УЛЬТРАФІОЛЕТОВА УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРОМІНЕННЯ ТВАРИН З АВТОМАТИЧНИМ КЕРУВАННЯМ

О. О. Семенов, інженер

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

E-mail: fanfan777@ukr.net

М. Л. Лисиченко, доктор технічних наук, професор

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені

Петра Василенка

E-mail: aemc-lysychenko@ukr.net

Анотація. *Сучасні технології виробництва продукції тваринництва передбачають тривале утримання молодняку тварин у закритих приміщеннях із штучним мікрокліматом. Тобто, передбачається підтримання в необхідних межах температури, вологості, загазованості, рівня освітлення, тощо. Зокрема, для компенсації сонячного випромінювання застосовують ультрафіолетові (УФ) опромінювальні установки.*

Основним критерієм УФ опромінювання є доза, яка для кожного виду і віку тварин індивідуальна. Отримана кількість опромінювання залежить від типу і потужності джерела випромінювання, висоти підвісу, тривалості процесу опромінювання. Тому, існуючі рухомі УФ опромінювальні установки для ефективної роботи потребують модернізації.

Мета дослідження - розробка УФ опромінювальної установки для приміщення з утриманням свиней різного віку та ваги в боксах з можливістю автоматичного забезпечення необхідної дози.

Авторами з метою підвищення точності дотримання рекомендованої дози УФ опромінення застосувати відеокамеру та пристрій із програмним забезпеченням, який реалізує ефект «розпізнання образів» та автоматичне керування установкою при її русі над тваринами, які утримуються різними віковими групами в боксах.

Проведені експериментальні дослідження показали, що в дослідних групах свиней, де здійснювалося опромінювання із застосуванням розробленого блоку автоматичного керування УФ установкою, набір живої ваги у поросят був на 20-25 % більше, ніж у контрольній групі.

Ключові слова: *ультрафіолетове випромінювання, опромінювальні установки, світловий мікроклімат, ерітемне випромінювання, молодняк тварин, автоматичне керування, розпізнання образів*

Актуальність. Сучасне сільське господарство України досягло стабільної позитивної динаміки і все більше нарощує виробництво сільськогосподарської продукції. Подальший розвиток галузі у 2019 р. забезпечив 42 % валютних надходжень в Україну, але потребує якісних перетворень, які можуть підвищити конкурентоспроможність виробництва та забезпечити продовольчу безпеку [1].

Галузь тваринництва, в якій формується 30 % валового сільськогосподарського виробництва, займає важливе місце в агропромисловому комплексі економіки України. Її розвиток залишається важливою умовою безпеки, сталого соціально-економічного стану держави та істотним резервом експорту сільськогосподарської продукції. Основою проблемою впродовж останніх двох десятиріч є зменшення поголів'я свиней і виробництва продукції свинарства. Найбільших втрат зазнало промислове свинарство – у цьому сегменті кількість поголів'я зменшилась у 3,5 рази.

Частка особистих господарств населення становить 49 % поголів'я свиней, але через нетехнологічні способи вирощування тварин показники середньодобових приростів і виходу життєздатного потомства значно нижче світових, а втрати тварин (падіж) – у кілька разів вище. Тому подальший розвиток свинарства повинен бути спрямований на підвищення конкурентоздатності цієї галузі за рахунок переходу на сучасні технології, реконструкцію виробництва на основі інноваційних технологій, спрямованих на прибуткове ведення галузі та отримання продукції високої якості [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним із напрямків інтенсифікації виробництва продукції свинарства є впровадження енергозберігаючих технологій, спрямованих на створення сприятливих умов для життєдіяльності тварин. Утримання тварин у закритих приміщеннях протягом року вимагає ретельного підходу до утворення штучного мікроклімату, особливо, що стосується режиму роботи світлотехнічних установок. Важливою складовою застосування оптичного випромінювання в приміщенні для утримання молодняку є компенсація сонячної радіації, завдяки застосуванню ультрафіолетових опромінювальних установок [3].

Вплив світла в організмі тварин викликає значні біохімічні зміни. У результаті цього відбувається перебудова організму, що супроводжується цілим комплексом змін, інтенсивність яких багато в чому залежить від віку і дози опромінення. Так, складовою частиною сонячного спектру випромінювання є УФ промені, під впливом яких в організмі тварин відбуваються фізіологічні зміни, які характеризуються посиленням в клітинах обміну азоту, фосфору кальцію, ліпідів, цукру, підвищення окислювально-відновних процесів [4,5]. Наявність УФ опромінення є одним із дієвих способів профілактики рахіту, остеохондрозу та інших захворювань тварин, пов'язаних з порушеннями обміну кальцію і фосфору в організмі [6,7]. Під впливом помірного УФ опромінювання відбувається підвищення природної резистентності організму та продуктивності тварин. УФ радіація з діапазоном хвиль 320-400 *нм* викликає ерітему (зміну кольору шкіри) та стимулює утворення під шкірою вітаміну D (область A), з діапазоном хвиль 275-320 *нм* – антирахітну і слабо бактерицидну дію (область B), а короткохвильова УФ радіація в діапазоні 180-275 *нм* (область C) згубно діє на біологічну тканину [8,11].

Сучасні технології виробництва продукції тваринництва, зокрема у свинарстві, передбачають тривале утримання тварин в закритих приміщеннях із штучним мікрокліматом, що викликає у свиней так зване «ультрафіолетове голодування», яке послаблює імунобіологічні властивості організму [12]. Багатьма дослідженнями доведено, що вказані явища можливо ліквідувати за рахунок застосування УФ установок із генерацією випромінювання в області B [13].

Дія ультрафіолетового випромінювання на біологічні об'єкти багатогранне, оскільки воно впливає на вітамінний, білковий, вуглеводний, газоенергетичний обмін, тобто, не тільки для стимулювання процесу утворення вітаміну D. Так, наприклад, завдяки ультрафіолетовому опроміненню молодняка тварин активізується кровотворні органи, що приводить до збільшення швидкості обміну речовин, і як результат підвищуються на 20,1 % набір живої ваги, зменшує рівень захворювання на рахіт, тощо. Особливо ультрафіолетове опромінення стає доцільним з переведенням тваринництва на промислову основу, коли тварин

утримують постійно протягом року в закритих приміщеннях [11]. Для цього існують рекомендовані дози ультрафіолетового опромінювання для тварин (таблиця).

**Рекомендовані дози ультрафіолетового опромінювання
для тварин [11]**

Найменування тварин	Значення дози, <i>мер/год/м²</i>
1. Корови, бики	250-270
2. Телята віком до 6 місяців	140-160
3. Ягнята	120-140
4. Поросята новонароджені	20-25
5. Поросята після від'єму	60-80
6. Свиноматки супоросні	70-90

Отже, можна вважати, що основним критерієм УФ опромінювання є необхідна кількість електромагнітної енергії, яку отримує тварина протягом доби – доза (мер/год/м²), яка для кожного виду і віку тварин визначається на основі біологічних досліджень.

Мета дослідження - розробка УФ опромінювальної установки для приміщення з утриманням свиней різного віку та ваги в боксах з можливістю автоматичного забезпечення необхідної дози.

Матеріали і методи дослідження. Як штучне джерело УФ випромінювання найпоширенішими є розрядні лампи високого тиску типу ДРТ або розрядні лампи низького тиску типу ЛЭ. Найбільш близьким до запропонованої УФ установки є сукупність ознак рухомої установки типу УО-4, в якій встановлено опромінювач з лампою ДРТ-400 (рис.1, а) [8]. Відповідно графіку установка працює протягом доби в тваринницькому приміщенні 30 хв в період відпочинку тварин з 12:00 до 14:00 год. Тоді споживання електроенергії одним опромінювачем складає 0,23 кВт·год/добу. Однак, суттєвим недоліком вказаної установки є значні витрати електроенергії на

генерацію випромінювання в широкому спектрі, що недоцільно, крім того це подразнює зорові органи тварин під час відпочинку.

Перспективним технічним рішенням суттєвого скорочення споживання електричної енергії і одночасно зниження рівня подразнення очей тварин може бути опромінювач, який складається із матриці лазерних напівпровідникових світлодіодів типу GUVB-T21GH з максимумом випромінювання в діапазоні ($\lambda_{\max} = 220-320$ нм) потужністю 5 Вт (рис.1, б). При цьому споживання електроенергії однією матрицею світлодіодів *LED* може складати складає 0,0025 кВт·год/добу [14, 16, 17].

Рис.1. Спектр випромінювання:

а - лампи типу ДРТ-400 [8]; *б* - світлодіодів типу GUVB-T21GH [14]

З іншого боку, аналіз науково-технічної літератури показав, що фіксований час роботи рухомих УФ установок, відповідно до рекомендацій, можливий тільки в приміщеннях великих свиногомплексів (80-100 тис. гол.), внаслідок того, що там є можливість утримувати в одному свинарнику тварин одного віку [10-13].

У більшості свиноферм, які мають типові приміщення свинарника на 3000 гол., утримують свиней в групових боксах різного віку: поросята після від'єму (рис.2, *а*), поросята на відгодівлі (рис.2, *б*) [9].

а

б

Рис. 2. Розміщення у боксах тварин різного віку під час відпочинку:

а - поросята після від'єму; *б* - поросята на відгодівлі

У цьому випадку можливо застосувати УФ установку, яка визначає наявність тварин та місце їх розміщення в боксах завдяки встановленню відеокамери поруч з опромінювачем, що значно підвищує ефективність опромінення. Причому додатково аналізується інтенсивність випромінювання лампи завдяки встановленню фотодатчика та змінюється швидкість пересування опромінювача над боксами, завдяки встановленню перетворювача частоти для керуванням електроприводом рухомої установки [15]. Недоліком цієї установки є неможливість забезпечити рекомендовану дозу ультрафіолетового опромінювання у випадку розміщення в одному ряду боксів, над якими рухається опромінювач, з тваринами різного віку. Тобто, необхідно враховувати те, що тварина з віком набирає вагу і протягом вирощування їх об'єднують в групи та розміщують в окремі бокси. Причому, існує відповідна кореляція між віком тварини, їх вагою та площею тіла, яку вони займають при їх розміщенні на підлозі при відпочинку.

Результати досліджень та їх обговорення. Авторами розроблена УФ установка, в якій відеокамера визначає не тільки наявність тварин у боксах, а й їх вік завдяки кореляції з їх геометричними розмірами (рис. 3), та встановлює режим роботи опромінювачів залежно від віку тварин для забезпечення рекомендованої дози ультрафіолетового опромінювання в автоматичному режимі.

Рис. 3. Виділення контурів тварин при аналізі зображення

Рис. 4. Структурна схема блоку автоматичного керування УФ установкою

Технічне рішення побудоване на основі використання «теорії розпізнання образів». Структурна схема пульта керування наведена на рис. 4. Сигнал з відеокамери 4 потрапляє на блок попередньої аналогової обробки сигналу 2, а потім на блок попередньої цифрової обробки зображення 3. Після підсилення та обробки сигнал далі надходить до блоку виділення контурів 5, де зображення запам'ятовується та передається в блок детекторів контурів з «маскою Робертса» 6, який проводить їх обробку. Далі сигнал надходить до блоку порівняння зображення 7, до якого надсилається еталонне зображення тварин відповідної до їх розвитку та віку, і після порівняння зображень, отриманого з цифрової відеокамери та еталонних, формується відповідний сигнал, який передається до мікроконтролера керування рухом 8. Для надійної роботи схеми автоматичного керування встановлено блок синхронізації сигналів 9. Завдяки сформованого сигналу регулюється швидкість руху опромінювача 1 над боксами і час опромінення для кожної групи тварин окремо.

Таким чином, кожна тварина, яка розміщена в боксах, отримає рекомендовану дозу ультрафіолетового випромінювання.

Висновки і перспективи. Практична реалізація підтвердила ефективність запропонованого технічного рішення. Так, проведені експериментальні дослідження в свинарнику із утриманням свиней різного віку в окремих боксах показали, що в дослідних групах, де здійснювалося опромінювання із застосуванням розробленого блоку автоматичного керування УФ установкою, набір живої ваги у поросят спостерігався на 20-25 % більше ($P < 0,001$), ніж у контрольній групі.

Список використаних джерел

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / за ред. НААН України Я.М. Гадзала, М.І. Бащенко, В.М. Жука, Ю.О. Лупенка – К.: Аграрна Наука, 2016. – 216 с.
2. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991-2017-2030 рр.) / за ред. акад. НААН М. І. Бащенко. – К.: Аграрна наука, 2017. – 160 с.
3. Применение электрической энергии в сельскохозяйственном производстве. Справочник / Под ред. академика ВАСХНИЛ Листова П. И. – М.: Колос, 1974.
4. Самойлова К.А. Действие ультрафиолетовой радиации на клетку – Л.: Интерстиль, 1997. – 106 с.

5. Смит К. Молекулярная фотобиология / К. Смит, Ф. Хенеуот – М.: Просвещение, 1992. – 97 с.
6. Мейер А. Ультрафиолетовое излучение / А. Мейер, Е. Зейтц. – М.: Наука, 1982. – 63 с.
7. Зайдель А. Н. Спектроскопия вакуумного ультрафиолета / А. Н. Зайдель, Е. Я. Шрейдер. – М.: Агропромиздат, 1987. – 52 с.
8. Жилинский Ю. М. Электрическое освещение и облучение – М.: Россельхозиздат, 1982. – 458 с.
9. Левин К.Л. Физиология и патология воспроизводства свиней – М.: Росагропромиздат, 1990. – 256 с.
10. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 472 с.
11. Лямцов А. К. Электроосветительные и облучательные установки / А. К. Лямцов, Г. А. Тищенко. – М.: Колос, 1983. – 224 с.
12. Козинский В. А. Электрическое освещение и облучение – М.: Агропромиздат, 1991. – 239 с.
13. Кушлик Р. В. Електричне освітлення та опромінення / Р. В. Кушлик, В. Ф. Яковлев, Ю. М. Куценко, М. Л. Лисиченко та ін. – Х.: ТОВ «Планета-принт», 2016. – 332 с.
14. UV Photodide-Roithher Lasertechnik. Режим доступу: www.roithner-laser.com/pd_html.
15. Патент на корисну модель № 124251, Україна. МПК А01G 31/20, А 01К 29/00 (2006.01) Установка для ультрафіолетового опромінювання тварин / О.О. Семенов, М.Л. Лисиченко, Ю.Є. Мегель, Ю.М. Хандола (Україна). – № у 2017 11283; Заявл. 20.11.2017; Опубл. 2603.2018. Бюл. №6. – 3 с.
16. Семенов О. О. Енергоефективна рухома ультрафіолетова установка в свинарнику / О. О. Семенов, М. Л. Лисиченко // Матер. II Міжн. наук. техн. конф. «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» (6-7 грудня 2018 р., м. Харків) – Х.: НТУ «ХПІ», 2018. – С. 95-96.
17. Семенов О. О. Енергозберігаюча ультрафіолетова установка для опромінення молодняку тварин / О. О. Семенов, М. Л. Лисиченко // Матер. IX Міжн. наук.-техн. конф. «Проблеми сучасної енергетики і автоматики (теорія, практика, історія, освіта)» (19-22 травня 2020 р., м. Київ) – К.: НУБіП, 2020. – С. 123-125.

References

1. Gadzala, Ya. M., Bashchenko, M. I., Zhuka, V. M., Lupenka, Yu. O. (2016). Strategiya rozvitku silskogospodarskogo virobnitstva v Ukrayini na period do 2025 roku [Strategy for the development of agricultural production in Ukraine until 2025] Kyiv: Agrar. Nauka, 216.
2. Baschenka, M. I. (2017). Tvarinnitstvo Ukrayini: stan, problemi, shlyahi rozvitku (1991-2017-2030 rr.) [Livestock of Ukraine: state, problems, ways of development (1991-2017-2030)]. Kyiv: Agrar. Nauka, 160.
3. Listov, P. I. (1974). Primenenie elektricheskoy energii v selskohozyaystvennom proizvodstve [Application of electric energy in agricultural production]. Moscow: Kolos.
4. Samoylova, K. A. (1997). Deystvie ultrafioletovoy radiatsii na kletku [The effect of ultraviolet radiation on the cell]. Moscow: Interstil, 106.

5. Smit, K., Heneuot, F. (1992). Molekulyarnaya fotobiologiya [Molecular photobiology]. Moscow: Prosveschenie, 97.
6. Meyer, A., Zeytts, E. (1982). Ultrafioletovoe izluchenie [Ultraviolet radiation], Moscow: Nauka, 63.
7. Zaydis, A. N., Shreyder, E. Ya. (1987). Spektroskopiya vakuumnogo ultrafioleta [Spectroscopy of vacuum ultraviolet]. Moscow: Agropromizdat, 52.
8. Zhilinskiy, Yu. M. (1982), Elektricheskoe osveschenie i obluchenie [Electric lighting and irradiation]. Moscow: Rosselhozizdat, 458.
9. Levin, K. L. (1990), Fiziologiya i patologiya vosпроизводства sviney [Physiology and pathology of pig reproduction]. Moscow: Rosagropromizdat, 256.
10. Ayzenberg, Yu. B. (1983), Spravochnaya kniga po svetotekhnike [Reference book on lighting]. Moscow: Energoatomizdat, 472.
11. Lyamtsov, A. K., Tischenko, G. A. (1983). Elektroosvetitelnyie i obluchatelnyie ustanovki [Electric lighting and irradiation installations]. Moscow: Kolos, 224.
12. Kozinskiy, V. A. (1991), Elektricheskoe osveschenie i obluchenie [Electric lighting and irradiation]. Moscow: Agropromizdat 239.
13. Kushlik, R. V., Yakovlev, V. F., Kutsenko, Yu. M., Lisichenko, M. L. (2016), Elektrichne osvitylennya ta oprominennya [Electric lighting and irradiation: textbook. way. for higher students. textbook lock]. Kharkiv: Planeta-print, 332.
14. UV Photodide-Roithher Lasertechnik. URL: www.roithner-laser.com/pd_html.
15. Semenov, O. O., Lysychenko, M. L., Megel, Yu. E., Handola, Yu. M. (2017). Ustanovka dlya ultrafioletovogo oprominyuvannya tvarin [Installation for ultraviolet irradiation of animals]. Kharkiv, Ukraine, Pat. № 124251.
16. Semenov, O. O., Lysychenko, M. L. (2018). Energy efficient mobile ultraviolet installation in a pigsty. Mater. II Mizhn. nauk. tehn. konf. "Aktualni problemi avtomatiki ta priladobuduvannya" [Mater. II International science. tech. conf. "Actual problems of automation and instrument making"]. Kharkiv, Ukraine, December 6-7, 95-96.
17. Semenov, O. O., Lysychenko, M. L. (2020). Energy-saving ultraviolet installation for irradiation of young animals. Mater. IX Mizhn. nauk.-tehn. konf. "Problemi suchasnoy energetiki i avtomatiki (teoriya, praktika, istoriya, osvita)" [Mater. IX International scientific and technical conf. "Problems of modern energy and automation (theory, practice, history, education)"]. Kyiv, Ukraine, May 19-22, 123-125.

УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЛУЧЕНИЯ ЖИВОТНЫХ С АВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ

О. О. Семенов, Н.Л. Лисиченко

Аннотация. *Современные технологии производства продукции животноводства предусматривают длительное содержание молодняка животных в закрытых помещениях с искусственным микроклиматом. То есть предусматривается поддержание в необходимых границах температуры, влажности, загазованности, уровня освещенности и др. При этом для компенсации недостатка солнечного излучения применяют ультрафиолетовые (УФ) облучательные установки.*

Основным критерием УФ облучения является доза, которая для каждого вида и возраста индивидуальна. Полученное количество облучения зависит от типа и

мощности источника излучения, высоты подвеса, длительности процесса облучения. Поэтому существующие передвижные УФ облучательные установки для эффективной работы требуют модернизации.

Цель исследования - разработка УФ облучательной установки для помещения с содержанием свиней разного возраста и веса в боксах с возможностью автоматического обеспечения необходимой дозы.

Авторы с целью повышения точности обеспечения рекомендованной дозы УФ облучения предлагают применить видеокамеры и устройство с программным обеспечением, которое реализует эффект «распознавания образов» и автоматическое управление установкой при ее движении над животными, которые содержатся разными возрастными группами в боксах.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что в опытных группах свиней, где осуществлялось облучения с применением разработанного блока автоматического управления УФ установкой, набор живого веса у поросят был на 20-25 % больше, чем в контрольной группе.

Ключевые слова: *ультрафиолетовое излучение, облучательные установки, световой микроклимат, эритемное излучение, молодняк животных, автоматическое управление, распознавание образов*

ULTRAVIOLET INSTALLATION FOR IRRADIATION OF ANIMALS WITH AUTOMATIC CONTROL

O. Semenov, M. Lysychenko

Abstract. *Modern technologies for the production of livestock products provide for long-term keeping of young animals indoors with an artificial microclimate. That is, it is expected to maintain within the required limits of temperature, humidity, gassiness, lighting level, etc. In particular, to compensate for solar radiation, ultraviolet irradiation units are used.*

The main criterion of UV irradiation is the dose, which is individual for each species and age of animals. The obtained amount of irradiation depends on the type and power of the radiation source, the height of the suspension, the continuance of the irradiation process. Therefore, existing mobile UV irradiators need to be upgraded for efficient operation.

The purpose of the study is to develop a UV irradiation system for a room with pigs of different ages and weights in pens with the possibility of automatically providing the required dose.

In order to increase the accuracy maintenance of the recommended dose of UV radiation, the authors use a video camera and a device with software that fulfils the effect of "pattern recognition" and automatic control of the installation during its movement over animals, which are kept in boxes in different age groups.

Experimental studies showed that in the experimental groups of pigs, where irradiation was carried out using the developed unit of automatic control of the UV installation, the set of live weight in piglets was 20-25 % more than in the control group.

Key words: *ultraviolet radiation, irradiation installations, erythema radiation, light microclimate, young animals*