

НУБІП України

НУБІП України
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
07.01 – КМР. 1822 “С” 2022.07.12. 082 ПЗ
НЕСЕНЕНКО ДМИТРО ВАСИЛЬОВИЧ
2023р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

Факультет тваринництва та водних біоресурсів

УДК

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Дека́н факультету тваринництва та водних біоресурсів

Завідувач кафедри біології тварин

Кононенко Р.В.

Сахацький М.І.

« ___ » _____ 2023 р.

« ___ » _____ 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НУБІП України

на тему «Удосконалення промислової технології виробництва харчових яєць»

Спеціальність 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва»

(код і назва)

Орієнтація освітньої програми _____ освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Д. с.-г. н., професор

А.В. Лихач

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Д. б. н., професор

М.І. Сахацький

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

Несененко Дмитро Васильович

(підпис)

(ПІБ студента)

КНІВ – 2023

НУБІП України

Реферат

Штучне світло, як фактор навколишнього середовища, має вирішальне значення для вивільнення гормонів, які відіграють ключову роль у життєдіяльності, рості, імунитеті та розмноженні птиці. Для курей-несучок світло відіграє важливу роль у розвитку та функціонуванні репродуктивної системи, істотно впливаючи на вік знесення першого яйця, несучість та продуктивність в цілому. Довжина світлової хвилі, як один з факторів штучного освітлення та невід'ємна складова технології утримання курей, впливає на поведінку, добробут та продуктивність птиці, однак оптимальні її параметри вивчені недостатньо. Тому, метою роботи було удосконалення промислової технології виробництва харчових яєць шляхом оптимізації довжини світлової хвилі LED-світильників.

Для дослідження фактору довжини світлової хвилі світлодіодних світильників в умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць у пташниках площею 2915 м² сформували 4 групи курей, кожна з яких утримували у окремому пташнику-аналозу за площею та клітковим устаткуванням. Режим освітлення пташника під час вирощування молодок і після переведення в доросле стадо у всіх пташниках відповідав рекомендаціям розробника кросу. А саме, з 18 тижневого віку курей інтенсивність освітлення пташника підтримувалася на рівні 30 люкс з тривалістю дня 12 годин, яку до 30 тижнів поступово збільшували до 16 годин. Даний режим освітлення пташника – інтенсивність освітлення 30 люкс із тривалістю світлового дня 16 годин, підтримували до кінця яйцекладки курей. Відмінності між пташниками стосувалися лише світлодіодних світильників. Курей 1-ї групи утримували з використанням світлодіодних світильників з піковою довжиною світлової хвилі ~460 нм, 2-ї групи ~600 нм, 3-ї групи ~630 нм та 4-ї групи ~650 нм.

Встановлено, що зменшення довжини хвилі світла під час утримання курей в клітках багатоярусних батарей чинить вплив на їх життєздатність та репродуктивну функцію. Зменшення пікової довжини хвилі від ~650 нм до ~630 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 0,3 % (0,3 %

норми), маси тіла – на 0,8 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 3,1 % (4,2 % < норми), несучості на середню несучку – на 2,8 % (0,1 % < норми) та витрат корму – на 0,2 % (13,8 % > норми).

Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 600 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 6,4–6,7 % (9,0 % < норми), маси тіла – на 0,5–1,3 % в

межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 7,1–10,0 % (11,0 % < норми), несучості на середню несучку – на 0,4–3,2 % (0,7 % < норми) та витрат корму – на 2,0–2,1 % (11,6 % > норми). Зменшення пікової довжини

хвилі до ~ 460 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 3,2–

9,9 % (12,2 % < норми), маси тіла – на 5,2–6,5 % (5,1 % < норми), несучості на початкову несучку – на 6,4–15,8 % (16,8 % < норми), несучості на середню несучку – на 2,9–6,0 % (3,6 % < норми) та витрат корму – на 1,0–3,1 % (10,5 % >

норми). Водночас, не виявлено впливу довжини світлових хвиль LED-світильників за утримання курей у клітках багатоярусних кліткових батареях на міцність та товщину шкаралупи, інтенсивність забарвлення жовтку та інші характеристики складових яєць, у тому числі за одиницями ХАУ

Обгрунтовано, що за утримання курей-несучок сучасних білояєчних кросів у 12-ярусних кліткових батареях класичних конструкцій доцільно

застосовувати освітлення із довжиною пікової хвилі ~ 650 нм, тобто із світлом червоного кольору. Це дає можливість за 44-тижневий період яйцекладки отримувати додатково 4,8–18,8 млн. яєць з кожного пташнику (0,4–1,6 тис. шт.

з 1 м² його площі) за вищого рівня європейського коефіцієнту ефективності їх виробництва на 1,0–3,8 од. Зменшення пікової довжини хвилі від ~ 650 нм до ~

630 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 0,7 % (3,8 % < норми), маси тіла – на 0,6 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 2,9 % (5,3 % < норми), що спричинило зменшення

валового виходу яєць на 4,5 млн. шт. та яйцемаси – на 3273 т з кожного пташнику, у тому числі на 1,6 тис. шт. та 112,3 кг з 1 м² його площі, із

зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,0 од. Тоді як зменшення пікової довжини хвилі до ~ 600 нм супроводжувалось

зниженням збереженості поголів'я на 6,0–6,7 % (9,8 % < норми), маси тіла – на 1,0–1,7 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 6,6–10,3 % (11,6 % < норми) та витрат корму – на 0,6–0,7 % (7,5 % > норми), що

зумовило зменшення валового виходу яєць на 7,8–12,6 млн. шт. та яйцемаси – на 505,7–833,0 т з кожного пташнику, у тому числі на 2,7–4,3 тис. шт. та 173,5–

285,8 кг з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,6–2,6 од. Подальше зменшення пікової довжини хвилі до ~ 460 нм супроводжувалась наростаючим зниженням

збереженості поголів'я на 4,2–10,9 % (14,0 % < норми), маси тіла – на 2,3–4,0 %

(0,2 % < норми), несучості на початкову несучку – на 5,6–15,3 % (16,5 % < норми) та витрат корму – на 2,0–2,7 % (5,3 % > норми), що спричинило

зменшення валового виходу яєць на 6,1–18,8 млн. шт. та яйцемаси – на 365,3–

1198,3 т з кожного пташнику, у тому числі на 2,1–6,4 тис. шт. та 125,3–288,9 кг

з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності

виробництва яєць на 1,2–3,8 од.

Таким чином, удосконалення промислової технології виробництва харчових яєць шляхом використання під час утримання курей-несучок для

освітлення пташників LED-світильників з довжиною світлової хвилі ~ 650 нм

забезпечую одержання за рік додатково 15,1 млн. яєць (18,7%), у тому числі

5183 яєць із розрахунку на 1 м² площі пташника 2915 м², ніж за базового способу (LED-світильники з довжиною світлової хвилі 460 нм). Вартість

додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м² за рік,

завдяки освітленню пташників LED-світильниками з довжиною світлової хвилі

650 нм, становить 37,0 млн грн., а підвищення рентабельності виробництва

харчових яєць складає 8,7–25,4 %.

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ	13
1.1. Значення фактору освітлення для птиці	13
1.2. Вплив світлового режиму на поведінку, життєздатність курей, їх продуктивність та якість яєць	14
1.3. Механізми впливу світлового режиму на організм курей	18
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	23
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	34
3.1. Життєздатність та продуктивність курей за впливу світлових хвиль різної довжини	34
3.2. Якість карчових яєць за впливу світлових хвиль різної довжини	38
3.3. Ефективність виробництва яєць під час утримання курей за різної довжини світлової хвилі	39
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ... ДОВЖИНИ СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ	48
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	53
РОЗДІЛ 6 АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ	58
ВИСНОВКИ	62
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	65

ВСТУП

Актуальність теми. Штучне світло, як фактор навколишнього середовища, має вирішальне значення для вивільнення гормонів, які відіграють ключову роль у життєдіяльності, рості, імунітеті та розмноженні птиці [74]. Для курей-несучок світло відіграє важливу роль у розвитку та функціонуванні репродуктивної системи, істотно впливаючи на вік знесення першого яйця, несучість та продуктивність в цілому [48, 59, 67].

Джерелом штучного світла останнього покоління у птахівництві є світлодіодні світильники (LED). Порівняно із лампами розжарювання та люмінесцентними лампами, світлодіодні мають більший термін служби, специфічний спектр, меншу теплову потужність, вищу енергоефективність та надійність, а також менші витрати на обслуговування [88, 101], тому все частіше використовуються виробниками [84]. Світлодіоди (LED) – це особливий вид напівпровідникових діодів, які можуть давати монохромне світло. Колір світла визначається довжиною хвилі видимого спектру, а монохромне світло має одну пікову довжину світлової хвилі [104]. На відміну від багатьох видів тварин, кури мають здатність сприймати довжину світлової хвилі у вузькому діапазоні – від 380 до 760 нм, а також можуть розрізняти колір світла [76]. У них, крім очей, у трансдукції фотостимуляції беруть участь позасітківкові фоторецептори, розташовані в гіпоталамусі та в інших ділянках мозку [80]. Тому світло є ефективним чинником контролю фізіологічних та поведінкових процесів, які впливають на несучість курей та якість їх яєць [104].

Доведено, що довжина хвилі світла впливає на поведінку, добробут та продуктивність птиці [89]. Однак аналіз попередніх досліджень показує, що дані про вплив монохромного світла на несучість курей та якість їх яєць досить суперечливі. Так, за даними одних дослідників [61], використання блакитного світла, порівняно з білим, зеленим та червоним, сприяє підвищенню несучості курей. Блакитний спектр світла також стимулює підвищення концентрації фолікулостимулюючого гормону у крові курей, однак за використання червоного світла підвищується концентрація лютеїнізуючого гормону [70]. Тоді

як на думку інших вчених, використання саме червоного спектру світла сприяє підвищенню несучості курей [45, 105] та товщини яєчної шкаралупи [34], а блакитного та зеленого – підвищенню маси яєць [45]. Тому дослідження впливу різної довжини світлових хвиль LED-світильників на продуктивність курей є актуальними оскільки обґрунтування їх оптимальних величин дасть можливість удосконалити промислову технологію виробництва харчових яєць.

Мета і завдання роботи. Метою роботи було удосконалення промислової технології виробництва харчових яєць шляхом оптимізації довжини світлової хвилі LED-світильників.

Для досягнення поставленої мети ставилися наступні завдання:

– дослідити життєздатність та продуктивність курей за впливу світлових хвиль різної довжини;

– дослідити якість харчових яєць за впливу світлових хвиль різної довжини;

– визначити обсяги виробництва харчових яєць за застосування світлових хвиль різної довжини під час утримання курей-несучок;

– обґрунтувати ефективність виробництва яєць за використання оптимальних світлових хвиль LED-світильників.

Предметом досліджень кури-несучки промислового стада кросу «Ну-Line W-36».

Об'єктом досліджень були господарськи корисні ознаки курей (збереженість поголів'я, жива маса, несучість, витрати корму) та показники якості яєць.

Методи дослідження: зоотехнічні – визначення збереженості поголів'я, живої маси, несучості на початкову та середню несучку, витрат корму; морфологічні – визначення якості харчових яєць; *аналітичні* – огляд літератури, узагальнення результатів досліджень; *біометричні* – визначення середніх арифметичних значень, їх похибок, достовірності різниці між середніми арифметичними двох вибірок.

Теоретична цінність отриманих результатів. Встановлено, що зменшення довжини хвилі світла під час утримання курей в клітках багатоярусних батарей чинить вплив на їх життєздатність та репродуктивну функцію. Зменшення пікової довжини хвилі від ~ 650 нм до ~ 630 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на $0,3\%$ ($0,3\% < \text{норми}$), маси тіла – на $0,8\%$ в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на $3,1\%$ ($4,2\% < \text{норми}$), несучості на середню несучку – на $2,8\%$ ($0,1\% < \text{норми}$) та витрат корму – на $0,2\%$ ($13,8\% > \text{норми}$). Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 600 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на $6,4\text{--}6,7\%$ ($9,0\% < \text{норми}$), маси тіла – на $0,5\text{--}1,3\%$ в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на $7,1\text{--}10,0\%$ ($11,0\% < \text{норми}$), несучості на середню несучку – на $0,4\text{--}3,2\%$ ($0,7\% < \text{норми}$) та витрат корму – на $2,0\text{--}2,1\%$ ($11,6\% > \text{норми}$). Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 460 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на $3,2\text{--}9,9\%$ ($12,2\% < \text{норми}$), маси тіла – на $5,2\text{--}6,5\%$ ($5,1\% < \text{норми}$), несучості на початкову несучку – на $6,4\text{--}15,8\%$ ($16,8\% > \text{норми}$), несучості на середню несучку – на $2,9\text{--}6,0\%$ ($3,6\% < \text{норми}$) та витрат корму – на $1,0\text{--}3,1\%$ ($10,5\% > \text{норми}$). Не виявлено впливу довжини світлових хвиль LED-світильників за утримання курей у клітках багатоярусних кліткових батарей на міцність та товщину шкаралупи, інтенсивність забарвлення жовтку та інші характеристики складових яєць, у тому числі за одиницями ХАУ.

Прикладна значущість. Доведено, що удосконалення промислової технології виробництва харчових яєць шляхом утримання курей-несучок сучасних білояєчних кросів у 12-ярусних кліткових батареях класичних конструкцій за освітлення із довжиною пікової хвилі ~ 650 нм дає можливість за 44-тижневий період яйцекладки отримувати додатково $4,8\text{--}18,8$ млн. яєць з кожного пташнику ($0,4\text{--}1,6$ тис. шт. з 1 м^2 його площі) за вищого рівня європейського коефіцієнту ефективності їх виробництва на $1,0\text{--}3,8$ од. Зменшення пікової довжини хвилі від ~ 650 нм до ~ 630 нм супроводжується

зниженням збереженості поголів'я на 0,7 % (3,8 % < норми), маси тіла – на 0,6 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 2,9 % (5,3 % < норми), що спричинило зменшення валового виходу яєць на 4,5 млн. шт. та

яйцемаси – на 3273 т з кожного пташнику, у тому числі на 1,6 тис. шт. та 112,3 кг з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,0 од. Зменшення пікової довжини хвилі до

~ 600 нм супроводжується зниженням збереженості поголів'я на 6,0–6,7 % (9,8 % < норми), маси тіла – на 1,0–1,7 % в межах фізіологічної норми, несучості на

початкову несучку – на 6,6–10,3 % (11,6 % < норми) та витрат корму – на 0,6–

0,7 % (7,5 % > норми), що зумовило зменшення валового виходу яєць на 7,8–

12,6 млн. шт. та яйцемаси – на 505,7–833,0 т з кожного пташнику, у тому числі на 2,7–4,3 тис. шт. та 173,5–285,8 кг з 1 м² його площі, із зниженням рівня

європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,6–2,6 од.

Подальше зменшення пікової довжини хвилі до ~ 460 нм спричиняє зниження збереженості поголів'я на 4,2–10,9 % (14,0 % < норми), маси тіла – на 2,3–4,0 %

(0,2 % < норми), несучості на початкову несучку – на 5,6–15,3 % (16,5 % < норми) та витрат корму – на 2,0–2,7 % (5,3 % > норми), що супроводжується

зменшенням валового виходу яєць на 6,1–18,8 млн. шт. та яйцемаси – на 365,3–

1198,3 т з кожного пташнику, у тому числі на 2,1–6,4 тис. шт. та 125,3–288,9 кг

з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,2–3,8 од.

Особистий внесок. Магістрантом самостійно проведено науково-виробничі, експериментальні дослідження та здійснено їх статистичну обробку і аналіз, а також зібрано та узагальнені літературні дані. Самостійно описано та узагальнено одержані результати, сформульовано висновки та пропозиції виробництву.

Структура та обсяг роботи. Випускна робота складається із вступу, огляду літератури, загальної методики та основних методів досліджень,

результатів дослідження та їх обговорення, висновків, пропозицій виробництву та списку використаних літературних джерел.

НУБІП України

Робота викладена на 76 сторінках комп'ютерного тексту, містить 13 таблиць та 6 рисунків. Список використаної літератури налічує 108 джерел з яких 105 латинецею.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

НУВБІП України

1.1. Значення фактору освітлення для птиці

Світло є одним з найважливіших екзогенних факторів, що регулюють фізіологічні та поведінкові процеси, а також залучають циркадні ритми гормонів та імунних клітин у птиці і ссавців [27, 28, 82, 97]. Оскільки за промислового утримання кури постійно перебувають в закритих приміщеннях, їх організм зазвичай піддається впливу штучного, а не природного світла [55].

Управління світловим режимом у процесі вирощування та використання птиці фокусується на трьох різних властивостях світла [41]: фотоперіоді [100], інтенсивності світла [17] та кольору/довжині світлової хвилі [73]. Маніпуляції з фотоперіодом є найбільш помітним аспектом управління освітленням у птахівництві. Чіткі цикли світло-темрява (С:Т) дозволяють розвивати циркадний ритм [8]. Розвиток циркадного ритму вважається важливим показником добробуту домашніх тварин [105], а його зміни пов'язані з різноманітними метаболічними та імунними порушеннями [46]. Світлові програми для птиці наразі не стандартизовані і відрізняються між країнами. У

Європейському Союзі безперервна темрява упродовж 6 год для бройлерів [32] і 8 год для курей-несучок [33] є обов'язковою. Однак надзвичайно довгі світлові цикли пов'язані зі зменшенням продуктивності птиці та погіршенням її здоров'я [8].

Колір світла формується довжиною світлової хвилі, яку випромінює світильник. Крім звичайних ламп розжарювання та люмінесцентних світильників, у пташниках все частіше використовують світлодіоди. Спектр довжини хвилі сильно змінюється в усіх типах освітлення, і всі вони значно відрізняються від спектральної картини світла в природному середовищі існування птиці [25]. На відміну від ссавців з трьома однokonусними фоторецепторами, кури мають чотири їх типи і розрізняють довжини хвиль від 350 до 700 нм, тобто вони також сприймають світло в інфрачервоному (довгш

НУВБІП України

довжини хвиль) та ультрафіолетовому (коротші довжини хвиль) спектрах [10]. Дослідження показують, що короткі довжини хвиль (синій ~450 нм, зелений ~550 нм) позитивно впливають на продуктивність бройлерів, тоді як довші хвилі (червоний ~700 нм) підвищують їх активність. Загалом вплив довжини світлової хвилі на добробут, поведінку та продуктивність птиці детально описаний у ряді досліджень [10, 86].

Оцінка впливу інтенсивності світла, яку сприймає птиця, все ще базується на параметрах сприйняття світла людиною. Однак через відмінності в анатомії та фізіології очей людини та птиці слід враховувати й інші параметри, щоб оптимізувати умови освітлення для курей. Інтенсивність світла зазвичай вказується в люксах. Люкс, однак, не враховує УФ-А-світло, хоча ці ультрафіолетові хвилі сприяють сприйняттю яскравості птицею [25]. Більшість сучасних світлових програм починаються з вищої інтенсивності під час вирощування (~20 люкс), яку потім зменшують до 5 люкс до кінця періоду вирощування у бройлерів. Вважається, що інтенсивність світла ≥ 5 люкс після початкового періоду вирощування стимулює метаболізм і ріст птиці [8]. Під час яйцекладки у несучок рекомендована інтенсивність світла складає від 10 до 15 люкс. Проте мінімум 20 люкс є обов'язковим у Європейському Союзі [32].

Низька інтенсивність освітлення приміщення пов'язана зі зниженням активності та здоров'я птиці [16]. Мета-аналіз показав, що інтенсивність світла < 5 люкс призводить до погіршення здоров'я кінцівок, інтенсивність світла < 1 люкс спричиняє зниження продуктивності, а інтенсивність світла > 10 люкс збільшує смертність і зменшує консолідованість бройлерів за масою тіла. Крім того, інтенсивність світла 30–200 люкс негативно впливає на прирости маси тіла та споживання корму [103].

1.2. Вплив світлового режиму на поведінку, життєздатність курей, їх

продуктивність та якість яєць

На організм курей-несучок впливають інтенсивність світла, довжина хвилі та тривалість світлового дня, а поведінкові моделі птиці за цього впливу є

важливими індикаторами стресу [36]. За рахунок цього світло є ефективним чинником контролю фізіологічних та поведінкових процесів, які впливають на несучість курей та якість їх яєць [29, 104]. Однак аналіз попередніх досліджень показує, що дані про вплив світла з різною довжиною хвилі на несучість курей та якість їх яєць досить суперечливі. Так, за даними одних дослідників [61], використання блакитного світла, порівняно з білим, зеленим та червоним, сприяє підвищенню несучості курей. Блакитний спектр світла також стимулює підвищення концентрації фолікулостимулюючого гормону у крові курей, однак за використання червоного світла підвищується концентрація лютеїнізуючого гормону та естрадіолу [11]. Тоді як на думку інших вчених, використання саме червоного спектру світла сприяє підвищенню несучості курей [45, 106] та товщини яєчної шкаралупи [54], а блакитного та зеленого – підвищенню маси яєць [106]. Є також повідомлення про те, що використання червоного світла спричиняє значне зменшення маси яєць, а якість яєць покращується за використання зеленого світла [30]. Однак кури, яких утримують за використання зеленого світла, характеризуються затримкою статевої зрілості, що свідчить про пригнічення зеленим світлом відтворювальної функції через фоторецептори сітківки ока [69, 106].

Цікаві дослідження були проведені Baxter M. із співавторами [12], які вивчали вплив довжини хвилі світла на функціонування репродуктивної системи у курей Smokey Joe, які мають спадкову сліпоту сітківки ока [90]. Курей утримували за використання червоного (~632 нм), білого (400–700 нм) та зеленого (~508 нм) світла у віці від 14 до 67 тижнів. У результаті було виявлено, що кури, яких утримували за використання червоного та білого світла, характеризувались довшим і вищим плато несучості та вищою несучістю на середню несучку (190,3 шт./гол. за червоного та 180,2 шт./гол за білого світла) порівняно з птицею вирощеною з використанням зеленого світла (140,5 шт./гол.). Ці результати узгоджуються з багатьма іншими дослідженнями, в яких виявлено, що кури демонструють вищу несучість за їх утримання з використанням саме червоного світла порівняно з білим, зеленим і

синім [11, 12, 48, 106]. Крім того, саме червоне світло краще стимулює репродуктивну вісь, що сприяє зменшенню віку знесення першого яйця у курей-несучок [42, 58, 106; 12]. Початок яйцекладки у курей-несучок раніше 20-тижневого віку знижує ризик розвитку канібалізму та сприяє покращенню міцності кісток. Також за використання червоного світла знижується споживання корму несучками, а це, у поєднанні із меншим споживанням енергії LED-лампами, знижує собівартість виробництва харчових яєць [11].

Не дивлячись на вищенаведене, рядом дослідників показано, що монохромне світло не впливає на несучість курей та якість їх яєць [18, 19, 57], а також не позначається на концентрації гормонів у крові [60].

Що ж стосується суперечливості отриманих результатів щодо впливу на продуктивність птиці світла з різною довжиною хвилі, то їх причиною може бути різноманітність вихідного досліджуваного матеріалу. Зокрема, у цих дослідженнях використовували курей батьківського стада м'ясних кросів [68], курей непромислових порід [12], а також курей-несучок сучасних високопродуктивних кросів [48, 67, 106]. Це дозволяє зробити висновок, що реакція репродуктивної системи курей на колір світла залежить від напруженості метаболічних процесів у їх організмі. Іншим фактором, який може вносити корективи у результати дослідження впливу кольору світла на продуктивність курей, є його різна інтенсивність. У описаних вище дослідженнях курей утримували за інтенсивності світла від 10 до 29 люкс, що могло вплинути на результати. Фактор інтенсивності світла необхідно враховувати як потенційне джерело варіацій за проведення порівнянь впливу кольору світла [29, 31].

Крім того, сила впливу довжини світлової хвилі, яка визначає колір світла, може залежати від віку птиці. Зокрема, виявлено, що довгі хвилі світла дуже впливають на підвищення несучості у курей під час другого циклу використання, тобто після линяння. Це свідчить про те, що з віком курей змінюється пропускна здатність світла через периферичну тканину, роблячи більш ефективними довжини хвиль [79].

Досить суперечливими є і результати досліджень впливу довжини світлової хвилі на якість яєць. Зокрема, за даними Hassan M.R. зі співавторами [106], які досліджували якість яєць курей кросу Hy-Line brown у віці 24 тижні, міцність яєчної шкаралупи, висота білку, одиниці Хау та колір жовтку не залежать від впливу різнокольорового монохромного світла. Однак маса яєць була вищою у курей, вирощених за використання синього і зеленого світла. Тоді як Min J.K. і ін. [67] уточнюють, що у курей кросу Hy-Line brown віком від 41 до 50 тижнів, маса яєць була значно вищою саме за використання під час їх утримання синього світла порівняно з білим і червоним. За цього, у курей,

вирощених під червоним світлом, виявлена значно товща яєчна шкаралупа порівняно з використанням синього світла.

На противагу цим дослідженням Eg D. і ін. [30] виявили, що кури кросу Hy-Line brown у віці від 21 до 45 тижнів, характеризувались вищою масою яєць за їх утримання з використанням білого світла, а найнижчою – за червоного світла. Крім цього, кури вирощені за використання зеленого світла мали кращу якість яєчної шкаралупи ніж вирощені під біло-блакитним світлом.

Водночас, Baxter M. [13], який досліджував курей кросу Lohmann LSL-lite у віці 24, 35, 50 та 65 тижнів, не виявив жодного впливу кольору світла на масу яєць та міцність яєчної шкаралупи. За цього, у міру дорослішання курей маса їх яєць відповідно збільшується, а міцність шкаралупи зменшується за всіх досліджуваних кольорових режимів. Також Gongtutananon N. [42], який досліджував курей Тайланду (*Gallus domesticus*), не виявив впливу природного денного світла, а також його доповнення білим і червоним світлом на масу та якість яєць.

Таким чином, з описаних результатів важко зробити будь-які висновки про вплив довжини світлової хвилі на продуктивність курей, а також якість їх яєць і наразі необхідний систематичний дослідницький підхід для вивчення цього питання.

1.3. Механізми впливу світлового режиму на організм курей

Світлові режими здатні впливати на імунну функцію курей, тому можуть використовуватися як інструмент для підтримки або досягнення належної імунної компетентності організму [47]. Однак потрібно мати на увазі, що в більшості розглянутих досліджень описані лише деякі параметри імунітету курей, і що далеко не всі відповідні частини імунної системи були систематично вивчені. Причому добовий ритм імунних клітин також не враховувався. Тому висновки про те, чи є певні умови освітлення сприятливими, на цьому етапі слід розглядати з обережністю. З огляду на це обмеження, сучасні дані, тим не менш, свідчать про те, що світлові режими з тривалими фазами темряви (відповідно природним умовам), а також світлий колір освітлення сприятливіше впливають на досліджувані імунні параметри курей, тоді як інтенсивність світла сама по собі не є критичним стрес-фактором.

Які основні механізми можуть бути відповідальними за цей ефект? У птаці до сітківки ока входять фоторецептори, які відповідають за зір, а також екстраретинальні фоторецептори відповідальні за виявлення фотоперіодів і синхронізацію фізіології організму з навколишнім середовищем через ендокринну відповідь [51]. Фоторецептори розташовані в сітківці ока, епіфізі і гіпоталамусі. Сітківка містить три види фоторецепторів, включаючи палички, колбочки та подвійні колбочки. Колбочки відповідають за кольоровий зір і є чотирихромними у птаці, тобто містять чотири різні фоторецепторні колбочки [76]. Крім розпізнавання кольору світла, кури здатні сприймати ультрафіолетову частину спектру завдяки наявності в оці екстраретинального конуса, який дозволяє передавати випромінювання на довжині хвилі менше 400 нм. Фоторецептори шишкоподібної залози отримують ультрафіолетове світло, що сприймається сітківкою, і передають його осциляторам, які контролюють циркадний ритм курей шляхом синтезу та вивільнення мелатоніну [56].

Мелатонін, як основний нейрогормон епіфізу і регулятор циркадних ритмів у всіх живих організмів, у курей регулює добові та сезонні цикли, а також ритми в різних фізіологічних системах птаці [20]. Секреція мелатоніну

стимулюється під час фази темряви і пригнічується світлом під час фотофази [20]. Екзогенне введення мелатоніну збільшує проліферацію лімфоцитів [4, 22] і кількість лейкоцитів [38], а також зменшує продукцію прозапальних цитокінів у курей [4]. Крім того, мелатонін доданий до корму знижує співвідношення Г/Л і підвищує титри антитіл після стимуляції SRBC у бройлерів, які перебувають у стані теплового стресу [40]. Таким чином, можна припустити зв'язок між мелатоніном та імунітетом птиці [17]. Крім того, мелатонін є важливою ланкою між режимами освітлення та здоров'ям птиці.

З даними Agarito M.T. і співавторів [6], піковий рівень мелатоніну спостерігається у курей лише через 4 години темряви за світлової програми 12С:12Т. Тому вищий рівень мелатоніну спостерігається у крові курей за використання під час їх утримання короткого світлового дня з щонайменше 6-годинною темрявою порівняно із безперервним або майже безперервним світловим днем (24С або 23С:1Т) [4; 107], що пояснює сприятливий вплив на імунну систему курей саме використання короткого світлового дня. Тоді як інтенсивність світла в діапазоні від 10 до 30 люкс не впливає на концентрацію мелатоніну в сироватці крові курей [107].

Колір світла також чинить вплив на секрецію мелатоніну [64]. Зокрема, багатьма дослідниками описаний сприятливий вплив зеленого світла на секрецію мелатоніну [64, 108]. Епіфіз містить особливий світлочутливий пігмент, який чутливий саме до коротких хвиль світла [24, 34]. Ця особливість, а саме наявність фотопігменту, може бути одним з факторів, що пояснюють чутливість імунної функції курей до коротшої довжини світлових хвиль. Однак короткі довжини хвиль повинні супроводжуватись вищою інтенсивністю світла, щоб впливати на гіпоталамус, тоді як довгі хвилі безпосередньо проникають у мозок, навіть за низької інтенсивності, і досягають гіпоталамусу [12]. Чи діє мелатонін безпосередньо на імунні клітини або, радше, представляє собою гормональний біологічний годинник, що змінює інші медіатори імунної компетентності у курей, ще потрібно дослідити.

Іншим можливим механізмом впливу світла на імунну систему курей є дія гормонів стресу. У птиці і ссавців введення мелатоніну пов'язане зі зниженням секреції кортикостерону [4, 38], зниженням регуляції глюкокортикоїдних рецепторів та послабленим негативним впливом глюкокортикоїдів на імунну систему [85]. Таким чином, підвищена концентрація гормону стресу через певні режими освітлення може погіршити імунні функції. Тому в подальшому, шляхом поєднання поглибленого імунологічного та ендокринного аналізів, необхідно дослідити цю можливу взаємодію.

Як уже зазначалося вище, фізична активність може позитивно впливати на імунну систему птиці [72], а світловий режим, у свою чергу, впливає на рівень і добову рухову активності у курей. Так, бройлери, вирощені за використання короткого світлового дня, активніші упродовж 24-годинного добового циклу, порівняно з тими, яких вирощували в умовах безперервного або майже безперервного світлового дня [14, 83]. Умови безперервного або майже безперервного світлового дня зменшують як кількість, так і якість сну, викликаючи відсутність синхронності в групі курей, що збільшує переривання сну іншими особинами [83]. Водночас, активність зростає під час фотоперіодів з більшою інтенсивністю світла [17].

Нещодавно також було продемонстровано, що фотоперіод впливає на мікробіоту сліпої кишки у курей [46], а мікробіота кишківнику впливає на поведінку, фізіологічні функції та імунну систему у курей [93].

Що ж стосується впливу світлового режиму на продуктивність курей, то тут також задіяна безпосередньо ендокринна система. Мелатонін стимулює підвищення концентрації гормону росту в плазмі крові курей і відповідає за активацію гальмівного шляху репродуктивної вісі [92]. Одним з місць сприйняття світла у птиці є супрахізматичне ядро гіпоталамусу. Світло певної довжини хвиль може проникати через оперення, кістки і тканини черепу та досягати гіпоталамусу, а це разом із світлом, отриманим від сітківки через сигнали нервової системи, використовується для регулювання статеві

активності птиці шляхом контролю секреції гонадотропін-рилізінг-гормону і гонадотропін-інгібіторного гормону [94].

Відомо, що червоне світло має підвищену здатність стимулювати фотосексуальну реакцію у курей порівняно з білим, синім чи зеленим світлом [11, 12, 48, 67, 106]. Це пов'язано з тим, що хвилі світла довжиною 400–500 нм

більше поглинаються черепними тканинами, що призводить до зниження їх стимулюючого ефекту на гіпоталамус. Тоді як світло з більшою довжиною хвилі (червоне світло) здатне краще проникати через череп і мозкову тканину

для стимуляції гіпоталамусу [68]. Однак деякі дослідження показали, що

неможливість світла з меншими довжинами хвиль стимулювати фотосексуальну реакцію, швидше за все спричинена неоптимальною інтенсивністю світла, а не його конкретним кольором, тобто довжиною хвилі.

Тому коротші довжини хвиль (синє та зелене світло) вимагають більшої інтенсивності для можливості стимуляції гіпоталамічних фоторецепторів.

Правильна маніпуляція освітленням у пташнику передбачає корегування як кількісних (тривалість та інтенсивність), так і якісних (колір або довжина хвилі) параметрів світла. Статева система курей регулюється двома

антагоністичними нейропептидами, включаючи стимулюючий (гонадотропін-рилізінг-гормон) та інгібуючий (гонадотропін-інгібіторний гормон)

нейропептиди. Зокрема, гонадотропін-інгібіторний гормон діє на передню долі гіпоталамусу, пригнічуючи розвиток і підтримання статевих залоз шляхом зменшення вивільнення і синтезу гонадотропіну [91, 98], тоді як гонадотропін-

рилізінг-гормон стимулює вивільнення гонадотропінів (фолікулостимулюючого та лютеїнізуючого гормонів) з передньої долі гіпофізу [75]. Це запускає розвиток статевих залоз і синтез стероїдних гормонів, а саме

прогестерону з гранульозних клітин великих фолікулів і естрадіолу з дрібних фолікулів [91].

Естрадіол стимулює розвиток репродуктивної системи і бере участь в овуляції. Крім того, він стимулює печінковий синтез основних компонентів жовтку і підвищує активність кальцитріолу, який підвищує рівень кальцію в

крові, що робить його доступний для синтезу шкаралупи яйця]. Прогестерон бере участь у регуляції овуляції [78].

Фотоперіод впливає як на стимулюючий, так і на гальмівний шляхи репродуктивної вісі. Збільшення світлового дня від 3 до 16 годин упродовж 7 днів за інтенсивності освітлення 250–350 л викликає підвищення гонадотропін-рилізінг-гормону і, отже, активацію стимулюючого шляху, тоді як короткий світловий день активує гальмівний шлях через секрецію гонадотропін-інгібіторного гормону. Звільнення гонадотропін-інгібіторного гормону стимулюється мелатоніном, який синтезується епіфізом під час фази темряви

[23]. Це свідчить про те, що збільшення фотоперіоду може зменшити синтез мелатоніну, тим самим знижуючи звільнення гонадотропін-інгібіторного гормону і опосередковано стимулюючи звільнення гонадотропін-рилізінг-гормону. Водночас відбувається стимуляція гіпоталамусу світлом в спектрі 400–700 нм, що спричиняє звільнення гонадотропін-рилізінг-гормону і, як наслідок, за впливу короткого фотоперіоду статевозрілі кури мають високий рівень гонадотропін-інгібіторного гормону, що призводить до тривалого пригнічення репродуктивної вісі [91].

Таким чином, управління світловим режимом може бути ефективним інструментом для модуляції імунної відповіді у курей, а також стимуляції їх продуктивності. Однак взаємодія фотоперіоду, кольору світла та інтенсивності світла також важлива і повинна бути додатково досліджена.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проведено на кафедрі біології тварин Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України) та одному із сучасних птахівничих комплексів з виробництва харчових курячих яєць, що належить ТОВ «ЯСЕНСВІТ» (частина групи компаній «Овостар Юніон») й функціонує в Київській області.

Дослідження виконано на гібридних 4-лінійних ($\text{♀}ABCD$) несучках білоячного кросу «Hy-Line W-36» (США), що створений на базі породи білий леггорн. Варто зазначити, що в наш час саме із таких гібридних курочок птахівничих підприємства та комплекси формують промислові стада, які призначені для виробництва харчових яєць. Несучок у таких стадах утримують без півнів.

ТОВ «ЯСЕНСВІТ» для одержання 4-лінійних гібридних ($\text{♀}ABCD$) несучок кросу «Hy-Line W-36» завозить щороку із репродукторів I-порядку, розташованих в країнах ЄС, курчат проміжного 2-лінійного гібриду, а саме добових курочок ($\text{♀}AB$) та півників ($\text{♂}CD$). Із них після вирощування формують батьківське стадо, призначене для виробництва інкубаційних яєць. Саме за інкубації цих яєць партіями певної величини отримують необхідні за чисельністю партії 4-лінійних гібридних курчат, зокрема, півників ($\text{♂}ABCD$) та курочок ($\text{♀}ABCD$). Півників утилізують в добовому віці, а курочок вирощують для формування промислового стада та з 18-19-тижневого віку використовують для виробництва харчових яєць. Усі наші досліди проведені на курях промислового стада упродовж 43–44 тижнів продуктивного періоду, а саме від початку їх несучості у 18–19-тижневого віці й до досягнення 62-тижневого віку.

Курей у господарстві годують повнораціонним комбікормом однакового складу, який відповідає вимогам ДСТУ 4120. Його склад та поживність, відповідно до віку й інтенсивності несучості курей, наведено в таблицях 2.1–2.5.

Таблиця 2.1

Склад комбікорму для ремонтних курочок, призначених для формування промислового стада

Складові комбікорму, %	Умовна назва комбікорму відповідно до віку птиці				
	Старт 1	Старт 2	Ріст	Розвиток	Передкладковий
Пшениця	21,74	25,90	26,28	18,18	17,27
Кукурудза	42,00	40,00	43,00	50,50	44,12
Шрот сояний	16,37	16,74	17,47	22,27	24,47
Шрот соевий	15,22	12,69	8,69	6,61	5,30
Олія соєва	0,50	0,50	0,50	0,50	0,69
Ракушка 0-3 мм	1,54	1,57	1,62	2,73	5,57
Сіль харчова	0,21	0,19	0,19	0,20	0,21
Монокальцій фосфат	0,93	0,89	0,82	0,75	0,96
Сульфат натрію	0,17	0,16	0,16	0,17	0,14
Метіонін	0,17	0,18	0,13	0,07	0,07
Лізин сульфат	0,61	0,63	0,60	0,54	0,47
Тreonin	0,12	0,12	0,11	0,05	0,04
Мілдерзайм	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Глобамакс 1000	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Ентеронормін Детокс	0,10	0,10	0,10	0,10	0,12
Біолекс	0,10	0,10	0,10	-	-
Мікоцид Про	-	-	-	0,10	0,10
Холін-хлорид	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04
Підолін/РСА	-	-	-	-	0,03
Вітамінний комплекс	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Мінеральний комплекс	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Разом	100	100	100	100	100

Таблиця 2.2

Поживність, вітамінно-мінеральний та амінокислотний склад комбікорму для ремонтних курочок

Складові комбікорму	Умовна назва комбікорму				
	Старт 1	Старт 2	Ріст	Розвиток	Передкладковий
	2	3	4	5	6
Період споживання, тиждень життя	0-3	3-6	6-12	12-15	15-17
Маса тіла, г	176-184	413-427	947-973	1154-1186	1232-1368
Обмінна енергія, ккал/кг	2977-3087	2977-3087	2930-3087	2880-3050	2911-308
Обмінна енергія, МДж/кг	12,45-12,82	12,45-12,82	12,25-12,62	12,04-12,41	12,17-12,54
Лізин, %	1,05	0,98	0,88	0,76	0,78
Метіонін, %	0,47	0,44	0,40	0,36	0,38
Метіонін+цистин, %	0,74	0,74	0,67	0,59	0,66

Продовження таблиці 2.2

	2	3	4	5	6
Треонін, %	0,69	0,66	0,60	0,52	0,55
Триптофан, %	0,18	0,18	0,17	0,15	0,16
Аргінін, %	1,12	1,05	0,94	0,81	0,83
Ізолейцин, %	0,74	0,71	0,65	0,57	0,62
Валін, %	0,76	0,73	0,69	0,61	0,66
Сирий протеїн, %	20,00	18,25	17,50	16,00	16,50
Кальцій, %	1,00	1,00	1,00	1,00	2,50
Фосфор, %	0,50	0,49	0,47	0,45	0,48
Натрій, %	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18
Хлор, %	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18
Лінолева кислота, %	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Холін, мг/кг	2,000	1,800	1,800	1,500	1,500

Таблиця 2.3

Склад комбікорму для курей у продуктивний період

Складові комбікорму, %	Назва комбікорму, інтенсивність несучості, %				період ліньки
	пік	93	88	85	
Пшениця	20,427	19,336	12,000	10,566	10,000
Кukuрудза	37,053	45,399	54,330	52,334	52,835
Шрот соняшниковий	20,754	22,278	18,167	23,533	19,390
Шрот соєвий	7,000	-	3,000	-	8,070
Олія соєва	0,957	0,661	-	0,500	-
Ракушка 0-3 мм	10,700	9,923	10,251	11,088	7,610
Сіль	0,210	0,200	0,200	0,210	0,230
Монокальцій фосфат	1,192	0,810	0,805	0,532	1,060
Сульфат натрію	0,159	0,117	0,120	0,095	0,160
Метіонін	0,185	0,105	0,087	0,076	0,040
Лізин сульфат	0,635	0,585	0,516	0,579	0,180
Треонін	0,126	0,095	0,057	0,065	-
Локейдан ТД 100	-	0,010	-	-	-
Міллерзайм	0,013	0,015	0,011	-	0,015
Глобамакс 1000	0,100	-	-	-	-
ПроАктиво	-	-	0,150	0,150	-
Ентеронормін Детокс	0,150	0,150	-	-	0,150
Мастерсорб	0,150	0,130	0,130	-	-
Мікоцид Про	-	-	-	0,090	0,090
Холін-хлорид	0,050	0,050	0,040	0,035	0,040
Кронозим	-	-	-	0,011	-
Карофіл жовтий	0,003	0,003	0,003	0,003	-
Карофіл червоний	0,003	0,003	0,003	0,003	-
Мінеральний комплекс	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Вітамінний комплекс	0,033	0,030	0,030	0,030	0,030
Разом	100	100	100	100	100

Таблиця 2.4

Поживність, вітамінно-мінеральний та амінокислотний склад комбікорму для несучок у продуктивний період

Складові комбікорму	Назва комбікорму, інтенсивність несучості, %				
	пік	90	89-85	84-80	<80
Період споживання, тиждень життя	18-37	38-48	49-61	62-76	77-90
Обмінна енергія, ккал/кг	290-305	285-300	280-295	280-295	280-295
Обмінна енергія, МДж/кг	1,21-1,28	1,19-1,26	1,17-1,23	1,17-1,23	1,17-1,23
Лізин, мг/добу	800	770	740	700	660
Метіонін, мг/добу	418	393	369	341	314
Метіонін+цистин, мг/добу	728	693	666	623	581
Треонін, мг/добу	560	539	518	490	462
Триптофан, мг/добу	168	162	155	147	139
Аргінін, мг/добу	856	824	792	749	706
Ізолейцин, мг/добу	640	616	585	546	515
Валін, мг/добу	704	677	651	609	568
Сирий протеїн, г/добу	16,70	16,30	16,00	15,20	14,70
Натрій, мг/добу	180	180	180	180	180
Хлор, мг/добу	180	180	180	180	180
Лінолева кислота, г/добу	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20
Холін, мг/добу	180	180	180	180	180

Таблиця 2.5

Нормування кальцію та фосфору у комбікормах для несучок

промислового стада у продуктивний період

Складові комбікорму	Умовна назва комбікорму відповідно до віку птиці					
	1 яйце – пік	пік – 85 тижнів	36 – 55 тижнів	56 – 72 тижнів	73 – 85 тижнів	86+ тижнів
Кальцій, г/добу	3,80	4,15	4,30	4,40	4,60	4,75
Фосфор (доступний), мг/добу	490	480	465	440	400	380
Співвідношення між частинками кальцію, (дрібні/великі), %	50:50	50:50	40:60	30:70	30:70	30:70

У таблицях 2.6 та 2.7 наведено несучість за зростаючим підсумком, збереженість, жива маса, маса яєць та параметри інших ознак курей промислового стада за досягнення певного віку згідно з вимогами розробника кросу «Hy-Line W-36».

Таблиця 2.6

**Параметри основних господарські корисних ознак курей
промислового стада кросу «Hy-Line W-36» відповідно до їх віку**

Вік, тижні життя	Яєць на несучку, шт.		Збереженість, %	Жива маса, кг	Споживання корму, г/гол./добу
	початкову	середню			
18	0,1–0,2	0,1–0,2	100,0	1,26–1,30	70–76
19	1,3–1,7	1,3–1,7	99,9	1,32–1,36	73–79
20	3,7–5,2	3,7–5,2	99,9	1,36–1,40	76–82
21	8,0–10,4	8,1–10,4	99,8	1,41–1,45	77–83
22	13,8–16,6	13,8–16,6	99,7	1,44–1,48	80–86
23	20,0–23,0	20,1–23,0	99,6	1,45–1,49	84–90
24	26,5–29,5	26,6–29,6	99,6	1,46–1,50	87–93
25	33,1–36,2	33,2–36,3	99,5	1,47–1,51	89–95
26	39,7–42,9	39,8–43,1	99,4	1,48–1,52	91–97
27	46,3–49,6	46,5–49,8	99,3	1,49–1,53	91–97
28	52,9–56,2	53,1–56,5	99,2	1,49–1,53	91–97
29	59,5–62,9	59,8–63,2	99,1	1,50–1,54	91–97
30	66,1–69,5	66,4–69,9	99,0	1,50–1,54	93–99
31	72,6–76,2	73,1–76,7	99,0	1,50–1,54	93–99
32	79,1–82,8	79,7–83,4	98,9	1,50–1,54	94–100
33	85,6–89,4	86,2–90,0	98,8	1,50–1,54	94–100
34	92,1–96,0	92,8–96,7	98,7	1,51–1,55	94–100
35	98,5–102,5	99,3–103,3	98,7	1,51–1,55	94–100
36	104,9–109,1	105,8–110,0	98,6	1,51–1,55	94–100
37	111,3–115,6	112,2–116,6	98,5	1,52–1,56	94–100
38	117,6–122,1	118,7–123,1	98,5	1,52–1,56	94–100
39	123,9–128,5	125,1–129,6	98,4	1,52–1,56	95–101
40	130,3–134,9	131,5–136,2	98,3	1,52–1,56	95–101
41	136,6–141,3	138,0–142,7	98,3	1,52–1,56	94–100
42	142,9–147,6	144,3–149,1	98,2	1,52–1,56	95–101
43	149,1–153,9	150,7–155,5	98,1	1,52–1,56	95–101
44	155,3–160,2	157,0–162,0	98,1	1,53–1,57	95–101
45	161,5–166,5	163,3–168,4	98,0	1,53–1,57	95–101
46	167,6–172,7	169,6–174,7	98,0	1,53–1,57	96–102
47	173,8–178,9	175,9–181,1	97,9	1,53–1,57	96–102
48	179,9–185,1	182,1–187,4	97,8	1,53–1,57	96–102
49	186,0–191,3	188,4–193,7	97,7	1,53–1,57	97–103
50	192,1–197,4	194,6–200,0	97,6	1,53–1,57	97–103
51	198,1–203,5	200,8–206,2	97,5	1,53–1,57	97–103
52	204,1–209,6	206,9–212,5	97,4	1,54–1,58	97–103
53	210,0–215,6	213,0–218,7	97,3	1,54–1,58	97–103
54	215,9–221,6	219,1–224,8	97,2	1,54–1,58	97–103
55	221,8–227,6	225,2–231,0	97,1	1,54–1,58	97–103
56	227,7–233,6	231,2–237,2	97,0	1,54–1,58	97–103
57	233,5–239,5	237,2–243,3	96,9	1,54–1,58	97–103
58	239,3–245,4	243,3–249,3	96,8	1,54–1,58	97–103
59	245,1–251,2	249,2–255,4	96,7	1,54–1,58	97–103
60	250,8–257,1	255,2–261,5	96,6	1,54–1,58	96–102
61	256,6–262,9	261,1–267,5	96,5	1,54–1,58	96–102
62	262,2–268,7	267,0–273,6	96,4	1,54–1,58	96–102

Таблиця 2.7

Параметри деяких ознак яєць курей промислового стада
кросу «Hy-Line W-36» відповідно до їх віку

Вік, тижні життя	Маса яєць, г/шт.	Одиниці ХАУ	Вміст сухої речовини, %	Міцність шкаралупи
18	46,9	98,0	22,4	4280
20	46,9	97,6	22,9	4260
22	52,3	96,8	23,2	4250
24	55,0	96,0	23,5	4240
26	57,1	95,3	23,7	4220
28	58,0	94,6	23,9	4200
30	59,2	93,9	24,1	4180
32	59,7	93,2	24,3	4160
34	60,7	92,6	24,4	4140
36	61,0	92,0	24,5	4120
38	61,2	91,4	24,6	4110
40	61,5	90,8	24,6	4100
42	62,2	90,3	24,7	4090
44	62,3	89,7	24,7	4085
46	62,5	89,2	24,7	4080
48	62,6	88,9	24,7	4075
50	62,7	88,5	24,7	4070
52	62,9	88,1	24,7	4065
54	63,0	87,7	24,7	4060
56	63,1	87,5	24,7	4050
58	63,2	87,2	24,7	4045
60	63,3	87,0	24,7	4040
62	63,4	86,8	24,7	4030
64	63,5	86,6	24,7	4010
66	63,6	86,4	24,7	3990
68	63,6	86,2	24,7	3970
70	63,6	86,0	24,7	3955
72	63,6	85,8	24,7	3945

НУБІП УКРАЇНИ

Середня продуктивність курей-несучок в ТОВ «ЯСЕНСВИТ» представлена в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8

Показники	Вимоги розробника кроєу
Щільність посадки курей, гол./м ²	13–20
Забезпеченість площею, см ² /гол.	490–750
Збереженість поголів'я, %	
– за 52 тижні життя	97,4
– за 62 тижні життя	96,4
Несучість на початкову несучку:	
– за 52 тижні життя, шт./гол.	204,1–209,6
– за 62 тижні життя, шт./гол.	262,2–268,7
Несучість на середню несучку:	
– за 52 тижні життя, шт./гол.	206,9–212,5
– за 62 тижні життя, шт./гол.	267,0–273,6
Маса яєць, г/шт.	
– у 52-тижневому віці	62,9
– у 62-тижневому віці	63,4
Жива маса курей, кг	
– у 52-тижневому віці	1,540–1,580
– у 62-тижневому віці	1,540–1,580
Споживання корму за добу, г/гол.	
– у 52-тижн. віці	97–103
– у 62-тижн. віці	96–102

Для дослідження фактору довжини світлової хвилі світлодіодних світильників в умовах сучасного комплексу з виробництва харчових яєць у пташниках площею 2915 м² сформували 4 групи курей, кожен з яких утримували у окремому пташнику-аналогу за площею та клітковим устаткуванням. Кожен пташник був обладнаний клітковими батареями «Big Dutchman» (Німеччина), що склалися з 4704 кліток площею 40544 см²

(362×112 см). Режим освітлення пташника під час вирощування молодок і після переведення в доросле стадо у всіх пташниках відповідав рекомендаціям розробника кросу. А саме, з 18 тижневого віку курей інтенсивність освітлення пташника підтримувалася на рівні 30 люкс з тривалістю дня 12 годин, яку до 30 тижнів поступово збільшували до 16 годин. Даний режим освітлення пташника – інтенсивність освітлення 30 люкс із тривалістю світлового дня 16 годин, підтримували до кінця яйцекладки курей. Відмінності між пташниками стосувалися лише світлодіодних світильників (табл. 2.9).

Таблиця 2.9

Схема досліду з вивчення впливу довжини світлової хвилі

Характеристика	Група курей			
	1 (контроль)	2	3	4
Пікова довжина хвилі, ~ нм	460	600	630	650
Кількість кліток	4704			
Кількість голів у клітці	101			
Кількість голів у групі	475104			
Щільність посадки, гол./м ²	24,9			
Забезпеченість площею, см ² /гол	401,4			
Розміри клітки, см:				
– довжина	362			
– глибина	112			
Площа клітки, см ²	40544			
Кількість ніпельів у клітці, шт	12			
Фронт годівлі, см	7,2			
Розмір пташника, м:				
– довжина	110			
– ширина	26,5			
– висота	15,0			
Об'єм пташника, м ³	43725			
Площа пташника, м ²	2915			

Курей 1-ї групи утримували з використанням світлодіодних світильників з піковою довжиною світлової хвилі ~460 нм, 2-ї групи ~600 нм, 3-ї групи ~630 нм та 4-ї групи ~650 нм. Значення пікової довжини хвилі кожного

монохромного світлодіодного світильника визначали з використанням спектрометра МК 350 UPRtek.

Щодня, упродовж 44 тижнів продуктивного періоду, визначали кількість яєць, знесених несучками кожної групи та інтенсивність їх несучості.

Здійснювали також щодня облік кількості курей, що вибули (через падіж і вибракування) та визначали збереженість поголів'я. Раз на тиждень оцінювали масу яєць та живу масу несучок з певних маркованих кліток за вибіркою, яка становила не менше ніж 100 ($n \geq 100$).

Вимірювання параметрів зазначених ознак здійснювали як індивідуально, так і за груповим методом. Для забезпечення індивідуальних вимірювань за кліткового утримання курей-несучок маркували по 6–12 кліток, а саме по одній на кожному з 6 чи 12 ярусів батареї. Залежно від умов досліду чисельність курей-несучок у кожній клітці варіювала від 9 до 101 голови, а разом у групі індивідуального обліку – від 108 до 1212 голів.

У всіх дослідах визначали живу масу несучок на вагах ВТНБ-6Н ($\pm 1,0$ г). Груповий облік експериментальних даних здійснювали за загальноприйнятими формами (рух поголів'я у пташнику, валовий збір яєць, кількість спожитого комбікорму та ін.).

Коефіцієнт ефективності виробництва курячих яєць (або європейський коефіцієнт ефективності) визначали за формулою:

$$E_{ke} = (1,4 \times M) - (0,35 \times K)$$

де: E_{ke} – європейський коефіцієнт ефективності, у. о.; 1,4 і 0,35 – константні значення; M – яєчна маса (яйцемаса), кг/гол. K – витрати корму на виробництво 1 кг яєчної маси, кг.

Крім цього досліджували показники якості яєць, а саме масу, колір жовтку, товщину, цілісність та міцність шкаралупи, одиниці ХАУ.

Фізико-морфологічні характеристики харчових яєць визначали за допомогою приладу Digital Egg Tester DET-6000, а саме масу яйця ($\pm 0,1$ г), товщину шкаралупи ($\pm 0,02$ мм), міцність шкаралупи ($\pm 0,02$ НГс), висоту білку ($\pm 0,2$ мм) та колір жовтку ($\pm 1,0$ бал). Колір жовтку в цьому приладі порівнюється з кольоровим віялом DSM або Рош у якому 15 відтінків жовтого



Рис. 2.1. Кольорове віяло DSM

Одиниці ХАУ визначали за формулою:

$$O_k = 100 \log (h - 1,7M^{0,37+7,6})$$

де: O_k – одиниці ХАУ;

h – висота білку, мм;

M – маса яйця, г;

1,7, 0,37 і 7,6 – постійні коефіцієнти.

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

Достовірність різниці між групами оцінювали за t-критерієм Ст'юдента. Відмінності між групами вважалися достовірними за $p < 0,05$.

У цілому, за результатами усіх виконаних досліджень, економічну ефективність розроблених удосконалень технологій утримання курей-несушок проводили згідно з методичними рекомендаціями «Планування, облік і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) сільськогосподарських підприємств», затверджених наказом Міністерства аграрної політики України від 18 травня 2001 року, №132.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Життєздатність та продуктивність курей за впливу світлових хвиль різної довжини

Для вивчення впливу кольору світла на вираження основних господарськи корисних ознак курей була проведена оцінка їх збереженості, маси тіла та продуктивності у віці 52 тижні (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Збереженість, маса тіла та продуктивність курей за різної довжини світлової хвилі

Показники	Група несучок			
	1	2	3	4
Несучок в групі, гол	475104	475104	475104	475104
Збереженість поголів'я, %	85,2±0,10	88,4±0,09***	94,8±0,06*** ^{oo}	95,1±0,06*** ^{oooo}
Маса тіла несучок, г	1462±0,28	1543±0,12***	1551±0,26*** ^{oo}	1563±0,11*** ^{oooo}
Несучість на початкову несучку, шт.	169,9±0,14	181,6±0,17***	195,5±0,11*** ^{oo}	201,7±0,19*** ^{oooo}
Несучість на середню несучку, шт.	199,4±0,16	205,4±0,10***	206,2±0,07*** ^{oo}	212,1±0,11*** ^{oooo}
Маса яєць, г	63,2±0,05	63,0±0,06*	63,1±0,07	63,3±0,04 ^{oo}
Витрати корму, г/гол/добу	113,8±0,09	114,9±0,11***	117,2±0,06*** ^{oo}	117,4±0,02*** ^{oo}

Примітки: *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001 – порівняно з першою групою; ^op<0,05, ^{oo}p<0,01; ^{ooo}p<0,001 – порівняно з другою групою; 'p<0,05, "p<0,01, ""p<0,001 – порівняно з третьою групою

Виявлено, що збереженість поголів'я у всіх групах була нижчою рівня (97,4 %) рекомендованого фірмою розробником кросу «Hy-Line W-36», що може бути пов'язано з особливостями утримання великих масивів птиці (337–361 тис. гол.) в багатоярусних кліткових батареях нових конструкцій. За цього простежувалось зниження збереженості поголів'я із зменшенням довжини світлової хвилі. Найбільша різниця – 12,2 %, з рекомендованим рівнем

збереженості відмічена у курей 1-ї групи, несучки 2-ї групи не досягали нормативу на 9,0 %, тоді як у несучок 3-ї та 4-ї груп збереженість знаходилась майже на одному рівні і на 2,6–2,3 % не досягала нормативу (рис. 3.1).

Водночас збереженість поголів'я у курей 1-ї групи була нижчою на 3,2 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 9,6 % ($p < 0,001$) і 9,9 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи збереженість була нижчою на 6,4 % ($p < 0,001$) та 6,7 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно, а у курей 3-ї групи збереженість була нижчою на 0,3 % ($p < 0,001$) порівняно з курьми 4-ї групи.

Спостерігалось зниження маси тіла курей із зменшенням довжини світлової хвилі. Зокрема, маса тіла несучок 2–4-ї груп відповідала нормативній (1,54–1,58 кг) та знижувалась в її межах, а 1-ї групи – не досягала нормативу на 78 г або 5,1 %. Так, кури 1-ї групи характеризувались нижчою масою тіла на 81 г або 5,2 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 89 г або 5,7 % ($p < 0,001$) та 101 г або 6,5 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю і 4-ю групами відповідно. У свою чергу, кури 2-ї групи мали меншу масу тіла на 8 г або 0,5 % та 20 г або 1,3 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю і 4-ю групами відповідно, а кури 3-ї групи – на 12 г або 0,8 % ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою.

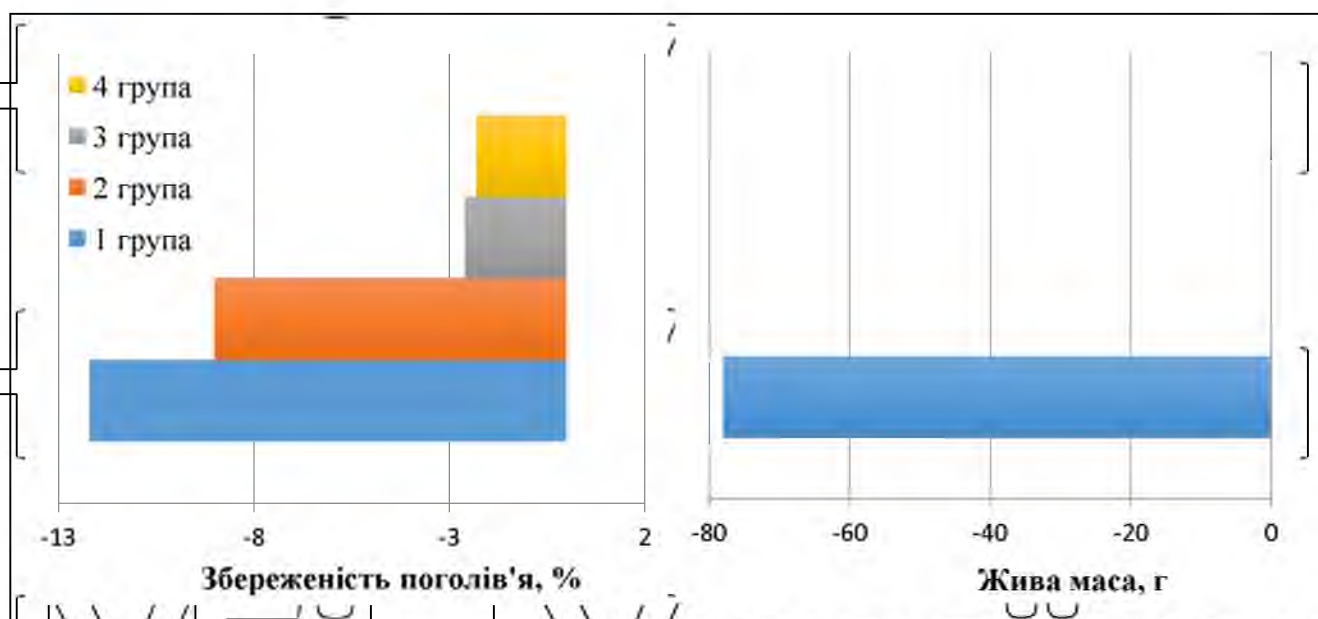


Рис. 3.1 Відхилення збереженості та живої маси несучок від нормативного рівня.

Несучість на початкову несучку також знижувалась із зменшенням довжини світлової хвилі. Так, несучість на початкову несучку, згідно нормативних вимог у віці 52 тижні повинна варіювати в межах 204,1–209,6 шт., а на середню – 206,9–212,5 шт. Фактично ж, на початкову несучку, несучість жодної з груп не досягла нормативного рівня (рис. 3.2). Найнижча несучість та, відповідно, найбільше відхилення від нормативу – 16,8 % спостерігалась у курей 1-ї групи. Водночас, несучість на початкову несучку у них була нижчою на 11,7 шт. або 6,4 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 25,6 шт. або 13,1 % ($p < 0,001$) і 31,8 шт. або 15,8 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи несучість на початкову несучку була нижчою за нормативну на 11,0 %, а також на 13,9 шт. або 7,1 % ($p < 0,001$) і 20,1 шт. або 10,0 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Кури 3-ї групи не досягали нормативу на 4,2 % та поступалися на 6,2 шт. або 3,1 % ($p < 0,001$) курям 4-ї групи. У свою чергу, кури 4-ї групи не досягали нормативу лише на 1,2 %.

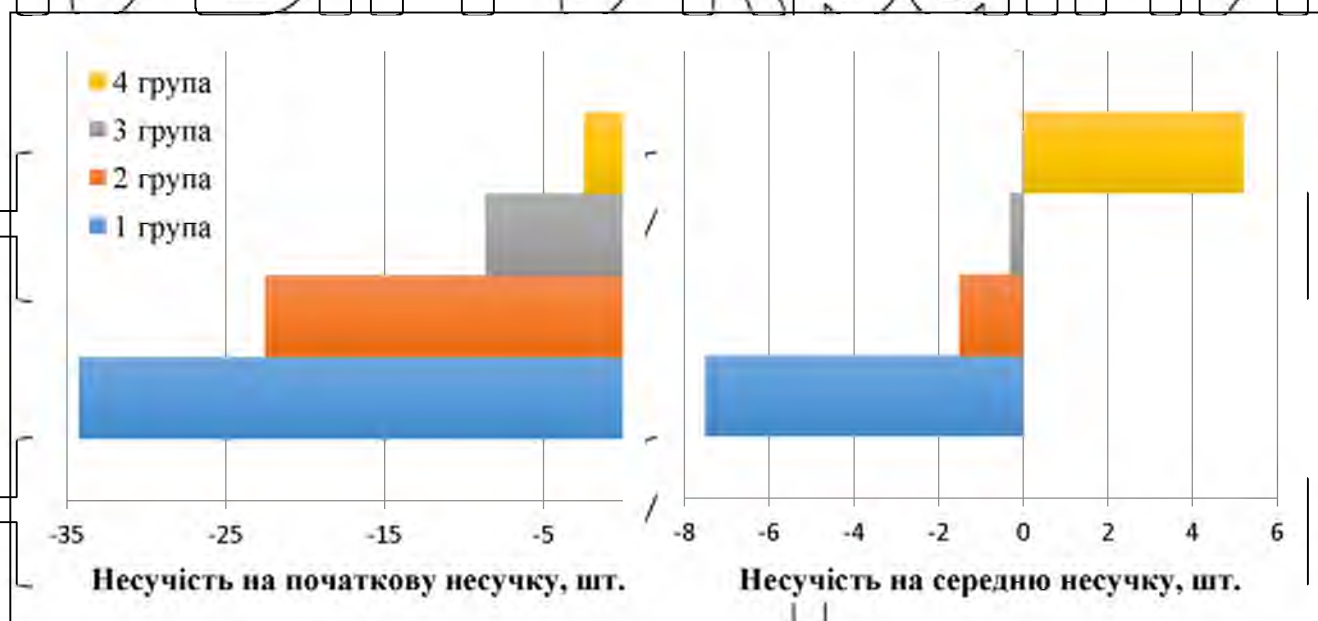


Рис. 3.2. Відхилення несучості курей дослідних груп від нормативного рівня.

За несучістю на середню несучку нормативного рівня, було досягнуто лише курми 4-ї групи. Найнижча несучість на середню несучку та, відповідно, найбільше відхилення від нормативу – 3,6 %, спостерігалась у курей 1-ї групи.

Водночас, несучість на середню несучку у них була нижчою на 6 шт. або 2,9 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 6,8 шт. або 3,3 % ($p < 0,001$) і 12,7 шт.

або 6,0 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Несучість на середню несучку у курей 2-ї групи була нижчою за норматив на 0,7 % та на 0,8 шт. або 0,4 % ($p < 0,001$) і 6,7 шт. або 3,2 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю

групами відповідно. Кури 3-ї групи не досягали нормативу лише на 0,1 % та поступалися несучкам 4-ї групи на 5,9 шт. або 2,8 % ($p < 0,001$).

Маса яєць несучок кросу «Нyx-Line W-36» у 52-тижневому віці повинна становити 62,9 г, а споживання корму – 97–103 г/добу на 1 голову. Як видно з

дослідних даних (табл. 3.1), маса яєць несучок всіх груп відповідала, а витрати

корму були вище нормативного рівня. Зокрема, нижча маса яєць відмічена у

курей 2-ї групи на 0,2 г або 0,3 % ($p < 0,05$) та 0,3 г або 0,5 % ($p < 0,001$) порівняно з 1-ю та 4-ю групами відповідно, а у курей 3-ї групи – на 0,2 г або 0,3 % ($p < 0,05$) порівняно з 4-ю групою. Однак, різниця за масою яєць між групами

була незначною і не відображала зменшення довжини світлової хвилі.

Що стосується витрат корму, то найнижче його споживання спостерігалось у курей 1-ї групи, однак з перевищенням нормативу на 10,8 г або 10,5 %. Водночас, у курей 1-ї групи споживання корму було нижчим на 1,1

або 1,0 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 3,4 г або 2,9 % ($p < 0,001$) і 3,6 г або 3,1 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Кури 2-ї групи

споживали менше корму на 2,3 г або 2,0 % ($p < 0,001$) та 2,5 г або 2,1 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно, за цього перевищували нормативні

показники на 11,9 г або 11,6 %. Кури 3-ї групи характеризувались нижчим споживанням корму на 0,2 г або 0,2 % ($p < 0,05$) порівняно з 4-ю групою та

перевищували нормативні показники на 14,2 г або 13,8 %. У свою чергу кури 4-ї групи характеризувались найвищим споживанням корму з перевищенням нормативу на 14,4 г або 14,0 %.

Висновки до підрозділу 3.1. Зменшення довжини хвилі світла під час утримання курей в клітках багатоярусних батареї чинить вплив на їх життєздатність та репродуктивну функцію. Зменшення пікової довжини хвилі від ~ 650 нм до ~ 630 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 0,3 % (0,3 % < норми), маси тіла – на 0,8 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 3,1 % (4,2 % < норми), несучості на середню несучку – на 2,8 % (0,1 % < норми) та витрат корму – на 0,2 % (13,8 % > норми).

Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 600 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 6,4–6,7 % (9,0 % < норми), маси тіла – на 0,5–1,3 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 7,1–10,0 % (11,0 % < норми), несучості на середню несучку – на 0,4–3,2 % (0,7 % < норми) та витрат корму – на 2,0–2,1 % (11,6 % > норми).

Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 460 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 3,2–9,9 % (12,2 % < норми), маси тіла – на 5,2–6,5 % (5,1 % < норми), несучості на початкову несучку – на 6,4–15,8 % (16,8 % < норми), несучості на середню несучку – на 2,9–6,0 % (3,6 % < норми) та витрат корму – на 1,0–3,1 % (10,5 % > норми).

3.2. Якість харчових яєць за впливу світлових хвиль різної довжини

Не виявлено впливу довжини світлових хвиль LED-світильників за утримання курей у клітках багатоярусних кліткових батареї на міцність та товщину шкаралупи, інтенсивність забарвлення жовтку та інші характеристики складових яєць, у тому числі за одиницями ХАУ (табл. 3.2).

Відповідно до рекомендацій розробника кросу міцність шкаралупи у віці 52 тижні повинна становити 4,065 кГс, а у віці 62 тижні – 4,030 кГс, одиниці ХАУ – 88,1 та 86,8 од.

Таблиця 3.2

Якість харчових яєць за утримання несучок за впливу світлових хвиль різної довжини, n=90

Ознака	Група несучок			
	1	2	3	4
Кодір жовтку, балів				
– у 52-тижн. віці	10,6±0,049	10,7±0,075**	10,6±0,072**	10,5±0,074**
– у 62-тижн. віці	10,0±0,040	11,7±0,062**	11,2±0,039** ^o	11,4±0,060**
Товщина шкаралупи, мм				
– у 52-тижн. віці	0,38±0,001	0,38±0,001	0,38±0,001	0,38±0,001
– у 62-тижн. віці	0,37±0,002	0,36±0,002**	0,39±0,002** ^{oo}	0,37±0,002**
Міцність шкаралупи, кГс				
– у 52-тижн. віці	3,98±0,031	3,89±0,032*	3,98±0,027 ^o	3,89±0,031*
– у 62-тижн. віці	3,71±0,036	3,78±0,035**	3,97±0,011** ^{oo}	3,78±0,034**
Одиниці ХАУ				
– у 52-тижн. віці	87,9±0,58	83,4±0,78**	87,4±0,37 ^{oo}	86,4±0,48**
– у 62-тижн. віці	89,8±0,54	86,9±0,49**	89,6±0,24 ^{oo}	88,9±0,49**

Примітка: * p<0,05; ** p<0,001 – порівняно зпершою групою; ^op<0,05; ^{oo}p<0,001 – порівняно з другою групою.

Слід зазначити, що несучки всіх груп за міцністю шкаралупи не досягали нормативних вимог (на 0,085–0,175 кГс та на 0,06–0,32 кГс, відповідно), тоді як за одиницями ХАУ – лише у 52-тижневому віці (на 0,2–4,7 од.).

Висновки до підрозділу 3.2. Не виявлено впливу довжини світлових хвиль LED-світильників за утримання курей у клітках багаторюсних кліткових батарей на міцність та товщину шкаралупи, інтенсивність забарвлення жовтку та інші характеристики складових яєць, у тому числі за одиницями ХАУ

3.3. Ефективність виробництва яєць під час утримання курей за різної довжини світлової хвилі

Для визначення ефективності виробництва яєць під час утримання курей за різної довжини світлової хвилі проведена оцінка їх продуктивності упродовж першого циклу використання, тобто за 62 тижні життя (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Обсяги виробництва яєць під час утримання курей за різної довжини світлової хвилі

Показники	Група несучок			
	1	2	3	4
Початкове поголів'я несучок в групі, гол	475104	475104	475104	475104
Пікова довжина хвилі, нм	458	603	632	653
Збереженість поголів'я, %	82,4±0,11	86,6±0,10 ^{***}	92,6±0,08 ^{****°°}	93,3±0,07 ^{****°°°°}
Поголів'я несучок у віці 62 тиж., гол	391486	411440	439946	443272
Падіж, вибракування, гол.	83618	63664	35158	31832
Маса тіла, г	1506±0,07	1542±0,05 ^{***}	1558±0,12 ^{****°°°}	1568±0,09 ^{****°°°°}
Несучість на початкову несучку, шт.	218,9±0,12	231,8±0,18 ^{***}	248,3±0,09 ^{****°°°°}	258,4±0,08 ^{****°°°°}
Несучість на середню несучку, шт.	265,7±0,08	267,7±0,05 ^{***}	268,1±0,11 ^{****°°°°}	277,0±0,09 ^{****°°°°}
Отримано яєць у 62-тиж. віці, шт.	104000266	110129107	117968323	122766874
Маса яєць, г	63,5±0,04	63,8±0,08 ^{***}	64,2±0,02 ^{****°°°}	64,1±0,03 ^{****°}
Отримано яйцемаси, всього, кг	6572817	6938134	7443801	7771143
– на початкову несучку, кг	13,8	14,6	15,7	16,4
Отримано з 1 м ² пташнику:				
– яєць, шт.	35678	37780	40469	42116
– яйцемаси, кг	2254,8	2380,1	2553,6	2665,9
Витрати корму, г/гол/добу	107,4±0,08	109,6±0,12 ^{***}	110,4±0,10 ^{****°°°°}	110,3±0,11 ^{****°°°°}
Затрати корму, всього, кг	16652585	16813550	17150114	17179381
– на 1 кг яйцемаси	2,53	2,42	2,30	2,21
Європейський коефіцієнт ефективності, од.	18,4±0,06	19,6±0,06 ^{***}	21,2±0,06 ^{****°°°°}	22,2±0,06 ^{****°°°°}

Примітки: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – порівняно з першою групою; ° $p < 0,05$; °° $p < 0,001$ – порівняно з другою групою; °°° $p < 0,001$ – порівняно з третьою групою.

Збереженість поголів'я у всіх групах була нижчою рівня (96,4 %), рекомендованого розробником кросу «Ну-Line W-36». Найбільша різниця – 14,0 %, з рекомендованим рівнем збереженості спостерігалась у курей 1-ї групи (рис. 3.3), тоді як кури 2-ї групи не досягали нормативу на 9,8 %, 3-ї – на 3,8 %, а 4-ї – на 3,1 %. Водночас, збереженість поголів'я у курей 1-ї групи була нижчою на 4,2 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 10,2 % ($p < 0,001$) і 10,9 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 2-ї групи збереженість була нижчою на 6,0 % ($p < 0,001$) та 6,7 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Кури 3-ї групи мали нижчу збереженість поголів'я на 0,7 % ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою.

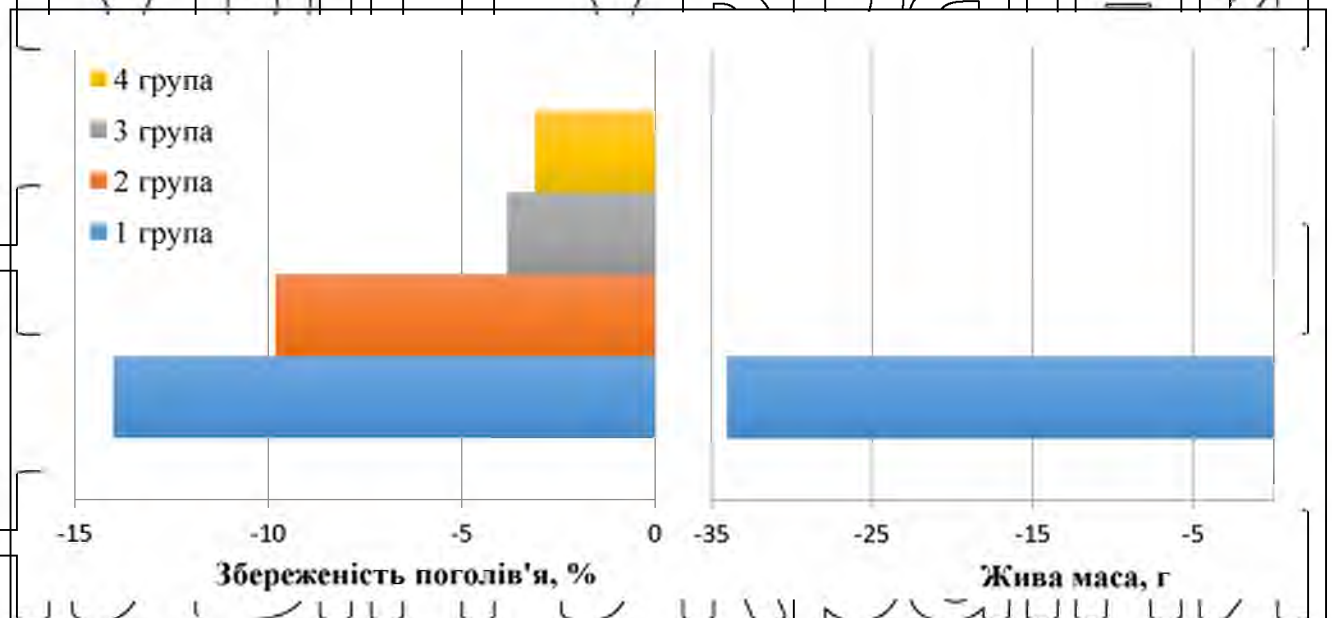


Рис. 3.3. Відхилення збереженості та живої маси несучок від нормативного рівня.

За масою тіла курей нормативних показників (1,54–1,58 кг) було досягнуто несучками 2–4-ї груп (рис. 3.3). Найнижча маса тіла з відхиленням від нормативних показників на 34 г або 0,2 % виявлена у курей 1-ї групи. Вони поступалися за живою масою 2-й групі на 36 г або 2,3 % ($p < 0,001$), 2-й – на 52 г або 3,3 % ($p < 0,001$) та 3-й – на 62 г або 4,0 % ($p < 0,001$). Водночас, несучки 2-ї групи мали нижчу масу тіла на 16 г або 1,0 % ($p < 0,001$) та 26 г або 1,7 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У свою чергу, кури 3-ї

групи мали нижчу масу тіла на 10 г або 0,6 % ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою.

Несучість на початкову несучку, згідно нормативних вимісг у 62 тижні – 262,2–268,7 шт., а на середню – 267,0–273,6 шт. Фактично ж, на початкову

несучку, несучість жодної з груп не досягла необхідного рівня (рис. 3.4). За

цього спостерігалось зниження несучості на початкову несучку з зменшенням довжини світлової хвилі. Зокрема, несучість на початкову несучку була

найнижчою у курей 1-ї групи з відхиленням від нормативу на 43,3 шт. або 16,5 %.

Водночас, несучки 1-ї групи мали нижчу несучість на початкову несучку на 12,9 шт. або 5,6 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 29,4 шт.

або 11,8 % ($p < 0,001$) та 39,5 шт. або 15,3 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю і 4-ю групами відповідно.

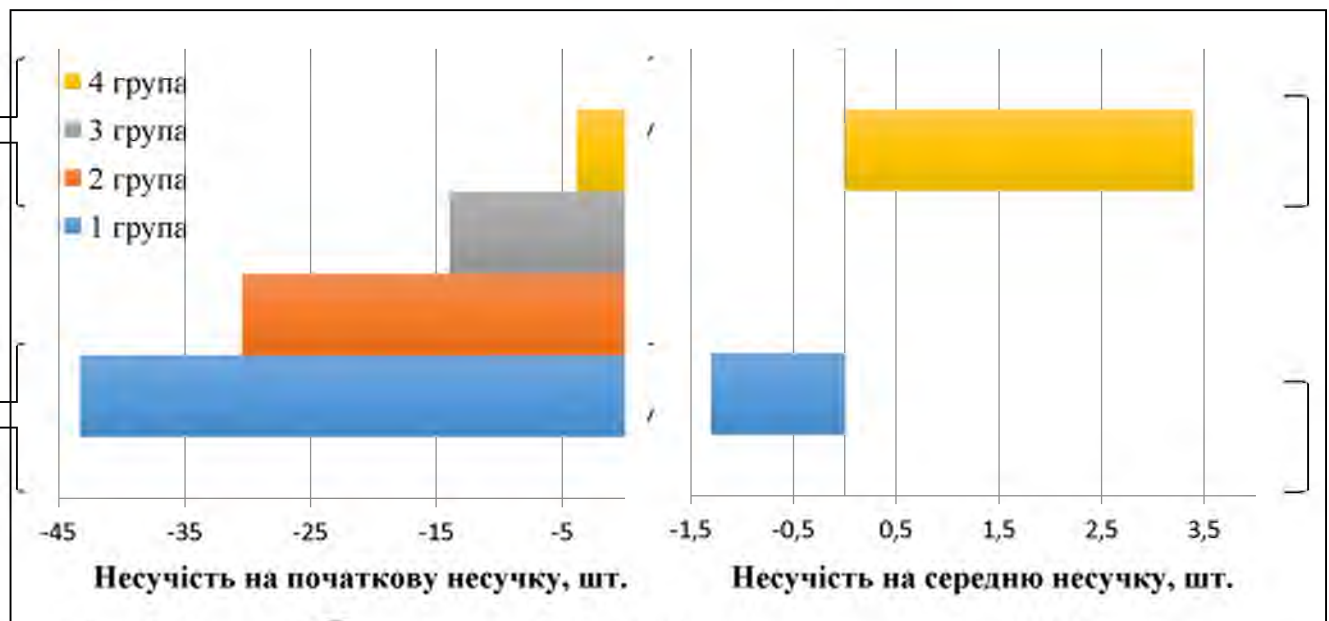


Рис. 3.4. Відхилення несучості курей дослідних груп від нормативного рівня.

Разом з тим, несучість курей 2-ї групи не досягала нормативу на 30,4 шт.

або 11,6 % та була нижчою на 16,5 шт. або 6,6 % ($p < 0,001$) та 26,6 шт. або 10,3

% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю і 4-ю групами відповідно. А у курей 3-ї групи

несучість не досягала нормативної на 13,9 шт. або 5,3 % та була нижчою на 6,6

шт. або 2,9 % ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю групою. Кури 4-ї групи

характеризувалися найвищою несучістю на середню несучку з найменшим відхиленням від нормативу – 3,8 шт. або 1,4 %.

У той же час, за несучістю на середню несучку нормативний рівень досягнутий 2-ю та 3-ю групами, а 4-ю групою – навіть перевищений. Так,

найнижча несучість на середню несучку спостерігалась у курей 1-ї групи з

відхиленням від нормативу на 1,3 шт. або 0,5 % та, водночас, була нижчою на

2,0 шт. або 0,7 % ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 2,4 шт. або 0,9 %

($p < 0,001$) і 11,3 шт. або 4,1 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами

відповідно. Водночас, кури 2-ї групи мали нижчу несучість на 0,4 шт. або 0,1 %

($p < 0,001$) і 9,3 шт. або 3,4 % ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю і 4-ю групами

відповідно, а кури 3-ї групи – на 8,9 шт. або 3,2 % ($p < 0,001$) порівняно з 4-ю

групою.

Динаміка інтенсивності несучості курей за групами представлена на

рисунку 3.5.

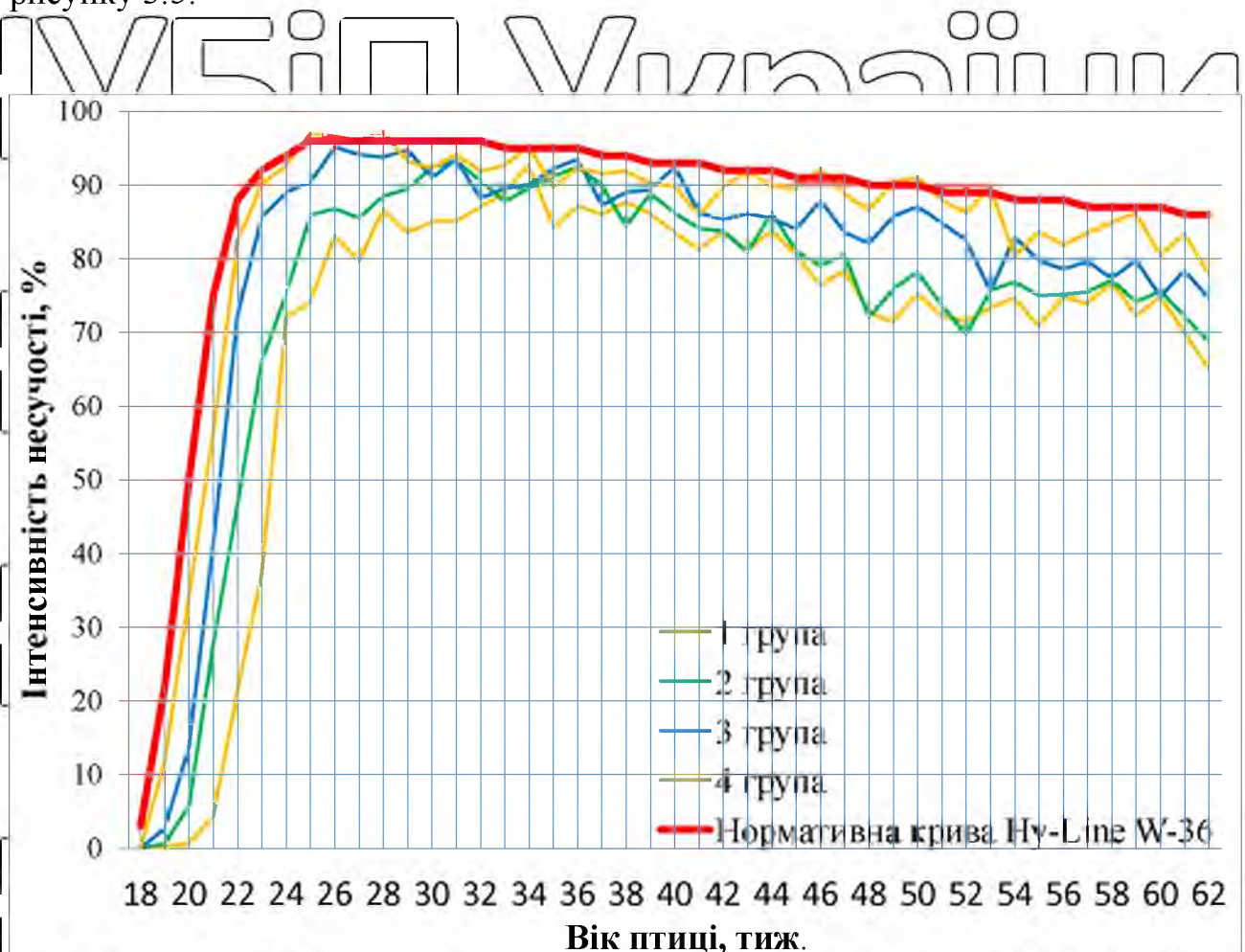


Рис. 3.5. Крива інтенсивності несучості курей.

З наведеної кривої видно, що несучки 4-ї групи, які раніше інших, а точніше в 25-тижневому віці досягли її піку, що наблизився майже до 100% позначки. Несучки 3-ї групи вийшли на пік інтенсивності несучості на 26 тиждень життя, рівень її також наближався до 100%. Несучки 2-ї групи вийшли на пік інтенсивності несучості лише на 31 тиждень життя, а несучки 1-ї групи аж на 34 тиждень, рівень її не досягав 95%, що, ймовірно, пов'язано із зменшенням довжини світлової хвилі.

Маса яєць несучок кросу «Hy-Line W-36» у 62-тижневому повинна становити 63,4 г/шт., а споживання корму – 96–102 г/добу на 1 голову. Як видно з дослідних даних (табл. 3.3), маса яєць курей всіх груп досягала нормативу, а споживання корму – перевищувало його. Зокрема, у курей 1-ї групи, маса яєць була нижчою на 0,3 г або 0,5% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 0,7 г або 1,1% ($p < 0,001$) та 0,6 г або 0,9% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Маса яєць курей 2-ї групи була нижчою на 0,4 г або 0,6% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю групою та на 0,3 г або 0,5% ($p < 0,05$) порівняно з 4-ю групою. У курей 3-ї та 4-ї груп відмінності за масою яєць склали лише 0,1 г і статистично не підтвердились.

Що стосується витрат корму, то нормативний рівень був перевищений несучками всіх груп, за цього простежувався чіткий вплив зменшення довжини світлової хвилі. Найнижче споживання корму спостерігалось у несучок 1-ї групи з перевищенням нормативу на 5,4 г або 5,3%. Водночас, кури 1-ї групи споживали менше корму на 2,2 г або 2,0% ($p < 0,001$) порівняно з 2-ю групою та на 3,0 г або 2,7% ($p < 0,001$) та 2,9 г або 2,6% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Кури 2-ї групи характеризувались нижчим споживанням корму на 0,8 г або 0,7% ($p < 0,001$) та 0,7 г або 0,6% ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. У курей 3-ї та 4-ї груп споживання корму різнилося лише на 0,1 г без статистичного підтвердження.

Отже, для визначення ефективності виробництва харчових яєць залежно від довжини світлової хвилі в 4 пташники-аналоги за площею і конструкцією було посаджено однакове поголів'я несучок. Однак, до 62-тижневого віку в 1-й

групі, в якій курей утримували за довжини світлової хвилі ~ 460 нм, вибула найбільша кількість несучок через нижчу збереженість поголів'я (82,4% порівняно з 86,6–93,3% у інших групах). Всього в 1-й групі пало або вибракувано 83618 несучок, тобто в 1,3 рази більше, ніж у 2-й (на 19954 гол.) та в 2,4 і 2,6 разів, ніж у 3-й (на 48460 гол) та 4-й (на 51786 гол) групах, що пов'язано із застосуванням світла з різною довжиною хвилі. Це спричинило зменшення валового виробництва яєць на 6,1 млн. шт. яєчної маси – на 365,3 т. і її виходу на початкову несучку – на 0,8 кг порівняно з 2-ю групою та зменшення на 14,0 млн. шт. і 18,8 млн. шт. валового виробництва яєць, на 871,0 т. і 1198,3 т. яєчної маси і її виходу на початкову несучку на 1,9 кг і 2,6 кг порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно. Також менше отримано з 1 м² пташника яєць – на 2,1 тис. шт. і яєчної маси – на 125,3 кг порівняно з 2-ю групою та на 4,8 тис. шт. і 6,4 тис. шт. і яєчної маси – на 298,8 кг і 588,9 кг, ніж у 3-й та 4-й групах відповідно, за вищих витрат корму на виробництво 1 кг яєчної маси на 0,11, 0,23 та 0,32 кг. Тому і коефіцієнт ефективності виробництва харчових яєць в 1-й групі виявився нижчим ніж у 2-й групі на 1,2 од ($p < 0,001$), 3-й групі – на 2,8 од ($p < 0,001$) та 4-й групі на 3,8 од ($p < 0,001$).

У 2-й групі, у якій курей утримували за довжини світлової хвилі ~ 600 нм, пало або було вибракувано 63664 несучок, тобто в 1,8 рази більше, ніж у 3-й (на 28506 гол.) та в 2,0 рази, ніж у 4-й (на 31832 гол) груп. За цього відзначено нижче валове виробництво яєць на 7,8 млн. шт. та яєчної маси – на 505,7 т порівняно з 3-ю групою, на 12,6 млн. шт. та 833,0 т – порівняно з 4-ю групою. Знижувався також і вихід яйцемаси на початкову несучку – на 1,1 кг порівняно з 4-ю та на 1,8 кг порівняно з 3-ю групою. Менше було отримано з 1 м² пташнику яєць – на 2,7 тис. шт. та яйцемаси – на 173,5 кг порівняно з 3-ю групою, на 4,3 тис. шт. та 285,8 кг – порівняно з 4-ю групою, за вищих витрат корму на виробництво 1 кг яйцемаси на 0,12 кг порівняно з 3-ю групою та на 0,21 кг порівняно з 4-ю групою. Це призвело до зниження європейського коефіцієнту виробництва яєць на 1,6 од ($p < 0,001$) та 2,6 од. ($p < 0,001$) порівняно з 3-ю та 4-ю групами відповідно.

Водночас, у 3-й групі, в якій курей утримували за довжини світлової хвилі ~ 630 нм, пало або було вибракувано 35158 несучок, тобто в 1,1 рази більше, ніж у 4-й (на 3326 гол.) групі. Це спричинило зменшення валового виробництва яєць на 4,5 млн. шт., яєчної маси – на 327,3 т. і її виходу на початкову несучку – на 0,7 кг. Також менше отримано з 1 м² пташника яєць – на 1,6 тис. шт. і яєчної маси – на 112,3 кг, ніж у 4-й групі, за вищих витрат корму на виробництво 1 кг яєчної маси на 0,09 кг. Тому і коефіцієнт ефективності виробництва харчових яєць в 3-й групі виявився нижчим ніж у 4-й групі на 1,0 од ($p < 0,001$).

Таким чином, зменшення довжини хвилі світла за утримання несучок в 12-ярусних кліткових батареях класичної конструкції від ~ 650 до ~ 630 нм не призводить до значного зниження їх збереженості та маси яєць, однак супроводжується зниженням несучості на початкову та середню несучку. Це спричиняє зниження виходу яйцемаси на початкову несучку та витрат корму на 1 кг яйцемаси, у результаті європейський коефіцієнт ефективності виробництва яєць знижується на 1,0 од. Однак, зменшення довжини світлової хвилі до ~ 600 нм вже призводить до істотного зниження збереженості поголів'я і несучості на початкову та середню несучку за зниження загальних витрат корму, однак їх підвищення на виробництво 1 кг яйцемаси, що спричиняє зниження європейського коефіцієнту виробництва яєць на 2,6 од. Подальше зменшення довжини хвилі світла до ~ 460 нм супроводжується наростаючим істотним зниженням збереженості поголів'я і несучості на початкову та середню несучку за зниження загальних витрат корму, однак їх підвищення на виробництво 1 кг яйцемаси, що в кінцевому підсумку призводить до зниження європейського коефіцієнту ефективності виробництва харчових яєць на 3,8 од.

Висновки до підрозділу 3.3. За утримання курей-несучок сучасних білояєчних кросів у 12-ярусних кліткових батареях класичних конструкцій доцільно застосовувати освітлення із довжиною пікової хвилі ~ 650 нм, тобто із світлом червоного кольору. Це дає можливість за 44-тижневий період яйцекладки отримувати додатково 4,8–18,8 млн. яєць з кожного пташника (0,4–

1,6 тис. шт. з 1 м² його площі) за вищого рівня європейського коефіцієнту ефективності їх виробництва на 1,0–3,8 од.

Зменшення пікової довжини хвилі від ~ 650 нм до ~ 630 нм супроводжувалось зниженням збереженості погелів'я на 0,7 % (3,8 % < норми), маси тіла – на 0,6 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 2,9 % (5,3 % < норми), що спричинило зменшення валового виходу яєць на 4,5 млн. шт. та яйцемаси – на 3273 т з кожного пташнику, у тому числі на 1,6 тис. шт. та 112,3 кг з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,0 од.

Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 600 нм супроводжувалось зниженням збереженості погелів'я на 6,0–6,7 % (9,8 % < норми), маси тіла – на 1,0–1,7 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 6,6–10,3 % (11,6 % < норми) та витрат корму – на 0,6–0,7 % (7,5 % > норми), що зумовило зменшення валового виходу яєць на 7,8–12,6 млн. шт. та яйцемаси – на 505,7–833,0 т з кожного пташнику, у тому числі на 2,7–4,3 тис. шт. та 173,5–285,8 кг з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,6–2,6 од.

Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 460 нм супроводжувалась зниженням збереженості погелів'я на 4,2–10,9 % (14,0 % < норми), маси тіла – на 2,3–4,0 % (0,2 % < норми), несучості на початкову несучку – на 5,6–15,3 % (16,5 % < норми) та витрат корму – на 2,0–2,7 % (5,3 % > норми), що спричинило зменшення валового виходу яєць на 6,1–18,8 млн. шт. та яйцемаси – на 365,3–1198,3 т з кожного пташнику, у тому числі на 2,1–6,4 тис. шт. та 125,3–288,9 кг з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,2–3,8 од.

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ДОВЖИНИ
СВІТЛОВОЇ ХВИЛІ

Параметри довжини світлової хвилі під час утримання курей-несучок промислового стада не регламентовані ні чинними нормативами [1], ні рекомендаціями розробника кросу [49]. За цього, на ринку запропоновані LED-світильників для пташників, які дають монохромне світло з можливістю замовлення виробничниками довжини світлової хвилі у дуже широкому діапазоні. Тому, ми оптимізували довжину світлової хвилі для утримання курей-несучок промислового стада, яка є фізіологічно комфортною для їх організму та економічно ефективною. Із наведених у 4.1 даних видно, що за базовим способом курей-несучок утримували за використанням LED-світильників з довжиною світлової хвилі ~ 460 нм, а за удосконаленими – з наростаючим збільшенням довжини світлової хвилі.

Зокрема, перший удосконалений спосіб передбачав утримання несучок за використанням LED-світильників з довжиною світлової хвилі ~ 600 нм, другий – ~ 630 нм, а третій – ~ 650 нм. Під час випробовування базового та удосконалених способів курей утримували угрупованнями величиною 101 голова (клітка $362,0 \times 112,0$ см) у пташниках площею 2915 м^2 за щільності утримання $24,9$ гол/м² (забезпеченість площею – $401,4 \text{ см}^2/\text{гол}$).

Таким чином, за утримання курей з використанням LED-світильників, які мають довжину світлової хвилі ~ 600 нм, у пташник площею 2915 м^2 посаджено 475104 несучок, від яких за 52 тижні життя отримано на 5558717 яєць або 6,9 % більше, у тому числі на 1907 яєць із розрахунку на 1 м^2 площі пташника, ніж за базового способу.

Таблиця 4.1

Економічна ефективність виробництва харчових яєць за оптимізації довжини світлової хвилі під час утримання курей-несучок

№ п/п	Ознаки	Варіант утримання курей-несучок			
		базовий	удосконалений		
			1	2	3
1	Поголів'я несучок, гол.	475104	475104	475104	475104
2	Пікова довжина світлової хвилі, нм	460	600	630	650
3	Щільність посадки, гол./м ²	24,9	24,9	24,9	24,9
4	Забезпеченість площею, см ² /гол.	401,4	401,4	401,4	401,4
5	Падіж та вибракування, гол.	70315	55112	24705	23280
6	Несучість на початкову несучку, шт.	169,9±0,14	181,6±0,17	195,5±0,11	201,7±0,19
7	Отримано яєць за рік, всього	80720170	86278886	92882832	95828477
	– з 1 м ² пташнику	27691	29598	31864	32874
8	Додатково отримано за рік, всього	–	558717	12162662	15108307
	– з 1 м ² пташнику	–	1907	4172	5183
9	Операційні витрати, всього, грн.	138922169,70	139550555,31	141000942,11	141158145,36
	– амортизація основних засобів	863058,26	863058,26	863058,26	863058,26
	– амортизація птиці	23180324,16	23180324,16	23180324,16	23180324,16
	– вакцина, ветпрепарати	2218735,68	2218735,68	2218735,68	2218735,68
	– вітамінні добавки	204294,72	204294,72	204294,72	204294,72
	– дезінфікуючі засоби	110830,63	110830,63	110830,63	110830,63
	– єдиний соціальний внесок	155380,32	155380,32	155380,32	155380,32
	– запчастини для обладнання	380202,02	380202,02	380202,02	380202,02

Продовження таблиці 91

	– затрати від падежу	9696492,56	7599953,63	3406875,76	3210325,24
	– комбікорм	100507272,96	103232197,51	108875662,17	109229415,94
	– одяг і засоби захисту	8428,84	8428,84	8428,84	8428,84
	– заробітна плата	704162,60	704162,60	704162,60	704162,60
	– паливно-мастильні матеріали	18425,42	18425,42	18425,42	18425,42
	– сантехматеріали	6651,12	6651,12	6651,12	6651,12
	– будматеріали	29273,19	29273,19	29273,19	29273,19
	– електротовари	14208,64	14208,64	14208,64	14208,64
	– електроенергія	795551,62	795551,62	795551,62	795551,62
	– інші загальнопромислові витрати	28876,96	28876,96	28876,96	28876,96
10	Собівартість 1 яйця, грн.	1,72	1,62	1,52	1,47
11	Виручка, грн.	209872440,96	224325104,64	241495363,20	249154039,68
12	Чистий прибуток, грн.	70950271,26	84774549,33	100494421,09	107995894,32
13	Додатково чистого прибутку, грн.	–	13824278,06	29544149,82	37045623,06
14	Рентабельність, %	51,1±0,07	60,7±0,07*	71,3±0,07*°	76,5±0,06*°'

Примітка: *p<0,001 – порівняно з базовим способом; °p<0,001 – порівняно з першим удосконаленим способом; °'p<0,001 – порівняно з другим удосконаленим способом.

Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м² за рік, завдяки збільшенню довжини світлової хвилі LED-світильників, становить 13,8 млн. грн. За цього рівень рентабельності виробництва харчових яєць підвищився на 9,6 % ($p < 0,001$).

Тоді як, за використанням LED-світильників, які мають довжину світлової хвилі 630 нм, від курей за 52 тижні життя отримано вже на 12162662 яєць або 15,1 % більше, у тому числі на 4172 яєць із розрахунку на 1 м² площі пташника, ніж за базового способу. Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м² за рік, завдяки збільшенню довжини світлової хвилі LED-світильників, становить 29,5 млн. грн. За цього рівень рентабельності виробництва харчових яєць підвищився на 20,2 % ($p < 0,001$).

Слід також зазначити, що використанням LED-світильників, які мають довжину світлової хвилі 630 нм, виявилось економічно ефективнішим і порівняно з застосуванням LED-світильників з довжиною світлової хвилі 600 нм. Зокрема, за використанням LED-світильників з довжиною світлової хвилі 630 нм, за 52 тижні життя від курей було отримано на 6603946 яєць або 8,2 % більше, у тому числі на 2266 яєць із розрахунку на 1 м² площі пташника, ніж за використанням світильників з довжиною світлової хвилі 600 нм. Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м² за рік, завдяки збільшенню довжини світлової хвилі LED-світильників, становить 15,7 млн. грн. За цього рівень рентабельності виробництва харчових яєць підвищився на 10,6 % ($p < 0,001$).

Однак, найвищим економічним ефектом характеризувався застосування під час утримання курей-несучок LED-світильників з довжиною світлової хвилі 650 нм. Так, від курей, яких утримували за довжини світлової хвилі 650 нм, за 52 тижні життя отримано вже на 15108307 яєць або 18,7 % більше, у тому числі на 5183 яєць із розрахунку на 1 м² площі пташника, ніж за базового способу.

Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м² за рік, завдяки збільшенню довжини світлової хвилі LED-світильників, становить

37,0 млн. грн. За цього рівень рентабельності виробництва харчових яєць підвищився на 25,4 % ($p < 0,001$).

Використання LED-світильників з довжиною світлової хвилі 650 нм виявилось економічно ефективнішим і порівняно з застосуванням довжини світлової хвилі 600 та 630 нм. Зокрема, від курей, яких утримували за довжини світлової хвилі 650 нм, за 52 тижні життя отримано на 9519591 та 2945645 яєць або 11,1 % та 3,2 % більше, у тому числі на 3276 і 1010 яєць із розрахунку на 1 м² площі пташника, порівняно з використанням LED-світильників з довжиною світлової хвилі 600 та 630 нм відповідно. Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м² за рік, завдяки збільшенню довжини світлової хвилі LED-світильників до 650 нм, становить 23,2 та 7,5 млн. грн., а рівень рентабельності виробництва харчових яєць підвищується на 15,8 % ($p < 0,001$) і 5,2 % ($p < 0,001$), ніж за використанням LED-світильників з довжиною світлової хвилі 600 та 630 нм відповідно.

Висновки до розділу 4. Використання під час утримання курей-несучок для освітлення пташників LED-світильників з довжиною світлової хвилі 650 нм забезпечує одержання за рік додатково 15,1 млн. яєць (18,7%), у тому числі 5183 яєць із розрахунку на 1 м² площі пташника 2915 м², ніж за базового способу (LED-світильники з довжиною світлової хвилі 600 нм). Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м² за рік, завдяки освітленню пташників LED-світильниками з довжиною світлової хвилі 650 нм, становить 37,0 млн. грн., а підвищення рентабельності виробництва харчових яєць складає 8,7–25,4 %.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці у ТОВ «ЯСЕНСВІТ» регламентується Законом України «Про охорону праці» та «Правилами охорони праці у птахівництві» [2, 3].

Усі пташники, інкубаторій, яйцесклад та допоміжні приміщення у ТОВ «ЯСЕНСВІТ» обладнані засобами протипожежного захисту (установками пожежної сигналізації, пожежогасіння, системами оповіщення про пожежу тощо) та оснащені первинними засобами пожежогасіння відповідно до вимог НАПБ В.01.057-2006/200, «Переліку одностипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації» (НАПБ Б.06.004-2007), «Правил експлуатації вогнегасників» (НАПБ Б.01.008-2004), «Типових норм належності вогнегасників» (НАПБ Б.03.001-2004), «Пожежна автоматика будинків і споруд» (ДБН В.2.5-13-98).

У виробничих приміщеннях враховуються шумові характеристики обладнання, що використовується. Рівень шуму не повинен перевищувати рівня, передбаченого «Санітарними нормами виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» (ДСН 3.3.6.037-99).

Поверхні будівельних конструкцій у ТОВ «ЯСЕНСВІТ» усередині приміщень для тримання птиці повинні пофарбовані (пообілені вапном) у світлі тони вологостійкими фарбами і допускають вологе прибирання і дезінфекцію.

Стіни в інкубаторіях і вивідних залах, мийних, приміщеннях для приготування кормів повинні пофарбовані або облицьовані до стелі вологостійкими матеріалами, що допускають їх очищення, дезінфекцію та вологе прибирання. Зовнішні поверхні будівельних конструкцій приміщень також повинні легко піддаватися очищенню та дезінфекції.

Підлоги в будинках і спорудах суб'єкта господарювання спроектовані відповідно до вимог ДБН В.2.2-1-95 і мають тверде покриття, не слизькі, малої теплопровідності, водонепроникні, стійкі до впливу стічної рідини, мийчих засобів і дезінфектантів.

Приміщення для утримання птиці, інкубаторію, складу яєць, обладнані каналізацією для стоку води від миття їх внутрішніх поверхонь і технологічного обладнання відповідно до вимог нормативно-технічних актів.

Відкриті канали завглибшки більше 200 мм перекриті решітками, а в місцях проходу людей і проїзду транспорту – суцільними щитами.

Внутрішні системи водопроводу і каналізації птахівницьких приміщень відповідають вимогам ДБН В.2.2-1-95 та розділів 5.4 та 6.4 НАПБ В.01.057-2006/200. Якість питної води відповідає вимогам Державних санітарних правил

і норм ДСанПіН 383 «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води

централізованого господарсько-питного водопостачання». Не допускається

поєднання мереж господарсько-питних водопроводів із мережею водопроводів, що подають воду для технологічних потреб.

Освітлення приміщень для тримання птиці і інших споруд відповідає

вимогам «Ветеринарно-санітарних правил для птахівницьких господарств»,

ДБН В.2.2-1-95 та ДБН В.2.5-28-2006. Експлуатація освітлювального обладнання проводиться згідно з НПАОП 40.1-1.21-98.

Системи опалення (охолодження) і вентиляції приміщень у ТОВ

«ЯСЕНСВІТ» обладнані відповідно до вимог «Державних санітарних правил

планування та забудови населених пунктів» (ДСП N 173-96) та розділів 5.2 і 5.3

НАПБ В.01.057-2006/200. Безпеку експлуатації трубопроводів пари і гарячої води забезпечують згідно з вимогами НПАОП 0.00-1.11-98.

Параметри мікроклімату у приміщеннях відповідають вимогам

«Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень (ДСН 3.3.6.042-99),

«Ветеринарно-санітарних правил для птахівницьких господарств».

Розміщення обладнання у виробничих приміщеннях ТОВ «ЯСЕНСВІТ»

забезпечує безпеку й зручність його використання за призначенням, під час

технічного обслуговування й ремонту, а також передбачає можливість

оснащення засобами захисту, що не входять до конструкції обладнання. При

розміщенні виробничого обладнання у приміщеннях дотримано таких

мінімальних норм проходів і відстаней відповідно до вимог ГОСТ 12.2.042-91.

між частинами обладнання, що виступають, і будівельними конструкціями будинків і споруд з урахуванням проходу не менше 0,8 м, без урахування проходу не менше 0,5 м, крім випадків, коли будівельні конструкції використовуються для кріплення складових частин виробів; від площадок і верхньої частини обмурування котлів, з яких обслуговуються трубопровідна арматура котлів, контрольновимірювальні прилади, вентилятори, електродвигуни тощо, до найближчих елементів перекриття або стелі приміщень повинно бути не менше 1,9 м.

Місце встановлення котлів усередині виробничих приміщень відділене від іншої частини приміщення негорючими перегородками за всією висотою котла, але не нижче 2 м, з обладнанням дверей, що відчиняються назовні, відповідно до НПА ОП 0.00-1.26-96. Висота приміщень від підлоги до низу виступних частин комунікацій і обладнання у місцях регулярного проходу людей і на шляхах евакуації складає не менше 2 м. Висота розміщення завантажувальних та приймальних горловин стаціонарних машин забезпечує зазор з розвантажувальними лотками завантажувачів і конвеєрів не менше 100 мм.

Нагрівальні прилади мають огороження, що виключає доступ персоналу до гарячих поверхонь. Регульовальна і запірна арматура систем опалення встановлена в місцях, легкодоступних для обслуговування. Електроапаратура, встановлена на відкритих майданчиках, захищена кожухами, що захищають від атмосферних впливів.

Робочі місця атестовані відповідно до «Порядку проведення атестації робочих місць за умовами праці» НПА ОП 0.00-6.23-92.

При організації і виконанні виробничих процесів передбачають:

- унеможливлення шкідливого впливу на працівників продуктів життєдіяльності пилу, матеріалів, що мають небезпечні й шкідливі властивості,
- за допомогою застосування дистанційного керування виробничими процесами, використання засобів індивідуального захисту;

– дотримання правил експлуатації, викладених у технічній документації до машин та обладнання;

– використання сигнальних пристроїв, кольорів і знаків безпеки відповідно до вимог нормативних документів.

Системи керування виробничими процесами передбачають аварійне відключення або негайне гальмування обладнання. При виконанні виробничої операції декількома особами забезпечений візуальний або звуковий зв'язок між ними. Рівень звукового сигналу звучить на 10 дБ вище рівня шуму в робочому приміщенні.

Світлова сигналізація стану технологічних ліній ("включено-виключено", "відкрито-закрито") чітко розрізняється за кольором. Тривалість передпускового сигналу (звукового, світлового) становить 5–15 секунд, після чого сигналізація автоматично відключається.

При проведенні виробничих процесів, що супроводжуються виділенням пилу, передбачена герметизація всіх місць і джерел пилотворення і їхня аспірація. Аспіраційні мережі включаються за 30 секунд до включення технологічних ліній і відключаються через 120-180 секунд після зупинки ліній.

Для видалення пилу легкозаймистих або вибухонебезпечних речовин передбачена самостійна вентиляційна система.

Виробничі процеси, пов'язані із застосуванням токсичних, подразнювальних і легкозаймистих речовин, проводяться в окремих приміщеннях або на спеціальних ізольованих ділянках виробничих приміщень, забезпечених механічною вентиляцією, а також засобами контролю шкідливих речовин і захисту від їхнього впливу.

У ТОВ «ЯСЕНСВІТ» птицю утримують багатоярусних кліткових батареях, для обслуговування птиці на верхніх ярусах працівники використовують пересувні візки з гальмовим пристроєм, стійкі підставки, підібрані за зростом працівника. Не допускається ставати або спиратися на конструкції кліткової батареї, кормороздавачного пристрою.

Під час роботи механізмів працівник перебуває біля щита керування. У проходах між клітковими батареями й у торцях кліткових батарей не повинно бути сторонніх осіб.

Працюють з птицею у клітках при зупинених кормороздавачах, механізмах збирання яєць. Миють, дезінфікують кліткові батареї при знеструмленій електричній мережі.

Прибирання кліток виконується спеціальним інвентарем (шкребками, щітками) із застосуванням засобів індивідуального захисту (захисних окулярів, респіраторів, рукавиць). Один раз на тиждень протирають стіни, повітропроводи і інші предмети, на яких осідає пил.

З метою профілактики та лікування хвороб птиці, охорони людей від інфекційних та інвазійних захворювань, спільних для людей і птиці (пташиний грип тощо), ТОВ «ЯСЕНСВІТ» забезпечує проведення комплексу спеціальних заходів, до яких належать дезінфекція, дегельмінтизація, дезінвазія, дезінсекція і дератизація.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 6

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Довжини світлової хвилі чинить вплив на секрецію мелатоніну [64]. Зокрема, багатьма дослідниками описаний сприятливий вплив зеленого світла на секрецію мелатоніну [50, 60, 64, 108]. Епіфіз містить особливий світлочутливий пігмент, який чутливий саме до коротких хвиль світла [24, 34]. Ця особливість, а саме наявність фотопігменту, може бути одним з факторів, що пояснюють чутливість імунної функції курей до коротшої довжини світлових хвиль. Однак короткі довжини хвилі повинні супроводжуватись вищою інтенсивністю світла, щоб впливати на гіпоталамус, тоді як довгі хвилі безпосередньо проникають у мозок, навіть за низької інтенсивності, і досягають гіпоталамусу [12]. Чи діє мелатонін безпосередньо на імунні клітини або, радше, представляє собою гормональний біологічний годинник, що змінює інші медіатори імунної компетентності у курей, ще потрібно дослідити.

Іншим можливим механізмом впливу на організм курей є дія гормонів стресу. У птиці і ссавців введення мелатоніну пов'язане зі зниженням секреції кортикостерону [4, 38, 85], зниженням регуляції глюкокортикоїдних рецепторів та послабленим негативним впливом глюкокортикоїдів на імунну систему [44, 85]. Таким чином, підвищена концентрація гормону стресу через певні режими освітлення може погіршити фізіологічний стан організму курей.

В літературі описано досить багато наслідків впливу на організм курей різноманітних технологічних факторів. Зокрема, негативні технологічні фактори, з якими стикається організм курей за промислового виробництва харчових яєць, впливають на розвиток травного тракту [77] та споживання корму [87], що спричиняє зниження живої маси та уповільнює прирости маси тіла [99], викликає зниження продуктивності і маси яєць [39], призводить до зниження конверсії корму і підвищення рівня смертності [15], погіршує якість яєць [39, 53] та м'яса [43], а також здоров'я та добробут курей загалом [21, 35, 39], що і підтверджено даними дослідженнями. Зокрема, зменшення довжини світлової хвилі від ~ 650 нм до ~ 630 нм супроводжувалося зниженням

збереженості поголів'я на 0,3 % (0,3 % < норми) та маси тіла – на 0,8 % в межах фізіологічної норми, зменшення хвилі до ~ 600 нм спричиняло зниженням збереженості поголів'я на 6,4–6,7 % (9,0 % < норми) та маси тіла курей – на 0,5–1,3 % в межах фізіологічної норми, тоді як зменшення хвилі до ~ 460 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 3,2–9,9 % (12,2 % < норми) та маси тіла – на 5,2–6,5 % (5,1 % < норми). Зниження збереженості поголів'я та маси тіла курей, як реакція організму на хронічний вплив технологічних подразників різної етіології були описані і іншими дослідниками [5, 7, 99, 105].

Вплив на організм курей негативних технологічних факторів супроводжується зменшенням споживання ними корму. Зокрема, зменшення довжини світлової хвилі за утримання курей у клітках багаторушних кліткових батарей від ~ 650 нм до ~ 630 нм супроводжувалось зниженням витрат корму – на 0,2 % (13,8 % > норми), до ~ 600 нм – на 2,0–2,1 % (11,6 % > норми), а зменшення хвилі до ~ 460 нм спричиняло зниження витрат корму – на 1,0–3,1 % (10,5 % > норми). Отримані дані узгоджуються з результатами досліджень інших науковців [7, 87, 96], у яких описане зменшення споживання корму, зокрема через погіршення розвитку травного тракту [77] та зниження апетиту [66].

Негативні технологічні фактори впливають на швидкість овуляції у курей, що призводить до зниження їх несучості [26, 65], що і підтверджують дані дослідження. Зокрема, зменшення довжини світлової хвилі від ~ 650 нм до ~ 630 нм супроводжувалось зниженням несучості на 3,1 % (4,2 % < норми) на початкову несучку та на 2,8 % (0,1 % < норми) на середню несучку, зменшенням до ~ 600 нм – на 7,1–10,0 % (11,0 % < норми) на початкову та на 0,4–3,2 % (0,7 % < норми) на середню несучку, а зменшенням до ~ 460 нм – на 6,4–15,8 % (16,8 % < норми) на початкову та на 2,9–6,0 % (3,6 % < норми) на середню несучку. Отримані дані узгоджуються з результатами багатьох досліджень, в яких описано зниження несучості, як реакцію організму птиці на гострий [95] і хронічний [39, 59, 102] вплив негативних технологічних

факторів. Зниження несучості за впливу на організм курей негативних технологічних факторів відбувається через зменшення кількості фолікулів шляхом індукції апоптозу, який запускається у фолікулярних клітинах шляхом активації систем FasL/Fas і TNF- α , а також підвищення рівнів окислювального стресу, кортикотропін-релізінг-гормону та кортикостерону за одночасного зниження співвідношення естрадіол/прогестерон у фолікулярній рідині в малих і великих фолікулах [62]. Атрезія фолікулів та зменшення маси яйцепроводу за стресу у курей підтверджені також експериментальним введенням АКГГ [71]. Зниження несучості також може бути наслідком зниження секреції гонадотропін-релізінг-гормону, лютеїнізуючого гормону та фолікулостимулюючого гормону. Крім того, негативні технологічні фактори, які діють на організм курей як надпорогові подразники, змінюють регуляцію репродуктивної діяльності гіпоталамуса у несучок і знижують концентрацію лютеїнізуючого гормону в крові. Це явище спричинене дисфункцією гіпоталамуса [52]. В результаті знижується несучість, а в екстремальних умовах може розвинути безпліддя [81].

Зниження маси яєць за впливу негативних технологічних факторів під час утримання курей у клітках багатоярусних батарей не спостерігалось, що підтверджує результати інших дослідників [37], які описують лише можливе короткотривале зниження маси яєць за впливу хронічного стресу. Водночас зустрічаються повідомлення про те, що гострий стрес у курей все ж таки супроводжується зниженням маси яєць [9].

Загалом нашими дослідженнями показано, що зменшення пікової довжини хвилі від ~ 650 нм до ~ 630 нм супроводжувалось зниженням валового виходу яєць на 4,5 млн. шт. та яйцемаси – на 3273 т з кожного пташнику, у тому числі на 1,6 тис. шт. та 112,3 кг з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,0 од. Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 600 нм супроводжувалось зменшенням валового виходу яєць на 7,8–12,6 млн. шт. та яйцемаси – на 505,7–833,0 т з кожного пташнику, у тому числі на 2,7–4,3 тис. шт. та 173,5–285,8 кг з 1 м² його

площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,6–2,6 од. Подальше зменшення пікової довжини хвилі до ~ 460 нм супроводжувалась зниженням валового виходу яєць на 6,1–18,8 млн. шт. та яйцемаси – на 365,3–1198,3 т з кожного пташнику, у тому числі на 2,1–6,4 тис. шт. та 125,3–288,9 кг з 1 м^2 його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,2–3,8 од.

Таким чином, нашими дослідженнями встановлено, що удосконалення промислової технології виробництва харчових яєць шляхом використання під час утримання курей-несучок для освітлення пташників LED-світильників з

довжиною світлової хвилі ~ 650 нм забезпечить за 44-тижневий період яйцекладки отримувати додатково 4,8–18,8 млн. яєць з кожного пташнику (0,4–1,6 тис. шт. з 1 м^2 його площі) за вищого рівня європейського коефіцієнту ефективності їх виробництва на 1,0–3,8 од. З економічної точки зору 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 2915 м^2 , ніж за базового способу (LED-світильники з довжиною світлової хвилі 460 нм). Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м^2 за рік, завдяки освітленню пташників LED-світильниками з довжиною світлової хвилі

650 нм, становить 37,0 млн. грн., а підвищення рентабельності виробництва харчових яєць складає 8,7–25,4 %.

ВИСНОВКИ

1. Зменшення довжини хвилі світла під час утримання курей в клітках багаторусних батарей чинить вплив на їх життєздатність та репродуктивну функцію. Зменшення пікової довжини хвилі від ~ 650 нм до ~ 630 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 0,3 % (0,3 % < норми), маси тіла – на 0,8 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 3,1 % (4,2 % < норми), несучості на середню несучку – на 2,8 % (0,1 % < норми) та витрат корму – на 0,2 % (13,8 % > норми). Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 600 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 6,4–6,7 % (9,0 % < норми), маси тіла – на 0,5–1,3 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 7,1–10,0 % (11,0 % < норми), несучості на середню несучку – на 0,4–3,2 % (0,7 % < норми) та витрат корму – на 2,0–2,1 % (11,6 % > норми). Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 460 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 3,2–9,9 % (12,2 % < норми), маси тіла – на 5,2–6,5 % (5,1 % < норми), несучості на початкову несучку – на 6,4–15,8 % (16,8 % < норми), несучості на середню несучку – на 2,9–6,0 % (3,6 % < норми) та витрат корму – на 1,0–3,1 % (10,5 % > норми).

2. Не виявлено впливу довжини світлових хвиль LED-світильників за утримання курей у клітках багаторусних кліткових батарей на міцність та товщину шкаралупи, інтенсивність забарвлення жовтку та інші характеристики складових яєць, у тому числі за одиницями ХАУ.

3. За утримання курей-несучок сучасних білояєчних кросів у 12-ярусних кліткових батареях класичних конструкцій доцільно застосовувати освітлення із довжиною пікової хвилі ~ 650 нм, тобто із світлом червоного кольору. Це дає можливість за 44-тижневий період яйцекладки отримувати додатково 4,8–18,8 млн. яєць з кожного пташнику (0,4–1,6 тис. шт. з 1 м² його площі) за вищого рівня європейського коефіцієнту ефективності їх виробництва на 1,0–3,8 од.

4. Зменшення пікової довжини хвилі від ~ 650 нм до ~ 630 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 0,7 % (3,8 % < норми), маси тіла – на 0,6 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову

несучку – на 2,9 % (5,3 % < норми), що спричинило зменшення валового виходу яєць на 4,5 млн. шт. та яйцемаси – на 3273 т з кожного пташнику, у тому числі на 1,6 тис. шт. та 112,3 кг з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,0 од.

5. Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 600 нм супроводжувалось зниженням збереженості поголів'я на 6,0–6,7 % (9,8 % < норми), маси тіла – на 1,0–1,7 % в межах фізіологічної норми, несучості на початкову несучку – на 6,6–10,3 % (11,6 % < норми) та витрат корму – на 0,6–0,7 % (7,5 % > норми), що зумовило зменшення валового виходу яєць на 7,8–12,6 млн. шт. та яйцемаси – на 505,7–833,0 т з кожного пташнику, у тому числі на 2,7–4,3 тис. шт. та 173,5–285,8 кг з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,6–2,6 од.

6. Зменшення пікової довжини хвилі до ~ 460 нм супроводжувалась зниженням збереженості поголів'я на 4,2–10,9 % (14,0 % < норми), маси тіла – на 2,3–4,0 % (0,2 % < норми), несучості на початкову несучку – на 5,6–15,3 % (16,5 % < норми) та витрат корму – на 2,0–2,7 % (5,3 % > норми), що спричинило зменшення валового виходу яєць на 6,1–18,8 млн. шт. та яйцемаси – на 365,3–1198,3 т з кожного пташнику, у тому числі на 2,1–6,4 тис. шт. та 125,3–288,9 кг з 1 м² його площі, із зниженням рівня європейського коефіцієнту ефективності виробництва яєць на 1,2–3,8 од.

НУБІП України

НУБІП України

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Удосконалення промислової технології виробництва харчових яєць шляхом використовувати під час утримання курей-несучок для освітлення пташників LED-світильників з довжиною світлової хвилі ~ 650 нм забезпечить одержання за рік додатково 15,1 млн. яєць (18,7%), у тому числі 5183 яєць із розрахунку на 1 м^2 площі пташника 2915 м^2 , ніж за базового способу (LED-світильники з довжиною світлової хвилі 460 нм). Вартість додатково отриманих харчових яєць у 1 пташнику площею 2915 м^2 за рік, завдяки освітленню пташників LED-світильниками з довжиною світлової хвилі 650 нм, становить 37,0 млн. грн., а підвищення рентабельності виробництва харчових яєць складає 8,7–25,4%.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ВНТП-АПК-04/05. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства птахівництва: затв. наказом Мін-воаграр. політики України від 15.09.2005 р. № 473. [На заміну ВНТП-СРП-46-4.94; чинні від 2006-01-01]. Київ. 2005. 90 с.

2. Закон України «Про охорону праці». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення 22.09.2023).

3. Правила охорони праці птахівництві. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1067-08#Text> (дата звернення: 22.09.2023).

4. Abbas A.O., Gehad A.E., Hendricks G.L., Gharib H.B.A., Mashaly M.M. The Effect of Lighting Program and Melatonin on the Alleviation of the Negative Impact of Heat Stress on the Immune Response in Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*. 2007. Vol. 6. P. 651–660.

5. Abo Ghanima M.M., Abd El-Hack M.E., Taha A.E., Tufarelli V., Laudadio V., Naier M.A. Assessment of Stocking Rate and Housing System on Performance, Carcass Traits, Blood Indices, and Meat Quality of French Pekin Ducks. *Agriculture*. 2020. Vol. 10(7). P. 273.

6. Agapito M.T., Redondo I., Plaza R., Lopez-Burillo S., Recio J.M., Pablos M.A. Relationships between melatonin, glutathione peroxidase, glutathione reductase, and catalase. Endogenous rhythms on cerebral cortex in *Callus domesticus*. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. 1999. Vol. 460. P. 377–381.

7. Al Abdullatif A., Azzam M. Effects of Hot Arid Environments on the Production Performance, Carcass Traits, and Fatty Acids Composition of Breast Meat in Broiler Chickens. *Life*. 2023. Vol. 13. P. 1239.

8. Arowolo M., He J., He S., Adebowale T. The implication of lighting programmes in intensive broiler production system. *World's Poultry Science Journal*. 2018. Vol. 75(1). P. 17–28.

9. Barrett N.W., Rowland K., Schmidt C.J., Lambert S.J., Rothschild M.F., Ashwell C.M., Persia M.E. Effects of acute and chronic heat stress on the

performance, egg quality, body temperature, and blood gas parameters of laying hens.

Poultry Science. 2019. Vol. 98. № 12. P. 6684–6692.

10. Barros J.S.G., Barros T.D.S., Sartor K., Raimundo J.A., Rossi L.A. The effect of linear lighting systems on the productive performance and egg quality of laying hens. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99(3). P. 1369–1378.

11. Baxter M., Bédécarrats G.Y. Evaluation of the Impact of Light Source on Reproductive Parameters in Laying Hens Housed in Individual Cages. *Journal of Poultry Science*. 2019. Vol. 56(2). P. 148–158.

12. Baxter M., Joseph N., Osborne V.R., Bédécarrats G.Y. Red light is necessary to activate the reproductive axis in chickens independently of the retina of the eye. *Poultry Science*. 2014. Vol. 93. P. 1289–1297.

13. Baxter M. Studying the Effect of Light Wavelength on Laying Hens (*Gallus Gallus*). Doctoral dissertation, University of Guelph, Ontario, Canada, 2015.

14. Bayram A., Özkan S. Effects of a 16-hour light, 8-hour dark lighting schedule on behavioral traits and performance in male broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2010. Vol. 19. P. 263–273.

15. Benyi K., Norris D., Tsatsinyane P.M. Effects of stocking density and group size on the performance of white and brown Hyline layers in semi-arid conditions. *Tropical Animal Health and Production*. 2006. Vol. 38. P. 619–624.

16. Bessei W. Welfare of broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*. 2006. Vol. 62. P. 455–466.

17. Blatchford R.A., Klasing K.C., Shivaprasad H.L., Wakenell P.S., Archer G.S., and Mench J.A. The effect of light intensity on the behavior, eye and leg health, and immune function of broiler chickens. *Poultry Science*. 2009. Vol. 88. P. 20–28.

18. Borille R., Garcia R.G., Naas I.A., Caldara R.F., Santana M.R. Monochromatic lightemitting diode (LED) source in layers hens during the second production cycle. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2015. Vol. 19(9). P. 877–881.

19. Borille R., Garcia R.G., Royer A.F.B., Santana M.R., Colet S., Naas I.A., Caldara F.R., Almeida Paz I.C.L., Rosa E.S., Castilho V.A.R. The use of light-

emitting diodes (LED) in commercial layer production. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2013. Vol. 15(2). P. 135–140.

20. Çalışlar S., Yeter B., Şahin A. Importance of Melatonin on Poultry. *KSÜ Tar Doğa Derg.* 2018. Vol. 21(6). P. 987–997.

21. Campbell A.M., Johnson A.M., Persia M.E., Jacobs L. Effects of Housing System on Anxiety, Chronic Stress, Fear, and Immune Function in Brown Laying Hens. *Animals (Basel)*. 2022. Vol. 12(14). P. 1803.

22. Chen F., Reheman A., Cao J., Wang Z., Dong Y., Zhang Y., Chen Y. Effect of melatonin on monochromatic light-induced T-lymphocyte proliferation in the thymus of chickens. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 2016. Vol. 161. P. 9–16.

23. Chowdhury V.S., Yamamoto K., Ubuka T., Bentley G.E., Hattori A., Tsutsui K. Melatonin Stimulates the Release of Gonadotropin-inhibitory Hormone by the Avian Hypothalamus. *Endocrinology*. 2010. Vol. 151. P. 271–280.

24. Csernus V.J. The avian pineal gland. *Chronobiology International*. 2006. Vol. 23. P. 329–339.

25. Doehring S., Uhlenkamp A., Andersson R. Lighting for poultry houses to meet the needs of the birds. *Lohmann Information*. 2018. Vol. 52. P. 21–30.

26. Ebeid D.A., Suzuki T., Sugiyama T. High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. *Poultry Science*. 2012. Vol. 91(9). P. 2282–2287.

27. Engert L.C., Weiler U., Pfaffinger B., Stefanski V., Schmucker S.S. Diurnal rhythms in peripheral blood immune cell numbers of domestic pigs. *Developmental & Comparative Immunology*. 2018. Vol. 79. P. 11–20.

28. Engert L.C., Weiler U., Pfaffinger B., Stefanski V., Schmucker S.S. Photoperiodic Effects on Diurnal Rhythms in Cell Numbers of Peripheral Leukocytes in Domestic Pigs. *Frontiers in Immunology*. 2019. Vol. 10. P. 20120465.

29. England A., Ruhnke I. The influence of light of different wavelengths on laying hen production and egg quality. *World's Poultry Science Journal*. 2020. Vol. 76. № 3. P. 443–458.

30. Er D., Wang Z., Cao J., Chen Y. Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2007. Vol. 16(4). P. 605–612.

31. Erensoy K., Sarica M., Noubandigui M. Effect of light intensity and stocking density on the performance, egg quality, and feather condition of laying hens reared in a battery cage system over the first laying period. *Tropical Animal Health and Production*. 2021. Vol. 53. P. 320

32. European Union. Council Directive 2007/43/EC of 28 June 2007 laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. *Official Journal of the European Union*. 2007. Vol. 182. P. 19–28.

33. European Union. Council Directive 1999/74/EC of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens. *Official Journal of the European Union*. 1999. Vol. 203. P. 53–57. (accessed July 19, 2022).

<http://data.europa.eu/eli/dir/1999/74/oj>

34. Faluhelyi N., Csernus V. The effects of environmental illumination on the in vitro melatonin secretion from the embryonic and adult chicken pineal gland. *General and Comparative Endocrinology*. 2007. Vol. 152. P. 154–158.

35. Feng P.G., Guo Y.L., Yang H.M., Ban Z.B., Liang H., Zhang F.Y. Research progress on the effect of stocking density on the health and production of livestock and poultry. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*. 2018. Vol. 7. P. 34–38.

36. Fernandes A.M., de Lucca Sartori D., de Oliveira Morais F.J., Salgado D.D., Pereira D.F. Analysis of Cluster and Unrest Behaviors of Laying Hens Housed under Different Thermal Conditions and Light Wave Length. *Animals (Basel)*. 2021. Vol. 11(7). P. 2017.

37. Franco-Jimenez D.J., Scheideler S.E., Kittok R.J., Brown-Brandl T.M., Robeson L.R., Taira H., Beck M.M. Differential effects of heat stress in three strains of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2007. Vol. 16. P. 628–634.

38. Gehad A.E., Mehaisen G.M., Abbas A.O., Mashaly M.M. The Role of Light Program and Melatonin on Alleviation of Inflammation Induced by

Lipopolysaccharide Injection in Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science*. 2008. Vol. 7. P. 193–201.

39. Geng A.L., Liu H.G., Zhang Y., Zhang J., Wang H.H., Chu Q., Yan Z.X. Effects of indoor stocking density on performance, egg quality, and welfare status of a native chicken during 22 to 38 weeks. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99. P. 163–171.

40. Gharib H.B.A., Desoky A.A., El-Menawey M.A., Abbas A.O., Hendricks G.L., Mashaly M.M. The Role of Photoperiod and Melatonin on Alleviation of the Negative Impact of Heat Stress on Broilers. *International Journal of Poultry Science*. 2008. Vol. 7. P. 749–756.

41. Ghuffar A., KhalilurRahman, Siddque M., Ahmad F., Khan M.A. Impact of various lighting source (incandescent, fluorescent, metal halide and high pressure sodium) on the production performance of chicken broilers. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 2009. Vol. 46. P. 40–45.

42. Gongruttananun N. Influence of red light on reproductive performance, eggshell ultrastructure, and eye morphology in Thai-native hens. *Poultry Science*. 2011. Vol. 90. P. 2855–2863.

43. Gonzalez-Rivas P.A., Chauhan S.S., Ha M., Fegan N., Dunshea F.R., Warner R.D. Effects of heat stress on animal physiology, metabolism, and meat quality: A review. *Meat Science*. 2020. Vol. 162. P. 108025.

44. Haldar C., Rai S., Singh R. Melatonin blocks dexamethasone-induced immunosuppression in a seasonally breeding rodent Indian palm squirrel, *Funambulus pennanti*. *Steroids*. 2004. Vol. 69. P. 367–377.

45. Hassan M.R., Sultana S., Choe H.S., Ryu K.S. Effect of monochromatic and combined light colour on performance, blood parameters, ovarian morphology and reproductive hormones in laying hens. *Italian Journal of Animal Science*. 2013. Vol. 12(3). P. 359–364.

46. Hieke A.-S.C., Hubert S.M., Athrey G. Circadian disruption and divergent microbiota acquisition under extended photoperiod regimens in chicken. *PeerJ*. 2019. Vol. 7. P. e6592.

47. Hofmann T., Schmucker S., Grashorn M., Stefanski V. Short- and long-term consequences of stocking density during rearing on the immune system and welfare of laying hens. *Poultry Science*. 2021. Vol. 100(8). P. 101243

48. Huber-Eicher B., Suter A., Spring-Stahli P. Effects of colored light-emitting diode illumination on behavior and performance of laying hens. *Poultry science*. 2013. Vol. 92. P. 869–873.

49. Hy-Line W-36 Final Hybrid Content Guide (2019). URL: https://www.hyline.com/userdocs/pages/36_COM_RUS.pdf

50. Jin E., Jia L., Li J., Yang G., Wang Z., Cao J., Chen Y. Effect of monochromatic light on melatonin secretion and arylalkylamine N-acetyltransferase mRNA expression in the retina and pineal gland of broilers. *Anatomical Record (Hoboken)*. 2011. Vol. 294. P. 1233–1241.

51. Johnston J.D. Measuring seasonal time within the circadian system: regulation of the suprachiasmatic nuclei by photoperiod. *Journal of Neuroendocrinology*. 2005. Vol. 17(7). P. 459–65.

52. Kala M., Shaikh M.V., Nivsarkar M. Equilibrium between anti-oxidants and reactive oxygen species: A requisite for oocyte development and maturation. *Reproductive Medicine and Biology*. 2017. Vol. 16. P. 28–35.

53. Kang H.K., Park S.B., Jeon J.J., Kim H.S., Kim C.H., Hong E., Kim C.H. Effect of stocking density on laying performance, egg quality and blood parameters of Hy-Line Brown laying hens in an aviary system. *European Poultry Science*. 2018. Vol. 82. P. 236–252.

54. Kim M.J., Choi H.C., Suh O.S. A study of different sources and wavelengths of light on laying egg characteristics in laying hens. *Korean Journal of Poultry Science*. 2010. Vol. 37. P. 383–388.

55. Kram Y.A., Mantey S., Corbo J.C. Avian cone photoreceptors tile the retina as five independent, self-organizing mosaics. *PLoS One*. 2010. Vol. 5. P. e8992.

56. Kumar V., Rani S. Light Sensitivity of the Photoperiodic Response System in Higher Vertebrates: Wavelength and Intensity Effects. *Indian Journal of Experimental Biology*. 1999. Vol. 37. P. 1053–1064.

57. Lewis P.D., Caston L., Leeson S. Green light during rearing does not significantly affect the performance of egg-type pullets in the laying phase. *Poultry Science*. 2007. Vol. 86. P. 739–743.

58. Lewis P.D., Morris T.R. Poultry and coloured light. *World's Poultry Science Journal*. 2000. Vol. 56(3). P. 18–9207.

59. Li D., Tong Q., Shi Z., H. Li H., Wang Y., Li B., Yan G., Chen H., Zheng W. Effects of chronic heat stress and ammonia concentration on blood parameters of laying hens. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99(8). P. 3784–3792.

60. Li D.Y., Wu N., Tu J.B., Hu Y.D., Yang M.Y., Yin H.D., Chen B.L., Xu H.L., Yao Y.F., Zhu Q. Expression patterns of melatonin receptors in chicken ovarian follicles affected by monochromatic light. *Genetics and Molecular Research*. 2015. Vol. 14(3). P. 10072–10080.

61. Li G., Li B., Zhao Y., Shi Z., Liu Y., Zheng W. Layer pullet preferences for light colors of light-emitting diodes. *Animal*. 2019. Vol. 13(6). P. 1245–1251.

62. Li G.-M., Liu L.-P., Yin Bi., Liu Y.-Y., Dong W.-W., Gong S., Zhang J., Tan J.-H. Heat stress decreases egg production of laying hens by inducing apoptosis of follicular cells via activating the FasL/Fas and TNF- α systems. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99(11). P. 6084–6093.

63. Li X., Zheng Z., Pan J., Jiang D., Tian Y., Fang L., Huang Y. Impacts of colored light-emitting diode illumination on the growth performance and fecal microbiota in goose. *Poultry science*. 2020. Vol. 99(4). P. 1805–1812.

64. Ma S., Wang Z., Cao L., Dong Y., Chen Y. Effect of Monochromatic Light on Circadian Rhythm of Clock Genes in Chick Pinealocytes. *Journal of Photochemistry*. 2018. Vol. 94. P. 1263–1272.

65. Ma X., Lin Y., Zhang H., Chen W., Wang S., Ruan D., Jiang Z. Heat stress impairs the nutritional metabolism and reduces the productivity of egg-laying ducks. *Animal Reproduction Science*. 2014. Vol. 145(3–4). P. 182–190.

66. Mazzoni M., Zampiga M., Clavenzani P., Lattanzio G., Tagliavia C., Sirti F. Effect of chronic heat stress on gastrointestinal histology and expression of feed-intake-regulatory hormones in broiler chickens. *Animal*. 2022. Vol. 16(8). P. 100600.

67. Min J.K., Hossan M.S., Nazma A., Jae C.N., Han T.B., Hwan K.K., Dong W.K., Hyun S.C., Hee C.C., Ok S.S. Effect of monochromatic light on sexual maturity, production performance and egg quality of laying hens. *Avian Biology Research*. 2012. Vol. 5. P. 69–74.

68. Mobarkey N., Avital N., Heiblum R., Rozenboim I. The Role of Retinal and Extra-retinal Photostimulation in Reproductive Activity in Broiler Breeder Hens. *Domestic Animal Endocrinology*. 2010. Vol. 38. P. 235–243.

69. Mobarkey N., Avital N., Heiblum R., Rozenboim I. The Effect of Parachlorophenylalanine and Active Immunization Against Vasoactive Intestinal Peptide on Reproductive Activities of Broiler Breeder Hens Photostimulated with Green Light. *Biology of Reproduction*. 2013. Vol. 88. P. 83.

70. Mudhar A.S., Tabeekh A. The effect of color light and stocking density on some enzymes and hormones of broilers and layers. *Mirror of Research in Veterinary Sciences and Animals*. 2016. Vol. 5(1). P. 25–37.

71. Mumma J.O., Thaxton J.P., Vizzier-Thaxton V., Dodson W.L. Physiological stress in laying hens. *Poultry Science*. 2006. Vol. 85. № 4. P. 761–769.

72. Nieman D.C., Wentz L.M. The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science*. 2019. Vol. 8. P. 201–217.

73. Pan J., Yang Y., Yang B., Dai W., Yu Y. Human-friendly light-emitting diode source stimulates broiler growth. *PloS One*. 2015. Vol. 10. P. e0135330.

74. Patel S.J., Patel A.S., Patel M.D., Patel J.H. Significance of light in poultry production: a review. *Advancements in Life Sciences*. 2016. Vol. 5. P. 1154–1160.

75. Pineda R., Garcia-Galiano D., Sanchez-Garrido M. A., Romero M., Ruiz-Pino F., Aguilar E. Characterization of the potent gonadotropin-releasing

activity of RF9, a selective antagonist of RF-amide-related peptides and neuropeptide FF receptors: physiological and pharmacological implications. *Endocrinology*. 2010. Vol. 151. P. 1902–1913.

76. Prescott N.B., Wathes C.M. Spectral sensitivity of domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). *British Poultry Science*. 1999. Vol. 40. P. 332–339.

77. Qaid M.M., Albatshan H.A., Hussein E.O.S., Al-Garadi M.A. Effect of housing system and housing density on performance, viability, and gastrointestinal tract growth of broiler chicks during the first 2 wk of age. *Poultry Science*. 2023. Vol. 102(7). P. 102752.

78. Rangel P., Gutierrez G. Reproduction in Hens: Is Testosterone Necessary for the Ovulatory Process? *General and Comparative Endocrinology*. 2014. Vol. 203. P. 250–261.

79. Reddy I.J., David C.G., Selvaraju S., Mondal S., Kiran G.R. 2012.GnRH-1 mRNA, LH Surges, Steroid Hormones, Egg Production, and Intersequence Pause-Days Alter in Birds Exposed to Longer Wavelength of Light in the Later Stages of Production in *Gallus Gallus Domesticus*. *Tropical Animal Health and Production*. 2012. Vol. 44. P. 1311–1317.

80. Rozenboim I., Biran I., Uni Z., Robinzon B., Halevy O. The effect of monochromatic light on broiler growth and development. *Poultry Science*. 1999. Vol. 78. P. 135–138.

81. Sahin K., Sahin N., Kucuk O., Hayirli A., Prasad A.S. Role of dietary zinc in heat-stressed poultry: A review. *Poultry Science*. 2009. Vol. 88(10). P. 2176–2183.

82. Scheiermann C., Gibbs J., Ince L., Loudon A. Clocking in to immunity. *Nature Reviews Immunology*. 2018. Vol. 18. P. 423–37.

83. Schwan-Lardner K., Fancher B.I., Classen H.L. Impact of daylength on behavioural output in commercial broilers. *Applied Animal Behaviour Science*. 2012. Vol. 137. P. 43–52.

84. Shi H., Li B., Tong Q., Zheng W., Zeng D., Feng G. Effects of LED Light Color and Intensity on Feather Pecking and Fear Responses of Layer Breeders

in Natural Mating Colony Cages. *Animals: an open access journal from MDPI*. 2019. Vol. 9(10). P. 814.

85. Singh S.S., Yadav S.K., Haldar C. Effect of Glucocorticoid and Melatonin on Immune Function of an Indian Tropical Bird, *Perdicula Asiatica*: An in Vivo and in Vitro Study. *European Journal of Inflammation*. 2010. Vol. 8. P. 89–97.

86. Soliman F.N.K., El-Sabrouf K. Light wavelengths/colors: Future prospects for broiler behavior and production. *Journal of Veterinary Behavior*. 2020. Vol. 36. P. 34–39.

87. Son J., Kim H.-J., Hong E.-C., Kang H.-K. Effects of Stocking Density on Growth Performance, Antioxidant Status, and Meat Quality of Finisher Broiler Chickens under High Temperature. *Antioxidants*. 2022. Vol. 11. P. 871.

88. Sultana S., Hassan M.R., Choe H.S., Kang M.Y., Ryu K.S. Effect of various LED light color on the behavior and stress response of laying hens. *Indian Journal of Animal Sciences*. 2013. Vol. 83. P. 829–833.

89. Svobodova J., Tumova E., Popelarova E., Chodova D. Effect of light colour on egg production and egg contamination. *Czech Journal of Animal Science*. 2015. Vol. 60. P. 550–556.

90. Tran T.T., Bedecarrats G.Y., Choh V. Inner Retinal Cell Development Is Impaired in Smoky Joe Chickens. *Poultry Science*. 2013. Vol. 92. P. 1322–1330.

91. Tsutsui K., Bentley G.E., Bedecarrats G., Osugi T., Ubuka T., Kriegsfeld L.J. Gonadotropin-inhibitory Hormone (GnIH) and Its Control of Central and Peripheral Reproductive Function. *Frontiers in Neuroendocrinology*. 2010. Vol. 31. P. 284–295.

92. Ubuka T., Bentley G.E., Ukena K., Wingfield J.C., Tsutsui K. Melatonin Induces the Expression of Gonadotropin-inhibitory Hormone in the Avian Brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2005. Vol. 102. P. 3052–3057.

93. Van der Eijk J.A.J., Rodenburg T.B., de Vries H., Kjaer J.B., Smidt H., Naguib M., KEMP B., Lammers A. Early-life microbiota transplantation affects behavioural responses, serotonin and immune characteristics in chicken lines divergently selected on feather pecking. *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10. P. 2750.

94. Wang Y. Chapter 29 – Overviews of avian neuropeptides and peptides. Editor(s) Colin G. Scanes, Sami Dridi, *Sturkie's Avian Physiology (Seventh Edition)*, Academic Press. 2022. P. 747–757.

95. Wasti S., Sah N., Mishra B. Impact of Heat Stress on Poultry Health and Performances, and Potential Mitigation Strategies. *Animals (Basel)*. 2020. Vol. 10(8). P. 1266.

96. Weimer S.L., Wideman R.F., Scanes C.G., Mauromoustakos A., Christie K.D. Broiler stress responses to light intensity, flooring type, and leg weakness as assessed by heterophil to lymphocyte ratios, serum corticosterone, infrared thermography, and latency to lie. *Poultry Science*. 2020. Vol. 99(7). P. 3301–3311.

97. Wood S., Loudon A. The pars tuberalis: the site of the circannual clock in mammals? *Gen Comp Endocrinol*. 2018. Vol. 258. P. 222–235.

98. Wyk B.V., Fraley G. Ontogeny of OPN4, OPN5, GnRH and GnIH mRNA Expression in the Posthatch Male and Female Pekin Duck (*Anas platyrhynchos domesticus*) Suggests OPN4 May Have Additional Functions beyond Reproduction. *Animals*. 2021. Vol. 11(4). P. 1121.

99. Yanai T., Abo-Samaha M.I., El-Kazaz S.E., Tohamy H.G. Effect of stocking density on productive performance, behaviour, and histopathology of the lymphoid organs in broiler chickens. *European Poultry Science*. 2018. Vol. 82. P. 325–341.

100. Yang J., Liu L., Sheikhhmadi A., Wang Y., Li C., Jiao H., Liu H., Song Z. Effects of corticosterone and dietary energy on immune function of broiler chickens. *PLoS ONE*. 2015. Vol. 10. P. e0119750.

101. Yang Y., Yu Y., Pan J., Ying Y., Zhou H. A new method to manipulate broiler chicken growth and metabolism: Response to mixed LED light system. *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. P. 25972.

102. Yan L., Hu M., Gu L., Lei M., Chen Z., Zhu H., Chen R. Effect of Heat Stress on Egg Production, Steroid Hormone Synthesis, and Related Gene Expression in Chicken Preovulatory Follicular Granulosa Cells. *Animals*. 2022. Vol. 12(11). P. 1467.

103. Yang Y., Pan C., Zhong R., Pan J. The quantitative models for broiler chicken response to monochromatic, combined, and mixed light-emitting diode light: A meta-analysis. *Poultry Science*. 2018. Vol. 97(6). P. 1980–1989.

104. Yenilmez L.F., Saber S.N., Serbester U., Celik L. Effects of monochromatic light on performance, egg quality, yolk cholesterol and blood biochemical profile of laying hens. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. 2021. Vol. 31(1). P. 46–52.

105. Zhang J., Li Q., Wu Y., Wang D., Xu L., Zhang Y., Wang S., Wang T., Liu F., Zaky M.Y., Hou S., Liu S., Zou K., Lei H., Zou L., Zhang Y., Liu H. Cholesterol content in cell membrane maintains surface levels of ErbB2 and confers a therapeutic vulnerability in ErbB2-positive breast cancer. *Cell Commun Signal*. 2019. Vol. 17(1). P. 15.

106. Zhang X., Hongqing X.U., Monan L.I., Hongmei X.U., Muqing L.I.U. Effects of different monochromatic light of LED on the growth performance of Jinmao broilers and egg laying performance of Jinmao breeders. *Journal of Science and Technology in Lighting*. 2017. Vol. 41. P. 143–147.

107. Zhao R.X., Cai C.H., Wang P., Zheng L., Wang J.S., Li K.X., Liu W., Guo X.Y., Zhan X.A., Wang K.Y. Effect of night light regimen on growth performance, antioxidant status and health of broiler chickens from 1 to 21 days of age. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2019. Vol. 32. P. 904–911.

108. Zheng L., Ma Y.E., Gu L.Y., Yuan D., Shi M.L., Guo X.Y., Zhan X.A. Growth performance, antioxidant status, and nonspecific immunity in broilers under different lighting regimens. *Journal of Applied Poultry Research*. 2013. Vol. 22. P. 798–807.

