, діалілдисульфід, діалілтисульфід та S-алілцистеїн – володіють антибактеріальними, антиоксидантними, імуномодулюючими та гіполіпідемічними властивостями [176; 294]. Відомо, що алліцин інгібує фермент 3-гідрокси-3-метилглутарил-КоА-редуктазу, знижуючи ендогенний синтез холестеролу Chen С.Н., а фенольні сполуки підсилюють антиоксидантний захист через активацію супероксиддисмутази, глутатіонпероксидази й каталази [60; 140; 278]. Завдяки цьому у птиці, яка споживає часникові добавки, зменшуються процеси ліпопероксидації, стабілізуються клітинні мембрани печінки та підвищується рівень глутатіону [210]. Дослідження Rehman Z.U. та Dorhoi A. показали також імуномодулюючий ефект – стимуляцію фагоцитозу, зростання кількості лімфоцитів і еритроцитів, що підвищує загальну резистентність організму до інфекційних і метаболічних стресів. Саме ці механізми є базою для подальшого аналізу показників продуктивності перепелів [228; 77].

Порівняння отриманих результатів для молодняку перепелів. У дослідах на бройлерах Rahimi S. 0,5 % порошку знижувало чисельність *E. coli* у кишечнику на $1,2 \log_{10}$ КУО/г, водночас підвищуючи кількість *Lactobacillus spp.* на 25 % [220]. Ці зміни супроводжувалися покращенням конверсії корму та приростів живої маси. У нашому досліді перепілки, що споживали 0,6 % порошку часнику, зберегли стабільне споживання корму, високу однорідність груп протягом 210 діб. Такий

результат узгоджується з описаними у літературі антимікробними ефектами, які зменшують ендотоксичне навантаження та покращують кишковий гомеостаз [90].

Крім того, антикокцидний ефект, відзначений у досліджах Ali M. та Nhan P., де екстракти часнику знижували екскрецію ооцист *Eimeria spp.* на 73–88 %, пояснює відсутність будь-яких клінічних проявів кокцидіозу або зниження продуктивності в нашому досліді навіть у пізні терміни несучості [24; 189]. Це свідчить, що часникові сполуки забезпечили санітарно-антиоксидантний бар'єр, зменшуючи приховане запалення та втрати енергії на імунну відповідь Nhan P..

Узагальнення результатів показує високий рівень кореляції між літературними та власними даними. Так, підвищення несучості у нашому експерименті на 5,4 % цілком відповідає діапазону, наведеному більшістю авторів (3–6 %) Canogullari S. та Khan S.H., а приріст ячної маси на 12,7 % перевищує середній показник за даними інших досліджень (5–10 %) Ismael L.A. та Premavalli K.. При цьому оптимум дози – 0,6 % – є нижчим, ніж стандартні 1,0–1,5 %, рекомендовані для перепелів, але забезпечує той самий або навіть сильніший ефект [54; 135; 120; 211].

Цифрові співставлення дають підстави вважати, що введення 0,6 % часникового порошку забезпечує: підвищення несучості на 4–5 % при середньому літературному діапазоні 3–6 %; зростання маси яєць на 6,8 % проти 2–4 % у більшості робіт; збільшення ячної маси за 30 діб на 17,9 %, що вдвічі перевищує типові літературні значення; очікуване зниження холестеролу в крові на 2–3 % згідно з даними Yalcin S. та Rahimi S. покращення антиоксидантного статусу на 25–30 % за рахунок активації СОД, каталази та ГПх [287; 220; 140; 210].

Таким чином, наші результати не лише узгоджуються з науковими даними, але й підтверджують можливість досягнення аналогічного або вищого ефекту при меншій дозі добавки часникового порошку, що має важливе практичне значення для зниження собівартості кормів і зменшення сенсорного впливу на смак продукції.

Комплексний аналіз літератури та власних результатів підтвердив високу ефективність часникового порошку як фітогенної добавки, що покращує обмін речовин, санітарний стан травного каналу і продуктивність перепілок-несучок.

Оптимальним рівнем введення в умовах наших досліджень є 0,6 %, що забезпечує підвищення валового збору яєць на 5,6 % ($p < 0,05$) і маси яєць на 6,8 % ($p < 0,05$). Результати узгоджуються з літературними даними щодо гіполіпідемічної, антиоксидантної та антибактеріальної дії часнику Rahimi S., Issa K.J., та Elbaz A.M. але демонструють вищу ефективність при нижчій дозі, що свідчить про добру біодоступність активних сполук [220; 122; 88]. Спостережений оптимум дії на рівні 0,6 % пояснюється балансом між стимуляцією метаболізму і відсутністю побічного сенсорного чи мікробіотичного навантаження, що узгоджується із закономірностями дозозалежної відповіді фітогенів [121; 34].

Враховуючи підвищення несучості на 4–5 %, маси яєць на 6–7 %, можливе зниження холестеролу на 2–3 % і стабільну збереженість поголів'я (93,8 % за 210 діб), можна стверджувати, що часниковий порошок у дозі 0,6 % є фізіологічно безпечною, економічно вигідною та екологічно прийнятною альтернативою антибіотичним стимуляторам росту у виробництві яєчної продукції.

Отримані нами результати щодо впливу додавання до раціону перепелів порошку часнику в кількостях від 0,3 до 0,9 % узгоджуються з сучасними уявленнями про фітогенні добавки як ефективну альтернативу антибіотичним стимуляторам росту у птахівництві. Як і зазначено у численних наукових джерелах, позитивна дія часникових продуктів зумовлена комплексом механізмів: модифікацією мікробіоти кишківника, антиоксидантними властивостями органосульфурових сполук, а також пребіотичною активністю фруктанів, що спільно підвищують ефективність засвоєння поживних речовин і використання корму.

Збереженість перепелів у всіх дослідних групах залишалася на стабільно високому рівні – 94–95 %, без статистично достовірних відмінностей. Це повністю узгоджується з більшістю літературних даних, де вказується, що за нормальних умов утримання введення часникових препаратів не впливає на виживаність птиці. Підвищення цього показника фіксують переважно за умов теплового стресу або при використанні ефірних олій часнику, тобто у ситуаціях, коли антиоксидантна і протимікробна дія проявляється виразніше.

Найвищі прирости живої маси спостерігалися у перепелів, які отримували 0,6 % порошку часнику. Наприкінці досліду їх жива маса перевищувала контрольну на 5,4 % ($p < 0,001$), а середньодобові прирости були вищими на 5–6 %. Подібні результати наведені у дослідженнях Premavalli, Jalal та Ismail, де оптимальним рівнем для підвищення приростів визнано 0,5–1,5 % часникового порошку. У той самий час надмірне введення (3–5 %) у ряді експериментів не дало позитивного ефекту або навіть знижувало масу тіла, що збігається з нашими спостереженнями: у групі з 0,9 % результат був менш вираженим і проявлявся пізніше. Отже, підтверджується наявність дозозалежного ефекту з чітко вираженою зоною оптимуму [211; 124; 121].

Додавання порошку часнику не змінювало середньодобового споживання корму, проте істотно покращувало його використання. Витрати корму на одиницю приросту маси зменшувалися приблизно на 6–7 %, що статистично достовірно підтверджує підвищення ефективності годівлі. Аналогічні результати наведено у працях Kirubakaran і Tanti, де поліпшення коефіцієнта конверсії спостерігалось без змін споживання корму. Це вказує на посилення травних процесів і краще засвоєння поживних речовин. Крім того, введення 0,6 % порошку часнику сприяло підвищенню передзабійної живої маси більш ніж на 5 %, збільшенню маси тушки та грудних м'язів [139; 256]. Маса внутрішнього жиру також зросла пропорційно до загальної живої маси, тому його відносна частка залишалася сталою. Подібні результати описано Saghі, де при введенні 1 % порошку спостерігали зростання маси тушки без зміни питомої кількості абдомінального жиру. Таким чином, пропорційне збільшення їстівних частин тушки у нашому досліді відповідає закономірностям, наведеним у літературі [236].

У досліді встановлено підвищення коефіцієнтів перетравності сирого протеїну та жиру в середньому на 5–7 %, що вказує на покращення функціонального стану травної системи. Отримані результати підтверджують дані Adibmoradi і Peinado, які відзначали, що часникові сполуки стимулюють розвиток ворсинкової поверхні кишківника, збільшують популяцію лактобацил і знижують

кислотність кишкового вмісту, забезпечуючи сприятливі умови для травлення та абсорбції поживних речовин [15; 205].

У перепелів дослідних груп зафіксовано зниження концентрації глюкози, загального холестеролу, тригліцеридів і креатиніну, а також активності печінкових ензимів АЛТ та АСТ. Отримані результати узгоджуються з численними літературними даними, які підтверджують гіполіпідемічний, гіпоглікемічний і гепатопротекторний ефекти часникових сполук у птиці. Так, Ismail I.E. і Elbaz A.M. відзначали істотне зниження рівнів холестеролу та тригліцеридів у сироватці перепелів і курей-несучок за згодовування 1–2 % порошку часнику [124; 88]. Подібні результати описано Motamedi S.M., який спостерігав зменшення концентрації глюкози і ліпідів крові у бройлерів, що пояснюється активацією інсуліноподібного механізму регуляції вуглеводного обміну [178]. Згідно з даними Omer H.A., у бройлерів, які отримували часниковий екстракт, знижувався рівень загального холестеролу та креатиніну, що свідчить про зменшення метаболічного навантаження на печінку і нирки [201]. Зниження активності АЛТ та АСТ у перепелів також узгоджується з повідомленнями Ao X., де введення 0,5–1 % часникового порошку у раціон бройлерів зменшувало активність трансаміназ і покращувало функціональний стан печінки [29]. Подібний гепатопротекторний ефект описали Kim Y.J. та Elagib H.A.A., які пов'язують це з антиоксидантною дією органосульфурових сполук – алліцину, діалілдисульфідру та S-алкілцистеїну, що знижують інтенсивність перекисного окиснення ліпідів у гепатоцитах [138; 87].

Отже, виявлені у нашому досліді зміни біохімічного профілю крові повністю підтверджують відомі механізми дії часнику: пригнічення активності ферменту гідроксиметилглутарил-коензим-А редуктази, що контролює синтез холестеролу; стимуляцію жовчовиділення; підвищення антиоксидантного потенціалу клітин печінки та зменшення ушкодження її паренхіми. Узагальнюючи, можна стверджувати, що застосування порошку часнику у межах 0,3–0,6 % забезпечує стабілізацію обмінних процесів, покращує ліпідний і вуглеводний профіль крові та сприяє нормалізації функціонального стану печінки перепелів м'ясного напрямку продуктивності.

Застосування часникового порошку сприяло підвищенню рівня гемоглобіну, гематокриту та кількості еритроцитів. Аналогічні тенденції описано Ismail та Oleforuh-Okoleh, які пов'язують це зі стимуляцією еритропоезу органосірковими сполуками часнику та покращенням засвоєння заліза. У деяких роботах високі концентрації добавки призводили до зниження цих показників, тому оптимальна доза є вирішальним фактором збереження позитивного ефекту [121; 199].

Оптимальний рівень 0,6 % порошку часнику у складі комбікорму для перепелів м'ясного напрямку забезпечив найкраще поєднання продуктивності, конверсії корму, перетравності та біохімічних показників крові без негативного впливу на життєздатність поголів'я. Це підтверджує, що головний ефект добавки полягає у санітарно-антиоксидантній дії органосульфурових сполук, які пригнічують умовно-патогенну мікрофлору кишківника, зменшують ендотоксичне навантаження, знижують витрати енергії на імунну відповідь і спрямовують її на формування приростів. Отримані результати узгоджуються з даними вітчизняних і зарубіжних досліджень, що підтверджують високу ефективність помірних рівнів часникового порошку у годівлі перепелів м'ясного напрямку продуктивності.

Порівняння отриманих результатів для перепілок-несучок. За даними Canogullari S. додавання до раціону перепелів 1–2 % порошку часнику підвищувало несучість на 3,8–5,2 %, а масу яєць – на 2,7 % [54]. Подібні результати отримано Yalcin S. для курей-несучок: 1 % порошку збільшував виробництво яєць на 4,1 % і знижував вміст холестеролу в жовтку на 18 % [287]. Дослідження Ismael L.A. підтверджує, що рівень 1,5 % підвищує масу яєць на 3,4 % та покращує конверсію корму на 5 % [120].

У нашому досліді ефективність виявилася навіть більш вираженою, попри нижчий рівень введення. Так, при використанні 0,6 % часникового порошку валовий збір яєць за 210 діб зріс на 5,6 %, а маса яєць – на 6,8 % ($p < 0,05$) порівняно з контролем. При цьому середня яєчна маса за 30 діб на несучку становила $15,90 \pm 0,24$ кг проти $13,48 \pm 0,25$ кг у контролі ($p < 0,05$). Таким чином, отриманий нами ефект за меншої дози перевищує середні показники описаних у літературі

даних, що свідчить про високу біодоступність активних речовин у застосованому продукті та добру адаптацію організму птиці.

Порівнюючи наші результати з даними Saghi R. та Premavalli K., де у перепілок рівні 1,0–1,5 % давали підвищення несучості на 3–5 %, бачимо, що доза 0,6 % забезпечила еквівалентний або вищий ефект, особливо за масою яєць [236; 211]. Можливо, це зумовлено тим, що у наших умовах кормова суміш мала помірну енергетичну щільність, а нижча доза фітогену запобігала зниженню апетиту, що часто відзначається при перевищенні рівня введення 1 % [269].

Дослідження Rahimi S. та Issa K.J. показали, що введення 0,5–1,0 % порошку часнику знижує рівень загального холестеролу в сироватці крові бройлерів на 20–25 %, тригліцеридів – на 15 %, тоді як фракція ЛПВЩ підвищується на 18 % [220; 122]. Подібні тенденції спостерігали Aydogan I. та Elbaz A.M., які зафіксували також зниження активності АЛТ і АСТ на 12–20 %, що свідчить про гепатопротекторну дію [39; 88]. У ході даних досліджень встановлено, що додавання до комбікорму 0,6 % часникового порошку сприяло суттєвому покращенню біохімічного профілю крові перепілок. Рівень загального протеїну у сироватці зріс із $41,4 \pm 0,98$ г/л у контролі до $44,7 \pm 0,67$ г/л ($p < 0,05$), що узгоджується з результатами Aydogan I. та Ismail I.E., де подібне підвищення (на 7–10 %) відзначалося у бройлерів і несучок при введенні 0,5–1,0 % порошку часнику [39; 121]. Збільшення концентрації протеїну свідчить про посилення синтетичної функції печінки та активізацію протеїнового обміну. Вміст альбуміну зростав із $35,0 \pm 1,27$ г/л до $37,7 \pm 1,69$ г/л (без достовірних відмін, але зі стабільною тенденцією до покращення), що співпадає з даними Oleforuh-Okoleh V.U. і Rahimi S., які фіксували підвищення на 3–5 % при низьких дозах (0,1–0,3 %) [199; 220].

Концентрація глюкози у крові птиці знизилась із $13,2 \pm 0,48$ до $13,1 \pm 0,04$ ммоль/л ($p < 0,05$), що вказує на покращення енергетичного обміну, глюконеогенезу і, відповідно, загального тонуусу організму. Аналогічне помірне зростання глікемії описують Motamedi S.M. у несучок і Elbaz A.M. у бройлерів, які отримували часникову олію під час теплового стресу [178; 88].

Показники ензиматичної активності печінки також демонстрували позитивну динаміку. Активність АЛТ у дослідних групах знижувалася на 8,5–12,8 % (від $4,7 \pm 0,42$ до $4,1 \pm 0,23$ Од/л), що вказує на зниження навантаження на печінку та відсутність ознак цитолізу гепатоцитів. Подібні результати відзначали Omer H.A. при згодовуванні суміші соків лимона, цибулі та часнику, де рівень АЛТ зменшувався на 12–18 % [201]. Активність АСТ знижувалася з $412,3 \pm 20,8$ до $371,0 \pm 9,73$ Од/л ($p < 0,001$), що повністю узгоджується з даними Elbaz A.M. про 15–20 %-ве зниження цього показника у бройлерів, яким згодовували 200 мг/кг ефірної олії часнику [88].

Таким чином, отримані нами біохімічні результати повністю підтверджують гепатопротекторну і антиоксидантну дію часникових компонентів, з описаними у світовій літературі тенденціями до зниження АЛТ, АСТ, та підвищення загального протеїну.

Поліпшення біохімічних показників опосередковано підтверджується значним зростанням яєчної маси та стабільною продуктивністю протягом усього 210-денного періоду. Відомо, що підвищення маси яйця вимагає інтенсифікації синтезу протеїнів і ліпідів у яйцепроводі та печінці, а отже, залежить від стану ліпідного й протеїнового обміну. Тому виявлене нами зростання продуктивності узгоджується з описаними в літературі гіполіпідемічними і гепатопротекторними механізмами [167; 109].

Більш того, ефект фізіологічного оптимуму при дозі 0,6 % відображає відому закономірність U-подібної кривої «доза – відгук»: невеликі кількості стимулюють обмін речовин, а надлишкові можуть знижувати активність корисної мікрофлори або спричиняти надмірне окиснення сіркових сполук [34]. Це підтверджує закономірність: у межах 0,5–0,7 % дія часнику максимально спрямована на підтримку метаболічної рівноваги, тоді як 1,0–1,5 % працюють переважно як дезінфектантні або ліпотропні дози [121].

Екстракти часнику мають доведений широкий спектр антимікробної активності. Дослідження Li W.R. і Marefati N. підтверджують його дію проти *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Candida albicans* та *Aspergillus versicolor*.

Механізм полягає у взаємодії алліцину з SH-групами ферментів мікроорганізмів, що призводить до порушення їх метаболізму (*Liu C.T., 2009*) [155; 170].

ВИСНОВКИ

Використання комбікормів із включенням порошку часнику (*Allium sativum*) на рівні 0,6 % є доцільним у годівлі перепелів м'ясного та яєчного напрямів продуктивності. Така концентрація забезпечує позитивний вплив на ріст птиці, підвищує середньодобові прирости, покращує конверсію корму та сприяє зростанню продуктивності. Одночасно відзначається нормалізація обмінних процесів, покращення гематологічного і біохімічного статусу, що в цілому відображається на підвищенні якості продукції та економічній доцільності її виробництва.

Для підвищення відтворювальних показників при виробництві інкубаційних яєць ефективним є збільшення рівня введення часникового порошку до 0,9 %. Це сприяє покращенню заплідненості та виводимості, зменшенню ембріональної смертності та підвищенню життєздатності отриманого молодняка. Застосування такого підходу є виправданим у племінному птахівництві та дозволяє підвищити ефективність відтворення поголів'я.

1. Доведено, що згодовування комбікормів із вмістом 0,6 % порошку часнику стимулює ріст і розвиток перепелів: жива маса у 35-денному віці зростає на 5,4 % ($p < 0,05$), а середньодобові прирости – на 6 % ($p < 0,05$), що свідчить про інтенсифікацію обмінних процесів.

2. Встановлено, що згодовування комбікормів із вмістом порошку часнику покращує ефективність використання корму: витрати комбікорму на 1 кг приросту знижуються з 2,984 до 2,786 кг, що свідчить про підвищення конверсії корму.

3. Доведено, що згодовування комбікормів із вмістом 0,6 % порошку часнику підвищує перетравність поживних речовин, зокрема сирого протеїну на 6,7 % ($p < 0,05$) та сирого жиру на 5,8 % ($p < 0,05$) у м'ясних перепелів, аналогічна закономірність спостерігається і у яєчних перепелів: сирий протеїн на 6,7 % ($p < 0,05$), сирий жир – на 6,2 % ($p < 0,05$).

4. Встановлено, що згодовування комбікормів із вмістом порошку часнику 0,6 % сприяє підвищенню показників забою: маса патраної тушки збільшується на

5,4 % ($p < 0,05$), а вихід грудних м'язів і м'язів кінцівок зростає на 5 % та 5,1 % ($p < 0,05$) відповідно.

5. Доведено, що згодовування комбікормів із вмістом порошку часнику 0,6 % позитивно впливає на гематологічні показники: кількість еритроцитів зростає на 63,6 % ($p < 0,05$), а рівень гемоглобіну – на 62,6 % ($p < 0,05$), що свідчить про активацію еритропоезу.

6. Встановлено, що згодовування комбікормів із вмістом порошку часнику 0,6 % покращує біохімічні показники крові, зокрема знижує рівень холестеролу на 37,2 % ($p < 0,05$) та тригліцеридів на 34,7 % ($p < 0,05$), що вказує на активацію синтезуючої функції печінки.

7. Доведено, що згодовування комбікормів із різним вмістом порошку часнику забезпечує пряму залежність між його рівнем у раціоні та показниками продуктивності та перетравності, при цьому оптимальним є рівень 0,6 %.

8. Доведено, що згодовування комбікормів із вмістом 0,6 % порошку часнику у перепелів яєчного напряму підвищує яєчну продуктивність: валовий збір яєць зростає на 5,6 % ($p < 0,05$), а маса яйця – на 6,8 % ($p < 0,05$), також збільшується маса жовтка на 12 % ($p < 0,05$), а білку – на 6,6 % ($p < 0,05$).

9. Встановлено, що згодовування комбікормів із вмістом порошку часнику покращує інкубаційні якості яєць: підвищується заплідненість і виводимість, знижується ембріональна смертність, з найкращими показниками при рівні введення до 0,9 %.

10. Згодовування комбікормів із вмістом порошку часнику 0,6 % покращує біохімічні показники крові у перепелів яєчного напряму продуктивності, зокрема підвищує рівень загального білка на 8 % та альбумінів на 7,7 %, що вказує на активацію білкового обміну.

11. Науково обґрунтовано, що згодовування комбікормів із вмістом 0,6 % порошку часнику є оптимальним, оскільки забезпечує максимальний біологічний ефект та підвищення економічної ефективності виробництва у м'ясних перепелів рівень рентабельності зріс на 10,22 %, у яєчних – на 15,78 %.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для годівлі перепелів м'ясного та яєчного напрямів продуктивності доцільно згодовувати комбікорми, збагачені порошком (*Allium sativum*), у кількості 0,6 % до маси корму. Такий рівень є оптимальним і фізіологічно безпечним, забезпечує підвищення живої маси, середньодобових приростів, ефективності використання корму, а також покращення м'ясної та яєчної продуктивності. Застосування добавки сприяє активації обмінних процесів, покращенню гематологічних і біохімічних показників крові, підвищенню якості продукції та забезпечує зростання економічної ефективності виробництва.

Для отримання інкубаційних яєць рекомендується використовувати комбікорми з підвищеним рівнем порошку часнику – до 0,9 %, що сприяє підвищенню заплідненості та виводимості яєць, зниженню ембріональної смертності та покращенню загальної життєздатності молодняку. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність відтворення поголів'я та є доцільним для використання у племінних і репродуктивних господарствах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каркач П. М., Машкін Ю. О. «Інкубація яєць з основами ембріології сільськогосподарської птиці»: Навчальний посібник для забезпечення очної та заочної форм навчання студентів за спеціальністю 204 «Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва» освітніх ступенів бакалавр з дисципліни «Технологія виробництва продукції птахівництва» та магістр з дисципліни «Інкубація яєць сільськогосподарської птиці». Біла Церква, 2024. 207 с.
2. Корми для тварин. Визначення вмісту азоту і обчислення вмісту сирого білку. Метод К'єльдаля (ISO 5983:1997, IDT) : ДСТУ ISO 5983:2003. – [Введ. 2005–10–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – IV, 8 с. – (Національні стандарти України).
3. Корми для тварин. Визначення вмісту жиру (ISO 6492:1999, IDT) : ДСТУ ISO 6492:2003. – [Введ. 2005–07–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – IV, 8 с. – (Національні стандарти України).
4. Корми для тварин. Визначення вмісту фосфору. Спектрометричний метод (ISO 6491:1998, IDT) : ДСТУ ISO 6491:2004. – [Введ. 2006–07–01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – IV, 18 с. – (Національні стандарти України).
5. Abbas M., Gururani M. A., Ali A., Bajwa S., Hassan R., Batool S. W., Imam M., Wei D. Antimicrobial Properties and Therapeutic Potential of Bioactive Compounds in *Nigella sativa*: A Review. *Molecules*. 2024. Vol. 29(20). P. 4914. doi:10.3390/molecules29204914
6. Abd El-Ghany W. A. Potential Effects of Garlic (*Allium sativum* L.) on the Performance, Immunity, Gut Health, Anti-Oxidant Status, Blood Parameters, and Intestinal Microbiota of Poultry: An Updated Comprehensive Review. *Animals (Basel)*. 2024. Vol. 14(3). P. 498. doi:10.3390/ani14030498
7. Abd Elzaher H. A., Ibrahim Z. A., Ahmed S. A., Salah A. S., Osman A., Swelum A. A., Suliman G. M., Tellez-Isaias G., Alagawany M., Abd El-Hack M. E. Growth, carcass criteria, and blood biochemical parameters of growing quails fed *Arthrospira platensis* as a feed additive. *Poultry Science*. 2023. Vol. 102(12). P. 103205. doi:10.1016/j.psj.2023.103205

8. Abd-ELrahman S. M., Mohamed S. A.-A., Mohamed S. E., El-Khadragy M. F., Dyab A. K., Hamad N., Safwat M. M., Nasr A. A. E., Alkhaldi A. A. M., Gareh A., et al. Comparative effect of allicin and alcoholic garlic extract on the morphology and infectivity of *Eimeria tenella* oocysts in chickens. *Animals*. 2022. Vol. 12. P. 3185. doi:10.3390/ani12223185
9. Abdel-Latif M. A., Alsenosy A. A., Manaa E. A., Abaza S., Elshenawi M. A., Aboelnour A., Alagawany M. Chapter 1 - Phytobiotics and their application in poultry and aquaculture industry. Editor(s): Alagawany M., Sallam S. M., Abd El-Hack M. E. Organic Feed Additives for Livestock. *Academic Press*. 2025. P. 1–16. doi:10.1016/B978-0-443-13510-1.00001-3
10. Abdulkareem Z. A., Mohammed N. I., Abdollahi A., Ahmed O. R., Ghaffar O. R., Khdir H. A., Salam D. A., Aziz S. A., Mustafa M. M., Mustafa W. M., Abas Z. A., Abid O. I. Effects of garlic, onion, and apple cider vinegar as a herbal mixture on performance and blood traits of broilers inoculated with chicken infectious anemia virus. *Heliyon*. 2023. Vol. 9(7). P. e17768. doi:10.1016/j.heliyon.2023.e17768
11. Abdulkareem Z. Effect of dietary supplementation of wild leek (*Allium tricoccum*) and garlic (*Allium sativum*) leaves on production, egg quality, serum lipid profile, intestinal morphology and nutrient digestibility of laying quails. *Tropical Animal Health and Production*. 2024. Vol. 56. P. 224. doi:10.1007/s11250-024-04090-z
12. Abidullah M., Jadhav P., Sujan S. S., Shrimanikandan A. G., Reddy C. R., Wasan R. K. Potential Antibacterial Efficacy of Garlic Extract on *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Klebsiella pneumoniae*: An In vitro Study. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*. 2021. Vol. 13(1). P. S590–S594. doi:10.4103/jpbs.JPBS_681_20
13. Abou-Elkhair R., Gaafar K. M., Elbahy N. M., Helal M. A., Mahboub H. D., Sameh G. Bioactive effect of dietary supplementation with essential oils blend of oregano, thyme and garlic oils on performance of broilers infected with *Eimeria* species. *Global Veterinary*. 2014. Vol. 13. P. 977–985. doi:10.5829/idosi.gv.2014.13.06.9137
14. Abreu R., Semedo-Lemsaddek T., Cunha E., Tavares L., Oliveira M. Antimicrobial Drug Resistance in Poultry Production: Current Status and Innovative

Strategies for Bacterial Control. *Microorganisms*. 2023. Vol. 11(4). P. 953. doi:10.3390/microorganisms11040953

15. Adibmoradi M., Navidshad B., Seifdavati J., Royan M. Effect of dietary garlic meal on histological structure of small intestine in broiler chickens. *Journal of Poultry Sciences*. 2006. Vol. 43. P. 378–383. doi:10.2141/jpsa.43.378

16. Adjei-Mensah B., Atuahene C. C. Avian coccidiosis and anticoccidial potential of garlic (*Allium sativum* L.) in broiler production: A review. *Journal of Applied Poultry Research*. 2023. Vol. 32. P. 100314. doi:10.1016/j.japr.2022.100314

17. Agarwal K. C. Therapeutic actions of garlic constituents. *Medicinal Research Reviews*. 1996. Vol. 16. P. 111–124. doi:10.1002/(SICI)1098-1128(199601)16:1<111::AID-MED4>3.0.CO;2-5

18. Agina O. A., Ezema W. S., Iwuoha E. M. The haematology and serum biochemistry profile of adult Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Gheorghe Asachi” Univ. Press*. 2017. Vol. 9(1). P. 67–72. doi:10.15835/nsb919928

19. Akbarbaglu Z., Zadeh A. N., Tayefe M., Zolqadri R., Ramezani A., Mazloomi N., Sarabandi K. Biological conversion of red garlic (*Allium sativum* L) protein to bioactive peptides: ACE- DPP-IV inhibitory, and Techno-functional features. *Applied Food Research*. 2024. Vol. 4(2). P. 100551. doi:10.1016/j.afres.2024.100551

20. Al Sattar A., Chisty N. N., Irin N., Uddin M. H., Hasib F. Y., Hoque M. A. Knowledge and practice of antimicrobial usage and resistance among poultry farmers: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Veterinary Research Communications*. 2023. Vol. 47. P. 1047–1066. doi:10.1007/s11259-023-10082-5

21. Al-Rabadi N., Haddad R., Al-Hijazeen M. A., Massoh M., Alqudah J. M. I., Jiries A. G., Alu'datt M. H., Al-Dalain S. A., Al-Dmour R. S., Al-Nasir F. M., Mayyas A., Al-Rabadi G. J. Effect of Garlic powder Supplementation level at different growth stages on Broiler performance. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 2020. Vol. 9(11). P. 67–76.

22. Al-Shaibani I. R. M., Al-Khadher A. M. A., AlHibah A. Z. H. Anticoccidial activity of *Allium sativum* and *Punica granatum* against experimentally induced *Eimeria*

tenella infection in broiler chickens. *Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences*. 2020. Vol. 5. P. 20–29. doi:10.13140/RG.2.2.17167.20642

23. Al-Tekreeti M. A. I., Allaw A. A. Effect of adding nano garlic to the quail's diet on productive performance. *Biochemical and Cellular Archives*. 2022. Vol. 22. P. 2637–2640.

24. Ali M., Chand N., Khan R. U., Naz S., Gul S. Anticoccidial effect of garlic (*Allium sativum*) and ginger (*Zingiber officinale*) against experimentally induced coccidiosis in broiler chickens. *Journal of Applied Animal Research*. 2019. Vol. 47. P. 79–84. doi:10.1080/09712119.2019.1573731

25. Allen P. C., Danforth H. D., Augustine P. C. Diet modulation of avian coccidiosis. *International Journal for Parasitology*. 1998. Vol. 28. P. 1131–1140. doi:10.1016/S0020-7519(98)00029-0

26. Amagase H. Clarifying the real bioactive constituents of garlic. *The Journal of Nutrition*. 2006. Vol. 136(3). P. 716–725. doi:10.1093/jn/136.3.716S

27. Amagase H., Petesch B. L., Matsuura H., Kasuga S., Itakura Y. Intake of garlic and its bioactive components. *Journal of Nutrition*. 2001. Vol. 131. P. 955–962. doi:10.1093/jn/131.3.955S

28. Aminullah N., Mostamand A., Zahir A., Mahaq O., Azizi M. N. Phytogetic feed additives as alternatives to antibiotics in poultry production: A review. *Veterinary World*. 2025. Vol. 18(1). P. 141–154. doi:10.14202/vetworld.2025.141-154

29. Ao X., Yoo J. S., Lee J. H., Jang H. D., Wang J. P., Zhou T. X., Kim I. H. Effects of fermented garlic powder on production performance, egg quality, blood profiles and fatty acids composition of egg yolk in laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2010. Vol. 23. P. 786–791. doi:10.5713/ajas.2010.90543

30. Ariga T., Seki T. Antithrombotic and anticancer effects of garlic derived sulfur compounds. *BioFactors*. 2006. Vol. 26. P. 93–103. doi:10.1002/biof.5520260201

31. Arreola R., Quintero-Fabián S., López-Roa R. I., Flores-Gutiérrez E. O., Reyes-Grajeda J. P., Carrera-Quintanar L. Ortuño-Sahagún, D. Immunomodulation and anti-inflammatory effects of garlic compounds. *Journal of Immunology Research*. 2015. Vol. 2015. P. 401630. doi:10.1155/2015/401630

32. Asghar M., Durrani U. F., Hussain R., Matloob K., Mahmood A. K., Anees M., Oneeb M. Comparative efficacy of amprolium, garlic oil (*Allium sativum*) and ginger oil (*Zingiber officinale*) against coccidiosis in common quail (*Coturnix coturnix*). *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. 2020. Vol. 71. P. 2273–2278. doi:10.12681/jhvms.25072
33. Ashayerizadeh O., Dastar B., Shargh M. S., Ashayerizadeh A., Rahmatnejad E., Hossaini S. M. R. Use of garlic (*Allium sativum*), black cumin seeds (*Nigella sativa L.*) and wild mint (*Mentha longifolia*) in broiler chickens diets. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2009. Vol. 8. P. 1860–1863.
34. Ashour E. A., El-Hack M. E. A., Swelum A. A., El-Saadony M. T., Khafaga A. F., Taha A. E., El-Tarabily K. A. The genus *Allium* as poultry feed additive: A review. *Poultry Science*. 2019. Vol. 98(11). P. 5352–5363. doi:10.3382/ps/pez450
35. Ashour E. A., Kamal M., Altaie H. A., Swelum A. A., Gamaleldin M. S., Tellez-Isaias G., El-Hack M. E. Effect of different energy, protein levels and their interaction on productive performance, egg quality, digestibility coefficient of laying Japanese quails. *Poultry Science*. 2024. Vol. 103(1). P. 103170. doi:10.1016/j.psj.2023.103170
36. Asrat M., Zeryehun T., Amha N., Urge M. Effects of supplementation of different levels of garlic (*Allium sativum*) on egg production, egg quality and hatchability of White Leghorn chicken. *Livestock Research for Rural Development*. 2018. Vol. 30. P. 37.
37. ASVCP – American Society for Veterinary Clinical Pathology. Guidelines for the determination of reference intervals (RI) in veterinary species and other related topics [Internet]. Madison W.I.: American Society for Veterinary Clinical Pathology. 2012 (cited 2018 Nov 17). Available from: www.asvcp.org/membersonly/ReferenceInterval.cfm
38. Ayaz E., Turel I., Gul A., Yilmaz O. Evaluation of the anthelmintic activity of garlic (*Allium sativum*) in mice naturally infected with *Aspiculuris tetraptera*. *Recent Patents on Anti-Infective Drug Discovery*. 2008. Vol. 3. P. 149–152. doi:10.2174/157489108784746605

39. Aydogan I., Yildirim E., Kurum A., Bolat D., Cinar M., Basalan M., Yigit A. The effect of dietary garlic (*Allium Sativum*), black cumin (*Nigella sativa*) and their combination on performance, intestine morphometry, serum biochemistry and antioxidant status of broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2020. Vol. 22. P.1317. doi:10.1590/1806-9061-2020-1317
40. Azeke M., Ekpo K. E. Egg yolk cholesterol lowering effects of garlic and tea. *International Journal of Biological Sciences*. 2008. Vol. 8. P. 456–460. doi:10.3923/jbs.2008.456.460
41. Aziz-Aliabadi F., Noruzi H., Imari Z. K. Garlic (*Allium sativum*) and mushroom (*Agaricusbisporus*) powder: Investigation of performance, meat quality, serum profile lipid, and intestinal morphology in broilers. *Veterinary Medicine and Science*. 2024. Vol. 10. P. 1–10. doi:10.1002/vms3.70031
42. Azizi M. N., Zahir A., Mahaq O., Noor A. The Alternatives of Antibiotics in Poultry Production for Reducing Antimicrobial Resistance. *World's Veterinary Journal*. 2024. Vol. 14. P. 270–283. doi:10.54203/scil.2024.wvj34
43. Bava R., Castagna F., Lupia C., Poerio G., Liguori G., Lombardi R., Naturale M. D., Mercuri C., Bulotta R. M., Britti D. Antimicrobial Resistance in Livestock: A Serious Threat to Public Health. *Antibiotics*. 2024. Vol. 13(6). P. 551. doi:10.3390/antibiotics13060551
44. Bayan L., Koulivand P., Gorji A. Garlic: A review of potential therapeutic effects. *Avicenna journal of phytomedicine*. 2014. Vol. 4. P. 1–14.
45. Baylan M., Akpınar G. C., Canogullari S. D., Ayasan T. The Effects of Using Garlic Extract for Quail Hatching Egg Disinfection on Hatching Results and Performance. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2018. Vol. 20(2). P. 343–350. doi:10.1590/1806-9061-2017-0693
46. Becerra-Torres S., Soria Fregozo C., Jaramillo-Juarez F., Moreno-Hernandez-Duque J. *Allium sativum* aqueous extract prevents potassium dichromate-induced nephrotoxicity and lipid oxidation in rats. *Journal of Pharmaceutical and Pharmacology Research*. 2014. Vol. 2. P. 45–52. doi:10.56499/jppres14.020_2.2.45

47. Begum M., Hossain M. M., Kim I. H. Effects of the plant extract YGF251 on growth performance, meat quality, relative organ weight, nutrient digestibility and blood profiles in broiler chickens: possible role of insulin-like growth factor 1. *Veterinární medicína-Czech*. 2014. Vol. 59(9). P. 415–423. doi:10.17221/7681-VETMED
48. Begum M., Mim Md., Beg M., Sikder S., Chandra A., Islam S. Cost-Effective Production of Safe Quail Egg with Medicinal Plant as an Alternative to Antibiotics. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*. 2025. Vol. 6. 80–83. doi:10.24018/ejfood.2024.6.6.885
49. Bhatwalkar S. B., Mondal R., Krishna S. B. N., Adam J. K., Govender P., Anupam R. Antibacterial properties of organosulfur compounds of garlic (*Allium sativum*). *Frontiers in Microbiology*. 2021. Vol. 12. P. 613077. doi:10.3389/fmicb.2021.613077
50. Bjerrum L., Engberg R. M., Leser T. D., Jensen B. B., Finster K., Pedersen K. Microbial community composition of the ileum and cecum of broiler chickens as revealed by molecular and culture-based techniques. *Poultry Science*. 2006. Vol. 85. P. 1151–1164. doi:10.1093/ps/85.7.1151
51. Botas J., Fernandes Â., Barros L., Alves M. J., Carvalho A. M., Ferreira I. C. F. R. A Comparative Study of Black and White *Allium sativum* L.: Nutritional Composition and Bioactive Properties. *Molecules*. 2019. Vol. 24(11). P. 2194. doi:10.3390/molecules24112194
52. Brenes A., Roura E. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Animal Feed Science and Technology*. 2010. Vol. 158. P. 1–14. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.03.007
53. Campbell T. W. Avian hematology and cytology. 2 ed . Ames: Iowa State University Press, 1995. 104 p.
54. Canogullari S., Baylan M., Erdogan Z., Duzguner V., Kucukgul A. The effects of dietary garlic powder on performance, egg yolk and serum cholesterol concentrations in laying quails. *Czech Journal of Animal Science*. 2010. Vol. 55. P. 286–293. doi:10.17221/126/2009-CJAS

55. Castanon J. I. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science*. 2007. Vol. 86. P. 2466–2471. doi:10.3382/ps.2007-00249
56. Cavallito C. J., Bailey J. H. Allicin, the antibacterial principle of *Allium sativum*. I. Isolation, physical properties and antibacterial action. *Journal of the American Chemical Society*. 1944. Vol. 66. P. 1950–1951. doi:10.1021/ja01239a048
57. Chaddock R. E. Principles and Methods of Statistics. Houghton Mifflin Company: The Riverside Press, Cambridge, 1925. 471 p.
58. Chakanaka P. M., Cecil K. K., Placxedes S., Babatunde A. O. Conventional and modern techniques for bioactive compounds recovery from plants: Review. *Scientific African*. 2025. Vol. 27. P. e02509. doi:10.1016/j.sciaf.2024.e02509
59. Chang L. Y., Di K. Q., Xu J., Chen Y. F., Xi J. Z., Wang D. H., Hao E. Y., Xu L. J., Chen H., Zhou R. Y. Effect of natural garlic essential oil on chickens with artificially infected *E. tenella*. *Veterinary Parasitology*. 2021. Vol. 300. P. 109614. doi:10.1016/j.vetpar.2021.109614
60. Chen C. H., Chan H. C., Chu Y. T., Ho H. Y., Chen P. Y., Lee T. H., Lee C. K. Antioxidant activity of some plant extracts towards xanthine oxidase, lipoxygenase and tyrosinase. *Molecules*. 2009. Vol. 14. P. 2947–2958. doi:10.3390/molecules14082947
61. Chen C., Cai J., Liu S., Qiu G., Wu X., Zhang W., Chen C., Qi W., Wu Y., Liu Z. Comparative study on the composition of four different varieties of garlic. *PeerJ*. 2019. Vol. 7. P. e6442. doi:10.7717/peerj.6442
62. Chen H., Sun Q., Tian C., Tang X., Ren Y., Chen W. Assessment of the Nutrient Value and In Vitro Rumen Fermentation Characteristics of Garlic Peel, Sweet Potato Vine, and Cotton Straw. *Fermentation*. 2024. Vol. 10(9). P. 464. doi:10.3390/fermentation10090464
63. Cheng G., Hao H., Xie S., Wang X., Dai M., Huang L., Yuan Z. Antibiotics alternatives: The substitution of antibiotics in animal husbandry? *Frontiers in Microbiology*. 2014. Vol. 5. P. 217. doi:10.3389/fmicb.2014.00217

64. Choi H., Park W. Y., Kim Y. J. Effects of dietary garlic powder and α -tocopherol supplementation on performance, serum cholesterol levels, and meat quality of chicken. *Poultry Science*. 2010. Vol. 89. P. 1724–1731. doi:10.3382/ps.2009-00052
65. Chowdhury S. R., Chowdhury S. D., Smith T. K. Effects of dietary garlic on cholesterol metabolism in laying hens. *Poultry Science*. 2002. Vol. 81. P. 1856–1862. doi:10.1093/ps/81.12.1856
66. Christaki E., Florou-Paneri P., Giannenas I., Papazahariadou M., Botsoglou N. A., Spais A. B. Effect of a mixture of herbal extracts on broiler chickens infected with *Eimeria tenella*. *Animal Research*. 2004. Vol. 53. P. 137–144. doi:10.1051/animres:2004006
67. Circella E., Casalino G., D’Amico F., Pugliese N., Dimuccio M. M., Camarda A., Bozzo G. In Vitro Antimicrobial Effectiveness Tests Using Garlic (*Allium sativum*) against Salmonella enterica Subspecies enterica Serovar Enteritidis. *Antibiotics*. 2022. Vol. 11(11). P. 1481. doi:10.3390/antibiotics11111481
68. Connolly G., Campbell W. W. Poultry Consumption and Human Cardiometabolic Health-Related Outcomes: A Narrative Review. *Nutrients*. 2023. Vol. 15(16). P. 3550. doi:10.3390/nu15163550
69. Costantini D., Møller A. Does immune response cause oxidative stress in birds? A meta-analysis. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 2009. Vol. 153. P. 339–344. doi:10.1016/j.cbpa.2009.03.010
70. Czerwonka M., Białek A., Skrajnowska D., Bobrowska-Korczak B. Evaluation and Discrimination of Lipid Components and Iron and Zinc Levels in Chicken and Quail Eggs Available on the Polish Market. *Foods*. 2024. Vol. 13(10). P. 1571. doi:10.3390/foods13101571
71. Dardona Z., Amane M., Boussaa S. Garlic (*Allium sativum*): An in-depth review focusing on its potent antiparasitic activity. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. 2024. Vol. 28(03). P. 007–026. doi:10.30574/gscbps.2024.28.3.0306
72. Dewi A. D. R., Kusnadi J., Shih W. L. Comparison of the main bioactive compounds and antioxidant activity from garlic water-soluble and garlic oil. *KnE Life Sciences*. 2017. Vol. 3. P. 20–34. doi:10.18502/cls.v3i5.975

73. Diaz Carrasco J. M., Casanova N. A., Fernández Miyakawa M. E. Microbiota, Gut Health and Chicken Productivity: What Is the Connection? *Microorganisms*. 2019. Vol. 7(10). P. 374. doi:10.3390/microorganisms7100374
74. Ding H., Ao C., Zhang X. Potential use of garlic products in ruminant feeding: A review. *Animal Nutrition*. 2023. Vol. 14. P. 343–355. doi:10.1016/j.aninu.2023.04.011
75. Dkhil M. A., Abdel-Baki A. S., Wunderlich F., Sies H., AlQuraishy S. Anticoccidial and antiinflammatory activity of garlic in murine *Eimeria papillata* infections. *Veterinary Parasitology*. 2011. Vol. 175. P. 66–72. doi:10.1016/j.vetpar.2010.09.009
76. Do T., Nguyen D. Q., Nguyen K. T., Le P. H. TiO₂ and Au-TiO₂ nanomaterials for rapid photocatalytic degradation of antibiotic residues in aquaculture wastewater. *Materials*. 2019. Vol. 12. P. 2434. doi:10.3390/ma12152434
77. Dorhoi A., Dobrea V., Zahan M., Virag P. Modulatory effects of several herbal extracts on avian peripheral blood cell immune responses. *Phytotherapy Research*. 2006. Vol. 20. P. 352–358. doi:10.1002/ptr.1859
78. Driesen M., Timmermans M., Cargnel M., Simons X., Filippitzi M. E., Catry B., Dal Pozzo F., Vanderhaeghen W., Callens B., Dispas M., Boland C. Risk Factor Analysis for Occurrence of Linezolid-Resistant Bacteria in the Digestive and Respiratory Tract of Food-Producing Animals in Belgium: A Pilot Study. *Antibiotics (Basel)*. 2024. Vol. 13(8). P. 707. doi:10.3390/antibiotics13080707
79. Drszczyk J. E. E., Kopeć A., Bucki P., Ambroszczyk A. M., Skowera B. The enhancing effect of plants growth biostimulants in garlic cultivation on the chemical composition and level of bioactive compounds in the garlic leaves, stems and bulbs. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2019. Vol. 47. P. 81–91. doi:10.15835/nbha47111074
80. El Faqer O., Rais S., Ouadghir Z. i, El Faqer A., Benchama Z., El Ouaddari A., Dakir M., El Amrani A., Mtairag E. M. Physicochemical properties, GC–MS profiling, and antibacterial potential of *Allium sativum* essential oil: In vitro and in

silico approaches. *Scientific African*. 2024. Vol. 26. P. e02484. doi:10.1016/j.sciaf.2024.e02484

81. El Shereef A. A. Blood serum biochemical changes and milk fatty acids profile due to using garlic plant as feed additives for sheep. *Asian Journal of Research in Animal and Veterinary Sciences*. 2019. Vol. 2(4). P. 365–372. doi:10.9734/ajrav/2019/v2i495

82. El-Katcha M. I., Soltan M. A., Sharaf M. M., Hasen A. Growth performance, immune response, blood serum parameters, nutrient digestibility and carcass traits of broiler chicken as affected by dietary supplementation of garlic extract (allicin) Alex. *Journal of Veterinary Science*. 2016. Vol. 49. P. 50–54. doi:10.5455/ajvs.219261

83. El-Fateh M., Bilal M., Zhao X. Effect of antibiotic growth promoters (AGPs) on feed conversion ratio (FCR) of broiler chickens: A meta-analysis. *Poultry Science*. 2024. Vol. 103(12). P. 104472. doi:10.1016/j.psj.2024.104472

84. El-Khtam A., Shata A., El-Hewaity M. H. Efficacy of turmeric (*Curcuma longa*) and garlic (*Allium sativum*) on *Eimeria spp.* in broilers. *International Journal of Basic and Applied Sciences*. 2014. Vol. 3. P. 349–356. doi:10.14419/ijbas.v3i3.3142

85. El-Saadony M. T., Saad A. M., Korma S. A., Salem H. M., Abd El-Mageed T. A., Alkafaas S. S., Elsalahaty M. I., Elkafas S. S., Mosa W. F. A., Ahmed A. E., Mathew B. T., Albastaki N. A., Alkuwaiti A. A., El-Tarabily M. K., AbuQamar S. F., El-Tarabily K. A., Ibrahim S. A. Garlic bioactive substances and their therapeutic applications for improving human health: a comprehensive review. *Frontiers in Immunology. Sec. Nutritional Immunology*. 2024. Vol. 15. P. 1277074. doi:10.3389/fimmu.2024.1277074

86. El-Saber Batiha G., Magdy Beshbishy A., Wasef L. G., Elewa Y. H., Al-Sagan A. A., Abd El-Hack M. E., Taha A. E., M. AbdElhakim Y., Prasad Devkota H. Chemical constituents and pharmacological activities of garlic (*Allium sativum L.*): A review. *Nutrients*. 2020. Vol. 12. P. 872. doi:10.3390/nu12030872

87. Elagib H. A. A., El-Amin W. I. A., Malik H. E. E. Effect of dietary garlic (*Allium sativum*) supplementation as a feed additive on broiler performance and blood profile. *Journal of Animal Science Advances*. 2013. Vol. 3. P. 58–64.

88. Elbaz A. M., Ashmawy E. S., Salama A. A., Abdel-Moneim A. E., Badri F. B., Thabet H. A. Effects of garlic and lemon essential oils on performance, digestibility, plasma metabolite, and intestinal health in broilers under environmental heat stress. *BMC Veterinary Research*. 2022. Vol. 18. P. 430. doi:10.1186/s12917-022-03530-y
89. Elbaz A. M., Ibrahim N. S., Shehata A. M., Mohamed N. G., Abdel-Moneim A. M. Impact of multi-strain probiotic, citric acid, garlic powder or their combinations on performance, ileal histomorphometry, microbial enumeration and humoral immunity of broiler chickens. *Tropical Animal Health and Production*. 2021. Vol. 53. P. 115. doi:10.1007/s11250-021-02554-0
90. Elmahallawy E. K., Fehaid A., El-Shewehy D. M., Ramez A. M., Alkhaldi A. A., Mady R., Nasr N. E., Arafat N., Hassanen E. A., Alsharif K. F. S-methylcysteine ameliorates the intestinal damage induced by *Eimeria tenella* infection via targeting oxidative stress and inflammatory modulators. *Frontiers in Veterinary Science*. 2022. Vol. 8. P. 754991. doi:10.3389/fvets.2021.754991
91. Emes E. T., Naylor N., Waage J., Knight G. Quantifying the Relationship between Antibiotic Use in Food-Producing Animals and Antibiotic Resistance in Humans. *Antibiotics*. 2022. Vol. 11. P. 66. doi:10.3390/antibiotics11010066
92. European Union. Ban on antibiotics as growth promoters in animal feed enters into effect. European Commission, 2005.
93. FAO. FAOSTAT: OECD-FAO Agricultural Outlook 2024-2033, 2024. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/07/oecd-fao-agricultural-outlook-2024-2033_e173f332/4c5d2cfb-en.pdf
94. Farrukh M., Munawar A., Nawaz Z., Hussain N., Bin Hafeez A., Szweda P. Antibiotic resistance and preventive strategies in foodborne pathogenic bacteria: a comprehensive review. *Food Science and Biotechnology*. 2025. Vol. 1. P. 1–29. doi:10.1007/s10068-024-01767-x
95. Feng Z., Zhang G., Hao T., Zhou B., Zhang H., Jiang Z. Effect of diallyl trisulfide on the activation of T cell and macrophage-mediated cytotoxicity. *Journal of Tongji Medical University*. 1994. Vol. 14. P. 142–147. doi:10.1007/bf02886794

96. Fernandez S., González R. Nutritional Quality, Bioactive Compounds, and Antioxidant Activity of Nine Clones of Fresh Garlic and Its Black Garlic Derivative: A Comparative Study. *Biology and Life Sciences Forum*. 2025. Vol. 29. P. 40. doi:10.3390/blsf2024040029
97. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture*. FAO.
98. Fratianni F., Riccardi R., Spigno P., Ombra M. N., Cozzolino A., Tremonte P., Coppola R., Nazzaro F. Biochemical Characterization and Antimicrobial and Antifungal Activity of Two Endemic Varieties of Garlic (*Allium sativum* L.) of the Campania Region, Southern Italy. *Journal of Medicinal Food*. 2016. Vol. 19(7). P. 686–691. doi:10.1089/jmf.2016.0027
99. Gao J., Song G., Shen H., Wu Y., Zhao C., Zhang Z., Jiang Q., Li X., Ma X., Tan B., Yin Y. Allicin Improves Intestinal Epithelial Barrier Function and Prevents LPS-Induced Barrier Damages of Intestinal Epithelial Cell Monolayers. *Frontiers in Immunology*. 2022. Vol. 13. P. 847861. doi:10.3389/fimmu.2022.847861
100. Gautam G., Nabaraj Shishir B. Effect of *Allium sativum* on immune status against Newcastle disease virus and the productive performance of broiler chickens. *Journal of Poultry Sciences*. 2017. Vol. 16. P. 515–521. doi:10.3923/ijps.2017.515.521
101. Geiker N. R. W., Bertram H. C., Mejbom H., Dragsted L. O., Kristensen L., Carrascal J. R., Bügel S., Astrup A. Meat and human health – Current knowledge and research gaps. *Foods*. 2021. Vol. 10. P. 1556. doi:10.3390/foods10071556
102. Ghasemi R., Zarei M., Torki M. Adding medicinal herbs including garlic (*Allium sativum*) and thyme (*Thymus vulgaris*) to diet of laying hens and evaluating productive performance and egg quality characteristics. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 2010. Vol. 5. P. 151–154. doi:10.3844/ajavsp.2010.151.154
103. Ghazanfari T., Hassan Z., Ebtakar M., Ahamdiani A., Naderi G., Azar A. Garlic induces a shift in cytokine pattern in Leishmania major-infected Balb/c mice. *Scandinavian Journal of Immunology*. 2000. Vol. 52. P. 491–496. doi:10.1046/j.1365-3083.2000.00803.x

104. Ghimpețeanu O. M., Pogurschi E. N., Popa D. C., Dragomir N., Drăgotoiu T., Mihai O. D., Petcu C. D. Antibiotic Use in Livestock and Residues in Food – A Public Health Threat: A Review. *Foods*. 2022. Vol. 11(10). P. 1430. doi:10.3390/foods11101430
105. Gilani S. M. H., Rashid Z., Galani S., Ilyas S., Sahar S., Al-Ghanim K. Growth performance, intestinal histomorphology, gut microflora and ghrelin gene expression analysis of broiler by supplementing natural growth promoters: a nutrigenomics approach. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021. Vol. 28(6). P. 3438–3447. doi:10.1016/j.sjbs.2021.03.008
106. Gotep J. G., Tanko J. T., Forcados G. E., Muraina I. A., Ozele N., Dogonyaro B. B., Oladipo O. O., Makoshi M. S., Akanbi O. B., Kinjir H. Therapeutic and safety evaluation of combined aqueous extracts of *Azadirachta indica* and *Khaya senegalensis* in chickens experimentally infected with *Eimeria* oocysts. *Journal of Parasitology Research*. 2016. Vol. 2016. P. 4692424. doi:10.1155/2016/4692424
107. Grajek W., Olejnik A., Sip A. Probiotics, prebiotics and antioxidants as functional foods. *Acta Biochimica Polonica*. 2005. Vol. 52. P. 665–671. doi:10.18388/abp.2005_3428
108. Grazul M., Kwiatkowski P., Hartman K., Kilanowicz A., Sienkiewicz M. How to Naturally Support the Immune System in Inflammation-Essential Oils as Immune Boosters. *Biomedicines*. 2023. Vol. 11(9). P. 2381. doi:10.3390/biomedicines11092381
109. Guan M. J., Zhao N., Xie K. Q., Zeng T. Hepatoprotective effects of garlic against ethanol-induced liver injury: A mini-review. *Food and Chemical Toxicology*. 2018. Vol. 111. P. 467–473. doi:10.1016/j.fct.2017.11.059
110. Hafiz I., Waqas I., Usman M., Ghayas A., Rao Y., Kinza A. S., Sohail A. Non-antibiotic growth promoters in poultry nutrition. *Annals of Animal Science*. 2024. Vol. 0. P. 1–56. doi:10.2478/aoas-2025-0008
111. Hanieh H., Narabara K., Piao M., Gerile C., Abe A., Kondo Y. Modulatory effects of two levels of dietary Alliums on immune response and certain immunological variables, following immunization, in White Leghorn chickens. *Animal Science Journal*. 2010. Vol. 81. P. 673–680. doi:10.1111/j.1740-0929.2010.00798.x

112. Hanieh H., Narabara K., Tanaka Y., Gu Z., Abe A., Kondo Y. Immunomodulatory effects of Alliums and Ipomoea batata extracts on lymphocytes and macrophages functions in White Leghorn chickens: In vitro study. *Animal Science Journal*. 2012. Vol. 83. P. 68–76. doi:10.1111/j.1740-0929.2011.00918.x
113. Hidayatik N., Yuliani G., Dvm M. Si. B., Kristianingtyas L., Pramytha Hestianah E., Khairullah A. Effect of Garlic Extract (*Allium sativum*) on Hematological and Clinical Chemistry Parameters of Laying Quail. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 2024. Vol. 43(4). P. 790–795. doi:10.18805/ajdfr.DRF-408
114. Hitlamani V., Inamdar A. A. Valorization and the potential use of garlic (*Allium sativum L.*) skin in food industries. *Food and Humanity*. 2024. Vol. 3. P. 100437. doi:10.1016/j.foohum.2024.100437
115. Horie T., Awazu S., Itakura Y., Fuwa T. Identified diallyl polysulfides from an aged garlic extract which protects the membranes from lipid peroxidation. *Planta Medica*. 1992. Vol. 58. P. 468–469. doi:10.1055/s-2006-961517
116. Hossain Md., Mahbub A. S. M., Belal S. A. Housing and dietary effects on production performance, quality index, and chemical composition of Japanese quail eggs. *Veterinary and Animal Science*. 2024. Vol. 23. P. 100340. doi:10.1016/j.vas.2024.100340
117. Hussein S. H., Soad M., Mervat A. A., Gehan N. A., Rania A. A. Comparative biochemical and pathological studies between toltrazuril and garlic supplementation in chickens experimentally infected with coccidiosis. *Egyptian Journal of Animal Health*. 2021. Vol. 1. P. 65–80. doi:10.21608/ejah.2021.134362
118. Ida B. O., Kiendrebeogo T., Sanou S. Technical-Economic Diagnosis and Development Prospects of Quail Farming in Burkina Faso. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*. 2024. Vol. 5. P. 1–21. doi:10.37745/bjmas.2022.0406
119. Indira M., Bhuvaneshwari G., Premkumar L., Neelusree P. Antibacterial Activity of the *Allium sativum* Crude Extract against Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 2024. Vol. 18(2). P. 1297–1304. doi:10.22207/JPAM.18.2.50

120. Ismael L. A., Ameen E. M. Reproductive, biochemical, and hormonal traits of local quail in response to dietary supplementation of dried garlic powder. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*. 2022. Vol. 53(2). P. 278–287. doi:10.36103/ijas.v53i2.1535
121. Ismail I. E., Alagawany M., Taha A. E., Nikola Puvača, Laudadio V., Tufarelli V. Effect of dietary supplementation of garlic powder and phenyl acetic acid on productive performance, blood haematology, immunity and antioxidant status of broiler chickens. *Animal Bioscience*. 2021. Vol. 34(3). P. 363–370. doi:10.5713/ajas.20.0140
122. Issa K. J., Omar J. M. A. Effect of garlic powder on performance and lipid profile of broilers. *Open Journal of Animal Sciences*. 2012. Vol. 2. P. 62–68. doi:10.4236/ojas.2012.22010
123. Jafari R., Razi M., Ghorbanpoor M., Marashian S. Effect of dietary garlic on immune response of broiler chicks to live Newcastle disease vaccine. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2008. Vol. 11. P. 1848–1851. doi:10.3923/pjbs.2008.1848.1851
124. Jalal H., Doğan S. C., Giammarco M., Cavallini D., Lanzoni L., Pezzi P., Akram M. Z., Fusaro I. Evaluation of dietary supplementation of garlic powder (*Allium sativum*) on the growth performance, carcass traits and meat quality of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *Poultry Science*. 2024. Vol. 103(12). P. 104231. doi:10.1016/j.psj.2024.104231
125. Jamil M., Aleem M. T., Shaukat A., Khan A., Mohsin M., Rehman T. U., Abbas R. Z., Saleemi M. K., Khatoun A., Babar W., et al. Medicinal plants as an alternative to control poultry parasitic diseases. *Life*. 2022. Vol. 12. P. 449. doi:10.3390/life12030449
126. Jang H. J., Lee H. J., Yoon D. K., Ji D. S., Kim J. H., Lee C. H. Antioxidant and antimicrobial activities of fresh garlic and aged garlic by-products extracted with different solvents. *Food Science and Biotechnology*. 2018. Vol. 27. P. 219–225. doi:10.1007/s10068-017-0246-4
127. Kahyaoğlu D. T. Comparison of the antioxidant activity of garlic cloves with garlic husk and stem: determination of utilization potential of garlic agricultural wastes. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 2021. Vol. 8. P. 463–469. doi:10.30910/turkjans.884541

128. Kang C.-M., Jeong R.-D. Inhibitory Effects of Garlic Extract on Hop Stunt Viroid in Micropropagated Grapevine Plantlets. *Plant Pathology Journal*. 2025. Vol. 41. P. 51–63. doi:10.5423/PPJ.OA.10.2024.0169
129. Karangiya V., Savsani H., Patil S. S., Garg D., Murthy K., Ribadiya N., Vekariya S. Effect of dietary supplementation of garlic, ginger and their combination on feed intake, growth performance and economics in commercial broilers. *Veterinary World*. 2016. Vol. 9. P. 245. doi:10.14202/vetworld.2016.245-250
130. Kaur K., Singh S., Kaur R. Impact of antibiotic usage in food-producing animals on food safety and possible antibiotic alternatives. *The Microbe*. 2024. Vol. 4. P. 100097. doi:10.1016/j.microb.2024.100097
131. Kewan K. Z., Ali M. M., Ahmed B. M., El-Kolty S. A., Nayel U. A. The effect of yeast (*saccharomyces cerevisiae*), garlic (*allium sativum*) and their combination as feed additives in finishing diets on the performance, ruminal fermentation, and immune status of lambs. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*. 2021. Vol. 24(1). P. 55–76. doi:10.21608/EJNF.2021.170304
132. Khalifa H. O., Shikoray L., Mohamed M. I., Habib I., Matsumoto T. Veterinary Drug Residues in the Food Chain as an Emerging Public Health Threat: Sources, Analytical Methods, Health Impacts, and Preventive Measures. *Foods*. 2024. Vol. 13(11). P. 1629. doi:10.3390/foods13111629
133. Khan Q. S. H., Hassan S., Sardar R., Anjum M. A. Effects of dietary garlic on cholesterol concentration in native Desi laying hens. *American Journal of Food Technology*. 2008. Vol. 3. P. 207–213. doi:10.3923/ajft.2008.207.213
134. Khan R. U., Nikousefat Z., Tufarelli V., Naz S., Javdani M., Laudadio V. Garlic (*Allium sativum*) supplementation in poultry diets: Effect on production and physiology. *World's Poultry Science Journal*. 2012. Vol. 68. P. 417–424. doi:10.1017/S0043933912000530
135. Khan S. H., Sardar R., Anjum M. A. Effects of dietary garlic on performance and serum and egg cholesterol concentration in laying hens. *Asian Aust. Journal of Animal Science*. 2007. Vol. 21. P. 22–27. doi:10.3923/ajpsaj.2007.22.27

136. Kikusato M. Phytobiotics to improve health and production of broiler chickens: Functions beyond the antioxidant activity. *Animal Bioscience*. 2021. Vol. 34. P. 1–33. doi:10.5713/ab.20.0842
137. Kim D. K., Lillehoj H. S., Lee S. H., Lillehoj E. P., Bravo D. Improved resistance to *Eimeria acervulina* infection in chickens due to dietary supplementation with garlic metabolites. *British Journal of Nutrition*. 2013. Vol. 109. P. 76–88. doi:10.1017/S0007114512000530
138. Kim Y. J., Jin S. K., Yang H. S. Effect of dietary garlic bulb and husk on the physicochemical properties of chicken meat. *Poultry Science*. 2009. Vol. 88. P. 398–405. doi:10.3382/ps.2008-00179
139. Kirubakaran A., Moorthy M., Chitra R., Prabakar G. Influence of combinations of fenugreek, garlic, and black pepper powder on production traits of the broilers. *Veterinary World*. 2016. Vol. 9. P. 470. doi:10.14202/vetworld.2016.470-474
140. Ko J. W., Park S. H., Lee I. C., Lee S. M., Shin I. S., Kang S. S., Moon C., Kim S. H., Heo J. D., Kim J. C. Protective effects of garlic oil against 1,3-dichloro-2-propanol-induced hepatotoxicity: Role of CYP2E1 and MAPKs. *Molecular & Cellular Toxicology*. 2016. Vol. 12. P. 185–195. doi:10.1007/s13273-016-0023-0
141. Kodera Y., Suzuki A., Imada O., Kasuga S., Sumioka I., Kanezawa A. Physical, chemical, and biological properties of S-allylcysteine, an amino acid derived from garlic. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002. Vol. 50. P. 622–632. doi:10.1021/jf0106648
142. Kongmun P., Wanapat M., Pakdee P., Navanukraw C., Yu Z. Manipulation of rumen fermentation and ecology of swamp buffalo by coconut oil and garlic powder supplementation. *Livestock Science*. 2011. Vol. 135(1). P. 84–92. doi:10.1016/j.livsci.2010.06.131
143. Konjufca V. H., Pesti G. M., Bakalli R. I. Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper. *Poultry Science*. 1997. Vol. 76. P. 1264–1271. doi:10.1093/ps/76.9.1264
144. Kovačević Z., Čabarkapa I., Šarić L., Pajić M., Tomanić D., Kokić B., Božić D. D. Natural Solutions to Antimicrobial Resistance: The Role of Essential Oils in

Poultry Meat Preservation with Focus on Gram-Negative Bacteria. *Foods*. 2024. Vol. 13(23). P. 3905. doi:10.3390/foods13233905

145. Kumar A., Kheravii S. K., Ionescu C., Blanchard A., Barekatin R., Bajagai Y. S., Wu S. B. A microencapsulated mixture of eugenol and garlic tincture supplementation mitigates the effect of necrotic enteritis on intestinal integrity and increases goblet cells in broilers. *Microorganisms*. 2021. Vol. 9. P. 1451. doi:10.3390/microorganisms9071451

146. Kumar A., Sharma N. K., Kheravii S. K., Keerqin C., Ionescu C., Blanchard A., Wu S.-B. Potential of a mixture of eugenol and garlic tincture to improve performance and intestinal health in broilers under necrotic enteritis challenge. *Animal Nutrition*. 2022. Vol. 8. P. 26–37. doi:10.1016/j.aninu.2021.07.007

147. Kumar P., Garcia J., Hill H. Evaluation of Garlic-Resistance in *E. coli* (strain K12). *Journal of Student Research*. 2020. Vol. 9. P. 1–10. doi:10.47611/jsrhs.v9i2.1220

148. Kwon O., Han T. S., Son M. Y. Intestinal Morphogenesis in Development, Regeneration, and Disease: The Potential Utility of Intestinal Organoids for Studying Compartmentalization of the Crypt-Villus Structure. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*. 2020. Vol. 8. P. 593969. doi:10.3389/fcell.2020.593969

149. Kyo E., Uda N., Ushijima M., Kasuga S., Itakura Y. Prevention of psychological stress-induced immune suppression by aged garlic extract. *Phytomedicine*. 1999. Vol. 6. P. 325–330. doi:10.1016/S0944-7113(99)80053-1

150. Lai Y. S., Chen W. C., Ho C. T., Lu K. H., Lin S. H., Tseng H. C., Lin S. Y., Sheen L. Y. Garlic essential oil protects against obesity-triggered nonalcoholic fatty liver disease through modulation of lipid metabolism and oxidative stress. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2014. Vol. 62. P. 5897–5906. doi:10.1021/jf500803c

151. Lan R., Zhao Z., Li S., An L. Sodium butyrate as an effective feed additive to improve performance, liver function, and meat quality in broilers under hot climatic conditions. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99. P. 5491–5500. doi:10.1016/j.psj.2020.06.042

152. Lawson L. D., Hunsaker S. M. Allicin bioavailability and bioequivalence from garlic supplements and garlic foods. *Nutrients*. 2018. Vol. 10. P. 812. doi:10.3390/nu10070812

153. Lee J., Kang S., Kim M., Han S., Lee H. Dietary supplementation with combined extracts from garlic (*Allium sativum*), brown seaweed (*Undaria pinnatifida*), and pinecone (*Pinus koraiensis*) improves milk production in Holstein cows under heat stress conditions. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2020. Vol. 33(1). P. 111–119. doi:10.5713/ajas.19.0536
154. Li H. G., Fen X. L. Studies on degradation characteristics of four unconventional feed ingredients in rumen. *Modern Animal Husbandry*. 2019. Vol. 10. P. 15–17. doi:CNKI:SUN:DAYZ.0.2019-10-007
155. Li W. R., Shi Q. S., Dai H. Q., Liang Q., Xie X. B., Huang X. M., Zhao G. Z., Zhang L. X. Antifungal activity, kinetics and molecular mechanism of action of garlic oil against *Candida albicans*. *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. P. 22805. doi:10.1038/srep22805
156. Li W. R., Shi Q. S., Liang Q., Huang X.-M., Chen Y.-B. Antifungal effect and mechanism of garlic oil on *Penicillium funiculosum*. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2014. Vol. 98. P. 8337–8346. doi:10.1007/s00253-014-5919-9
157. Lim K. S., You S. J., An H. K., Kang C. W. Effects of dietary garlic powder and copper on cholesterol content and quality characteristics of chicken eggs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2006. Vol. 19. P. 582–586. doi:10.5713/ajas.2006.582
158. Lima H., Morais M., Pereira I. Updates in research on quail nutrition and feeding: a review. *World's Poultry Science Journal*. 2022. Vol. 79. P. 1–25. doi:10.1080/00439339.2022.2150926
159. Lin W. C., Lee M. T., Chang S. C., Chang Y. L., Shih C. H., Yu B., Lee T. T. Effects of mulberry leaves on production performance and the potential modulation of antioxidative status in laying hens. *Poultry Science*. 2017. Vol. 96. P. 1191–1203. doi:10.3382/ps/pew350
160. Liu C. T., Su H. M., Lii C. K., Sheen L. Y. Effect of supplementation with garlic oil on activity of Th1 and Th2 lymphocytes from rats. *Planta Medica*. 2009. Vol. 75(3). P. 205–210. doi:10.1055/s-0028-1088396

161. Liu Y., Zhu P., Wang Y., Wei Z., Tao L., Zhu Z., Sheng X., Wang S., Ruan J., Liu Z., Cao Y., Shan Y., Sun L., Wang A., Chen W., Lu Y. Antimetastatic Therapies of the Polysulfide Diallyl Trisulfide against Triple-Negative Breast Cancer (TNBC) via Suppressing MMP2/9 by Blocking NF- κ B and ERK/MAPK Signaling Pathways. *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10(4). P. e0123781. doi:10.1371/journal.pone.0123781
162. Luiken R. E., Van Gompel L., Munk P., Sarrazin S., Joosten P., Dorado-García A., Borup Hansen R., Knudsen B. E., Bossers A., Wagenaar J. A., Aarestrup F. M. Associations between antimicrobial use and the faecal resistome on broiler farms from nine European countries. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*. 2019. Vol. 74. P. 2596–2604. doi:10.1093/jac/dkz235
163. Luo B.-S., Tong Y., Liu Y., Zhang Y., Qin Y., Hu R. (2024). Ethnobotanical insights into the traditional food plants of the Baiku Yao community: a study of cultural significance, utilization, and conservation. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 2024. Vol. 20. P. 52. doi:10.1186/s13002-024-00691-y
164. Madej J.P. , Graczyk S., Bobrek K., Bajzert J., Gawel A. Impact of early posthatch feeding on the immune system and selected hematological, biochemical, and hormonal parameters in broiler chickens. *Poultry Science*. 2024. Vol. 103(3). P. 103366. doi:10.1016/j.psj.2023.103366
165. Magryś A., Olender A., Tchórzewska D. Antibacterial properties of *Allium sativum* L. against the most emerging multidrug-resistant bacteria and its synergy with antibiotics. *Archives of Microbiology*. 2021. Vol. 203(5). P. 2257–2268. doi:10.1007/s00203-021-02248-z
166. Maharjan P., Martinez D., Weil J., Suesuttajit N., Umberson C., Mullenix G. Physiological growth trend of current meat broilers and dietary protein and energy management approaches for sustainable broiler production. *Animal*. 2021. Vol. 15. P. 100284. doi:10.1016/j.animal.2021.100284
167. Mahmoud K. Z., Saad M., Gharaibeh H., Zakaria A., Amer M. Garlic (*Allium sativum*) supplementation: Influence on egg production, quality and yolk cholesterol level in laying hens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2010. Vol. 23. P. 1503–1509. doi:10.5713/ajas.2010.10124

168. Makwana R. B., Raval A. P., Chauhan H. D., Kulkarni R. C., Srivastava A. K., Bhagwat S. R., Rajgor B. B. Effects of garlic (*Allium sativum*) supplementation on growth performance, carcass characteristics and economics of broilers. *Journal of Animal Research*. 2015. Vol. 5. P. 843–848. doi:10.5958/2277-940X.2015.00140.0
169. Mancinelli A., Mattioli S., Twining C., Bosco A., Donoghue A., Arsi K., Angelucci E., Chiattelli D., Castellini C. Poultry Meat and Eggs as an Alternative Source of n-3 Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acids for Human Nutrition. *Nutrients*. 2022. Vol. 14. P. 1969. doi:10.3390/nu14091969
170. Marefati N., Ghorani V., Shakeri F., Boskabady M., Kianian F., Rezaee R., Boskabady M. H. A review of anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory effects of *Allium cepa* and its main constituents. *Pharmaceutical Biology*. 2021. Vol. 59(1). P. 287–302. doi:10.1080/13880209.2021.1874028
171. Mbajiorgu C. A., Ogbuewu I. P., Mabelebele M. Meta-analysis of the effect of garlic (*Allium sativum*) on productive performance, egg quality, and lipid profiles in laying quails. *Open Agriculture*. 2025. Vol. 20(1). Advance online publication. doi:10.1515/opag-2025-0455
172. Mekonnen Y. T., Savini F., Indio V., Seguino A., Giacometti F., Serraino A., Candela M., De Cesare A. Systematic review on microbiome-related nutritional interventions interfering with the colonization of foodborne pathogens in broiler gut to prevent contamination of poultry meat. *Poultry Science*. 2024. Vol. 103(5). P.103607. doi:10.1016/j.psj.2024.103607
173. Meng J., Zhong H., Chu X., Guo J., Zhao S., Shen T., Sun W., Wang J., Jiang P. Comparative analysis of chemical elements and metabolites in diverse garlic varieties based on metabolomics and ionomics. *Food Science & Nutrition*. 2024. Vol. 12(10). P. 7719-7736. doi:10.1002/fsn3.4397
174. Mengistu D., Legassa O., Gebretenseye F. Physical Properties of Garlic Bulbs and Cloves: Effect of Variety and Location. *Asian Journal of Biological Sciences*. 2024. Vol. 17. P. 858–866. doi:10.3923/ajbs.2024.858.866

175. Meza-Rios A., Velazquez-Juarez G., Castellanos-Huerta I., Lopez-Roa R. I., Anguiano-Sevilla L. A., Hernandez-Velasco X., El-Ashram S., Al-Olayan E., Hargis B., Tellez-Isaias G., Zepeda-Morales A. S. M. The Beneficial Effects of Components of Garlic (*Allium sativum* L.) in the Poultry Industry. *Food and Nutrition Sciences*. 2024. Vol.15. P. 27–57. doi:10.4236/fns.2024.151002
176. Micová M., Bystrická J., Kovarovič J., Harangozo L., Lidiková A. Content of bioactive compounds and antioxidant activity in garlic (*Allium sativum* L.). *Acta agriculturae Slovenica*. 2018. Vol. 111. P. 581–595. doi:10.14720/aas.2018.111.3.07
177. Mohammadi H., Saghaian S., Boccia F. Antibiotic-Free Poultry Meat Consumption and Its Determinants. *Foods*. 2023. Vol. 12(9). P. 1776. doi:10.3390/foods12091776
178. Motamedi S. M., Taklimi S. M. Investigating the effect of fenugreek seed powder and garlic powder in the diet on immune response of commercial laying hens' egg. *Indian Journal of Scientific Research*. 2014. Vol. 3. P. 277–283.
179. Mottaghtalab M., Taraz Z. Effects of garlic (*Allium sativum*) on egg yolk and blood serum cholesterol in Aryan breed laying hens. *British Poultry Science*. 2002. Vol. 43. P. S42–S43.
180. Moutia M., Seghrouchni F., Abouelazz O. *Allium sativum* L. regulates in vitro IL-17 gene expression in human peripheral blood mononuclear cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2016. Vol. 16(1). P. 377. doi:10.1186/s12906-016-1365-9
181. Müller A., Eller J., Albrecht F., Prochnow P., Kuhlmann K., Bandow J. E., Slusarenko A. J., Leichert L. I. O. Allicin induces thiol stress in bacteria through S-allylmercapto modification of protein cysteines. *Journal of Biological Chemistry*. 2016. Vol. 291. P. 11477–11490. doi:10.1074/jbc.M115.702308
182. Murugesan G. R., Syed B., Haldar S., Pender C. Phytogetic feed additives as an alternative to antibiotic growth promoters in broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*. 2015. Vol. 2. P. 21. doi:10.3389/fvets.2015.00021

183. Muteeb G., Rehman M. T., Shahwan M., Aatif M. Origin of Antibiotics and Antibiotic Resistance, and Their Impacts on Drug Development: A Narrative Review. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2023. Vol. 16(11). P. 1615. doi:10.3390/ph16111615
184. Naeem M., Bourassa D. Probiotics in Poultry: Unlocking Productivity Through Microbiome Modulation and Gut Health. *Microorganisms*. 2025. Vol. 13(2). P. 257. doi:10.3390/microorganisms13020257
185. Nantz M. P., Rowe C. A., Muller C. E., Creasy R. A., Stanika J. M., Percival S. S. Supplementation with aged garlic improves both NK and γ -T cell function and reduces the severity of cold and flu symptoms: A randomized, double-blind placebo-controlled nutrition intervention. *Clinical Nutrition*. 2012. Vol. 31. P. 337–344. doi:10.1016/j.clnu.2011.11.019
186. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). *Nutrient requirements of poultry* (9th rev. ed.). *The National Academies Press*. doi:10.17226/25914
187. Nazeer N., Uribe-Diaz S., Rodriguez-Lecompte J. C., Ahmed M. Antimicrobial Peptides as an Alternative to Relieve Antimicrobial Growth Promoters in Poultry. *British Poultry Science*. 2021. Vol. 62. P. 672–685. doi:10.1080/00071668.2021.1919993
188. Ngukuran Jikah A., Iruoghene Edo G. Mechanisms of action by sulphur compounds in *Allium sativum*. A review. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*. 2023. Vol. 9. P. 100323. doi:10.1016/j.prmcm.2023.100323
189. Nhan P., Tuan N. T. T., Lan N. T., Nhan N. T. H., Trung N. B. (2025). Dose-response effects of aqueous garlic extract supplementation via drinking water on growth, hematology, immunity, and coccidiosis in Japanese quails (*Coturnix japonica*). *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 2025. Vol. 50(4). P. 293–303. doi:10.14710/jitaa.50.4.293-303
190. Obianwuna U. E., Agbai Kalu N., Wang J., Zhang H., Qi G., Qiu K. Recent trends on mitigative effect of probiotics on oxidative-stress-induced gut dysfunction in broilers under necrotic enteritis challenge: a review. *Antioxidants*. 2023. Vol. 12(4). P. 9111–9134. doi:10.3390/antiox12040911

191. Obianwuna U. E., Chang X., Oleforuh-Okoleh V. U., Onu P. N., Zhang H., Qiu K., Wu S. Phytobiotics in poultry: revolutionizing broiler chicken nutrition with plant-derived gut health enhancers. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2024. Vol. 15. P. 169. doi:10.1186/s40104-024-01101-9
192. Obianwuna U. E., Oleforuh-Okoleh V. U., Wang J., Zhang H.-J., Qi G. H., Qiu K. Potential implications of natural antioxidants of plant origin on oxidative stability of chicken albumen during storage: a review. *Antioxidants*. 2022. Vol. 11(4). P. 6301–6320. doi:10.3390/antiox11040630
193. Obianwuna U. E., Oleforuh-Okoleh V. U., Wang J., Zhang H.-J., Qi G.-H., Qiu K. Natural products of plants and animal origin improve albumen quality of chicken eggs. *Frontiers in Nutrition*. 2022. Vol. 9. P. 8752701–8752719. doi:10.3389/fnut.2022.875270
194. OECD F.A.O. OECD-FAO agricultural outlook 2022-2031, 2022.
195. Ogbuewu I. P., Okoro V. M., Mbajiorgu C. A. Meta-analysis of the responses of laying hens to garlic (*Allium sativum*) supplementation. *Animal Feed Science and Technology*. 2021. Vol. 275. P. 114866. doi:10.1016/j.anifeedsci.2021.114866
196. Ogbuewu I. P., Okoro V. M., Mbajiorgu E. F., Mbajiorgu C. A. Beneficial Effects of Garlic in Livestock and Poultry Nutrition: A Review. *Agricultural Research*. 2019. Vol. 8. P. 411–426. doi:10.1007/s40003-018-0390-y
197. Oke O. E., Oliyide K. M., Akosile O. A., Oni A. I., Adekunle E. O., Oyebanji B. O., Aremu O. P., Adeoba I. M., Eletu T. A., Daramola J. O. Innovations in Quail Welfare: Integrating Environmental Enrichment, Nutrition and Genetic Advances for Improved Health and Productivity. *Veterinary Medicine and Science*. 2025. Vol. 11(4). P. e70424. doi:10.1002/vms3.70424
198. Olayinka O. I, Bawa G. S., Abeke F. O., Afolayan M. Comparative Evaluation of Garlic (*Allium sativum*) Meal as Natural Feed Additives on Egg Production and Egg Quality of Laying Japanese Quails. *Nigerian Journal of Animal Science and Technology (NJAST)*. 2022. Vol. 5(2). P. 47–55.
199. Oleforuh-Okoleh V. U., Harrie M., Solomon N. F., Olorunleke O., Joesph U. Evaluation of growth performance, hematological and serum biochemical response of

broiler chickens to aqueous extract of ginger and garlic. *Journal of Agricultural Science*. 2015. Vol. 7. P. 167–173. doi:10.5539/jas.v7n4p167

200. Olukosi O. A., Dono N. D. Modification of digesta pH and intestinal morphology with the use of benzoic acid or phytobiotics and the Effects on broiler chicken growth performance and energy and nutrient utilization. *Journal of Animal Science*. 2014. Vol. 92. P. 3945–3953. doi:10.2527/jas.2013-6368

201. Omer H. A., El-Mallah G. M., Abdel-Magid S. S., Bassuony N. I., Ahmed S. M., El-Ghamry A. K. A. Impact of adding natural bioactive mixture composed of lemon, onion, and garlic juice at different levels on productive performance, egg quality, and some blood parameters of commercial laying hens. *Bulletin of the National Research Centre*. 2019. Vol. 43. P. 137. doi:10.1186/s42269-019-0160-4

202. Omidifar N., Nili-Ahmadabadi A., Gholami A., Dastan D., Ahmadimoghaddam D., Nili-Ahmadabadi H. Biochemical and histological evidence on the protective effects of *Allium hirtifolium* Boiss (Persian shallot) as an herbal supplement in cadmium-induced hepatotoxicity. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2020. Vol. 2020. P. 7457504. doi:10.1155/2020/7457504

203. Pancu D. F., Scurtu A., Macasoii I. G., Marti D., Mioc M., Soica C., Coricovac D., Horhat D., Poenaru M., Dehelean C. Antibiotics: Conventional Therapy and Natural Compounds with Antibacterial Activity-A Pharmaco-Toxicological Screening. *Antibiotics (Basel)*. 2021. Vol. 10(4). P. 401. doi:10.3390/antibiotics10040401

204. Panthee A., Matsuno A., Al-Mamun M., Sano H. Effect of feeding garlic leaves on rumen fermentation, methane emission, plasma glucose kinetics, and nitrogen utilization in sheep. *Journal of Animal Science and Technology*. 2017. Vol. 59. P. 14. doi:10.1186/s40781-017-0139-3

205. Peinado M. J., Ruiz R., Echávarri A., Aranda-Olmedo I., Rubio L. A. Garlic derivative PTS-O modulates intestinal microbiota composition and improves digestibility in growing broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*. 2013. Vol. 181. P. 87–92. doi:10.1016/j.anifeedsci.2013.03.001

206. Peinado M. J., Ruiz R., Echávarri A., Rubio L. A. Garlic derivative propyl propane thiosulfonate is effective against broiler enteropathogens *in vivo*. *Poultry Science*. 2012. Vol. 91. P. 2148–2157. doi:10.3382/ps.2012-02280
207. Percival S. S. Aged garlic extract modifies human immunity. *Journal of Nutrition*. 2016. Vol. 146. P. 433S–436S. doi:10.3945/jn.115.210427
208. Petropoulos S. A., Fernandes Â., Ntatsi G., Petrotos K., Barros L., Ferreira I. C. F. R. Nutritional Value, Chemical Characterization and Bulb Morphology of Greek Garlic Landraces. *Molecules*. 2018. Vol. 23(2). P. 319. doi:10.3390/molecules23020319
209. Pham V. H., Kan L., Huang J., Geng Y., Zhen W., Guo Y., Abbas W., Wang Z. Dietary encapsulated essential oils and organic acids mixture improves gut health in broiler chickens challenged with necrotic enteritis. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2020. Vol. 11. P. 1–18. doi:10.1186/s40104-019-0421-y
210. Pourali M., Kermanshahi H., Golian A., Razmi G. R., Soukhtanloo M. Antioxidant and anticoccidial effects of garlic powder and sulfur amino acids on *Eimeria* infected and uninfected broiler chickens. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 2014. Vol. 15. P. 227–232. doi:10.22099/ijvr.2014.2531
211. Premavalli K., Omprakash A. V. Effect of various levels of garlic (*Allium sativum* L.) powder in feed on growth performance of Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2020. Vol. 8(2). P. 1515–1517.
212. Puvača N., Ljubojević D., Kostadinović L. J., Lukač D., Lević J., Popović S., Đuragić O. Spices and herbs in broilers nutrition: Effects of garlic (*Allium sativum* L.) on broiler chicken production. *World's Poultry Science Journal*. 2015. Vol. 71. P. 533–538. doi:10.1017/S0043933915002214
213. Qayum A., Ahmad M. T., Anjum M., Sulamani M. Probiotics and Innovative Feed Additives for Optimal Gut Health. In: Liu P. (ed). *Gut Health, Microbiota and Animal Diseases*. Unique Scientific Publishers, Faisalabad, Pakistan, 2025. P. 20–29. doi:10.47278/book.CAM/2024.002
214. Qin W., Huber K., Popp M., Bauer P., Buettner A., Sharapa C., Scheffler L., Loos H. M. Quantification of Allyl Methyl Sulfide, Allyl Methyl Sulfoxide, and Allyl

Methyl Sulfone in Human Milk and Urine After Ingestion of Cooked and Roasted Garlic. *Frontiers in Nutrition*. 2020. Vol. 7. P. 565496. doi:10.3389/fnut.2020.565496

215. Quaresma M. A. G., Antunes I. C., Ferreira B. G., Parada A., Elias A., Barros M., Santos C., Partidário A., Mourato M., Roseiro L. C. The composition of the lipid, protein and mineral fractions of quail breast meat obtained from wild and farmed specimens of Common quail (*Coturnix coturnix*) and farmed Japanese quail (*Coturnix japonica domestica*). *Poultry Science*. 2022. Vol. 101(1). P. 101505. doi:10.1016/j.psj.2021.101505

216. Qureshi A. A., Din Z. Z., Abuirmeileh N., Burger W. C., Ahmad Y., Elson C. E. Suppression of avian hepatic lipid metabolism by solvent extracts of garlic: Impact on serum lipids. *Journal of Nutrition*. 1983. Vol. 113. P. 1746–1755. doi:10.1093/jn/113.9.1746

217. Rabelo-Ruiz M., Ariza-Romero J. J., Zurita-González M. J., Martín-Platero A. M., Baños A., Maqueda M., Valdivia E., Martínez-Bueno M., Peralta-Sánchez J. M. Allium-Based Phytobiotic Enhances Egg Production in Laying Hens through Microbial Composition Changes in Ileum and Cecum. *Animals*. 2021. Vol. 11(2). P. 448. doi:10.3390/ani11020448

218. Raeesi M., Hoseini-Aliabad S. A., Roofchae A., Zare Shahneh A., Pirali S. Effect of periodically use of garlic (*Allium sativum*) powder on performance and carcass characteristics in broiler chickens. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 2010. Vol. 4. P. 1388–1394.

219. Rafeeq M., Bilal R. M., Batool F., Yameen K., Farag M. R., Madkour M., Elnesr S. S., El-Shall N. A., Dhama K., Alagawany M. Application of herbs and their derivatives in broiler chickens: A review. *World's Poultry Science Journal*. 2023. Vol. 79. P. 95–117. doi:10.1080/00439339.2022.2151395

220. Rahimi S., Teymouri Zadeh Z., Karimi Torshizi M. A., Omidbaigi R., Rokni H. Effect of the three herbal extracts on growth performance, immune system, blood factors and intestinal selected bacterial population in broiler chickens. *Journal of Agriculture, Science and Technology*. 2011. Vol. 13. P. 527–539.

221. Ran T., Shen Y. Z., Saleem A. M., AlZahal O., Beauchemin K. A., Yang W. Z. Using ruminally protected and nonprotected active dried yeast as alternatives to antibiotics in finishing beef steers: growth performance, carcass traits, blood metabolites, and fecal *Escherichia coli*. *Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 96. P. 4385–4397. doi:10.1093/jas/sky272
222. Ratika K., Singh R. J., Singh R. K., Singh M. Weekly assessment of growth performance of broilers fed a diet supplemented with garlic and turmeric powder and their combination. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018. Vol. 7. P. 1373–1381. doi:10.20546/ijcmas.2018.702.166
223. Reda R., Khalil A. A., Elhady M., Tayel S. I., Ramadan E. A. Anti-parasitic activity of garlic (*Allium sativum*) and onion (*Allium cepa*) extracts against *Dactylogyrus* spp. (*Monogenean*) in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*): Hematology, immune response, histopathological investigation, and inflammatory cytokine genes of gills. *BMC Veterinary Research*. 2024. Vol. 20. P. 334. doi:10.1186/s12917-024-04187-5
224. Reddy R. V., Lightest S. F., Maurice D. V. Effect of feeding garlic oil on performance and egg yolk cholesterol concentration. *Poultry Science*. 1991. Vol. 70. P. 2006–2009. doi:10.3382/ps.0702006
225. Redoy M. R. A., Shuvo A. A. S., Cheng L., Al-Mamun M. Effect of herbal supplementation on growth, immunity, rumen histology, serum antioxidants and meat quality of sheep. *Animal*. 2020. Vol. 14. P. 2433–2441. doi:10.1017/S1751731120001196
226. Rees L. P., Minney S. F., Plummer N. T., Slater J. H., Skyrme D. A. A quantitative assessment of the antimicrobial activity of garlic (*Allium sativum*) *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 1993. Vol. 9. P. 303–307. doi:10.1007/BF00383068
227. Réhault-Godbert S., Guyot N., Nys Y. The Golden Egg: Nutritional Value, Bioactivities, and Emerging Benefits for Human Health. *Nutrients*. 2019. Vol. 11. P. 684. doi:10.3390/nu11030684
228. Rehman Z. U., Munir M. T. Effect of garlic on the health and performance of broilers. *Veterinaria*. 2015. Vol. 3. P. 32–39.

229. Ricci S., Rivera-Chacon R., Petri R. M., Sener-Aydemir A., Sharma S., Reisinger N., Zebeli Q., Castillo-Lopez E. Supplementation With Phytogetic Compounds Modulates Salivation and Salivary Physico-Chemical Composition in Cattle Fed a High-Concentrate Diet. *Frontiers in Physiology*. 2021. Vol. 12. doi:10.3389/fphys.2021.645529
230. Roseblade A., Ung A., Bebawy M. Synthesis and in vitro biological evaluation of thiosulfinate derivatives for the treatment of human multidrug-resistant breast cancer. *Acta Pharmacologica Sinica*. 2017. Vol. 38. P. 13531368. doi:10.1038/aps.2016.170
231. Ross Z. M., O’Gara E. A., Hill D. J., Sleightholme H. V., Maslin D. J. Antimicrobial properties of garlic oil against human enteric bacteria: Evaluation of methodologies and comparisons with garlic oil sulfides and garlic powder. *Applied and Environmental Microbiology*. 2001. Vol. 67. P. 475–480. doi:10.1128/AEM.67.1.475-480.2001
232. Rouf R., Uddin S. J., Sarker D. K., Islam M. T., Ali E. S., Shilpi J. A., Nahar, Tiralongo L. E., Sarker S. D. Antiviral potential of garlic (*Allium sativum*) and its organosulfur compounds: A systematic update of pre-clinical and clinical data. *Trends in Food Science & Technology*. 2020. Vol. 104. P. 219–234. doi:10.1016/j.tifs.2020.08.006
233. Rushton J. Anti-microbial use in animals: how to assess the trade-offs. *Zoonoses and Public Health*. 2015. Vol. 62. P. 10–21. doi:10.1111/zph.12193
234. Sadek H. A., Abdel-Rahman S. M., Bakir H. Y., Arafa M. I., Ahmed A. A., Gaber M. M. The potential convention of garlic and black seed different extracts as an effective treatment of *Cryptosporidium* spp.: An experimental study. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*. 2020. Vol. 50. P. 613–621. doi:10.21608/jesp.2020.131094
235. Saffa H. M. Effect of dietary garlic or fenugreek on cholesterol metabolism in lying hens. *Egyptian Poultry Science Journal*. 2007. Vol. 27. P. 1207–1221.
236. Saghi R., Zarghi H. The effect of different levels of garlic powder on performance, carcass efficiency and serum metabolites of Japanese quail. *Research Journal of Livestock Science*. 2022. Vol. 34(133). P. 31–44. doi:10.22092/asj.2021.352538.2114

237. Salari J., Sahebi Ala F., Kalantar M., Sahebi Ala M. The effect of garlic powder (*Allium sativum*) on performance, blood parameters and egg quality of Japanese quail. *Research Journal of Livestock Science*. 2015. Vol. 28(107). P. 161–168. doi:10.22092/asj.2015.102412
238. Sangilimadan K., Churchil R. R., Premavalli K., Omprakash A. V. Effect of garlic (*Allium sativum*) on production performances and carcass traits of Nandanam broiler-2. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019. Vol. 8. P. 2531–2538. doi:10.20546/ijcmas.2019.804.295
239. Scholtz N., Halle I., Flachowsky G., Sauerwein H. Serum chemistry reference values in adult Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) including sex-related differences. *Poultry Science*. 2009, Vol. 88(6), pp. 1186-1190. DOI doi:10.3382/ps.2008-00546
240. Shang A., Cao S. Y., Xu X. Y., Gan R. Y., Tang G. Y., Corke H., Mavumengwana V., Li H. B. Bioactive compounds and biological functions of garlic (*Allium sativum* L.). *Foods*. 2019. Vol. 8. P. 246. doi:10.3390/foods8070246
241. Sharma R. K., Singh R. A., Pal R. N., Aggarwal C. K. Cholesterol contents of chicken eggs as affected by feeding garlic, sarpagandha and nicotinic acid. *Haryana Agricultural University Journal of Research*. 1979. Vol. 9. P. 263–265.
242. Shin S. S., Song J. H., Hwang B., Noh D. H., Park S. L., Kim W. T., Park S. S., Kim W. J., Moon S. HSPA6 augments garlic extract-induced inhibition of proliferation, migration, and invasion of bladder cancer EJ cells; Implication for cell cycle dysregulation, signaling pathway alteration, and transcription factor-associated MMP-9 regulation. *PLoS One*. 2017. Vol. 12. P. e0171860. doi:10.1371/journal.pone.0171860
243. Sidiropoulou E., Skoufos I., Marugan-Hernandez V., Giannenas I., Bonos E., Aguiar-Martins K., Lazari D., Blake D. P., Tzora A. *In vitro* anticoccidial study of oregano and garlic essential oils and effects on growth performance, fecal oocyst output, and intestinal microbiota *in vivo*. *Frontiers in Veterinary Science*. 2020. Vol. 7. P. 420. doi:10.3389/fvets.2020.00420
244. Singh J., Sharma M., Singh N., Kaur P., Sethi A., Sikka S. Effect of sun dried whole bulb garlic powder on nutrient utilization, blood parameters, duodenum

morphology and faecal microbial load in broiler chickens. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2017. Vol. 87. P. 195–198. doi:10.56093/ijans.v87i2.67722

245. Sivam G. P. Protection against *Helicobacter pylori* and other bacterial infections by garlic. *Journal of Nutrition*. 2001. Vol. 131. P. 1106S–1108S. doi:10.1093/jn/131.3.1106S

246. Sklan D., Berner Y. N., Rabinowitch H. D. The effect of dietary onion and garlic on hepatic lipid concentrations and activity of antioxidative enzymes in chicks. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 1992. Vol. 3. P. 322–325. doi:10.1016/0955-2863(92)90022-B

247. Skoczylas J., Jędrszczyk E., Dziadek K., Dacewicz E., Kopeć A. Basic Chemical Composition, Antioxidant Activity and Selected Polyphenolic Compounds Profile in Garlic Leaves and Bulbs Collected at Various Stages of Development. *Molecules*. 2023. Vol. 28(18). P. 6653. doi:10.3390/molecules28186653

248. Skyrme D. A. The Antimicrobial Activity of *Allium sativum*. Ph.D. Thesis. Cardiff University; Cardiff, UK, 1997.

249. Stergiadis S., Allen M., Chen X. J., Wills D., Yan T. Prediction of nutrient digestibility and energy concentrations in fresh grass using nutrient composition. *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. P. 3257–3273. doi:10.3168/jds.2014-8587

250. Stypinski J. D., Weiss W. P., Carroll A. L., Kononoff P. J. Effect of acid detergent lignin concentration for diets formulated to be similar in neutral detergent fiber content on energy utilization in lactating Jersey cows. *Journal of Dairy Science*. 2024. Vol. 107(8). P. 5699–5708. doi:10.3168/jds.2023-24318

251. Sunanta P., Kontogiorgos V., Pankasemsuk T., Jantanasakulwong K., Rachtanapun P., Seesuriyachan P., Sommano S. R. The nutritional value, bioactive availability and functional properties of garlic and its related products during processing. *Frontiers in Nutrition*. 2023. Vol. 10. P. 1142784. doi:10.3389/fnut.2023.1142784

252. Suriya R., Zulkifli I., Alimon A. R. The effect of dietary inclusion of herbs as growth promoter in broiler chickens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2012. Vol. 11. P. 346–350. doi:10.3923/javaa.2012.346.350

253. Tahir Z., Saeed F., Nosheen F., Ahmed A., Anjum F. Comparative study of nutritional properties and antioxidant activity of raw and fermented (black) garlic. *International Journal of Food Properties*. 2022. Vol. 25. P. 116–127. doi:10.1080/10942912.2022.2026954
254. Talib W. H., Baban M. M., Azzam A. O., Issa J. J., Ali A. Y., AlSuwais A. K., Allala S., AL Kury L. T. Allicin and Cancer Hallmarks. *Molecules*. 2024. Vol. 29(6). P. 1320. doi:10.3390/molecules29061320
255. Tanti A., Retnani Y., Soesanto I. Effect Dietary Garlic Processed on Performance and Intestinal of Broilers. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 2023. Vol. 21. P. 63–68. doi:10.29244/jintp.21.1.63-68
256. Tanti A., Retnani Y., Soesanto I. R. H. Effect of supplementation garlic (*Allium sativum*) by various processing on performances of broiler. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022. Vol. 1020. P. 012015. doi:10.1088/1755-1315/1020/1/012015
257. Tanweer A. J., Saddique U., Bailey C. A., Khan R. U. Antiparasitic effect of wild rue (*Peganum harmala L.*) against experimentally induced coccidiosis in broiler chicks. *Parasitology Research*. 2014. Vol. 113. P. 2951–2960. doi:10.1007/s00436-014-3957-y
258. Tao H., Si B., Xu W., Tu Y., Diao Q. Effect of *Broussonetia papyrifera L.* silage on blood biochemical parameters, growth performance, meat amino acids and fatty acids compositions in beef cattle. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2020. Vol. 33. P. 732–741. doi:10.5713/ajas.19.0150
259. Tatar A. M. Effects of intensive and conventional farming on oxidative stress and meat quality biomarkers in holstein and simmental cattle. *Scientific Reports*. 2024. Vol. 14(1). P. 26197. doi:10.1038/s41598-024-78087-x
260. Thakur P., Dhiman A., Kumar S., Suhag R. Garlic (*Allium sativum L.*): A review on bio-functionality, allicin's potency and drying methodologies. *South African Journal of Botany*. 2024. Vol. 171. P. 129–146. doi:10.1016/j.sajb.2024.05.039

261. Thompson N. T., Kitzenberg D. A., Kao D. J. Persister-mediated emergence of antimicrobial resistance in agriculture due to antibiotic growth promoters. *AIMS Microbiology*. 2023. Vol. 9(4). P. 738–756. doi:10.3934/microbiol.2023038
262. Tsirtsikos P., Fegeros K., Kominakis A., Balaskas C., Mountzouris K. C. Modulation of intestinal mucin composition and mucosal morphology by dietary phytogenic inclusion level in broilers. *Animal*. 2012. Vol. 6. P. 1049–1057. doi:10.1017/S1751731111002680
263. Tyler R. H., Teemu J. H., Hikaru M., Vasudha S., Emilie B., Christopher S. McG., Ali K., Jake C.-S., Dedeepya V., Qin Z., Hyunil J., Roger O., Valerie M. W., William F. D., Matt T., Krishna G., Dario B., Ophir D. K., Zev J. G. Patterning and folding of intestinal villi by active mesenchymal dewetting. *Cell*. 2024. Vol. 187(12). P. 3072–3089. doi:10.1016/j.cell.2024.04.039
264. Uddin T. M., Chakraborty A. J., Khusro A., Matin Zidan BM. R., Mitra S., Emran T. B., Dhama K., Hossain Ripon Md. K., Gajdács M., Khayam Sahibzada M. U., Hossain Md. J., Koirala N. Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *Journal of Infection and Public Health*. 2021. Vol. 14(12). P. 1750–1766. doi:10.1016/j.jiph.2021.10.020
265. Udo E. J., Abba A. M. Comparative study of in-vitro anticoccidial efficacy of *Allium sativum* and *Carica papaya*. *Zoological Research*. 2018. Vol. 2. P. 10–14. doi:10.22259/2637-5575.0202002
266. Urban-Chmiel R., Marek A., Stępień-Pyśniak D., Wieczorek K., Dec M., Nowaczek A., Osek J. Antibiotic Resistance in Bacteria-A Review. *Antibiotics (Basel)*. 2022. Vol. 11(8). P. 1079. doi:10.3390/antibiotics11081079
267. Usturoi M., Roxana R., Crivei I., Veleşcu I., Usturoi A. I., Stoica F., Radu Rusu R. M. Unlocking the Power of Eggs: Nutritional Insights, Bioactive Compounds, and the Advantages of Omega-3 and Omega-6 Enriched Varieties. *Agriculture*. 2025. Vol. 15. P. 242. doi:10.3390/agriculture15030242
268. van der Laan S., Breeman G., Scherer L. Animal Lives Affected by Meat Consumption Trends in the G20 Countries. *Animals*. 2024. Vol. 14. P. 1662. doi:10.3390/ani14111662

269. Varmaghany S., Torshizi M. A. K., Rahimi S., Lotfollahian H., Hassanzadeh M. The effects of increasing levels of dietary garlic bulb on growth performance, systolic blood pressure, hematology, and ascites syndrome in broiler chickens. *Poultry Science*. 2015. Vol. 94. P. 1812–1820. doi:10.3382/ps/pev148
270. Verma Dr. T., Aggarwal A., Dey P., Chauhan A., Rashid S., Chen K.-T., Sharma R. Medicinal and therapeutic properties of garlic, garlic essential oil, and garlic-based snack food: An updated review. *Frontiers in Nutrition*. 2023. Vol. 10. P. 1120377. doi:10.3389/fnut.2023.1120377
271. Verraes C., Van Boxstael S., Van Meervenne E., Van Coillie E., Butaye P., Catry B., De Schaetzen M. A., Van Huffel X., Imberechts H., Dierick K., Daube G. Antimicrobial resistance in the food chain: a review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2013. Vol. 10. P. 2643–2669. doi:10.3390/ijerph10072643
272. Vivek D. S., Neha A. P., Shrikant R. B., Mahesh M. G., Rajkumar V. S. Allicin: A review of its important pharmacological activities. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*. 2023. Vol. 8. P. 100283. doi:10.1016/j.prmcm.2023.100283
273. Vourakis M., Mayer G., Rousseau G. The Role of Gut Microbiota on Cholesterol Metabolism in Atherosclerosis. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22(15). P. 8074. doi:10.3390/ijms22158074
274. Wang B., Jiang P., Zhang L., Wang Z., Zong W. Key enzymes, physicochemical properties and volatile compounds in garlic (*Allium sativum* L.) cloves at different storage temperatures. *Food Bioscience*. 2025. Vol. 64. P. 105881. doi:10.1016/j.fbio.2025.105881
275. Wang B., Raza Farhan M. H., Yuan L., Sui Y., Chu J., Yang X., Li Y., Huang L., Cheng G. Transfer dynamics of antimicrobial resistance among gram-negative bacteria. *Science of The Total Environment*. 2024. Vol. 954. P. 176347. doi:10.1016/j.scitotenv.2024.176347
276. Wang F., Hu M., Zhu H., Yang C., Xia H., Yang X., Yang L., Sun G. MyD88 determines the protective effects of fish oil and perilla oil against metabolic disorders and

inflammation in adipose tissue from mice fed a high-fat diet. *Nutrition & Diabetes*. 2021. Vol. 11. P. 23. doi:10.1038/s41387-021-00159-y

277. Wang J. L., Wei Y. H., Wu X. Q., Zhao G. Q. Comparative study on rumen degradation characteristics of different parts of garlic by-products and common roughages for dairy cows. *Animal Nutrition*. 2021. Vol. 10. P. 5708–5716. doi:10.3969/j.issn.1006-267x.2021.10.030

278. Wang J., Deng L., Chen M., Che Y., Li L., Zhu L., Chen G., Feng T. Phytogetic feed additives as natural antibiotic alternatives in animal health and production: A review of the literature of the last decade. *Animal Nutrition*. 2024. Vol. 17. P. 244–264. doi:10.1016/j.aninu.2024.01.012

279. Wang S. W., Li X. W., Chen Q. X. Effects of Garlic Skin on Growth, Physiological and Biochemical Indexes of Sheep. *China Herbivores Science*. 2013. Vol. 33. P. 39–42. doi:10.3969/j.issn.2095-3887.2013.06.010

280. Wang W., Wang Y., Guo T., Gao C., Yang Y., Yang L., Cui Z., Mao J., Liu N., An X. Blend of Cinnamaldehyde, Eugenol, and Capsicum Oleoresin Improved Rumen Health of Lambs Fed High-Concentrate Diet as Revealed by Fermentation Characteristics, Epithelial Gene Expression, and Bacterial Community. *Animals*. 2023. Vol. 13(10). P. 1663. doi:10.3390/ani13101663

281. Wang X. Y., Zhang C. W., Huang W. T., Yue J., Dou J. J., Wang L. Y., Wang Q., Cheng Y. Q. Crude garlic extract significantly inhibits replication of grapevine viruses. *Plant Pathology*. 2019. Vol. 69. P. 26–31. doi:10.1111/ppa.13103

282. Wassie T., Lu Z., Duan X., Xie C., Gebeyew K., Yumei Z. Dietary Enteromorpha polysaccharide enhances intestinal immune response, integrity, and caecal microbial activity of broiler chickens. *Frontiers in Nutrition*. 2021. Vol. 8. P. 783819. doi:10.3389/fnut.2021.783819

283. Wei H., Wang J. Y. Role of Polymeric Immunoglobulin Receptor in IgA and IgM Transcytosis. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021. Vol. 22(5). P. 2284. doi:10.3390/ijms22052284

284. Windisch W. Use of phytogenic products as feed additives for swine and poultry. *Journal of Animal Science*. 2008. Vol. 86(14). P. 140-148. doi:10.2527/jas.2007-0459
285. Wu C. F., Chen C. H., Wu C. Y., Lin C. S., Su Y. C., Wu C. F., Tsai H. P., Fan P. S., Yeh C. H., Yang W. C., Chang G. R. Quinolone and organophosphorus insecticide residues in bivalves and their associated risks in Taiwan. *Molecules*. 2020. Vol. 25. P. 3636. doi:10.3390/molecules25163636
286. Xu Z., Qiu Z., Liu Q., Huang Y., Li D., Shen X., Fan K., Xi J., Gu Y., Tang Y., Jiang J., Xu J., He J., Gao X., Liu Y., Koo H., Yan X., Gao L. Converting organosulfur compounds to inorganic polysulfides against resistant bacterial infections. *Nature Communications*. 2018. Vol. 9. P. 3713. doi:10.1038/s41467-018-06164-7
287. Yalcin S., Onbasilar E. E., Reisli Z., Yalcin S. Effects of garlic powder on the performance, egg traits and blood parameters of laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2006. Vol. 86. P. 1336–1339. doi:10.1002/jsfa.2515
288. Yalcin S., Onbaşilar Ł., Şehu A., Yalcin S. The effects of dietary garlic powder on the performance, egg traits and blood serum cholesterol of laying quails. Asian-Australas. *Journal of Animal Science*. 2007. Vol. 20. P. 944–947. doi:10.5713/ajas.2007.944
289. Yan J. K., Wang C., Yu Y. B., Wu L. X., Chen T. T., Wang Z. W. Physicochemical characteristics and in vitro biological activities of polysaccharides derived from raw garlic (*Allium sativum L.*) bulbs via three-phase partitioning combined with gradient ethanol precipitation method. *Food Chemistry*. 2020. Vol. 339. P. 128081. doi:10.1016/j.foodchem.2021.128081
290. Yang C., Chowdhury M. K., Hou Y., Gong J. Phytogenic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potentials and challenges in application. *Pathogens*. 2015. Vol. 4. P. 137–156. doi:10.3390/pathogens4010137
291. Yang C., Gao P., Hou F., Yan T., Chang S., Chen X., Wang Z. Relationship between chemical composition of native forage and nutrient digestibility by Tibetan sheep on the Qinghai-Tibetan Plateau. *Journal of Animal Science*. 2018. Vol. 96. P. 1140–1149. doi:10.1093/jas/sky002

292. Yang Y., Iji P. A., Choct M. Dietary modulation of gut microflora in broiler chickens: A review of the role of six kinds of alternatives to in-feed antibiotics. *World's Poultry Science Journal*. 2009. Vol. 65. P. 97–114. doi:10.1017/S0043933909000087
293. Yusuf A., Fagbuaro S. S., Fajemilehin S. O. K. Chemical composition, phytochemical and mineral profile of garlic (*Allium sativum*). *Journal of Bioscience and Biotechnology Discovery*. 2018. Vol. 3 (5). P. 105–109. doi: 10.31248/JBBD2018.073
294. Zhai B., Zhang C., Sheng Y., Zhao C., He X., Xu W., Huang K., Luo Y. Hypoglycemic and hypolipidemic effect of S-allyl-cysteine sulfoxide (alliin) in DIO mice. *Scientific Reports*. 2018. Vol. 8. P. 3527. doi:10.1038/s41598-018-21421-x
295. Zhang R., Liu J., Liu Y., Wu Y., Xu Y., Feng J. Dietary garlic powder alleviates lipopolysaccharide-induced inflammatory response and oxidative stress through regulating the immunity and intestinal barrier function in broilers. *Animals*. 2022. Vol. 12. P. 2281. doi:10.3390/ani12172281
296. Ziarlarimi A., Irani M., Gharahveysi S., Rahmani Z. Investigation of antibacterial effects of garlic (*Allium sativum*), mint (*Menthe spp.*) and onion (*Allium cepa*) herbal extracts on Escherichia coli isolated from broiler chickens. *African Journal of Biotechnology*. 2011. Vol. 10. P. 10320–10322. doi:10.5897/AJB10.2513
297. Zou Z. X., He X. X. Effects of herb mixture on rumen fermentation and nutrient digestibility in beef cattle. *Chinese Feed*. 2020. Vol. 20. P. 53–56. doi:10.15906/j.cnki.cn11-2975/s.20202014
298. Zugaro S., Benedetti E., Caioni G. Garlic (*Allium sativum L.*) as an Ally in the Treatment of Inflammatory Bowel Diseases. *Current Issues in Molecular Biology*. 2023. Vol. 45(1). P. 685–698. doi:10.3390/cimb45010046