МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ОСАДЧА ЮЛІЯ ВАСИЛІВНА

УДК 636.52/58:636.083:591.044:591.111

УДОСКОНАЛЕННЯ УМОВ УТРИМАННЯ КУРЕЙ-НЕСУЧОК ЗА ВРАХУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОДРАЗНИКІВ РІЗНОЇ ТРИВАЛОСТІ, СИЛИ ТА ЕТІОЛОГІЇ

06.02.04 «Технологія виробництва продуктів тваринництва»

Реферат дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Київ – 2026

Дисертацією є кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

Роботу виконано у Національному університеті біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України

Опоненти: доктор ветеринарних наук, професор
ПАЛІЙ Анатолій Павлович,
Національний науковий центр
«Інститут експериментальної
і клінічної ветеринарної медицини» НААН,
директор

доктор сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник,
ГУНЧАК Алла Володимирівна,
Інститут біології тварин НААН,
завідувач лабораторії фізіології,
біохімії та живлення птиці

доктор сільськогосподарських наук, професор
ЦЕХМІСТРЕНКО Світлана Іванівна,
Білоцерківський національний аграрний університет,
завідувачка кафедри хімії

Захист відбудеться «24» листопада 2026 року о 10^{00} годині на засіданні докторської спеціалізованої вченої ради Д 26.004.05 у Національному університеті біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 15, навчальний корпус № 3, кімната 301

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці Національного університету біоресурсів і природокористування України за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 13, навчальний корпус № 4, кімната 41а

Вчений секретар докторської
спеціалізованої вченої ради Ігор ІЛЬЧУК

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Сучасне промислове птахівництво розвивається за умов зростаючого глобального попиту на продукти харчування тваринного походження, жорстких економічних викликів та підвищених вимог до їх якості й безпечності (FAO, 2022; Sinclair et al., 2022). За даними FAO (2024), світове споживання яєць щорічно зростає на 2–3 %, що зумовлює необхідність інтенсифікації виробництва за одночасного дотримання міжнародних стандартів добробуту птиці (Council Directive 1999/74/EC; OIE, 2023). Промислове птахівництво потребує технологій утримання, які одночасно забезпечують високу продуктивність курей-несучок та їх біологічне благополуччя (EFSA AHAW Panel, 2023; El-Sabrouta et al., 2022; Gautron et al., 2021; Nielsen et al., 2023; Papageorgiou et al., 2023; Usturoi et al., 2023). Надмірна щільність посадки, зменшення розміру угрупувань, розташування кліткових батарей на різних поверхах і використання світла з невідповідною довжиною хвилі є потужними технологічними подразниками (Brown et al., 2023; Hofmann T., et al., 2020), що впливають на фізіологічний стан організму курей, знижують несучість, збереженість поголів'я (Goel, 2021; Sharma et al., 2022; Tahamtani et al., 2022; Thema et al., 2022; Wan et al., 2023) і економічну ефективність виробництва яєць (Oluwagbenga, 2023; Shehata et al., 2022).

Рядом досліджень описано вплив на організм курей технологічних подразників різної етіології, зокрема щільності утримання (Kang et al., 2018; Thema et al., 2022), величини угрупування (Lee et al., 2023), мікробного навантаження (Bsdeshki et al., 2023; Gerber et al., 2020) та спектрального складу світла (Fernandes et al., 2021; Kim et al., 2022; Wu et al., 2022). Однак ці дослідження фрагментарні, у зв'язку з чим існує необхідність детального вивчення та узагальнення даної тематики.

Оптимізація щільності утримання є ключовим фактором забезпечення продуктивності та добробуту курей, оскільки переущільнення спричиняє підвищення рівня кортикостерону та зростання частоти агресивної поведінки, тоді як надмірне розрідження негативно позначається на рентабельності виробництва яєць (Alig et al., 2025; Janicka et al., 2025). Величина угрупування формує соціальну структуру стада. Стабільну ієрархію спостерігають (Grethen et al., 2023; 2025) за умов середніх угрупувань, тоді як надто великі групи підвищують рівень стресу та ризик канібалізму, а надто малі спричиняють посилене домінування окремих особин.

Важливу роль у регуляції добових ритмів, гормонального статусу та відтворювальних функцій відіграє світловий режим. Використання LED-світильників дозволяє програмувати спектральний склад та інтенсивність світла, забезпечуючи енергозбереження та біологічну ефективність. Довгохвильове освітлення стимулює секрецію гонадотропних гормонів і пришвидшує початок яйцекладки, а спектр коротких хвиль знижує рівень стресу, покращує конверсію корму та якість яєць (Ncho et al., 2025; Poudel et al., 2022; Tez et al., 2024).

Не менш важливим параметром є висота розташування кліткових батарей, оскільки у багатоярусних системах формуються виражені вертикальні градієнти мікробіологічного навантаження, температури, вологості та газового складу. За розташування верхнього ярусу на висоті понад 2,0 м спостерігається зростання концентрації аміаку й CO_2 та зниження несучості (Bordignon et al., 2025; Sudjarwo et al., 2023), тоді як висота сучасних 12-ярусних кліткових батарей сягає понад 5 м.

Однак, регламентовані параметри зазначених умов утримання курей або значно застарілі (ВНТП-АПК, 2005) або взагалі відсутні, що зумовлює необхідність їх оптимізації з урахуванням фенотипу сучасних яєчних кросів за використання для їх утримання 12-ярусних кліткових батарей.

Таким чином, науково обґрунтоване визначення параметрів щільності утримання, величини груп, спектральних характеристик освітлення та висоти кліткових батарей має не лише теоретичне значення, пов'язане з вивченням фізіології та поведінки птиці в умовах інтенсивних технологій, але й суттєве практичне значення для оптимізації виробничих

показників, зниження енергетичних витрат, забезпечення високої якості яєць і дотримання міжнародних стандартів добробуту, що є стратегічно важливим завданням розвитку птахівництва України та світу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертацію виконано відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт Національного університету біоресурсів і природокористування України за темами: «Удосконалення технологій розведення, відтворення та утримання птиці в умовах сучасного промислового виробництва» (номер державної реєстрації 0112U006340) та «Удосконалити фізіолого-біохімічні та молекулярно-генетичні методи прогнозування продуктивності тварин» (номер державної реєстрації 0121U112146).

Мета та завдання дослідження. Мета дисертації – експериментально з'ясувати та теоретично обґрунтувати оптимальні параметри умов утримання курей-несучок за врахування адаптаційних змін, що відбуваються в їх організмі за впливу технологічних подразників різної тривалості, сили та етіології.

Для досягнення цієї мети було поставлено такі завдання:

– дослідити зміни параметрів життєздатності та продуктивності курей за хронічного впливу технологічних подразників різної етіології;

– визначити силу впливу гострих технологічних подразників різної етіології на фізіологічний стан організму курей;

– проаналізувати продуктивність та обсяги виробництва яєць, виявити зміни параметрів гематологічних і біохімічних показників організму курей за хронічного впливу щільності утримання;

– проаналізувати продуктивність та обсяги виробництва яєць, виявити зміни параметрів гематологічних і біохімічних показників організму курей за хронічного впливу величини угрупування;

– проаналізувати продуктивність та обсяги виробництва яєць, виявити зміни параметрів гематологічних і біохімічних показників організму курей за хронічного впливу висоти розташування кліткової батареї;

– проаналізувати продуктивність та обсяги виробництва яєць, виявити зміни параметрів гематологічних і біохімічних показників організму курей за хронічного впливу довжини світлової хвилі LED-світильників;

– проаналізувати інформативність інтегральних імуногематологічних індексів як маркерів гострого та хронічного стресу у курей;

– встановити силу впливу хронічних технологічних подразників різної етіології на мінливість параметрів продуктивності та фізіологічний стан організму курей;

– прослідкувати взаємозв'язки між змінами гематологічних та біохімічних показників організму курей, а також інтегральних імуногематологічних індексів за впливу технологічних подразників різної сили та етіології;

– обґрунтувати допорогову силу технологічних подразників різної етіології для організму курей та розробити рекомендації щодо економічно ефективного удосконалення умов утримання курей-несучок.

Об'єкт дослідження – яєчні кури промислового стада «Hy-Line W-36».

Предмет дослідження – показники життєздатності та продуктивності курей; загальна реактивність організму курей: гематологічні параметри периферичної крові, лейкоцитарна формула, інтегральні імуногематологічні індекси, біохімічні параметри та активність ензимів сироватки крові.

Методи дослідження: зоотехнічні (визначення збереженості, несучості курей, живої маси несучок, споживання та витрати корму, обсягів одержання яєць та яєчної маси); гематологічні (визначення в периферичній крові вмісту еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів, гематокриту, еритроцитарних та тромбоцитарних індексів, лейкоцитарної формули, інтегральних імуногематологічних індексів); біохімічні (визначення в сироватці крові загального протеїну, альбуміну, креатиніну, сечовини, білірубіну, холестеролу,

Кальцію, Фосфору та активності ензимів); статистичні (обробка експериментальних даних, визначення середніх величин та їх похибок, вірогідності різниці, проведення кореляційного та дисперсійного аналізів); економічні (визначення європейського коефіцієнту ефективності, собівартості та рентабельності виробництва харчових яєць); аналітичні (огляд літератури, аналіз і узагальнення результатів досліджень).

Наукова новизна одержаних результатів. Дисертаційне дослідження вперше здійснено у комплексному багаторівневому форматі й поглиблює сучасні уявлення про фізіолого-біохімічні механізми стрес-реакцій у курей-несучок за умов промислового кліткового утримання. Результати формують нову концепцію регуляції гомеостазу організму птиці під впливом поєднаних технологічних чинників – щільності посадки, розміру соціальних угрупувань, висоти розташування кліткових батарей та спектральних характеристик освітлення – і визначають оптимальні параметри, що забезпечують одночасне збереження продуктивності та добробуту птиці.

Новими обґрунтованими гранично допустимими та оптимальними умовами промислового утримання курей-несучок, що мінімізують стресову відповідь і забезпечують високу продуктивність є: щільність посадки – 25,3 гол./м^2, що підвищує валовий вихід харчових яєць і рентабельність без негативного впливу на фізіологічний стан; соціальна структура – групи по 52–93 голови, які забезпечують максимальну збереженість і несучість завдяки зниженню соціального стресу; висота кліткових батарей – розміщення на 3–4 поверхах як оптимальне за мінімальним мікробіологічним навантаженням і стабільним біохімічним профілем; світлове середовище – LED-освітлення з довжиною хвилі ~650 нм, яке підтримує стабільний гормональний ритм, оптимізує імунно-гематологічні показники та збільшує річний вихід яєць на десятки відсотків порівняно з короткохвильовим синім спектром.

Вперше показано, що тривале промислове утримання курей-несучок за дії комбінованих технологічних подразників індукує стійкий зсув лейкоцитарної формули вліво, активацію мікрофагально-макрофагальної ланки та проліферативної активності кісткового мозку. Доведено інформативність таких інтегральних імуногематологічних індексів, як індекс зсуву лейкоцитів (ІЗЛК), індекс співвідношення гетерофілів і лімфоцитів (ІСГЛ), індекс імунореактивності (ІІР), індекс співвідношення гетерофілів і моноцитів (ІСГМ), індекс співвідношення лімфоцитів і моноцитів (ІСЛМ), індекс співвідношення лімфоцитів і еозинофілів (ІСЛЕ), лімфоцитарний індекс (ЛІ), лімфоцитарно-гранулоцитарний індекс (ІЛГ), загальний індекс (ЗІ), індекс співвідношення лейкоцитів і ШОЕ (ІЛШОЕ), які є ранніми маркерами хронічного стресу й ендогенної інтоксикації та за чутливістю перевищують традиційні морфогематологічні показники.

Вперше доведено, що прямо корелювала інтенсивність технологічного навантаження та зміна біохімічного профілю: розвитком гіперглікемії, дисбалансом азотного й мінерального обміну (зсув співвідношення Ca:P), активацією катаболічних і оксидативних процесів. Установлено підвищення активності ключових ензимів аспартатамінотрансферази (АСТ), лужної фосфатази (ЛФ), лактатдегідрогенази (ЛДГ) та гама-глутамілтрансферази (ГГТ), що закономірно відображає мембранно-деструктивні явища, порушення енергетичного метаболізму та стимуляцію гепатоцитарних і м’язових ферментативних систем у відповідь на стрес.

Вперше розкрито цілісну патогенетичну модель стресу у курей, які підтверджують встановлені сильні прямі зв’язки між вмістом лейкоцитів і концентрацією глюкози, активністю ЛДГ та АСТ; між гетерофілами й рівнем глюкози, креатиніну та активністю ЛФ і ЛДГ; а також низку інверсних залежностей між гемоглобіном, тромбоцитами, лімфоцитами та показниками вуглеводно-азотного й фосфорного обміну, які відображають інтегровану реакцію імунної, кровотворної та метаболічної систем на комплексні технологічні стресори.

Отримані результати створюють науково обґрунтовану платформу для розроблення системи керування технологічними стресорами у промисловому птахівництві. Запропоновані інтегральні індекси та кореляційні моделі рекомендовано впроваджувати як діагностичні

інструменти раннього моніторингу добробуту птиці, прогнозування продуктивності та оцінки ефективності технологічних змін. Робота суттєво розширює фундаментальні уявлення про механізми стрес-фізіології сільськогосподарської птиці, визначає критичні параметри промислового утримання та формує нову наукову основу для підвищення економічної ефективності виробництва харчових яєць за одночасного забезпечення високого рівня біологічного благополуччя курей-несучок.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дисертаційного дослідження мають прикладну цінність для промислового птахівництва та ветеринарної медицини, оскільки формують науково обґрунтовану основу оптимізації технологічних параметрів утримання курей-несучок з метою підвищення продуктивності, економічної ефективності та забезпечення добробуту птиці.

Встановлено біологічно та економічно оптимальну щільність посадки 25,3 гол./м^2 (395 см^2/гол.), що забезпечує підвищення валового виходу харчових яєць без порушення гомеостазу та фізіологічного стану курей. Обґрунтовано доцільність формування соціальних груп чисельністю 52–93 голови, що мінімізує хронічний стрес, агресивну поведінку та травматизм, стабілізує показники несучості й збереженості поголів'я. Показано переваги утримання курей на 3–4 ярусах багатоярусних кліткових батарей, де реєструється знижене мікробіологічне навантаження та кращі показники продуктивності і здоров'я порівняно з нижніми рівнями.

Розроблено рекомендації щодо застосування LED-освітлення з довжиною хвилі близько 650 нм, яке забезпечує стабільність біохімічних і гематологічних показників, сприяє підвищенню несучості та європейського коефіцієнта ефективності виробництва яєць. Доведено, що виключення короткохвильового синього спектра знижує ризик розвитку хронічного стресу, гіперглікемії та порушень мінерального обміну.

Запропоновано впровадження системи виробничого моніторингу на основі інтегральних імуногематологічних індексів (ІЗЛК, ІСГЛ, ІІР, ІСГМ, ІСЛМ, ІСЛЕ, ЛІ та ін.), як об'єктивних маркерів хронічного стресу й ендогенної інтоксикації, що дозволяє оперативно оцінювати фізіологічний стан поголів'я та своєчасно коригувати технологічні умови утримання.

Практична реалізація отриманих рекомендацій забезпечує зростання річного виробництва харчових яєць, зниження витрат корму та втрат поголів'я, а також підвищення прибутковості, що підтверджено виробничо-економічними розрахунками. Запропоновані підходи відповідають сучасним стандартам інтенсивного птахівництва та вимогам щодо добробуту тварин.

Матеріали дисертації доцільно використовувати в освітньому процесі закладів вищої освіти при підготовці фахівців за спеціальностями Н2 «Тваринництво», Н6 «Ветеринарна медицина», 091 «Біологія та біохімія», а також у науково-дослідній і виробничій діяльності лабораторій ветеринарного та зоотехнічного профілю.

Одержані результати досліджень впроваджено у ФГ «ЧЕРВОНА КАЛИНА», ФГ «ПТАШИНІ ДВОРИ ПОЛТАВЩИНИ» та ТЗОВ «ЗАГАЇ», а також у навчальний процес при викладанні дисциплін для здобувачів вищої освіти ОС «Бакалавр» та ОС «Магістр»: «Біоетика, біобезпека і благополуччя у тваринництві», «Управління продуктивністю тварин», «Крафтова продукція тваринництва», «Розведення тварин», «Математичні методи в біології», а також у науковому процесі під час підготовки наукових робіт студентами кафедри прикладної біології, розведення та генетики тварин Національного університету біоресурсів і природокористування України; «Технологія виробництва продукції тваринництва», «Благополуччя тварин», «Етологія тварин» та «Зоопсихологія», а також у науковій роботі кафедри біології продуктивності тварин імені академіка О. В. Квасницького Полтавського державного аграрного університету; при підготовці фахівців третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти галузі знань 09 «Біологія» спеціальності 091 «Біологія та біохімія» Інституту розведення і генетики тварин імені М. В. Зубця НААН.

Особистий внесок здобувачки. Здобувачкою самостійно обґрунтовано наукову концепцію дисертації, сформульовано мету і визначено основні завдання дослідження, опрацьовано і проаналізовано наукову літературу, сформовано схеми проведення дослідів, здійснено підбір методів та методик, організовано і виконано увесь обсяг експериментальних досліджень, здійснено статистичну обробку отриманих даних, проаналізовано та інтерпретовано отримані дані, сформульовано висновки та пропозиції виробництву. У всіх опублікованих працях у співавторстві використано лише особисті результати досліджень здобувачки.

Апробація результатів дисертації. Результати дослідження доповідалися на таких міжнародних науково-практичних конференціях: «Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті», присвячена 90-річчю від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка УААН і РААН Г. О. Богданова (м. Київ, 2020 р.); «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» (м. Переяслав, 2020 р.); «The world of science and innovation» (м. Лондон, Велика Британія, 2020 р.); «Фактори експериментальної еволюції організмів» (м. Кам'янець-Подільський, 2021 р.); «Current Issues of Modern Science and Practice» (м. Рим, Італія, 2021 р.); «Інновації у птахівництві» (с. Бірки, Харківська область, 2021 р.); «Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії» (м. Переяслав, 2022 р.); «Сучасні світові тенденції розвитку науки, освіти та суспільства» (м. Полтава, 2022 р.); «Modern Research in World Science» (м. Львів, 2022 р.); «Science, Education, Technology and Society: Problems and Prospects» (м. Братислава, Словаччина, 2023 р.); «Актуальні аспекти розвитку науки і освіти» (м. Одеса, 2023 р.); всеукраїнських науково-практичних конференціях: молодих вчених та здобувачів освіти (м. Житомир, 2021 р.); «Сучасна наука: стан та перспективи розвитку тваринництва України в умовах Євроінтеграції» (м. Херсон, 2021 р.); «Сучасні технології у тваринництві і рибництві» (м. Київ, 2022 р.); «Науковий прогрес у тваринництві та птахівництві», присвячена 90-річчю від дня народження доктора економічних наук, професора, академіка УААН Омельяненка Андрія Оксентійовича (м. Харків, 2022 р.); «Навколишнє середовище – виробництво продукції – екологічні проблеми» (м. Київ, 2022 р.).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковано в 41 науковій праці, з яких 5 статей у періодичних наукових виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України та/або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, 21 стаття у наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України, стаття у колективній монографії, 3 науково-методичні рекомендаціях, 11 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 486 сторінках та включає такі розділи: «Анотації», «Вступ», «Огляд літератури», «Матеріали і методи досліджень», «Результати досліджень», «Аналіз і узагальнення результатів досліджень», «Висновки», «Пропозиції виробництву», «Список використаних джерел», «Додатки». Робота містить 109 таблиць, 21 рисунок і 6 додатками. Список літератури налічує 916 джерел, серед них 886 – латиницею.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проведено у 2016–2022 рр. на кафедрі біології тварин НУБіП України та на сучасному птахокомплексі лісостепової зони України. Об'єктом досліджень були яєчні кури промислового стада «Hy-Line W-36». Усі експерименти виконано відповідно до вимог Європейської конвенції про захист хребетних тварин.

Дисертаційне дослідження здійснено у два етапи (рис. 1). На першому етапі вивчали фізіологічний стан курей за гострого впливу технологічних подразників різної етіології, зокрема харчової та світлової депривації та підвищеної щільності утримання.

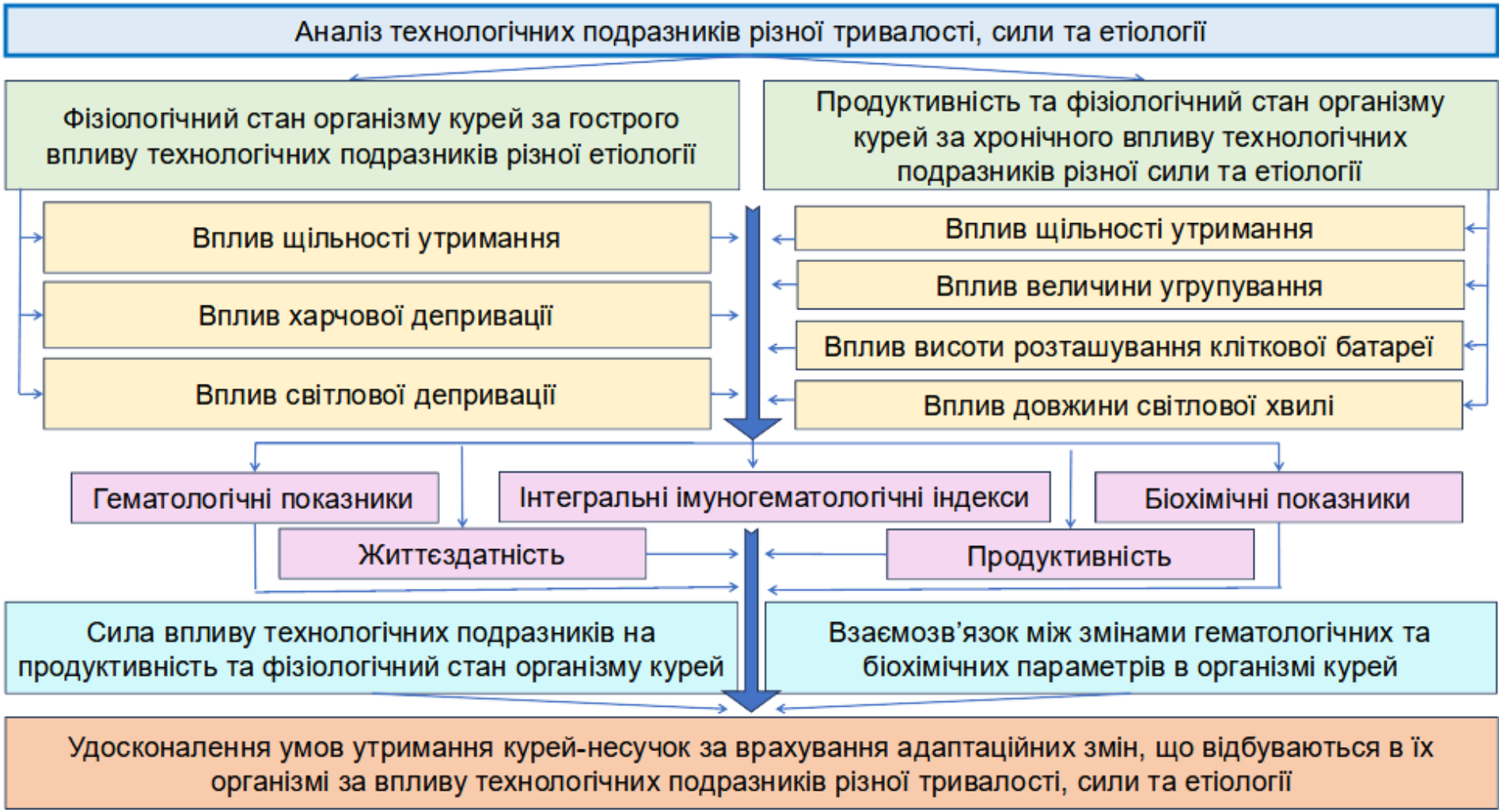


Рис. 1. Загальна схема досліджень

Другий етап передбачав оцінку продуктивності та фізіологічного стану курей за хронічного впливу технологічних подразників і включав досліди з варіюванням щільності утримання, величини угрупування, рівня розташування кліткових батарей і спектральних характеристик монохромного LED-освітлення.

Оцінювали зміни гематологічних і біохімічних показників крові курей за гострої та хронічної дії технологічних факторів різної сили й етіології та визначали їхній вплив на фізіологічний стан і продуктивність. Завершальним етапом стало обґрунтування ефективності оптимізованих умов кліткового утримання курей у багатоярусних батареях, спрямованих на зниження стресового навантаження та підвищення обсягів виробництва харчових яєць.

Гострий стрес моделювали у пташниках площею 2915 м^2 на курях-несучках 52-тижневого віку, яких утримували в клітках «Big Dutchman»; контроль – відбір крові у 30 голів (по 10 з групи). Птицю піддавали короткочасній харчовій і світловій депривації та переущільненню. Хронічний стрес вивчали протягом 18–52 тижнів у кросу «Hy-Line W-36» за різної щільності: європейські норми (13–20 гол./м^2; 490–750 см^2/гол.), вітчизняні (22–25 гол./м^2; 400–450 см^2/гол.) та варіанти наростаючого переущільнення. Вплив величини угрупування оцінювали за сталої щільності 23,0 гол./м^2 у клітках на 93, 52, 17 і 9 голів. Висота розміщення – на 1–4 поверхах батарей «Big Dutchman» (1176 кліток, 40 544 см^2). Спектральний чинник досліджували з використанням монохромних LED (~460 нм, ~600, ~630, ~650 нм; МК 350 UPRtek).

Методи досліджень. Кров для досліджень у курей-несучок відбирали в 18- та 52-тижневому віці з пахвової вени вранці до годівлі, обсягом 1,0–1,5 мл у пробірки з антикоагулянтом K_2 EDTA. Вибірку з 30 проб крові формували для кожного терміну дослідження за ветеринарно-біологічними методиками.

Гематологічні показники визначали на автоматичному аналізаторі Micros 60 (Horiba Ltd., Японія). Аналізували кількість еритроцитів, лейкоцитів, тромбоцитів, рівень гемоглобіну, гематокрит, еритроцитарні та тромбоцитарні індекси, а також лейкоцитарну формулу згідно з референтними значеннями N. C. Jain (1993).

Для **оцінки неспецифічної реактивності організму**, рівня хронічного стресу та інтоксикації розраховували інтегральні імуногематологічні індекси, зокрема індекс зсуву лейкоцитів крові (ІЗЛК), індекс гетерофілів і лімфоцитів (ІСГЛ), індекс лімфоцитарно-гранулоцитарний (ІЛГ), а також індекси лейкоцитарної швидкості осідання еритроцитів (ІЛШОЕ), інтоксикації (ІІ), імунної реактивності (ІІР) та інші. Ступінь імунологічних порушень оцінювали за сумарним індексом порушень (СІП).

Біохімічні дослідження включали визначення глюкози, загального протеїну, альбуміну, креатиніну, сечовини, холестеролу, кальцію, фосфору та активності ферментів (АЛТ, АСТ, лужної фосфатази, ЛДГ, ГГТ) за допомогою біохімічного аналізатора BioChem FC-360 і комерційних тест-наборів High Technology Inc., із референтними значеннями за І. В. Насоновим (2014).

Мікробіологічні дослідження проводили з метою оцінки санітарного стану виробничого середовища. Визначали рівень бактеріальної контамінації поверхонь пташників методом седиментації з використанням м’ясо-пептонного агару. Змиви відбирали з площі 100 см^2 на 52-му тижні утримання птиці.

Зоотехнічні методи передбачали облік показників продуктивності курей-несучок упродовж 44 тижнів експлуатації. Визначали несучість, валовий вихід харчових яєць, збереженість поголів’я та споживання і витрати корму. Масу яєць і живу масу курей контролювали щотижнево ($n \geq 100$).

Статистичну обробку результатів виконували з використанням програмного пакета Microsoft Excel. Застосовували методи варіаційної статистики, кореляційний аналіз за шкалою Чеддока, однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) з post-hoc тестом Тьюкі-Крамера, критерій Колмогорова-Смірнова для перевірки нормальності розподілу та U-критерій Манна-Уітні. Вірогідними вважали відмінності за $p<0,05$.

Економічну ефективність оптимізованих технологічних умов утримання курей-несучок визначали відповідно до чинних методичних рекомендацій Мінагрополітики України.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Фізіологічний стан організму курей за гострого впливу технологічних подразників різної етіології

Гематологічні та біохімічні показники курей. За дії технологічних подразників відмічено лейкоцитоз (табл. 1).

Таблиця 1

Гематологічні параметри курей за гострого впливу технологічних подразників різної етіології, $M \pm m_M$, n=30

Показник	Група/подразник				Референтні значення
	1 відсутній (контроль)	2 харчова депривація	3 світлова депривація	4 ущільнення поголів'я	
Лейкоцити, тис./мкл	26,9±0,46	36,9±0,61*	40,8±0,39*°	43,2±0,37*°'	20–40
Гемоглобін, г/дл	11,8±0,20	9,8±0,11*	7,6±0,23*°	6,9±0,18*°'	7–13
Гематокрит, %	32,9±0,68	31,1±0,37*	26,9±0,53*°	25,2±0,52*°'	22–35
Еритроцити, млн/мм^3	3,2±0,08	2,9±0,06*	2,9±0,08*	2,6±0,07*°'	2,5–3,5
Тромбоцити, тис./мм^3	73,8±0,82	69,3±0,47*	62,5±0,36*°	44,5±0,42*°'	32–100
ШОЕ, мм/год	5,4±0,04	6,1±0,09*	6,1±0,06*	6,4±0,03*°'	4,0–6,5
Моноцити, %	7,3±0,22	3,4±0,26*	3,0±0,18*	2,6±0,10*°'	5–10
Лімфоцити, %	64,3±0,48	57,0±0,48*	52,4±0,89*°	47,6±0,33*°'	45–70
Еозинофіли, %	4,5±0,34	3,9±0,14	3,4±0,31*	3,2±0,20*°	1,5–6,0
Базофіли, %	2,8±0,17	2,3±0,13*	2,0±0,13*	2,0±0,18*	1–3
Гетерофіли, %	21,0±0,53	33,3±0,61*	39,2±0,27*°	44,6±0,28*°'	15–30

Примітка. *$p<0,05$ – порівняно з першою групою; °$p<0,05$ – порівняно з другою групою; '$p<0,05$ – порівняно з третьою групою

У 2-й групі лейкоцити були вищими на 37,2 % ($p<0,05$) проти 1-ї, але в межах норми. У 3-й – перевищували норму на 2,0 % і були вищими на 51,7 % ($p<0,05$) та 10,6 % ($p<0,05$) порівняно з 1-ю і 2-ю групами. У 4-й – перевищення норми становило 8,0 %, що вище на 60,6 % ($p<0,05$), 17,1 % ($p<0,05$) і 5,9 % ($p<0,05$) відповідно. Концентрація еритроцитів зменшувалася на 9,4 –18,8 % ($p<0,05$) проти 1-ї групи. Тромбоцити знижувалися на 6,1–39,7 % ($p<0,05$), найвиразніше за переущільнення.

Інтегральні імуногематологічні індекси. Найвищий ІЗЛК спостерігався у курей 4-ї групи (переущільнення), на 157,5 % ($p<0,05$) вище за 1-шу групу. У 3-й та 2-й групах ІЗЛК зростав на 105,0 % та 65,0 % відповідно. Технологічні подразники підвищували ІЗЛК на 65–157,5 % та ІСГЛ на 78,8–197,0 % ($p<0,05$), вказуючи на зсув лейкоцитарної формули і активацію проліферації молодих форм. ІЛГ знижувався на 20,7–48,7 % ($p<0,05$), що підтверджує аутоінтоксикацію. ІЛШОЕ зростав на 54,1–90,4 % ($p<0,05$), відображаючи запалення. ЗІ знижувався на 15,1–38,4 %, ІІР підвищувався на 106–111 %, а ІСГМ – на 287,5–495,6 % ($p<0,05$), вказуючи на активність гетерофілів. ЛІ знижувався на 33,9–64,4 %, а ІСЛЕ зростав на 8,4–25,5 % ($p<0,05$), свідчачи про порушення неспецифічного імунітету та автоінтоксикацію.

Біохімічні показники та активність ензимів. У курей 2-ї, 3-ї та 4-ї груп вміст загального протеїну, альбуміну, глюкози, креатиніну та білірубіну зростав ($p<0,05$), що свідчить про порушення обміну речовин (табл. 2).

Таблиця 2

Біохімічні показники крові курей
за впливу технологічних подразників різної етіології, M±m_M, n=30

Показник	Група/подразник				Референтні значення
	1 відсутній (контроль)	2 харчова депривація	3 світлова депривація	4 ущільнення поголів'я	
Загальний протеїн, г/л	54,42±0,41	57,02±0,78*	57,46±0,55*	58,54±0,56*	37,8–59,0
Альбумін, г/л	18,50±0,19	18,61±0,22	19,38±0,08*°	19,18±0,22*	15,0–25,0
Глюкоза, ммоль/л	14,17±0,21	16,31±0,11*	16,82±0,16*°	18,12±0,13*°'	10,0–16,5
Креатинін, мкмоль/л	21,86±0,20	22,82±0,24*	25,22±0,35*°	27,02±0,28*°'	22,0–27,0
Сечовина, ммоль/л	1,10±0,05	1,04±0,06	1,02±0,07	1,12±0,01	0,7–2,4
Холестерол, ммоль/л	2,70±0,13	2,72±0,11	2,91±0,08	2,78±0,09	2,0–4,0
P, ммоль/л	1,43±0,05	1,46±0,04	1,59±0,08	1,58±0,07	1,15–2,2
Ca, ммоль/л	4,12±0,01	4,38±0,02*	4,54±0,02*°	4,56±0,04*°	2,8–4,6
Ca:P	3,01±0,15	3,01±0,11	3,02±0,14	3,03±0,13	3–3,8:1
АЛТ, Од/л	1,20±0,15	1,04±0,02	0,84±0,06	1,02±0,01	0–24
АСТ, Од/л	164,61±3,74	211,40±5,84*	224,42±1,09*°	259,80±2,31*°'	125–210
ГГТ, Од/л	22,19±1,11	22,42±1,03	22,24±0,49	22,64±1,07	–
ЛФ, Од/л	654,86±11,85	686,41±10,42	717,62±12,40*	732,02±16,26*°	350–830
ЛДГ, Од/л	1368,82±63,68	1694,84±64,49*	2019,05±26,41*°	2358,04±41,91*°'	636–1960

Примітка. *p<0,05 – порівняно з першою групою; °p<0,05 – порівняно з другою групою; 'p<0,05 – порівняно з третьою групою

Сила впливу (η^2) технологічних подразників різної етіології короткотривалої дії на фізіолого-біохімічні зміни в організмі курей. Короткотривала дія технологічних подразників значно впливала на гематологічні показники курей, особливо на лейкоцити – зростання до 90,4 % (p<0,01), тромбоцити – 95,2 % (p<0,01), гемоглобін – 76,0 % (p<0,01) та гематокрит – 46,6 % (p<0,01), а також на еритроцитарні та тромбоцитарні індекси – 31,0–38,3 % (p<0,05–p<0,01). Значною була зміна лейкограми: моноцити – 80,4 % (p<0,01), гетерофіли – 77,7 % (p<0,01), лімфоцити – 65,8 % (p<0,01). Інтегральні імуногематологічні індекси реагували суттєво: ІЛШОЕ – 89,4 % (p<0,01), ЛІ – 80,5 % (p<0,01), ІСГЛ – 77,8 % (p<0,01). Серед біохімічних показників найбільший вплив спостерігався на глюкозу – 64,6 % (p<0,01), креатинін – 55,8 % (p<0,01) та прямий білірубін – 40,0 % (p<0,01). Активність ензимів АСТ – 78,0 % (p<0,01) та ЛДГ – 77,1 % (p<0,01) підвищувалася.

Взаємозв'язок між змінами гематологічних та біохімічних показників організму курей за гострого впливу технологічних подразників різної етіології. Короткотривалі технологічні чинники індукують узгоджену стресово-метаболічну відповідь: лейкоцити й гетерофіли прямо корелюють із глюкозою, ЛДГ, АСТ і ЛФ (r=0,71–0,83), тоді як тромбоцити та лімфоцити мають зворотний зв'язок із цими маркерами (r від -0,70 до -0,74). Гемоглобін і гематокрит негативно пов'язані з глюкозою, ЛДГ та АСТ (r від -0,66 до -0,78), що відображає гемодилюцію та перерозподіл еритроцитів. Еритроцити й моноцити позитивно корелюють із сечовиною (r=0,64–0,66) та негативно – з креатиніном і прямим білірубіном; еозинофіли й базофіли демонструють глюкокортикоїдне пригнічення (r від -0,59 до -0,31). Біохімічний профіль характеризується транзиторними гепатобіліарними зсувами, посиленим м'язовим катаболізмом і частковим пригніченням уреасинтезу. ІЗЛК та ІСГЛ позитивно пов'язані з глюкозою, креатиніном і ЛДГ (r=0,67–0,72), тоді як ІЛГ – негативно (r від -0,43 до -0,68), що відображає інтеграцію стрес-лейкограми з метаболічною напругою.

Адаптаційний синдром в системі показників неспецифічної реактивності організму курей за впливу щільності утримання

Життєздатність та продуктивність курей. Збереженість поголів'я знижувалася на 0,2 % у 2-й групі, на 0,4 % у 3-й групі та на 5,8 % у 4-й групі порівняно з 1-ю групою ($p<0,05$), що відображає перевищення критичного порогу щільності та негативний вплив на адаптаційні резерви птиці (табл. 3).

Таблиця 3

Продуктивність курей залежно від щільності утримання, $M \pm m_M$

Показник	Група несучок			
	1	2	3	4
Несучок в групі, гол	181440	326592	344736	362880
Несучок в клітці, гол.	10	18	19	20
Щільність посадки, гол./м^2	13,3	24,0	25,3	26,7
Збереженість поголів'я, %	95,9±0,05	95,7±0,04*	95,5±0,04*	90,1±0,05$^{*\circ'}$
Маса тіла несучок, г	1615±0,04	1572±1,49*	1541±1,87$^{*\circ}$	1440±0,92$^{*\circ'}$
Несучість: – на початкову несучку, шт. – на середню несучку, шт.	 198,0±0,24 206,5±0,17	 197,5±0,06* 206,4±0,14	 197,3±0,14* 206,6±0,11	 188,8±0,03$^{*\circ'}$ 209,5±0,06$^{*\circ'}$
Маса яєць, г	62,7±0,07	63,1±0,14*	63,6±0,01$^{*\circ}$	63,4±0,12*
Споживання корму, г/гол/добу	126,3±0,14	122,5±0,04*	121,2±0,01$^{*\circ}$	118,8±0,42$^{*\circ'}$

Примітка. $^*p<0,05$ – порівняно з першою групою; $^\circ p<0,05$ – порівняно з другою групою; $'p<0,05$ – порівняно з третьою групою

Маса тіла курей зменшувалася на 2,7 % у 2-й групі, на 4,8 % у 3-й групі та на 12,2 % у 4-й групі порівняно з контролем ($p<0,05$). Несучість на початкову несучку знижувалася на 0,3 % у 2-й групі, на 0,4 % у 3-й групі та на 4,9 % у 4-й групі порівняно з 1-ю групою ($p<0,05$). Несучість на середню несучку була вищою на 1,4–1,5 % у 4-й групі порівняно з іншими ($p<0,05$), а споживання корму зменшувалося на 2–3 % порівняно з 2-ю та 3-ю групами ($p<0,05$).

Зниження продуктивності ймовірно зумовлене обмеженим доступом до корму, хронічним стресом із активацією ГГН-вісі та підвищенням кортикостерону, погіршенням мікроклімату та соціальною конкуренцією, що підвищує ризик летальності.

Гематологічні та біохімічні показники курей. У 52 тижні життя лейкоцити у крові курей зростали зі збільшенням ущільнення (табл. 4). При 26,7 гол./м^2 перевищували норму на 2,2 тис./мкл і були вищими на 22,7 % ($p<0,05$) порівняно з 13,3 гол./м^2 та на 7,9–9,3 % ($p<0,05$) порівняно з 24,0–25,3 гол./м^2; у 24,0 і 25,3 гол./м^2 – на 12,2 % і 13,7 % ($p<0,05$) вище контролю. ШОЕ залишалася в межах норми, але зростала зі щільністю: у 26,7 гол./м^2 була більшою на 51,2 % ($p<0,05$) порівняно з 13,3 гол./м^2 і на 14,8–19,2 % ($p<0,05$) порівняно з 24,0–25,3 гол./м^2, що свідчить про щільність-асоційований лейкоцитоз і посилення запально-стресової відповіді. Зі зростанням щільності підвищувався вміст гетерофілів – у 4-й групі показник перевищував норму на 5,8 % і був більшим на 10,4–13,5 % порівняно з 1–3 групами ($p<0,05$); у 2-й і 3-й групах гетерофіли були на 1,8–3,1 % вище контролю ($p<0,05$). Одночасно знижувалися лімфоцити на 9,2–11,6 % і моноцити на 1,8–5,0 % у 4-й групі ($p<0,05$), що відображає активацію ГГН-осі, посилення гострофазової відповіді та формування декомпенсованого хронічного стресу при щільності 26,7 гол./м^2.

Інтегральні імуногематологічні індекси. Зі збільшенням щільності утримання курей інтегральні імуногематологічні індекси достовірно відображали зниження імунореактивності та посилення запальної відповіді. У 4-й групі ІЗЛК зростав на 136,8 %, 91,5 % і 73,1 %, ІСГЛ – на 117,1 %, 94,9 % і 76,7 %, тоді як ІЛГ знижувався на 49,1 %, 37,4 % і 39,9 % порівняно з попередніми групами. ІЛШОЕ перевищував показники 1-ї групи на 165,7 %, ЗІ знижувався на 41,0 %, 35,2 % і 36,4 %, а ІІР був вищим на 98,9 %, 46,1 % і 19,4 %. ІСГМ зростав на 607,3 %, ІСЛМ – на 171,0 %, ЛІ знижувався на 79,4 %, 55,8 % і 36,4 %, а ІСЛЕ –

на 90,3 %, 29,1 % і 33,9 %. Всі відмінності були статистично достовірні ($p<0,05$), що свідчить про активацію ГГН-вісі, системне запалення та імунну декомпенсацію при високій щільності утримання.

Таблиця 4

Гематологічні параметри курей-несучок залежно від щільності утримання, $M \pm m_M$, n=30

Показник	Група/щільність утримання, гол/м^2				Референтні значення
	1 13,3	2 24,0	3 25,3	4 26,7	
Лейкоцити, тис./мкл	34,4±1,07	38,6±0,61*	39,1±0,28*	42,2±1,16$^{*\circ\prime}$	20–40
Гемоглобін, г/дл	10,8±0,33	12,3±0,12*	11,0±0,12°	11,1±0,23°	7–13
Гематокрит, %	31,7±0,87	31,9±0,46	31,1±0,26	30,6±0,54	22–35
Еритроцити, млн/мм^3	3,0±0,08	3,1±0,07	3,0±0,01	2,9±0,06	2,5–3,5
Тромбоцити, тис/мм^3	46,3±0,25	44,5±0,09*	41,8±0,92$^{*\circ}$	27,4±0,35$^{*\circ\prime}$	32–100
ШОЕ, мм/год	4,1±0,01	5,2±0,19*	5,4±0,20*	6,2±0,22$^{*\circ\prime}$	4,0–6,5
Моноцити, %	8,4±0,18	6,2±0,06*	5,2±0,23$^{*\circ}$	3,4±0,42$^{*\circ\prime}$	5–10
Лімфоцити, %	63,8±0,52	62,0±0,18*	61,4±0,42*	52,2±1,11$^{*\circ\prime}$	45–70
Еозинофіли, %	2,5±0,18	4,7±0,26*	5,0±0,65*	5,6±0,58*	1,5–6,0
Базофіли, %	3,0±0,25	3,0±0,09	3,0±0,22	3,0±0,53	1–3
Гетерофіли, %	22,3±0,70	24,1±0,15*	25,4±1,34*	35,8±2,03$^{*\circ\prime}$	15–30

Примітка *p<0,05 – порівняно з першою групою; °p<0,05 – порівняно з другою групою; 'p<0,05 – порівняно з третьою групою

Біохімічні показники та активність ензимів сироватки крові курей. Глюкоза та креатинін у 1–3 групах залишалися у нормі (табл. 5).

Таблиця 5

Біохімічні показники сироватки крові курей залежно від щільності утримання, $M \pm m_M$, n=30

Показник	Група/щільність утримання, гол/м^2				Референтні значення
	1	2	3	4	
	13,3	24,0	25,3	26,7	
Загальний протеїн, г/л	57,2±0,80	55,4±1,26	54,1±0,45	57,1±1,09	37,8–59,0
Альбумін, г/л	18,7±0,21	16,4±0,19	19,4±0,08	17,8±0,15	15,0–25,0
Глюкоза, ммоль/л	15,0±0,55	14,7±0,44	14,8±0,11	18,0±0,13$^{*\circ\prime}$	10,0–16,5
Креатинін, мкмоль/л	22,4±0,38	23,4±0,61	23,4±0,28	28,8±0,22$^{*\circ\prime}$	22,0–27,0
Сечовина, ммоль/л	1,04±0,042	0,86±0,010	0,88±0,049	1,02±0,008	0,7–2,4
Холестерол, ммоль/л	3,5±0,19	2,3±0,05	3,9±0,19	3,4±0,05	2,0–4,0
P, ммоль/л	1,41±0,057	1,54±0,066	1,59±0,080	2,46±0,047$^{*\circ\prime}$	1,15–2,2
Ca, ммоль/л	4,52±0,070	4,58±0,079	4,52±0,020	4,28±0,055$^{*\circ\prime}$	2,8–4,6
Ca:P	3,4±0,19	3,0±0,11	3,0±0,14	1,8±0,04$^{*\circ\prime}$	3–3,8:1
АЛТ, Од/л	1,0±0,12	0,8±0,08	0,6±0,10	1,0±0,01	0–24
АСТ, Од/л	208,6±5,90	212,2±5,61	248,4±3,22$^{*\circ}$	259,8±2,31$^{*\circ\prime}$	125–210
ГГТ, Од/л	22,2±0,61	22,4±1,03	24,2±0,74*	30,1±1,37$^{*\circ\prime}$	–
ЛФ, Од/л	684,8±21,85	746,4±20,42*	777,6±23,64*	992,2±24,45$^{*\circ\prime}$	350–830
ЛДГ, Од/л	1908,8±29,27	2154,8±36,36*	2235,6±37,09*	2731,9±49,54$^{*\circ\prime}$	636–1960

Примітка. *p<0,05 – порівняно з першою групою; °p<0,05 – порівняно з другою групою; ′p<0,05 – порівняно з третьою групою

У 4-й групі глюкоза перевищувала норму на 9,1 % і була вищою на 20,0 % ($p<0,05$) порівняно з 1-ю, на 22,4 % і 21,6 % ($p<0,05$) – з 2-ю та 3-ю групами. Креатинін перевищував норму на 6,7 % і був вищим на 27,2 % ($p<0,05$) порівняно з 1-ю та на 23,1 % ($p<0,05$) порівняно з 2-ю і 3-ю групами. При щільності 26,7 гол./м^2 формувалася стрес-гіперглікемія, тоді як креатинін залишався в межах норми. Кальцій перебував у фізіологічних межах, але був нижчим на 5,3–6,6 % ($p<0,05$), тоді як Фосфор перевищував норму на 11,8 % і був вищим на 54,7–74,5 % ($p<0,05$), що зумовило зниження співвідношення Ca:P на 40–47,1 % ($p<0,05$).

Активність ЛФ перевищувала норму на 19,5 % і була більшою на 27,6–44,9 % ($p<0,05$), АСТ – на 24,5 %, ГГТ – на 35,6 %, ЛДГ – на 43,1 % ($p<0,05$) порівняно з контролем. Ці зміни відображають теплово-інгаляційний стрес, цитоліз і порушення мінерального обміну за високої щільності утримання.

Сила впливу (η^2) щільності утримання на життєздатність, продуктивність та фізіолого-біохімічні зміни в організмі курей. Щільність утримання суттєво впливала на життєздатність, продуктивність та фізіолого-біохімічні показники курей. Життєздатність знижувалася на 85,1 % ($p<0,01$), маса тіла – на 59,9 % ($p<0,01$), початкова несучість – на 53,5 % ($p<0,01$), середня несучість – на 27,4 % ($p<0,05$), вказуючи на суттєве зниження продуктивності. Відзначалися зміни гематологічних показників: лейкоцити 60,5 % ($p<0,01$), тромбоцити 76,6 % ($p<0,01$), ШОЕ 85,1 % ($p<0,01$); у лейкограмі – гетерофіли 84,8 % ($p<0,01$), моноцити 63,4 % ($p<0,01$), еозинофіли 28,5 % ($p<0,05$), лімфоцити 26,2 % ($p<0,05$). Імуногематологічні індекси змінювалися: ІЛШОЕ 92,6 % ($p<0,01$), ІСГЛ 62,5 % ($p<0,01$), ІСЛМ 49,4 % ($p<0,01$), ІІР 48,9 % ($p<0,01$), ІЛГ 41,8 % ($p<0,01$), ІСГМ 33,6 % ($p<0,05$), ІСЛЕ 31,5 % ($p<0,05$), ЗІ 31,0 % ($p<0,05$), ЛІ 26,6 % ($p<0,05$). Біохімічні параметри змінювалися: глюкоза 71,2 % ($p<0,01$), креатинін 56,5 % ($p<0,01$), загальний білірубін 34,9 % ($p<0,05$), прямий білірубін 40,0 % ($p<0,01$), Фосфор 64,2 % ($p<0,01$), співвідношення Ca:P 54,2 % ($p<0,01$). Активність ензимів також зростала: ЛДГ 71,3 % ($p<0,01$), АСТ 50,2 % ($p<0,01$), ЛФ 50,0 % ($p<0,01$), ГГТ 25,9 % ($p<0,05$), що відображає значний фізіологічний і метаболічний стрес при високій щільності утримання.

Ефективність виробництва яєць за дії на організм курей щільності утримання. Збереженість поголів'я в усіх групах була нижчою за норматив 96,4 % і найменшою за щільності 26,7 гол./м^2 – на 11,0 % менше від нормативу та на 8,9–9,0 % менше порівняно зі щільністю 18,0–25,3 гол./м^2, різниця статистично значуща ($p<0,05$). При 18,0–25,3 гол./м^2 вона становила 94,3–94,4 %, що на 2,0–2,1 % менше від нормативу. Нормативної маси тіла 1,54–1,58 кг досягнуто лише за щільності 25,3 гол./м^2, тоді як при 26,7 гол./м^2 маса була меншою на 4,2 % і на 6,0–11,9 % меншою порівняно з іншими варіантами. Несучість на початкову несучку не відповідала нормативу за жодної щільності, проте за 18,0 гол./м^2 була більшою на 1,7–5,8 % порівняно з 24,0–26,7 гол./м^2 ($p<0,05$). Несучість на середню несучку відповідала нормативу за 18,0 і 26,7 гол./м^2 та була більшою за 26,7 гол./м^2 на 4,4–6,3 % порівняно з іншими щільностями ($p<0,05$). Маса яєць істотно не змінювалася, тоді як споживання корму за 18,0 гол./м^2 було більшим на 5,7–15,8 % ($p<0,05$). Найвищу виробничу ефективність, з виходом 15,9 кг яєчної маси на початкову несучку, забезпечено при 25,3 гол./м^2, тоді як за 26,7 гол./м^2 переущільнення супроводжувалося зниженням продуктивності. Оптимальною з біологічної та виробничої точок зору є щільність 25,3 гол./м^2.

Продуктивність та фізіологічний стан організму курей за впливу величини угрупування

Життєздатність та продуктивність курей. У 52 тижні життя збереженість курей у всіх групах була нижчою за 97,4 % для «Hy-Line W-36», з найбільшим відхиленням у групі 9 голів (-9,8 %). Збереженість у 3-й групі була на 2,2–2,3 % менше ($p<0,05$), а у 4-й – на 3,4–5,7 % менше ($p<0,05$) порівняно з іншими. Менші угрупування знижують теплопродукцію і підвищують ризики гіпотермії та теплового стресу. Маса тіла зменшувалася зі зменшенням групи. Несучки 1–2 груп відповідали нормативу (1,54–1,58 кг),

а у 3-й і 4-й групах маса була на 1,7–5,6 % нижча. Зменшення групи активує стрес, що знижує апетит, підвищує енергетичні витрати та погіршує функцію кишкового бар'єра Несучість на початкову несучку була нижчою за норматив у всіх групах, з найвищою в 1-й групі (193,1±0,24 шт.), що на 5,4 % нижче норми. Несучість на середню несучку була найвищою у 1-й групі, на 2,7 % нижче норми. Маса яєць відповідала нормі (62,9 г), але споживання корму перевищувало її (97–103 г/добу). Кури 1–2 груп споживали більше корму на 13,8–14,0 % у порівнянні з 3–4 групами. Підвищене споживання корму відображає більші енергетичні витрати, а не продуктивність.

Гематологічні показники курей. Зменшення чисельності групи до 9 голів спричинило зниження еритроцитів на 9,7 %, гематокриту на 2,8 % та гемоглобіну на 5,9–6,7 % ($p<0,05$), а тромбоцитів – на 18,8–36,7 % ($p<0,05$) порівняно з більшими групами (табл. 6). ШОЕ підвищилася до 48,8 % ($p<0,05$), що свідчить про активацію білків гострої фази, вказуючи на стресове навантаження у малих угрупуваннях. У групі 9 голів спостерігалося підвищення гетерофілів на 6 %, що перевищувало показники 1–3 груп на 17–4 % ($p<0,05$).

Таблиця 6

Гематологічні параметри курей залежно від величини угрупування, $M\pm m_M$, n=30

Показник	Група/величина угрупування, гол.				Референтні значення
	1 93	2 52	3 17	4 9	
Лейкоцити, тис./мкл	27,1±0,54	27,5±0,71	28,0±0,72	34,5±1,00*	20–40
Гемоглобін, г/дл	12,7±0,15	12,6±0,25	12,4±0,09	11,9±0,25*°	7–13
Гематокрит, %	34,8±0,62	34,8±0,73	34,5±0,28	32,0±0,71*°'	22–35
Еритроцити, млн/мм^3	3,4±0,04	3,4±0,06	3,4±0,04	3,1±0,05*°'	2,5–3,5
Тромбоцити, тис./мм^3	47,3±0,76	46,4±0,20	41,1±0,76*°	34,6±0,21*°'	32–100
ШОЕ, мм/год	4,3±0,25	4,5±0,29	5,4±0,23*°	6,4±0,41*°'	4,0–6,5
Моноцити, %	8,8±0,51	5,4±0,35*	5,2±0,38*	3,9±0,24*°'	5–10
Лімфоцити, %	67,6±0,99	67,0±0,80	59,4±0,60*	56,7±0,85*°'	45–70
Еозинофіли, %	2,9±0,24	3,9±0,53	2,4±0,34°	1,7±0,23*°	1,5–6,0
Базофіли, %	1,7±0,31	1,9±0,35	1,4±0,09	1,7±0,18	1–3
Гетерофіли, %	19,0±0,83	21,8±0,62*	31,6±0,97*°	36,0±0,76*°'	15–30

Примітка. *$p<0,01$ – порівняно з першою групою; °$p<0,05$ – порівняно з другою групою; '$p<0,01$ – порівняно з третьою групою

Лімфоцити знизилися на 10,9–2,7 %, моноцити – на 4,9–1,3 % ($p<0,05$), що свідчить про запальну відповідь та імуносупресію через соціальний стрес і обмежений доступ до корму.

Інтегральні імуногематологічні індекси. Імуногематологічні індекси курей змінювалися залежно від розміру угрупування. При зменшенні групи до 9 голів ІЗЛК зростав на 112,9 %, ІСГЛ – на 121,4 %, ІІР – на 86,5 %, ІСГМ – на 342,6 % (усі $p<0,05$). ІЛГ знижувався у 4-й групі на понад 100 %, ЛІ падала до 138,5 %, ЗІ знижувався до 45,5 %, а ІСЛМ і ІСЛЕ підвищувалися на 89,7 % та 58,0 % відповідно ($p<0,05$). Зміни відображають активацію ГГН-вісі, підвищення кортикостерону, стрес-лейкограму, підгостре запалення та руйнування соціальної буферизації у малих групах, що призводить до дисбалансу лейкоцитарної формули і підвищення неспецифічної імунної реактивності.

Біохімічні показники та активність ензимів сироватки крові курей. У курей 4-ї групи глюкоза перевищувала норму (табл. 7) на 3,6 % і була вищою на 50–66 % порівняно з іншими групами ($p<0,05$). У 4-й групі рівень креатиніну був підвищений на 3 % і на 4,5–7,8 % вище за інші групи ($p<0,05$), що пов'язано з посиленим соціальним стресом та активацією ГГН-осі. Фосфор перевищував норму на 22,7 % і був вищим на 25–96 % порівняно з іншими групами ($p<0,05$). У 3-й групі також спостерігалося підвищення фосфору. Зниження співвідношення Ca:P у малих групах пов'язано з соціальним стресом і порушенням обміну.

Таблиця 7

Біохімічні показники сироватки крові курей залежно від величини угрупування, M±m$_M$, n=30

Показник	Група/величина угрупування, гол.				Референтні значення
	1 93	2 52	3 17	4 9	
Загальний протеїн, г/л	58,7±0,55	57,0±0,61	55,7±0,57	57,2±0,46	37,8–59,0
Альбумін, г/л	19,1±0,19	19,8±0,11	19,2±0,11	18,8±0,20	15,0–25,0
Глюкоза, ммоль/л	10,6±0,26	10,3±0,12	11,4±0,29$^{*\circ}$	17,1±0,54$^{*\circ\prime}$	10,0–16,5
Креатинін, мкмоль/л	25,8±0,66	26,1±0,33	26,6±0,25	27,8±0,36$^{*\circ\prime}$	22,0–27,0
Сечовина, ммоль/л	1,26±0,104	1,00±0,026	1,42±0,024	0,74±0,025	0,7–2,4
Холестерол, ммоль/л	3,9±0,19	3,56±0,118	3,26±0,067	3,34±0,223	2,0–4,0
P, ммоль/л	1,48±0,047	1,38±0,041	2,16±0,049$^{*\circ}$	2,70±0,022$^{*\circ\prime}$	1,15–2,2
Ca, ммоль/л	4,30±0,136	4,16±0,075	4,38±0,029	4,42±0,071	2,8–4,6
Ca:P	3,0±0,15	3,1±0,11	2,1±0,07$^{*\circ}$	1,7±0,06$^{*\circ\prime}$	3–3,8:1
АЛТ, Од/л	0,9±0,10	0,8±0,13	0,6±0,09	0,4±0,09	0–24
АСТ, Од/л	196,7±5,19	201,8±4,85	231,6±4,36$^{*\circ}$	246,0±5,77$^{*\circ\prime}$	125–210
ГГТ, Од/л	25,3±0,97	25,6±0,54	29,8±0,36$^{*\circ}$	31,8±0,87$^{*\circ\prime}$	–
ЛФ, Од/л	502,1±13,18	577,6±27,05	976,0±30,22$^{*\circ}$	1041,6±44,15$^{*\circ}$	350–830
ЛДГ, Од/л	1471,1±83,02	1682,4±66,86*	1881,8±67,36$^{*\circ}$	2347,8±53,75$^{*\circ\prime}$	636–1960

Примітка. *p<0,05 – порівняно з першою групою; °p<0,05 – порівняно з другою групою; ′p<0,05 – порівняно з третьою групою

У групі з 9 головами активність АСТ була вищою на 6–25 % (p<0,05), що зумовлено стресом, підвищенням кортикостерону, м'язовим протеолізом і субклінічним цитолізом печінки. Активність ГГТ і ЛДГ була також вищою на 6,7–25,7 % та 24,8–59,6 % відповідно, з перевищенням норми на 19,8 % (p<0,05), що вказує на активацію ГГН-осі, оксидативний стрес і субклінічну гепатобіліарну дисфункцію.

Сила впливу (η^2) величини угрупування на життєздатність, продуктивність та фізіолого-біохімічні зміни в організмі курей. Встановлено суттєвий вплив розміру угрупування курей на збереженість (η^2=87,3 %), масу тіла (η^2=50,2 %), споживання корму (η^2=42,0 %) та продуктивність: несучість на початкову – η^2=58,2 %, середню несучку– η^2=54,8 % (усі p<0,01). Гематологічно змінювалися лейкоцити (η^2=34,9 %), тромбоцити (η^2=70,2 %), ШОЕ (η^2=66,6 %), гетерофіли (η^2=80,7 %), лімфоцити (η^2=49,7 %) і моноцити (η^2=43,7 %). Імуногематологічні індекси: ІІР 74,7 %, ЗІ 58,7 %, ІЗЛК 55,6 %, ІСГЛ та ІСГМ по 54,5 % (p<0,01). Біохімічно вплив проявлявся у глюкозі (η^2=66,0 %), креатиніні (η^2=77,5 %), Фосфорі (η^2=63,9 %) та Ca:P (η^2=82,1 %), тоді як протеїн, альбумін, сечовина, білірубін, холестерол і Кальцій не залежали від угрупування.

Ефективність виробництва яєць за впливу величини угрупування. Оцінка продуктивності за 44 тижні засвідчила зниження збереженості в усіх групах відносно нормативу 96,4 %, з мінімальним значенням у групі 9 голів – 85,2 %, що було менше на 11,2 % від норми та достовірно нижче порівняно з іншими групами (p<0,05). Нормативної маси тіла 1,54–1,58 кг досягли лише несучки з найбільших угрупувань, тоді як у групі 9 голів вона була меншою до 3,1 % (p<0,05). Несучість на початкову несучку не відповідала нормативу в жодній групі, з максимальним відхиленням 13,9 % у групі 9 голів (p<0,05). Нормативної несучості на середню несучку досягли лише великі угрупування, тоді

як у найменшому відхилення становило 6,3 % ($p<0,05$). Пік інтенсивності несучості у великих групах припадав на 25–26 тиждень і наближався до 100 %, у групі 9 голів зміщувався до 28 тижня та не перевищував 95 % ($p<0,05$). Маса яєць відповідала нормативу 63,4 г, однак, у менших групах була меншою на 0,3–1,9 % ($p<0,05$). Попри менше споживання корму в групі 9 голів, витрати корму на 1 кг яйцемаси були більшими ($p<0,05$), що зумовило зниження валового виробництва яєць на 48,2 млн шт.

Продуктивність та фізіологічний стан організму курей за впливу висоти розташування кліткової батареї

Життєздатність та продуктивність курей. Мікробіологічне навантаження зменшувалося за підвищення рівня розміщення кліткових батарей: від 6115,4 тис. КУО/м^2 на 1-му поверсі до 1670,2–1812,1 тис. КУО/м^2 на 2–4-му ($p<0,05$). Збереженість у 52 тижні в усіх групах була нижчою за норматив 97,4 % і мінімальною на нижніх ярусах – 88,1 % ($p<0,05$), тоді як на верхніх становила 96,3–96,5 % ($p<0,05$). У нижніх ярусах відмічено зниження маси тіла на 8,5–10,0 % і несучості на 7–10 % ($p<0,05$), тоді як у верхніх показники відповідали нормативам. Маса яйця також була меншою в нижніх ярусах ($p<0,05$). Підвищене мікробне навантаження, гірші мікрокліматичні умови та інгаляційний стрес у нижніх ярусах зумовлювали активацію ГГН-осі, хронічне запалення й перерозподіл енергії з продуктивності на підтримання гомеостазу, що негативно позначалося на збереженості та продуктивності.

Гематологічні показники курей. У 52 тижні життя (табл. 8) кількість лейкоцитів зростала зі зниженням ярусу і в нижніх рівнях перевищувала норму на 3,5 % ($p<0,05$). У курей 1–3 ярусів відмічено підвищення лейкоцитів на 29,0–73,2 %, еритроцитів на 10,3–18,5 %, гематокриту на 2,6–3,8 % і ШОЕ на 26,0–46,5 % при одночасному зменшенні тромбоцитів на 6,8–23,1 % ($p<0,05$) порівняно з 7–12 ярусами. Виявлені зміни зумовлені підвищеним мікробним навантаженням і гіршими мікрокліматичними умовами нижніх ярусів, що активують запальні та стрес-вісьові механізми. Це супроводжувалося нижчою збереженістю (85,2 %), меншою масою тіла (1,45 кг) і несучістю (189 шт.) ($p<0,05$), тоді як у верхніх ярусах показники були вищими на 97,4 %, 1,57 кг і 205–207 шт. відповідно ($p<0,05$).

Таблиця 8

Гематологічні показники курей залежно від висоти розташування кліткової батареї, $M \pm m_M$, n=30

Показник	Група/поверх (яруси) кліткової батареї				Референтні значення
	1 1 (1–3)	2 2 (4–6)	3 3 (7–9)	4 4 (10–12)	
Лейкоцити, тис./мкл	41,4±0,43	32,1±1,39*	24,2±0,2$^{*\circ}$	23,9±0,44$^{*\circ}$	20–40
Гемоглобін, г/дл	11,7±0,21	11,1±0,20*	11,3±0,25	11,4±0,07	7–13
Гематокрит, %	32,2±0,73	29,5±0,71*	29,6±0,51*	28,4±0,26$^{*'}$	22–35
Еритроцити, млн/мм^3	3,2±0,06	2,7±0,05*	2,9±0,06$^{*\circ}$	2,8±0,02*	2,5–3,5
Тромбоцити, тис./мм^3	55,3±0,15	55,7±0,69	63,5±0,90$^{*\circ}$	68,1±0,51$^{*\circ'}$	32–100
ШОЕ, мм/год	6,3±0,15	5,0±0,16*	4,5±0,16$^{*\circ}$	4,3±0,15$^{*\circ}$	4,0–6,5
Моноцити, %	3,8±0,33	5,6±0,53*	6,2±0,43*	6,3±0,36*	5–10
Лімфоцити, %	58,6±0,73	60,3±0,35*	66,3±0,95$^{*\circ}$	67,0±0,54$^{*\circ}$	45–70
Еозинофіли, %	1,8±0,25	3,7±0,19*	3,6±0,44*	3,5±0,28*	1,5–6,0
Базофіли, %	1,3±0,08	2,7±0,09*	2,6±0,15*	2,2±0,15$^{*\circ'}$	1–3
Гетерофіли, %	34,5±0,63	27,7±0,64*	21,3±0,11$^{*\circ}$	21,0±0,68$^{*\circ}$	15–30

Примітка. *$p<0,05$ – порівняно з першою групою; °$p<0,05$ – порівняно з другою групою; '$p<0,05$ – порівняно з третьою групою

У курей нижніх ярусів (1–3) встановлено підвищення лейкоцитів на 29–73 %, еритроцитів на 10–18 %, гематокриту на 2,6–3,8 % і ШОЕ на 26–46 % при зниженні тромбоцитів на 6,8–23 % ($p<0,05$), рівень гемоглобіну суттєво не змінювався (до 5,4 %,

p<0,05). Гетерофіли перевищували норму на 4,5 % і були більшими на 6,8–13,5 % (p<0,05), тоді як моноцити, лімфоцити й еозинофіли знижувалися на 1,2–8,4 % (p<0,05). У 4–12 ярусах показники залишалися в межах норми. Це супроводжувалося нижчою збереженістю 85 %, масою тіла 1,45 кг і несучістю 189 шт. у 1–3 ярусах проти 97 %, 1,57 кг і 205–207 шт. у 7–12 ярусах (p<0,05).

Інтегральні імуногематологічні індекси. Імуногематологічні індекси змінювалися залежно від висоти кліткової батареї: у нижніх ярусах знижувалися ЛІ, ІЛГ і ЗІ та зростали ІЗЛК, ІСГЛ, ІЛШОЕ, ІІР, ІСЛМ, ІСГМ, ІСЛЕ (p<0,05). ІЗЛК у 1-й групі перевищував показники 3-ї та 4-ї на 53,8 % і 62,2 %, у 2-й – на 43,6 % і 51,4 % (p<0,05), що відображає хронічне низькоінтенсивне запалення і перехід до субдекомпенсованої адаптації. У 1-й групі ІСГЛ був більшим на 22,9–84,4 %, тоді як ІЛГ і ЛІ – меншими на 11,7–29,6 % і 28,6–49,4 % відповідно; ІЛШОЕ зростав на 19,9–29,6 %, ІІР – на 24,4–60 %, ІСГМ – на 43,7–198,4 %, ІСЛМ – на 35,2–65 %, ІСЛЕ – на 7,5–66,4 % (p<0,05). Такі зрушення ймовірно зумовлені активацією TLR2/4–NF-κB-залежних механізмів під впливом пилово-мікробного аерозолю нижніх ярусів і свідчать про підвищене стресове навантаження та ризик субклінічної респіраторної патології.

Біохімічні показники та активність ензимів сироватки крові курей. Зі зміною висоти кліткових батарей у курей не змінювався вміст загального протеїну, альбуміну, сечовини, холестеролу, білірубіну та кальцію – усі показники залишалися у межах норми (табл. 9).

Таблиця 9

Біохімічні показники сироватки крові курей залежно від висоти розташування кліткової батареї, M±m$_M$, n=30

Показник	Група/поверх (яруси) кліткової батареї				Референтні значення
	1 1 (1–3)	2 2 (4–6)	3 3 (7–9)	4 4 (10–12)	
Загальний протеїн, г/л	57,8±0,48	57,4±0,62	56,7±0,53	55,2±0,58	37,8–59,0
Альбумін, г/л	19,3±0,13	18,4±0,22	18,4±0,10	18,3±0,08	15,0–25,0
Глюкоза, ммоль/л	18,3±0,85	11,4±0,17*	10,9±0,11*°	10,7±0,20*°	10,0–16,5
Креатинін, мкмоль/л	28,3±0,58	25,8±0,13*	25,2±0,21*°	25,2±0,26*°	22,0–27,0
Сечовина, ммоль/л	0,75±0,028	0,78±0,013	0,76±0,014	0,84±0,014	0,7–2,4
Холестерол, ммоль/л	3,5±0,25	3,4±0,07	3,2±0,14	3,2±0,11	2,0–4,0
P, ммоль/л	2,72±0,141	1,49±0,052*	1,37±0,027*°	1,36±0,038*°	1,15–2,2
Ca, ммоль/л	4,20±0,140	4,34±0,022	4,28±0,018	4,24±0,095	2,8–4,6
Ca:P	1,6±0,08	3,0±0,11*	3,2±0,06*	3,2±0,08*	3–3,8:1
АЛТ, Од/л	0,5±0,09	0,4±0,09	0,6±0,09	0,4±0,09	0–24
АСТ, Од/л	213,5±0,77	206,8±0,81*	202,4±0,49*°	187,6±0,46*°'	125–210
ГГТ, Од/л	26,3±0,56	22,6±0,48*	22,0±0,62*	21,8±0,43*	–
ЛФ, Од/л	858,3±19,48	701,8±35,32*	677,8±8,22*	676,0±32,78*	350–830
ЛДГ, Од/л	2171,8±55,82	1462,8±56,74*	1382,2±43,76*	1315,6±20,04*°	636–1960

Примітка. *p<0,05 – порівняно з першою групою; °p<0,05 – порівняно з другою групою

Глюкоза та креатинін перевищували норму лише в курей 1-ї групи, при цьому глюкоза була більшою на 60–71 % (p<0,05), а креатинін – на 9–12 % порівняно з іншими групами, що свідчить про стресову гіперглікемію та катаболізм м’язів. Фосфор у 1-й групі

перевищував норму на 23,6 % і був вищим на 82–100 % порівняно з 3-ю та 4-ю групами, а співвідношення кальцію і фосфору не досягало норми та було нижчим на 46–50 % порівняно з верхніми ярусами. Це відображає напружену, частково субдекомпенсовану адаптацію курей на нижніх ярусах, активацію імунних реакцій та зсув кісткового балансу в бік резорбції, що підвищує фосфат у крові та знижує доступність кальцію, створюючи ризик порушення мінерального обміну і якості шкаралупи. Слід також відзначити перевищення фізіологічної норми за вмістом Фосфору в сироватці крові курей 1-ї групи на 23,6 %. Водночас, вміст Фосфору у них був вищим на 82,6 % ($p<0,001$), 98,5 % ($p<0,05$) і 100,0 % ($p<0,05$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно, у 2-ї групи – на 8,8 % ($p<0,05$) і 9,6 % ($p<0,05$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно, різниця між якими статистично не підтвердилася. Співвідношення Ca:P курей у 1-ї – не досягало фізіологічної норми на 46,7 % і, водночас, було нижчим 46,7 % ($p<0,05$), 50,0 % ($p<0,05$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи співвідношення Ca:P було на 6,3 % нижчим порівняно з 3-ю та 4-ю групами, проте статистично значущої різниці не виявлено, тоді як у 3-ї та 4-ї групи показник залишався на однаковому рівні. На нижніх ярусах (1–3, частково 4–6) підвищений біологічний подразник стимулює потік PAMP, активує каскад TLR2/4–NF-κB із індукцією IL-1β, IL-6, TNF-α та активацією ГГН-осі, що зумовлює стресову гіперглікемію, підвищення креатиніну та фосфору (у 1-й групі на 23,6 % від норми і на 82,6–100 % вище, ніж у 2–4 групах, $p<0,05$), дисбаланс співвідношення Ca:P, а також зростання активності АСТ (на 1,7 – 13,8 %), ГГТ (16,4–20,6 %) і ЛДГ (10,8–65,1 %) ($p<0,05$). Ці зміни свідчать про підвищений запально-стресовий фон і підкреслюють необхідність оптимізації мікроклімату шляхом вентиляції, дестратифікації, контролю пилу та вологості, а також УФ-фільтрації для зниження метаболічного та мінерального стресу.

Сила впливу (η^2) висоти розташування кліткової батареї на життєздатність, продуктивність та фізіолого-біохімічні зміни в організмі курей. Дисперсійний аналіз показав вплив висоти кліткової батареї на збереженість (85,4 %), масу тіла (34,8 %), несучість на початкову (66,3 %) і середню (37,6 %) несучку ($p<0,01$), без впливу на масу яєць. Висота визначала варіабельність гематологічних показників – лейкоцитів, тромбоцитів, ШОЕ, еритроцитів та лейкограми ($p<0,01$), інтегральних індексів (34,4–59,2 %, $p<0,05$–$0,01$), а також глюкози, креатиніну, фосфору і співвідношення Ca:P ($p<0,01$). Активність ЛФ, ЛДГ, АСТ і ГГТ змінювалася за ярусом (27,4–51,3 %, $p<0,05$–$0,01$), тоді як АЛТ та протеїновий обмін залишалися стабільними.

Ефективність виробництва яєць за дії на організм курей висоти розташування кліткової батареї. Збереженість поголів'я була мінімальною у 1-й групі – 83,1 %, що на 10–11 % менше порівняно з іншими ($p<0,05$). Нормативної маси тіла досягли лише 2–4 групи, тоді як у 1-й вона була меншою на 6–8 % ($p<0,05$). Несучість на початкову несучку в 1-й групі була нижчою за норматив на 10,2 % і на 6–8 % меншою від 2–4 груп ($p<0,05$), тоді як на середню несучку відповідала нормативу в усіх групах. Маса яєць залишалася в межах норми, проте в 1-й групі була меншою на 0,9–3,2 % ($p<0,05$); споживання корму також було найменшим. Це зумовило зниження валового виробництва яєць на 1,9–2,6 млн шт., яєчної маси на 144–211 т, виходу на початкову несучку на 1,2–1,8 кг. Отже, утримання на нижньому ярусі достовірно погіршує збереженість, ріст і продуктивність курей порівняно з вищими ярусами.

Продуктивність та фізіологічний стан організму курей за впливу довжини світлової хвилі LED-освітлення

Життєздатність та продуктивність курей. Зі зменшенням довжини хвилі до ~460 нм збереженість курей знижувалася на 12,2 % порівняно з нормативом і на 3,2–9,9 % порівняно з групами 2–4 ($p<0,05$). Короткохвильове світло асоціювалося зі зниженням маси тіла на 5,2–6,5 % ($p<0,05$), нижчою несучістю на початкову (на 16,8 % від норми) та середню несучку (на 2,9–6,0 %), що пов'язано з пригніченням секреції мелатоніну і активацією ГГН-вісі. Червоне світло (~630–650 нм) забезпечувало нормальну масу тіла та стабільну яйценосність, що вказує на його ефективність для продуктивності курей.

Гематологічні показники курей Зі зменшенням довжини хвилі LED підвищувався вміст гетерофілів (табл. 10).

Таблиця 10

Гематологічні параметри курей
залежно від довжини світлової хвилі, M±m_M, n=30

Показник	Група/довжина світлової хвилі, нм				Референтні значення
	1 ~460	2 ~600	3 ~630	4 ~650	
Лейкоцити, тис./мкл	45,1±0,41	39,3±0,24*	35,6±0,31*°	32,2±0,14*°'	20–40
Гемоглобін, г/дл	9,5±0,28	10,8±0,14*	11,9±0,17*°	11,8±0,16*°	7–13
Гематокрит, %	28,0±0,61	30,7±0,21*	34,4±0,22*°	34,2±0,51*°	22–35
Еритроцити, млн/мм^3	2,8±0,08	2,9±0,03	3,2±0,03*°	3,2±0,08*°	2,5–3,5
Тромбоцити, тис./мм^3	25,4±0,65	31,8±0,52*	47,3±0,48*°	48,8±0,29*°'	32–100
ШОЕ, мм/год	6,4±0,07	5,6±0,04*	5,1±0,09*°	5,0±0,01*°	4,0–6,5
Моноцити, %	2,0±0,12	5,2±0,24*	6,1±0,21*°	6,5±0,23*°	5–10
Лімфоцити, %	46,2±0,26	50,2±0,31*	61,0±0,18*°°	64,0±0,53*°'	45–70
Еозинофіли, %	2,8±0,15	5,0±0,36*	5,0±0,14*	5,3±0,31*	1,5–6,0
Базофіли, %	2,2±0,14	2,8±0,20*	2,8±0,05*	3,0±0,25*	1–3
Гетерофіли, %	46,8±0,21	36,8±0,66*	25,1±0,46*°	21,3±0,68*°'	15–30

Примітка. *p<0,05 – порівняно з першою групою; °p<0,05 – порівняно з другою групою; 'p<0,05 – порівняно з третьою групою

У 1-й групі він перевищував норму на 16,8 % і був більшим на 10–25 % порівняно з 2–4 групами (p<0,05), у 2-й – на 6,8 % від норми та на 12–16 % більше, ніж у 3–4 групах (p<0,05), у 3-й і 4-й групах показники залишалися в межах норми. Одночасно у 1-й групі знижувалися моноцити на 3,2–4,5 %, лімфоцити на 4,0–17,8 %, еозинофіли на 2,2–2,5 % і базофіли на 0,6–0,8 % (p<0,05), що свідчить про формування стрес-лейкограми. Виявлені зміни ймовірно зумовлені пригніченням мелатоніну та активацією ГГН-вісі під впливом короткохвильового світла (~460 нм), тоді як довгохвильовий спектр (~630–650 нм) забезпечував стабільний імунний профіль.

***Інтегральні імуногематологічні індекси*.** Імунний статус курей залежав від довжини хвилі LED. За короткохвильового світла (~460–600 нм) у 1-й групі підвищувалися ІЗЛК (на 38,3–166,7 %), ІСГЛ (на 41,9–218,2 %), ІЛШОЕ (на 26,7–72,8 %), ІСГМ (на 271,4–707,9 %), ІСЛМ (на 140,7–148,0 %), ІІР (на 136,5–143,8 %), ІСЛЕ (на 40,8–46,9 %) при зниженні ЛІ (на 38,6–67,1 %), ІЛГ (на 32,9–50,6 %) і ЗІ (на 24,3–40,4 %) (усі p<0,05). У 2-й групі зміни були помірними, тоді як у 3–4-й (630–650 нм) показники залишалися в межах норми (p>0,05). Отже, короткохвильовий спектр асоціюється зі стрес-лейкограмою і напруженням імунної відповіді, тоді як довгохвильовий забезпечує стабільний імунний гомеостаз.

Біохімічні показники та активність ензимів сироватки крові курей. За короткохвильового освітлення (~460–600 нм) у 1-й групі відмічено (табл. 11) підвищення загального протеїну на 4,3–6,8 %, сечовини на 17,4–25,6 %, глюкози на 11,6–27,2 % (16,4 % понад норму) та креатиніну на 8,1–29,8 % (p<0,05) порівняно з 2–4 групами, при зниженні альбуміну на 3,9–6,7 % (p<0,05).

Одночасно Фосфор перевищував норму на 15,5 % і був значно вищим, а співвідношення Ca:P знижувалося до 43,3 % (p<0,05). У 2-й групі зміни були менш вираженими, у 3–4-й (630–650 нм) показники не відрізнялися від фізіологічних (p>0,05). У 1-й групі активність ЛФ перевищувала норму на 20,7 % і була більшою на 19,7–42,2 % порівняно з 2–4 групами (p<0,05); у 2-й – на 11,5–18,8 % більше, ніж у 3–4 (p<0,05), без різниці між 3-ю і 4-ю (p>0,05). Активність АСТ, ЛДГ і ГГТ у 1-й групі також була вищою на 21,9–27,7 %, 34,2–47,6 % і 36,4–48,6 % відповідно (p<0,05), у 2-й – помірно підвищеною (p<0,05). Такі зрушення за короткохвильового освітлення (~460–600 нм) узгоджуються

з ознаками стресу й катаболізму, тоді як за довгохвильового (~630–650 нм) показники залишалися стабільними (p>0,05), що свідчить про кращу адаптацію.

Таблиця 11

Біохімічні показники сироватки крові курей залежно від довжини світлової хвилі, M±m_M, n=30

Показник	Група/довжина світлової хвилі, нм				Референтні значення
	1	2	3	4	
	~460	~600	~630	~650	
Загальний протеїн, г/л	58,1±1,04	55,7±0,12*	54,4±0,46*°	54,8±0,16*°	37,8–59,0
Альбумін, г/л	18,0±0,13	19,2±0,24*	18,8±0,21*	18,7±0,21*	15,0–25,0
Глюкоза, ммоль/л	19,2±0,19	17,2±0,39*	15,9±0,24*°	15,1±0,09*°'	10,0–16,5
Креатинін, мкмоль/л	29,2±0,24	27,0±0,45*	24,6±0,35*°	22,5±0,32*°'	22,0–27,0
Сечовина, ммоль/л	1,08±0,015	0,92±0,055*	0,86±0,010*	0,87±0,015*	0,7–2,4
Холестерол, ммоль/л	3,5±0,02	3,4±0,12	3,1±0,12*	3,3±0,17	2,0–4,0
P, ммоль/л	2,54±0,044	2,25±0,027*	1,42±0,058*°	1,43±0,062*°	1,15–2,2
Ca, ммоль/л	4,22±0,008	4,34±0,028*	4,28±0,034	4,50±0,025*°'	2,8–4,6
Ca:P	1,7±0,03	1,9±0,02*	3,1±0,10*°	3,3±0,16*°	3–3,8:1
АЛТ, Од/л	1,0±0,02	0,8±0,03	0,8±0,08	0,8±0,07	0–24
АСТ, Од/л	263,8±2,01	216,4±2,18*	208,2±1,07*°	206,6±1,81*°	125–210
ГГТ, Од/л	33,0±0,52	24,2±0,74*	22,4±1,03*	22,2±1,10*	–
ЛФ, Од/л	1002,2±16,10	837,6±14,98*	751,2±20,42*°	704,8±21,85*°	350–830
ЛДГ, Од/л	2812,4±6,17	2095,6±11,07*	1914,8±9,21*°	1904,8±2,56*°	636–1960

Примітка. *p<0,05 – порівняно з першою групою; °p<0,05 – порівняно з другою групою; 'p<0,05 – порівняно з третьою групою

Сила впливу (η^2) довжини світлової хвилі LED-освітлення на життєздатність, продуктивність та фізіолого-біохімічні зміни в організмі курей. Довжина хвилі LED-освітлення суттєво впливала на життєздатність, продуктивність і метаболізм курей: збереженість – 62,9 % (p<0,01), маса тіла – 65,6 % (p<0,01), несучість – 46,7–59,3 % (p<0,01). Спектр визначав варіабельність гематологічних показників (лейкоцити – 82,8 %, тромбоцити – 61,6 %, ШОЕ – 35,5 %, p<0,01–0,05), лейкоцитарних субпопуляцій (гетерофіли – 86,8 %, моноцити – 77,5 %, лімфоцити – 75,5 %, p<0,01) та інтегральних індексів (ЛІ – 77,7 %, ІІР – 75,2 %, ІСЛМ – 76,8 %, ІСГЛ – 70,0 %, p<0,01). Біохімічні показники змінювалися під впливом спектру: глюкоза – 61,0 %, креатинін – 67,8 %, Фосфор – 80,3 %, співвідношення Ca:P – 69,2 % (p<0,01–0,05). Активність ферментів АСТ – 87,3 %, ЛФ – 59,7 %, ГГТ – 51,3 %, ЛДГ – 47,7 % (p<0,01). Короткохвильове освітлення (~460–600 нм) підсилює стрес, катаболізм і активність ензимів, довгохвильове (~630–650 нм) стабілізує метаболізм і адаптацію.

Ефективність виробництва яєць за дії на організм курей довжини світлової хвилі LED-освітлення. Збереженість у всіх групах була нижчою за норматив кросу «Hy-Line W-36» (96,4 %), мінімальною у 1-й групі (~82,4 %), що пов’язано з короткохвильовим освітленням (~460 нм) і стрес-вісьовою активацією. У 3–4-й групах (~630–650 нм) показник наближався до нормативу. Маса тіла відповідала нормі у 2–4-й групах, у 1-й відхилення становило 0,2 %. Несучість на початкову несучку зростала зі збільшенням довжини хвилі: у 1-й групі 16,5 % від нормативу, у 4-й – близька до нього; на середню несучку норматив досягнуто у 2–3-й і перевищено у 4-й. Короткохвильове світло знижувало валове виробництво яєць на 6,1–18,8 млн шт., яєчної маси – на 365,3–1198,3 т.

Взаємозв'язок між змінами гематологічних та біохімічних показників організму курей за хронічного впливу технологічних подразників різної етіології. Хронічні технологічні чинники формували стрес-метаболічну відповідь: лейкоцитоз позитивно корелював із глюкозою (r=0,73), ЛДГ (r=0,81), АСТ (r=0,77), креатиніном (r=0,53) і негативно зі співвідношенням Ca:P (r=-0,54) (p<0,001). Гетерофіли мали сильний позитивний зв'язок із глюкозою, АСТ і ЛДГ (r=0,78–0,86), тоді як гемоглобін, гематокрит і тромбоцити – негативний із маркерами катаболізму та гіперглікемії (p<0,001). Отже, короткохвильове світло посилює стрес і катаболізм, тоді як довгохвильове забезпечує кращу адаптацію та продуктивність.

Економічна ефективність виробництва харчових яєць за впливу на організм курей технологічних подразників різної тривалості, сили та етіології

Оптимізація щільності посадки, величини угрупувань та спектральних характеристик LED-освітлення суттєво впливає на продуктивність і рентабельність виробництва яєць. Підвищення щільності до 25,3 гол./м^2 (395,1 см^2 на курку) порівняно з 24 гол./м^2 дає додатково 3,5 млн яєць на рік, або 1331 яйце на м^2 у пташнику площею 2640 м^2, що забезпечує приріст прибутку на 4,6 млн грн і підвищення рентабельності на 8,7 %, тоді як щільність понад 25,3 гол./м^2 знижує рентабельність. Збільшення величини угрупувань до 52–93 голів порівняно з 9 головами дозволяє отримати від 10,1 до 35,2 млн яєць на рік, або 3487–12087 яєць на м^2 у пташнику площею 2915 м^2, що додає 15,5–43,7 млн грн прибутку та підвищує рентабельність на 4,1–5,4 %. Використання LED-світильників із довжиною хвилі ~650 нм замість ~460 нм забезпечує додатково 15,1 млн яєць на рік, або 5183 яйця на м^2 у пташнику площею 2915 м^2, що формує 37,0 млн грн прибутку та підвищує рентабельність на 9,5 %. Сукупно ці заходи показують, що раціональне керування щільністю, соціальною структурою стада та спектром освітлення ефективно максимізує вихід яєць на одиницю площі та покращує фінансові показники господарств.

ВИСНОВКИ

У дисертації експериментально з'ясовано та теоретично обґрунтовано оптимальні параметри умов утримання курей-несучок за врахування адаптаційних змін, що відбуваються в їх організмі за впливу технологічних подразників різної тривалості, сили та етіології.

1. Технологічні подразники, залежно від їх тривалості сили та етіології суттєво позначаються на збереженості та продуктивності курей-несучок через фізіолого-біохімічні зміни в їх організмі, які відображають розвиток адаптаційного синдрому.

2. Технологічні подразники достовірно впливають на основні продуктивні та фізіологічні показники курей: збереженість поголів'я – 62,9–87,3 %, масу тіла – 34,8–65,6 %, витрати корму – 29,2–59,4 %, несучість – 27,4–66,3 %. Хронічний вплив цих факторів зумовлює значні зміни гематологічних та біохімічних параметрів: лейкоцити – 34,9–82,8 %, тромбоцити – 61,6–81,3 %, ШОЕ – 47,5–85,1 %, гетерофіли – 53,6–86,8 %, а також коливання рівнів глюкози, креатиніну, білірубіну, Фосфору, Кальцію й активності ключових ензимів (лактатдегідрогенази, аспартатамінотрансферази, лужної фосфатази та гама-глутамілтрансферази) у межах 25,9–87,3 % (p<0,05–0,01).

3. Оптимізація умов утримання курей-несучок значно підвищує виробничі показники. Збільшення щільності до 25,3 гол./м^2 дає додатково 3,5 млн яєць на рік або 5,5 % і 1331 яйце/м^2, забезпечуючи 4,6 млн грн прибутку та 8,7 % рентабельності (p<0,05). Збільшення величини угрупувань курей до 52–93 голів підвищує річне виробництво на 10,1–35,2 млн яєць або 20,6–71,5 %, або 3487–12 087 яєць/м^2, із прибутком 15,5–43,7 млн грн і підвищенням рентабельності на 4,1–5,4 %. Використання LED-освітлення з довжиною хвилі ~650 нм забезпечує отримання додатково 15,1 млн яєць на рік або 18,7 %, 5183 яйця/м^2, що дає 37,0 млн грн додаткового прибутку та підвищення на 9,5 % рентабельності (p<0,05).

4. Гострі технологічні подразники викликають у курей виражені фізіолого-біохімічні зміни: підвищення лейкоцитів, гетерофілів, ШОЕ, глюкози, креатиніну, загального протеїну, альбуміну, білірубіну, кальцію та активності аспартатамінотрансферази, лактатдегідрогенази і лужної фосфатази, а також зниження лімфоцитів, еозинофілів, базофілів, моноцитів, гемоглобіну, гематокриту, еритроцитів і тромбоцитів. Їх вплив зумовлює мінливість гематологічних показників на 46,6–95,2 %, еритроцитарних і тромбоцитарних індексів – 31,0–38,3 %, біохімічних параметрів – 40,0–66,4 % та активності ензимів – 77,1–78,0 % ($p<0,05$).

5. Хронічні технологічні подразники викликають у курей стрес, що знижує їх життєздатність і продуктивність. Залежно від підвищення щільності утримання знижується збереженість на 0,2–5,8 %, несучість – на 0,3–4,5 %, споживання корму – на 3,1–6,3 % і масу тіла – до 12,2 %. Висота розташування кліткових батарей спричиняє зниження збереження на 0,2–27,6 %, несучості– на 0,8–8,9 %, споживання корму – на 1,9–2,3 % і маси тіла – на 8,9–10 %. Величина угрупування зменшує ці показники відповідно на 2,3–9,1 %, 2,2–6,4 %, 1,3–2,8 % та 1,8–8,6 %, а довжина світлової хвилі LED-світильників – на 0,3–9,9 %, 3,1–15,8 %, 0,2–3,1 % та 5,2–6,5 % ($p<0,05$).

6. Підвищена щільність утримання курей до 26,7 гол/м^2 викликає технологічний стрес, що проявляється підвищенням у крові лейкоцитів і гетерофілів, зниженням кількості та об’єму тромбоцитів, збільшенням рівнів глюкози, креатиніну, загального білірубіну, Фосфору й активності лужної фосфатази, аспартатамінотрансферази, лактатдегідрогенази та гама-глутамілтрансферази, а також зменшенням співвідношення Кальцію до Фосфору.

7. Великі угрупування курей (93 гол і більше) спричиняють фізіолого-біохімічні зміни в їх організмі: підвищення лейкоцитів, гетерофілів і швидкості осідання еритроцитів, зменшення моноцитів, лімфоцитів, еозинофілів, еритроцитів, гемоглобіну та тромбоцитів, а також зростання рівнів глюкози, креатиніну, Фосфору й активності лужної фосфатази, аспартатамінотрансферази, лактатдегідрогенази, гама-глутамілтрансферази та зниження співвідношення Кальцію до Фосфору.

8. Зміна висоти кліткової батареї вище 2 поверху (7–12 яруси), через мікробіологічне навантаження, викликає у курей технологічний стрес, що проявляється підвищенням у крові лейкоцитів, еритроцитів, гетерофілів і швидкості осідання еритроцитів, зниженням моноцитів, лімфоцитів, еозинофілів, базофілів і тромбоцитів, а також зростанням у сироватці рівнів глюкози, креатиніну, Фосфору та активності лужної фосфатази, аспартатаміно-трансферази, лактатдегідрогенази й гама-глутамілтрансферази при одночасному зниженні співвідношення Кальцію до Фосфору.

9. Зміна довжини світлової хвилі LED-освітлення коротше ~650 нм викликає у курей технологічний стрес, що проявляється підвищенням у крові лейкоцитів, гетерофілів і швидкості осідання еритроцитів, зниженням моноцитів, лімфоцитів, еозинофілів, базофілів, еритроцитів, гемоглобіну, гематокриту та кількості й об’єму тромбоцитів, а також зростанням у сироватці рівнів глюкози, креатиніну, загального протеїну, білірубіну, Фосфору та активності лужної фосфатази, аспартатамінотрансферази, лактатдегідрогенази й гама-глутамілтрансферази при зниженні співвідношення Кальцію до Фосфору.

10. Інтегральні імуногематологічні індекси є надійними маркерами стресу у курей: за дії гострих подразників їх мінливість досягає 40,0–89,4 %, а за хронічних 26,6–92,6 %. Найбільш чутливими показниками виявлено індекс співвідношення лейкоцитів до ШОЕ – до 89,4 %, лімфоцитарний – до 80,5 % та співвідношення гетерофілів до лімфоцитів – до 77,8 %, що відображає швидку і тривалу реакцію імунної системи на технологічний стрес.

11. У курей зафіксовано тісні кореляції між гематологічними та біохімічними маркерами стресу. Сильні позитивні ($r=0,73–0,86$) виявлено між лейкоцитами й глюкозою, ЛДГ, АСТ та гетерофілами й глюкозою, креатиніном, аспартатамінотрансферазою, лужною фосфатазою. Сильні негативні ($r=-0,70…-0,86$) – між гемоглобіном, тромбоцитами й глюкозою, креатиніном, аспартатамінотрансферазою та лактатдегідрогеназою. Значні позитивні ($r=0,52–0,69$) відмічено між лейкоцитами й креатиніном, ШОЕ та глюкозою,

а негативні (r=-0,50…-0,68) – між лейкоцитами, лімфоцитами та низкою метаболітів і ензимів.

12. Виявлено численні кореляції між інтегральними імуногематологічними індексами та біохімічними маркерами стресу у курей. Сильні позитивні (r=0,71–0,81; p<0,001) відмічено між індексами зсуву лейкоцитів, співвідношення гетерофілів до лімфоцитів і лімфоцитів/ШОЕ та рівнями глюкози, креатиніну й активністю ензимів. Сильні негативні (r=-0,70…-0,73) зафіксовано між загальним індексом і глюкозою та лактатдегідрогеназою. Значні позитивні кореляції (r=0,51–0,66) встановлено між іншими індексами й креатиніном, прямим білірубіном, Фосфором та активністю ключових ензимів, тоді як значні негативні (r=-0,51…-0,68) – між лімфоцитарно-гранулоцитарним, загальним, імунореактивності та низкою показників обміну кальцію-фосфору, глюкози й активністю ензимів.

13. Оптимальними умовами утримання для організму курей-несучок та підвищення їх продуктивності є щільності посадки 25,3 гол./м^2 (забезпеченості площею 395,1 см^2/гол.), величина угрупування у клітці багатоярусної кліткової батареї 52–93 голів та використання для освітлення пташників LED-світильників з довжиною світлової хвилі ~650 нм.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для підвищення продуктивності та забезпечення економічно ефективного виробництва харчових яєць шляхом уникнення стресових станів і послаблення розвитку адаптаційного синдрому у курей-несучок за їх утримання у клітках багатоярусних кліткових батарей рекомендовано:

1. Утримувати курей за щільності посадки 25,3 гол./м^2 (забезпеченості площею 395,1 см^2/гол.). Це дозволить одержати за рік додатково 3,5 млн яєць (5,5 %), у тому числі 1331 яєць із розрахунку на 1 м^2 площі пташника. Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2640 м^2 за рік становить 4,6 млн грн, за збереження рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць та підвищення рентабельності виробництва харчових яєць складає 8,7 %.

2. Збільшити величину угрупування курей у клітках до 52–93 голів. Це забезпечить одержання за рік додатково 10,1–35,2 млн яєць (20,6–71,5 %), у тому числі 3487–12087 яєць із розрахунку на 1 м^2 площі пташника. Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м^2 за рік, становить 15,5–43,7 млн грн за підвищення рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,0–3,8 од. та рентабельності виробництва харчових яєць складає 4,1–5,4 %.

3. Для освітлення пташників використовувати LED-світильники із довжиною світлової хвилі ~650 нм. Це забезпечить одержання за рік додатково 15,1 млн яєць (18,7 %), у тому числі 5183 яєць із розрахунку на 1 м^2 площі пташника. Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м^2 за рік становить 37,0 млн грн, за підвищення рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,6–2,8 од. та рентабельності виробництва харчових яєць складає 9,5 %.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у періодичних наукових виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України та/або у закордонних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus

1. **Osadcha Y. V.**, Sakhatsky M. I., Kulibaba R. O. Serum clinical biochemical markers of Hy-Line W-36 laying hens under the influence of increased stocking densities in cages of multilevel batteries. Regulatory Mechanisms in Biosystems. 2021. Vol. 12 (3). P. 425–429. *(Здобувачкою доведено вплив щільності утримання курей-несучок на біохімічний профіль їх організму)*.

2. **Osadcha Y.**, Pavlovych O. Influence of Different Stocking Densities on Some Blood Parameters in Laying Hens. Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences. 2023. Vol. 33 (1). P. 111–118. *(Здобувачкою обґрунтовано вплив щільності утримання курей-несучок на гематологічні показники їх організму)*.

3. **Osadcha Y.**, Sakhatsky M., Dzhus P. Effect of monochrome light with different wavelengths on biochemical parameters of hens. Journal of Animal Behaviour and Biometeorology. 2023. Vol. 11 (2). 2023014. *(Здобувачкою показано вплив на організм курей-несучок довжини світлової хвилі та обґрунтовано їх оптимальні параметри задля підтримання оптимального фізіологічного стану організму та високої продуктивності)*.

4. Osadcha Y. Haematological parameters of laying hens under different group size. Anatomia, Histologia, Embryologia. 2023. Vol. 52 (6). P. 919–926.

5. **Osadcha Y.**, Shulyar A., Sydorenko O., Jus P., Shulyar A. Biochemical parameters of hens blood under the influence of technological irritants of various etiologies. Scientific Horizons. 2023. Vol. 26 (9). P. 70–80. *(Здобувачкою доведено необхідність корекції умов утримання курей-несучок за впливу на їх організм технологічних подразників різної етіології)*.

Статті у наукових виданнях,
включених до Переліку наукових фахових видань України

6. Sakhatsky M. I., **Osadcha Yu. V**. Clinical-biochemical status of hens due to changes of battery cages height location. Theoretical and Applied Veterinary Medicine. 2021. Vol. 9 (3). P. 130–134. *(Здобувачкою доведено вплив на організм курей висоти розташування клітковихбатарей та показано необхідність корекції умов утримання несучок)*.

7. Осадча Ю. В. Неспецифічні реакції організму курей за впливу технологічного стресору. Аграрний вісник Причорномор'я. 2021. Вип. 101. С. 16–22.

8. Осадча Ю. В. Репродуктивна функція курей за дії технологічного стресору. Агроекологічний журнал. 2021. № 3. С. 127–134.

9. Осадча Ю. В. Неспецифічні адаптивні реакції організму курей за впливу довжини світлової хвилі. Агроекологічний журнал. 2021. № 4. С. 105–114.

10. Осадча Ю. В. Діагностичне значення інтегральних імуногематологічних індексів як маркерів хронічного стресу у курей. Біологія тварин. 2021. Вип. 23 (2). С. 19–25.

11. Сахацький М. І., **Осадча Ю. В.** Реалізація потенційної продуктивності курей за впливу величини угрупування. Біологія тварин. 2021. Вип. 23 (4). С. 8–14. *(Здобувачкою проаналізовано вплив величини угрупування на продуктивність курей та показано необхідність корекції даних умов утримання за утримання курей у промислових умовах)*.

12. Осадча Ю. В. Вплив величини угрупування на неспецифічну реактивність організму курей. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2021. Вип. 3 (111). С. 75–83.

13. Осадча Ю. В. Реакція організму курей на зміну висоти розташування кліткової батареї. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 3. С. 150–156.

14. **Осадча Ю. В.**, Сахацький Г. І. Діагностичне значення інтегральних імуногематологічних індексів як маркерів гострого стресу у курей. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2021. № 4. С. 162–170. *(Здобувачкою проведено пошукові дослідження та доведено можливість використання інтегральних діагностичних індексів у якості маркерів стресу у курей)*.

15. Осадча Ю. В. Біохімічний профіль та активність ензимів сироватки крові курей за впливу величини угрупування. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Тваринництво». 2021. Вип. 4 (47). С. 114–118.

16. **Осадча Ю. В.**, Сахацький Г. І. Вплив довжини світлової хвилі на життєздатність та репродуктивну функцію курей. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. Серія: Сільськогосподарські науки. 2021. Т. 23. № 95. С. 76–81. *(Здобувачкою проаналізовано вплив довжини світлової*

хвилі LED-освітлення на продуктивність курей та показано необхідність корекції даних умов утримання за утримання курей у промислових умовах).

17. Осадча Ю. В. Життєздатність та репродуктивна функція курей за зміни висоти розташування кліткової батареї. Таврійський науковий вісник. 2021. № 121. С. 177–183.

18. Осадча Ю. В. Вплив величини угрупування курей на їх життєздатність та репродуктивну функцію. Таврійський науковий вісник. 2021. № 122. С. 232–238.

19. Осадча Ю. В. Зміни гематологічних параметрів у курей за короткотермінового впливу негативних факторів навколишнього середовища. Тваринництво та технології харчових продуктів. 2021. Т. 12. № 4. С. 46–55.

20. **Осадча Ю. В.**, Сахацький Г. І. Ефективність виробництва харчових яєць за використання для утримання несучок монохромного світла з різною довжиною світлової хвилі. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2021. № 6 (94). *(Здобувачкою проаналізовано ефективність виробництва харчових яєць за впливу довжини світлової хвилі LED-освітлення та показано необхідність корекції даних умов утримання для отримання більшої кількості яєць*).

21. **Осадча Ю. В.**, Базиволяк С. М., Паскевич Г. А. Вплив умов утримання на продуктивність курей та ефективність виробництва харчових яєць. Сучасне птахівництво. 2022. № 5–6. С. 8–13. *(Здобувачкою проаналізовано ефективність виробництва харчових яєць та показано необхідність корекції умов утримання для отримання більшої кількості яєць)*.

22. Осадча Ю. В. Зміни гематологічних параметрів у курей за використання для утримання несучок монохромного світла з різною довжиною світлової хвилі. Таврійський науковий вісник. 2022. № 125. С. 154–160.

23. Осадча Ю. В. Зміни лейкоцитарного профілю крові курей-несучок за впливу монохромного світла з різною довжиною хвилі. Таврійський науковий вісник. 2022. № 126. С. 193–198.

24. **Осадча Ю. В.**, Кулібаба Р. О., Панькова С. М. Яєчна продуктивність курей залежно від умов штучного освітлення приміщення в зоні їх утримання. Сучасне птахівництво. 2022. № 11–12. С. 25–30. *(Здобувачкою проаналізовано збереженість поголів'я та продуктивність курей за умов штучного освітлення приміщення в зоні їх утримання у клітках багатоярусних батарей)*.

25. Кулібіба Р. О., **Осадча Ю. В.**, Хмельничий Л. М. Продуктивність та збереженість курей яєчного кросу залежно від щільності утримання в клітках багатоярусних батарей. Сучасне птахівництво. 2023. № 5–6. С. 23–27. *(Здобувачкою проаналізовано збереженість поголів'я та продуктивність курей за впливу щільності утримання курей)*.

26. **Осадча Ю. В.**, Кулібаба Р. О., Паскевич Г. А. Продуктивність курей яєчного кросу залежно від їх чисельності в клітках 12-ярусних батарей. Сучасне птахівництво. 2023. № 7–8. С. 18–22. *(Здобувачкою проаналізовано збереженість поголів'я та продуктивність курей за впливу величини угрупування курей у клітках багатоярусних батарей)*.

Стаття у колективній монографії

27. Sakhatskyi M. I., **Osadcha. Yu. V.** Achievements of Ukraine and the EU in ecology, biology, chemistry, geography and agricultural science: Collective monograph. Vol. 3. Riga, Latvia, 2021. P. 186–207. *(Здобувачкою проаналізовано життєздатність поголів'я, несучість та ефективність виробництва харчових яєць за різної щільності їх утримання, проаналізовано ефективність виробництва за різних умов утримання курей та показано необхідність корекції умов утримання для отримання більшої кількості яєць)*.

Науково-методичні рекомендації

28. Осадча Ю. В. Оптимізація величини угрупування курей-несучок промислового стада за використання багатоярусних кліткових батарей: науково-методичні рекомендації. Київ, 2024. 57 с.

29. Осадча Ю. В. Оптимізація умов освітлення пташників під час утримання курей-несучок промислового стада у багатоярусних кліткових батареях: науково-методичні рекомендації. Київ, 2024. 71 с.

30. Осадча Ю. В. Оптимізація щільності утримання курей-несучок промислового стада за використання багатоярусних кліткових батарей: науково-методичні рекомендації. Київ, 2024. 63 с.

Тези наукових доповідей

31. Сахацький М. І., **Осадча Ю. В.**, Кучмістов В. О. Продуктивність курей промислового стада залежно від умов утримання. Наукові і технологічні виклики тваринництва у XXI столітті: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 90-річчю від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка УААН і РААН Г. О. Богданова, м. Київ, 12–14 березня 2020 року: тези доповіді. Київ, 2020. С. 99–103. *(Здобувачкою виконано дослідження, взято участь в обробці та інтерпретації отриманих результатів та формуванні висновків)*.

32. Осадча Ю. В. Вплив висоти розташування кліткових батарей на параметри клінічної біохімії сироватки крові курей. Науковий прогрес у тваринництві та птахівництві: XV Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених, присвячена 90-річчю від дня народження доктора економічних наук, професора, академіка УААН Омельяненко Андрія Оксентійовича, м. Харків, 26–27 серпня 2021 року: тези доповіді. Харків, 2021. С. 87–90.

33. Осадча Ю. В. Гематологічний профіль курей-несучок за впливу висоти розташування кліткових батарей. Фактори експериментальної еволюції організмів: XV і XVI Міжнародна наукова конференція, м. Кам'янець-Подільський, 20–25 вересня 2021 року: тези доповіді. Кам'янець-Подільський, 2021. С. 199–200.

34. Осадча Ю. В. Вплив висоти розташування кліткових батарей на продуктивність промислового стада курей кросу «HY-LINE W-36». Сучасна наука: стан та перспективи розвитку тваринництва України в умовах євроінтеграції: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Херсон, 23 вересня 2021 року: тези доповіді. Херсон, 2021. С. 144–148.

35. Осадча Ю. В. Ефективність виробництва харчових яєць за підвищеної щільності утримання курей-несучок. Інновації у птахівництві: І Міжнародна науково-практична онлайн конференції, с. Бірки, Харківська область, 8 жовтня 2021 року: тези доповіді. Бірки, 2021. С. 54–58.

36. Осадча Ю. В. Клініко-біохімічний статус курей за впливу величини угрупування. Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва і переробки продукції тваринництва: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих вчених та здобувачів освіти, м. Житомир, 16 грудня 2021 року: тези доповіді. Житомир, 2021. С. 131–133.

37. Осадча Ю. В. Збереженість, маса тіла та продуктивність курей за впливу величини угрупування. Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії: XLVI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, м. Переяслав, 2022 року: тези доповіді. Переяслав, 2022. С. 93–96.

38. Осадча Ю. В. Вплив величини угрупування на фізіологічний стан організму курей. Сучасні світові тенденції розвитку науки, освіти та суспільства: Міжнародна науково-практична конференція, м. Полтава, 11 травня 2022 року: тези доповіді. Полтава, 2022. С. 45–46.

39. Осадча Ю. В. Динаміка біохімічних параметрів сироватки крові курей за впливу висоти розташування кліткових батарей. Modern Research in World Science: 2nd International Scientific and Practical Conference, May 15–17, 2022, Lviv: book of abstract. Lviv, 2022. P. 50–56.

40. Осадча Ю. В. Неспецифічна реактивність організму курей за впливу світлового подразника. Science, Education, Technology and Society: Problems and Prospect: International

Scientific-Practical Conference, Bratislava, Slovakia, November 3, 2023: book of abstract. Bratislava, Slovakia, 2023. P. 45–47.

41. Осадча Ю. В. Неспецифічна реактивність організму курей за впливу соціального подразника. Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: ІІІ Міжнародна науково-практична конференція, м. Одеса, 09–10 листопада 2023 року: тези доповіді. Одеса, 2023. С. 242–244.

АНОТАЦІЯ

Осадча Ю. В. Удосконалення умов утримання курей-несучок за врахування технологічних подразників різної тривалості, сили та етіології. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за науковою спеціальністю 06.02.04 «Технологія виробництва продуктів тваринництва». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2026.

У дисертації представлено результати удосконалення умов утримання курей-несучок із урахуванням впливу технологічних подразників різної тривалості, сили та етіології. На першому етапі досліджень вивчалася реактивність організму курей на гострі технологічні подразники харчової та світлової депривації, а також переущільнення поголів'я. Встановлено, що гострі подразники спричиняють значні фізіолого-біохімічні зміни, що проявляються підвищенням рівня лейкоцитів на 51,7–60,6 %, гетерофілів – на 12,3–23,6 %, швидкості осідання еритроцитів – на 13,0–18,5 %, одночасним зниженням концентрації лімфоцитів – на 7,3–16,7 %, еозинофілів – на 1,1–1,3 %, базофілів – на 0,5–0,8 %, моноцитів – на 3,9–4,7 %, гемоглобіну – на 16,9–41,5 %, гематокриту – на 1,8–7,7 %, еритроцитів – на 9,4–18,8 % та тромбоцитів – на 6,1–39,7 %. Одночасно спостерігалося підвищення концентрації глюкози – на 15,1–27,9 %, креатиніну – на 4,4–23,6 %, загального протеїну – на 4,8–7,6 %, альбуміну – на 3,7–4,8 %, загального білірубіну – на 13,2–17,6 %, прямого білірубіну – на 116,7–216,7 %, кальцію – на 6,3–10,7 %, активності аспартатаміно-трансферази – на 36,3–57,8 %, лактатдегідрогенази – на 28,3–72,3 % та лужної фосфатази – на 9,6–11,8 %.

Аналіз варіабельності показників показав, що гострі подразники впливають на мінливість гематологічних показників курей на 46,6–95,2 %, еритроцитарних і тромбоцитарних індексів – на 31,0–38,3 %, біохімічних показників – на 40,0–66,4 %, активності ферментів – на 77,1–78,0 %. Встановлено, що інтегральні гематологічні індекси є високоефективними маркерами гострого стресу, оскільки вплив технологічних подразників на їх мінливість коливався в межах 40,0–89,4 %.

Другий етап досліджень оцінював неспецифічну реактивність організму курей за хронічного впливу технологічних подразників різної етіології у чотирьох експериментах. Встановлено, що щільність утримання 25,3–26,7 гол./м^2 знижувала збереженість на 0,2–5,8 %, несучість – на 0,3–4,5 %, споживання корму – на 3,1–6,3 %, масу тіла – на 12,2 %, викликаючи підвищення лейкоцитів на 12,2–22,7 %, гетерофілів – на 1,8–13,5 %, зниження тромбоцитів на 4,0–69,0 % та зменшення їх об'єму на 9,2–18,6 %, підвищення глюкози – на 22,4 %, креатиніну – на 27,2 %, загального білірубіну – на 36,1 %, фосфору – на 74,5 %, активності лужної фосфатази – на 44,9 %, аспартатамінотрансферази – на 19,1–24,5 %, лактатдегідрогенази – на 43,1 %, гама-глутамілтрансферази – на 9,0–35,6 % та зниження співвідношення кальцію до фосфору на 47,1 %. Соціальні подразники, залежно від величини угрупувань (9–93 гол.), зумовлювали зміни лейкоцитів на 27,3 %, гетерофілів – на 2,8–17,0 %, швидкості осідання еритроцитів – на 26,6–48,8 %, моноцитів – на 3,4–4,9 %, лімфоцитів – на 8,2–10,9 %, еозинофілів – на 1,2 %, еритроцитів – на 9,7 %, гемоглобіну – на 6,7 %, тромбоцитів – на 15,1–36,7 %, глюкози – на 7,5–61,3 %, креатиніну – на 7,8 %, фосфору – на 82,4–89,2 %, активності лужної фосфатази – на 94,4–107,4 %, аспартатаміно-трансферази – на 17,7–25,1 %, лактатдегідрогенази – на 14,4–59,6 %, гама-глутаміл-трансферази – на 17,8–25,7 % та зниження співвідношення кальцію до фосфору на 30,0–76,5 %. Біологічні подразники, зумовлені розташуванням кліткових батарей,

викликали підвищення лейкоцитів на 34,3–73,2 %, еритроцитів – на 14,3–18,5 %, швидкості осідання еритроцитів – на 16,3–46,5 %, гетерофілів – на 6,7–13,5 %, зниження моноцитів – на 1,8–2,5 %, лімфоцитів – на 6,7–8,4 %, еозинофілів – на 1,7–1,9 %, базофілів – на 0,9–1,4 %, тромбоцитів – на 6,8–18,2 %, глюкози – на 6,5–71,0 %, креатиніну – на 2,4–12,3 %, фосфору – на 9,6–100,0 %, активності лужної фосфатази – на 22,3–27,0 %, аспартатамінотрансферази – на 9,7–13,8 %, лактатдегідрогенази – на 11,2–65,1 %, гама-глутамілтрансферази – на 16,4–20,6 % та зниження співвідношення кальцію до фосфору на 46,7–50,0 %. Світлові подразники LED 460–650 нм зумовлювали підвищення лейкоцитів на 10,6–40,1 %, швидкості осідання еритроцитів – на 12,0–28,0 %, гетерофілів – на 3,8–25,5 %, зниження моноцитів – на 1,3–4,5 %, лімфоцитів – на 3,0–17,8 %, еозинофілів – на 2,2–2,5 %, базофілів – на 0,6–0,8 %, еритроцитів – на 9,4–12,5 %, гемоглобіну – на 9,2–20,2 %, гематокриту – на 3,7–6,4 %, тромбоцитів – на 3,1–48,0 % (кількість) та 21,8–26,4 % (об’єм), глюкози – на 5,3–27,2 %, креатиніну – на 9,3–29,8 %, загального протеїну – на 2,4–6,8 %, загального білірубіну – на 9,7–50,0 %, фосфору – на 58,5–78,9 %, активності лужної фосфатази – на 18,8–42,2 %, аспартатамінотрансферази – на 4,7–27,7 %, лактатдегідрогенази – на 10,0–47,6 %, гама-глутамілтрансферази – на 36,4–48,6 % та зниження співвідношення кальцію до фосфору на 42,4–48,5 %. Сукупно результати демонструють, що хронічний вплив технологічних подразників різної сили та етіології формує стабільні зміни фізіолого-біохімічного профілю курей, що відображають технологічний стрес та впливають на продуктивність і життєздатність поголів’я.

Встановлено, що хронічні технологічні подразники впливають на мінливість гематологічних показників курей на 26,2–86,8 %, еритроцитарних та тромбоцитарних індексів – на 25,8–66,5 %, біохімічних показників – на 33,3–82,1 %, активності ензимів – на 25,9–87,3 %, а також на життєздатність – 62,9–87,3 % та продуктивність – 53,5–66,3 %. Доведено, що інтегральні гематологічні індекси є інформативними маркерами гострого та хронічного стресу у курей, оскільки хронічний вплив технологічних подразників на їх мінливість коливався в межах 26,6–92,6 %. Встановлено функціональні взаємозв’язки між змінами гематологічних та біохімічних параметрів ($r=0,52–0,86$ та $r=-0,50…-0,86$), а також між біохімічними показниками та інтегральними гематологічними індексами ($r=0,51–0,81$ та $r=-0,51…-0,73$), що підтверджує комплексний вплив технологічних стресорів на організм курей. На основі цих даних запропоновано заходи оптимізації умов утримання курей-несучок: підвищення щільності посадки до 25,3 гол./м^2 забезпечує додатково 3,5 млн яєць (5,5 %) на рік порівняно з базовим рівнем 24 гол./м^2, що формує прибуток 4,6 млн грн та підвищує рентабельність на 8,7 %. Збільшення величини угрупувань до 52–93 голів забезпечує додатково 10,1–35,2 млн яєць (20,6–71,5 %) на рік порівняно з базовим рівнем 9 голів, що формує прибуток 15,5–43,7 млн грн та підвищує рентабельність на 4,1–5,4 % ($p<0,05$). Використання LED-світильників з довжиною хвилі ~650 нм замість ~460 нм забезпечує додатково 15,1 млн яєць (18,7 %) на рік, формуючи прибуток 37,0 млн грн та підвищення рентабельності на 9,5 %. Сукупно ці заходи підтверджують економічну ефективність та біологічну обґрунтованість раціонального керування щільністю утримання, соціальною структурою стада та спектральними характеристиками освітлення для максимізації продуктивності та фінансових показників виробництва харчових яєць.

Ключові слова: технологічні подразники, стрес, неспецифічна реактивність, адаптаційний синдром, фізіолого-біохімічні параметри, інтегральні імуногематологічні індекси, кури, життєздатність, продуктивність, ефективність виробництва харчових яєць.

ANNOTATION

Osadcha Yu. V. Improving the conditions of laying hens, taking into account technological stimuli of different duration, strength and etiology. Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Agricultural Sciences in the specialty 06.02.04 «Technology of Manufacture of Products of Animal Husbandry». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2026.

The dissertation presents the results of improving the housing conditions of laying hens, taking into account the effects of technological stressors of varying duration, intensity, and etiology. At the first stage of the research, the reactivity of hens' organisms to acute technological stressors, including feed and light deprivation as well as overcrowding, was studied. It was established that acute stressors induce significant physiological and biochemical changes, manifested by an increase in leukocytes by 51.7–60.6 %, heterophils by 12.3–23.6 %, erythrocyte sedimentation rate by 13.0–18.5 %, accompanied by a decrease in lymphocytes by 7.3–16.7 %, eosinophils by 1.1–1.3 %, basophils by 0.5–0.8 %, monocytes by 3.9–4.7 %, hemoglobin by 16.9–41.5 %, hematocrit by 1.8–7.7 %, erythrocytes by 9.4–18.8 %, and platelets by 6.1–39.7 %. Concurrently, glucose increased by 18.7–27.9 %, creatinine by 15.4–23.6 %, total protein by 4.8–7.6 %, albumin by 3.7–4.8 %, total bilirubin by 13.2–17.6 %, direct bilirubin by 116.7–216.7 %, calcium by 6.3–10.7 %, aspartate aminotransferase activity by 36.3–57.8 %, lactate dehydrogenase by 28.3–72.3 %, and alkaline phosphatase by 9.6–11.8 %.

Analysis of parameter variability demonstrated that acute stressors affected the variability of hematological indicators by 46.6–95.2 %, erythrocyte and platelet indices by 31.0–38.3 %, biochemical parameters by 40.0–66.4 %, and enzyme activity by 77.1–78.0 %. It was confirmed that integral hematological indices are highly informative markers of acute stress, with variability under technological stressors ranging from 40.0 to 89.4 %.

The second stage of research assessed the nonspecific reactivity of hens under chronic exposure to technological stressors of various etiology in four experiments. It was established that stocking densities of 25.3–26.7 birds/m^2 reduced survivability by 0.2–5.8 %, egg production per initial layer by 0.3–4.5 %, feed consumption by 3.1–6.3 %, and body weight by 12.2 %, while increasing leukocytes by 12.2–22.7 %, heterophils by 1.8–13.5 %, decreasing platelets by 4.0–69.0 % and their volume by 9.2–18.6 %, and increasing glucose by 22.4 %, creatinine by 27.2 %, total bilirubin by 36.1 %, phosphorus by 74.5 %, alkaline phosphatase activity by 44.9 %, aspartate aminotransferase by 19.1–24.5 %, lactate dehydrogenase by 43.1 %, γ-glutamyltransferase by 9.0–35.6 %, and decreasing the calcium-to-phosphorus ratio by 47.1 %. Social stressors, depending on group size (9–93 birds), induced changes in leukocytes by 27.3 %, heterophils by 2.8–17.0 %, erythrocyte sedimentation rate by 26.6–48.8 %, monocytes by 3.4–4.9 %, lymphocytes by 8.2–10.9 %, eosinophils by 1.2 %, erythrocytes by 9.7 %, hemoglobin by 6.7 %, platelets by 15.1–36.7 %, glucose by 7.5–61.3 %, creatinine by 7.8 %, phosphorus by 82.4–89.2 %, alkaline phosphatase activity by 94.4–107.4 %, aspartate aminotransferase by 17.7–25.1 %, lactate dehydrogenase by 14.4–59.6 %, γ-glutamyltransferase by 17.8–25.7 %, and decreased the calcium-to-phosphorus ratio by 30.0–76.5 %. Biological stressors caused by cage positioning led to increases in leukocytes by 34.3–73.2 %, erythrocytes by 14.3–18.5 %, erythrocyte sedimentation rate by 16.3–46.5 %, heterophils by 6.7–13.5 %, decreases in monocytes by 1.8–2.5 %, lymphocytes by 6.7–8.4 %, eosinophils by 1.7–1.9 %, basophils by 0.9–1.4 %, platelets by 6.8–18.2 %, increases in glucose by 6.5–71.0 %, creatinine by 2.4–12.3 %, phosphorus by 9.6–100.0 %, alkaline phosphatase activity by 22.3–27.0 %, aspartate aminotransferase by 9.7–13.8 %, lactate dehydrogenase by 11.2–65.1 %, γ-glutamyl-transferase by 16.4–20.6 %, and decreased the calcium-to-phosphorus ratio by 46.7–50.0 %. Light stressors from LEDs (460–650 nm) induced increases in leukocytes by 10.6–40.1 %, erythrocyte sedimentation rate by 12.0–28.0 %, heterophils by 3.8–25.5 %, decreases in monocytes by 1.3–4.5 %, lymphocytes by 3.0–17.8 %, eosinophils by 2.2–2.5 %, basophils by 0.6–0.8 %, erythrocytes by 9.4–12.5 %, hemoglobin by 9.2–20.2 %, hematocrit by 3.7–6.4 %, platelet count by 3.1–48.0 % and volume by 21.8–26.4 %, glucose by 5.3–27.2 %, creatinine by 9.3–29.8 %, total protein by 2.4–6.8 %, total bilirubin by 9.7–50.0 %, phosphorus by 58.5–78.9 %, alkaline phosphatase by 18.8–42.2 %, aspartate aminotransferase by 4.7–27.7 %, lactate dehydrogenase

by 10.0–47.6 %, γ-glutamyltransferase by 36.4–48.6 %, and decreased the calcium-to-phosphorus ratio by 42.4–48.5 %.

Collectively, the results demonstrate that chronic exposure to technological stressors of varying intensity and etiology induces stable changes in the physiological and biochemical profile of hens, reflecting technological stress and affecting productivity and survivability. Chronic stressors influenced hematological variability by 26.2–86.8 %, erythrocyte and platelet indices by 25.8–66.5 %, biochemical parameters by 33.3–82.1 %, enzyme activity by 25.9–87.3 %, survivability by 62.9–87.3 %, and productivity by 53.5–66.3 %. Integral hematological indices were confirmed as informative markers of acute and chronic stress, with variability ranging from 26.6 to 92.6 %. Functional correlations were found between hematological and biochemical parameters ($r=0.52–0.86$ and $r=-0.50$ to -0.86), as well as between biochemical parameters and integral hematological indices ($r=0.51–0.81$ and $r=-0.51$ to -0.73), confirming the complex influence of technological stressors on the hens' organism. Based on these data, housing optimization measures were proposed: increasing stocking density to 25.3 birds/m^2 provides an additional 3.5 million eggs (5.5 %) per year compared to the baseline of 24 birds/m^2, generating an additional net profit of UAH 4.6 million and increasing profitability by 8.7 %. Increasing group size to 52–93 birds provides an additional 10.1–35.2 million eggs (20.6–71.5 %) per year compared to the baseline of 9 birds, generating an additional net profit of UAH 15.5–43.7 million and increasing profitability by 4.1–5.4 % ($p<0.05$). The use of LED lighting at ~650 nm instead of ~460 nm yields an additional 15.1 million eggs (18.7 %) per year, generating an additional net profit of UAH 37.0 million and increasing profitability by 9.5 %. These measures collectively confirm the economic efficiency and biological validity of rational management of stocking density, social structure, and spectral lighting characteristics to maximize productivity and financial performance in egg production.

Key words: technological stressors, stress, nonspecific reactivity, adaptation syndrome, physiological and biochemical parameters, integral immunohematological indices, hens, survivability, productivity, egg production efficiency.