

О. Г. СКЛЯР

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
ORCID: 0000-0002-0456-2479

Р. В. СКЛЯР

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
ORCID: 0000-0002-1547-5100

Б. В. БОЛТЯНСЬКИЙ

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного
ORCID: 0000-0003-2072-4025

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ СТВОРЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МІКРОКЛІМАТУ В ПТАХІВНИЦЬКОМУ ПРИМІЩЕННІ

У статті наводиться обґрунтування техніко-технологічних рішень створення оптимального мікроклімату в птахівницькому приміщенні. Оптимальний мікроклімат у приміщенні сприяє найбільш повному прояву фізіологічних можливостей організму птиці та отриманню максимальної продуктивності. Вентиляція забезпечує доступ свіжого повітря, а також видаляє з пташника надмірну вологу, потенційно шкідливі газоподібні речовини та продукти обміну, що знаходяться у повітрі. Всі вентиляційні системи призначені для припливно-витяжних операцій з видалення відпрацьованого і припливу свіжого повітря із зовнішнього середовища. Оптимальний температурний режим має велике значення для продуктивної птиці особливо в перші тижні життя і забезпечується системами обігріву та охолодження. Здійснюють обігрів або всього залу, або в поєднанні з локальними обігрівачами. Як енергоносії використовують електроенергію, природний газ або пропан, іноді солярку, торф, буре вугілля. Моделі з вентиляторами радіатора дуже ефективні для використання в комплекті з розсікачами і шлангом, через який тепло може бути спрямоване в різні сторони в площі пташника. Інтенсифікація технологій виробництва яєць (і м'яса бройлерів) призвела до ізоляції птиці від природного зовнішнього середовища та вмісту у безвіконних пташниках з регульованим мікрокліматом та штучним освітленням. Для освітлення приміщень найбільш поширеними джерелами освітлення є лампи розжарювання та люмінесцентні лампи. Світлодіодні лампи є енергозберігаючими джерелами освітлення підвищеної яскравості, що характеризуються низьким споживанням енергії. Використання ефективної стрічкової системи послідовидалення дозволяє скоротити витрати на технічне обслуговування та електроенергію. Влаштування приймальної шахти під будівлею пташника для накопичення та підсушування посліду виключає виникнення пилу та забезпечує чистоту завершення роботи на ділянці видалення посліду.

Ключові слова: мікроклімат, приміщення, параметри, вентиляція, обігрів, освітлення, послід.

O. G. SKLIAR

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University
ORCID: 0000-0002-0456-2479

R. V. SKLIAR

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University
ORCID: 0000-0002-1547-5100

B. V. BOLTIANSKYI

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University
ORCID: 0000-0003-2072-4025

JUSTIFICATION OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR CREATING AN OPTIMAL MICROCLIMATE IN A POULTRY HOUSE

The article provides a rationale for technical and technological solutions for creating an optimal microclimate in a poultry house. The optimal microclimate in the room contributes to the most complete manifestation of the physiological capabilities of the bird's body and obtaining maximum productivity. Ventilation provides access to fresh air, and also removes excess moisture, potentially harmful gaseous substances and metabolic products in the air from the poultry house. All ventilation systems are designed for supply-exhaust operations to remove used air and supply fresh air from the outside environment. The optimal temperature regime is of great importance for productive birds, especially in the first weeks of life, and is ensured by heating and cooling systems. The entire hall is heated, or in combination with local heaters. Electricity, natural gas or propane, sometimes diesel fuel, peat, brown coal are used as energy carriers. Models with radiator fans are very effective for use in a set with splitters and a hose, through which the heat can be directed in different directions in the area of the poultry house. The intensification of egg (and broiler meat) production technologies

has led to the isolation of poultry from the natural environment and their content in windowless poultry houses with regulated microclimate and artificial lighting. For room lighting, the most common lighting sources are incandescent and fluorescent lamps. LED lamps are energy-saving lighting sources of increased brightness, characterized by low energy consumption. The use of an effective tape system of trace removal allows to reduce the costs of maintenance and electricity. The installation of a receiving shaft under the building of the poultry house for the accumulation and drying of litter excludes the occurrence of dust and ensures the cleanliness of the completion of work at the site of litter removal.

Key words: microclimate, premises, parameters, ventilation, heating, lighting, litter.

Постановка проблеми

Потенційна продуктивність птиці через незадовільні зоогігієнічні умови нерідко використовується лише на 20...30%, скорочується їх термін життя. Тому створення оптимального мікроклімату у промисловому птахівництві є найважливішим резервом збільшення виробництва продуктів високої якості [1–3]. Крім того, воно має важливе значення для продовження терміну служби будівель і технологічного обладнання, а також для поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання підвищення енергоефективності пташників розглядали такі вчені, як Б. Х. Драганов [4], І. А. Мимрин, Д. Балнев, Я. Халзебош, Г. Л. Нелсон, Д. Кампел та інші автори. Незважаючи на це, низка питань так і залишилася не до кінця вивченою, а саме: діючі системи охолодження пташників є енерговитратними та недостатньо ефективними. Крім того, вони не забезпечують необхідного рівня температур та вологісний режим у пташниках в літній період року.

Формулювання мети дослідження

Метою даної статті є обґрунтування техніко-технологічних рішень створення оптимального мікроклімату в птахівницькому приміщенні.

Викладення основного матеріалу дослідження

Оптимальний мікроклімат у пташниках сприяє найбільш повному прояву фізіологічних можливостей організму птиці та отриманню максимальної продуктивності. Регламентовано оптимальні або допустимі значення показників мікроклімату: кількість свіжого повітря, що подається в пташник в холодний і теплий період року; температура, вологість і швидкість руху повітря; концентрація шкідливих газів, пилу та бактеріальних клітин; рівень шумового тиску; освітленість і тривалість освітлення [5].

Повітрообмін у пташниках здійснюють за допомогою вентиляції, що забезпечує нормативну швидкість руху повітря в приміщеннях. Вентиляція є основним фактором контролю мікроклімату пташника. Вентиляція підтримує задовільну якість повітря в пташнику та температуру, комфортну для організму птиці [5, 6]. Вентиляція забезпечує доступ свіжого повітря, а також видаляє з пташника надмірну вологу, потенційно шкідливі газоподібні речовини та продукти обміну, що знаходяться у повітрі.

Установка системи вентиляції в пташнику необхідна та важлива умова під час його будівництва. З усіх тварин для птахів особливо значущим є забезпечення приміщення, де вони будуть утримуватися, значним обсягом збагаченого киснем повітря, вільного від різних забруднень. Так само не мало важливим є і підтримання в пташнику оптимальної вологості та температури, що значно знижує їхню захворюваність [1].

Вентиляція – це один із невід'ємних компонентів контролю та підтримки оптимального мікроклімату в пташнику. Залежно від кліматичної зони, де вирощується птиця, та системи вентиляції, що використовується, всі пташники можна умовно розділити на відкритого і закритого типу. Останні, залежно від розташування припливно-витяжного обладнання, можна класифікувати на: дахову, поперечну (стіну), поздовжню (торцеву), тунельну та системи з інтегрованою системою сушіння посліду.

Система підтримки оптимальних умов утримання птиці не обмежується лише припливно-витяжною вентиляцією. Вона включає такі невід'ємні складові, як обладнання для обігріву (опалення) в холодну пору року та охолодження в спеку, а також електронні контролери, що дозволяють автоматизувати роботу всього обладнання, що знаходиться в пташнику [6].

Впродовж початкового періоду життя птаха вентиляція забезпечує обігрів пташника для підтримки комфорту курчат, одночасно створюючи достатній обсяг свіжого повітря для підтримки оптимальної якості повітря в пташнику. У міру зростання птиця починає виділяти більше метаболічного тепла та продуктів дихання (волога), які необхідно видаляти з пташника за допомогою вищого режиму вентиляції.

Контроль поведінки птиці та відповідне коригування рівня вентиляції є ключовими факторами для підтримки комфорту та активності поголів'я. Існують різні системи вентиляції (рис. 1, 2) [4, 5]. Всі вентиляційні системи призначені для припливно-витяжних операцій з видалення відпрацьованого і припливу свіжого повітря із зовнішнього середовища.

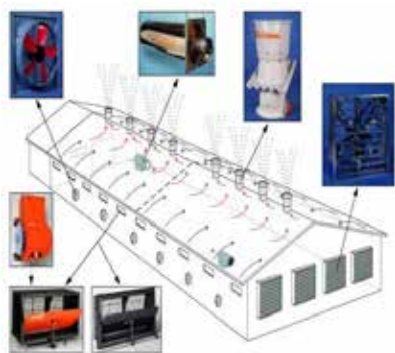


Рис. 1. Стандартна вентиляційна система

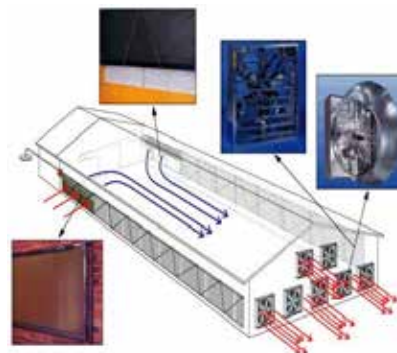


Рис. 2. Комбітунельна вентиляція

В останні роки застосовуються частотні перетворювачі для плавної зміни швидкості обертання двигунів в діапазоні від 10 до 100% від номінального значення.

Для підвищення температури в осінньо-зимовий період в калорифери тепловентиляторів подають гарячу воду, для чого застосовують універсальні тепловиробничі установки. Установки випускають з водяним і повітряним теплообмінником, що працює на торфі, бурому вугіллі, тирсах, деревних стружках [6]. При використанні примусової припливної системи вентиляції та створенні надлишкового тиску застосовують повітроводи металеві з оцинкованої сталі або синтетичні на основі скловолокна або поліетилену.

Останнім часом використовуються системи вентиляції з негативним тиском на основі розрідження повітря. Відпрацьоване повітря за допомогою витяжних вентиляторів видаляється з приміщення (рис. 3), а свіже повітря надходить через кватирки (клапани) в бічних стінах або тунельні вікна в торцевій стіні (рис. 4).

Рис. 3. Витяжний осьовий вентилятор
ВО «Техна» Україна

Рис. 4. Припливний клапан Flex

В осьових вентиляторах ВО «Техна» Україна (рис. 3) для запобігання попаданню зовнішнього повітря та утворення протягів у приміщенні (у неробочому стані) вентилятор має жалюзі, що кріпляться у корпусі [5]. У робочому стані відцентрова система відкривання ступок жалюзі дозволяє відкривати жалюзі на 90°, що забезпечує низький опір повітря на виході та, як наслідок, високу продуктивність вентилятора. При роботі вентилятора повітря з приміщення забирається та викидається назовні. З метою безпеки робоче колесо захищене огорожувальною сіткою.

Для такої системи немає необхідності застосовувати повітроводи і калориферні установки з відцентровими вентиляторами. Припливний стінний клапан подачі свіжого повітря на етапі будівництва монтується безпосередньо в стіну. В існуючих приміщеннях може бути використаний фланцевий клапан. Заслінка клапана утримується в закритому положенні за допомогою пружин і герметично закриває приміщення. Блок керування, що входить до комплексу, забезпечує одночасне або диференційоване відкриття клапанів.

Для вентиляційних установок розроблена система для світлового захисту, завдяки якій світло не проникає в зал виробничого приміщення. Це дозволяє суворо дотримуватися режиму освітлення птиці. Існують два варіанти застосування вентиляції на основі розрідження повітря – поперечна і поздовжня. При поперечній вентиляції видалення відпрацьованого повітря відбувається з боку однієї бічної стіни за допомогою витяжних вентиляторів, а подача свіжого повітря через припливні клапани – з протилежної стіни.

Поздовжня вентиляція може бути або торцевою, або тунельною [5]. У тунельній і торцевій вентиляції витяжні вентилятори (як правило, 6 штук) вмонтовані в одній з торцевих стін. Точні клапани вмонтовані в обидві бічні стіни. У разі торцевої вентиляції вони розташовані рівномірно по всій довжині стін, у разі тунельної – клапани розташовані в кінці бічних стін залу в стороні протилежної торцю з витяжними вентиляторами. Точні вентилятори CD 1200 і CL 30 S, що вбудовуються в стіну, призначені для невеликих птахоферм.

Обігрів, охолодження і зволоження повітря. Оптимальний температурний режим має велике значення для продуктивної птиці особливо в перші тижні життя і забезпечується системами обігріву та охолодження. Здійснюють обігрів або всього залу, або в поєднанні з локальними обігрівачами. Як енергоносії використовують електроенергію, природний газ або пропан, іноді солярку, торф, буре вугілля [6, 7].

Електроенергія використовується при застосуванні електрокалориферів для обігріву всього приміщення та електробрудерів для локального обігріву молодяку в ранній період вирощування. Останнім часом все більше поширення отримують системи обігріву, що використовують природний газ або пропан (рис. 5).

Принцип дії нової системи опалення полягає в спалюванні природного газу в потоці повітря, що нагрівається з високим коефіцієнтом використання тепла (99,6%). Перевага комплексу ВНС «Теплова хвиля» полягає в тому, що в системі є фільтр очищення повітря від пилу та мікрофлори, блоку зволоження та охолодження повітря при необхідності. Перераховані системи вентиляції мають загальний недолік – відсутність повторного використання тепла повітря, що видаляється з пташників. У зв'язку з цим розроблені вентиляційні установки з частковим поверненням тепла повітря, що видаляється, які забезпечують коефіцієнт утилізації 0,5 при перепаді температур 40°C (утилізатори УТ-Ф-12, РУ-Ф-12, ЕКО та ін.).

Метою ефективного опалення є максимальне збільшення тепловіддачі та донесення тепла до птиці за мінімальних енергетичних витрат. Виробниче об'єднання «Техна» пропонує обігрівачі прямого нагріву як підвісні, так і пересувні, що працюють на природному та зрідженому газі (рис. 6). Принциповою відмінністю підвісних обігрівачів є наявність пілозахисного розсікача .

Пересувні обігрівачі оснащені вихлопною трубою та вбудованим пальником. Такі обігрівачі можуть бути укомплектовані осьовими або вентиляторами радіатора [5]. До обігрівачів з осьовими вентиляторами додається шланг, максимальна довжина якого становить 6 м. Моделі з вентиляторами радіатора дуже ефективні для використання в комплекті з розсікачами і шлангом, через який тепло може бути спрямоване в різні сторони в площі пташника.



Рис. 5. Електрокалорифер для обігріву приміщення



Рис. 6. Теплогенератор стаціонарний газовий Ballu-Biemmedue BH100

Фірма «Біг Дачмен» пропонує різні системи, що працюють на газі, дизельному паливі чи гарячій воді. Фірма постачає обладнання «Джет-майстер» для експлуатації на природному чи зрідженому газі. Управління процесом горіння здійснюється за допомогою термостату. Некероване загоряння виключено завдяки спеціальному запобіжнику. Якщо пальник з якоїсь причини не вмикається або не вимикається, спрацьовує запобіжник та відключає подачу газу. Вбудований вентилятор гарантує викид теплового струменя на значну довжину та рівномірний його розподіл за приміщенням. Отримане тепло у повному обсязі без втрат надходить до птиці.

Фірма виробляє також нагрівальні прилади з відведенням вихлопних газів під час експлуатації на дизельному паливі чи газі. Вони працюють за принципом камери закритого згоряння. Продукти згоряння проходять через димар і виводяться назовні. Завдяки вбудованому вентилятору викид теплого повітря далеко і рівномірно поширюється пташником.

Існують три основні способи локального обігріву: інфрачервоний, контактний та комбінований [5, 6].

Інфрачервоні нагрівачі здійснюють прогрівання повітря аналогічно до сонячних променів. Теплові промені віддають теплову енергію практично без втрат. Система активна тільки там, де вона зустрічає об'єкт обігріву (курчат, індичат, каченят), і світлова енергія перетворюється на відчутну теплову. Необхідне для горіння свіже повітря втягується зовні. Вбудований вентилятор рівномірно розподіляє тепле повітря по всьому об'єму приміщення.

Досить широко використовуються газові брудери, що забезпечують місцеве спрямоване обігрів. Газові брудери використовують для птиці, що знаходиться на обмеженій площі, де має бути забезпечене інтенсивне обігрів впродовж певного часу. Це стосується, перш за все, курчат, індичат та молодняку інших видів птиці.

Система обігріву «Хіт-Майстер» працює за допомогою колекторів та гарячої води, яка нагрівається в котлі при зрідженні газами мазуту. Перевага – використання установок біогазу чи парових котлів [7, 8]. Система складається з конвектора, вентилятора та станції розподілу. Повітря надходить із стельової області приміщення і прямує в конвектор, яким циркулює гаряча вода. Вентилятор направляє нагріте повітря вниз у зону знаходження птиці.

У холодний і теплий періоди року виникає необхідність підвищення вологості повітря для птиці, причому для молодняку в перший тиждень вирощування це потрібно завжди незалежно від сезону року. Для зволоження повітря застосовують комплекти обладнання К-П-6, АГ-1 та ін. вологості повітря в межах від 50 до 90% [9], та пульта керування з регулятором вологості.

В останні роки частіше застосовують менш продуктивні (6...12 л/год) аерозольні генератори АГ-1. Вони легше в обслуговуванні та рівномірніше розподіляють воду, але їх можна експлуатувати лише періодично.

Існують і інші типи зволожувачів – парові та форсункові високого тиску, але споживана потужність парозволожувачів у кілька десятків разів більша, ніж у відцентрових розпилювачів (рис. 7, 8) [5]. Для форсункових зволожувачів необхідне ретельне очищення води, при цьому для охолодження та очищення повітря використовують фільтри, що постійно звожуються, в системі припливної вентиляції. При підвищенні вологості можна знизити температуру повітря в пташнику.



Рис. 7. Система зволоження із форсунками високого тиску



Рис. 8. Дисківий (відцентровий) зволожувач

З метою комплексного очищення та знезараження повітря у птахівничих приміщеннях застосовують електричні фільтри. Порівняно з іншими фільтрами (волокнистими, тканинними, механічними, масляними та ін.) вони відрізняються низьким аеродинамічним опором, високою ефективністю очищення, здатністю вловлювати частинки розміром 0,01...0,25 мкм [9], можливістю регенерації фільтруючого елемента, низькою собівартістю очищення, здатністю збагачення повітря легкими негативними аероіонами.

Освітлення в пташнику. Інтенсифікація технологій виробництва яєць (і м'яса бройлерів) призвела до ізоляції птиці від природного зовнішнього середовища та вмісту у безвіконних пташниках з регульованим мікрокліматом та штучним освітленням [5]. Для освітлення приміщень найбільш поширеними джерелами освітлення є лампи розжарювання та люмінесцентні лампи. Лампи розжарювання напругою 220 В мають термін служби до 1000 год.; випускаються також лампи 230–245 В з більш тривалим терміном експлуатації – до 3000 год. Перевагою ламп розжарювання є можливість плавного регулювання освітленості в необхідних межах.

Витрати освітлення у птахівництві становлять понад 20% споживаної електроенергії. Тому в даний час світлотехнічна промисловість пропонує нові джерела освітлення, зокрема малопотужні люмінесцентні та світлодіодні лампи різного спектру. Люмінесцентні лампи [11] при рівній потужності мають більшу світлову віддачу в 4–5 разів і термін служби 5000 год., але регулювати освітленість складніше (тільки шляхом вимикання частини ламп).

Світлодіодні лампи є енергозберігаючими джерелами освітлення підвищеної яскравості, що характеризуються низьким споживанням енергії: до 10% щодо ламп розжарювання. Термін служби світлодіодних джерел (100 тис. год) у 20 і 100 разів більший у порівнянні з люмінесцентними лампами та лампами розжарювання відповідно. Висока

стійкість до вібрації та ударів, відсутність інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання, чистота видимого випромінюваного спектру не потребують спеціальних світлових фільтрів.

Інші переваги світлодіодних ламп: регульована освітленість, стійкість до включень та вимкнень світла (фактор, що впливає на тривалість терміну служби ламп), відсутність чутливості на зміну напруги в електромережах, протипожежна безпека [11]. Безперечна перевага – це екологічна безпека, оскільки немає елементів, що містять ртуть, і електромагнітних випромінювань. Незважаючи на більш високу вартість, світлодіодні лампи як джерело освітлення впродовж тривалого періоду експлуатації дають значну економію витрат.

Видалення посліду. Скребкова система видалення посліду при утриманні птиці в кліткових батареях, коли безліч скребків зрушували послід, що накопичився, до торця батареї, пішла в минуле. Натомість використовується стрічкова система послідовидалення, яка ефективніша і дозволяє скоротити витрати на технічне обслуговування та електроенергію (рис. 9) [12].



Рис. 9. Стрічкова система послідовидалення

Для прибирання посліду на кожен ярус встановлюється цільна високоміцна поліпропіленова стрічка щільністю 200–240 г/м². Стрічка спирається на рівномірно поставлені поперечні балки, щоб уникнути провисання від посліду, що накопичився, і переміщається по дроту діаметром 8 мм. Зворотна частина замкнутого стрічкового транспортера, розташованого під сітчастими днищами кліток кожного ярусу, підтримується кожні 50 см.

Простір між верхньою та зворотною поверхнями відкрито, що дозволяє покращувати циркуляцію повітря та здійснювати підсушування посліду [12]. Вентиляційний канал у кліткових батареях фірми «Біг Дачмен» та «Салмет» (Німеччина) знаходиться безпосередньо над стрічкою з поліпропіленової тканини та забезпечує оптимальне вентилявання та підсушування теплим повітрям посліду до зниження його вологості з 65 до 40...15%.

V-подібні скребки з високоякісної сталі встановлюють біля передньої стійки батареї на кожному ярусі, скребки ретельно видаляють послід із стрічкових транспортерів. Далі послід, що впав з усіх ярусів на поперечну гумотканну стрічку горизонтального транспортера, видаляється з будівлі пташника.

Стрічкове видалення з послідоприймальною шахтою в торці пташника – найбільш прийнятний і ефективний спосіб прибирання посліду при клітковому утриманні птиці. Влаштування приймальної шахти під будівлею пташника для накопичення та підсушування посліду виключає виникнення пилу та забезпечує чистоту завершення роботи на ділянці видалення посліду. Поперечний транспортер із шахти подає підсушений послід у сходища або транспортні засоби для вивезення за межі території птахофабрики.

Висновки

Обґрунтування існуючих техніко-технологічних рішень створення оптимального мікроклімату в пташнику дозволили виявити найбільш високопродуктивні та менш енерговитратні установки для вентиляції, обігріву, охолодження і зволоження повітря; освітлення та видалення посліду.

Список використаної літератури

1. Болтянський Б. В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б. В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
2. Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. «*Multidisciplinary research*». Bilbao, Spain 2020. Pp. 431–433.
3. Jess Campbell et al. Keeping birds cool costs down in summertime heat. Auburn University in association with the US poultry and egg association. Iss. No 48. 2007. URL: http://www.aces.edu/poultryventilation/documents/Nwsltr-48_KeepBirdsCoolCostsDown.pdf
4. Драганов Б. Х. Оптимизация энергосберегающих систем / Б. Х. Драганов, В. В. Козырский. Киев: ФОП «Пилипенко О.М.», 2010. 176 с.

5. Скляр Р. В. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р. В. Скляр та інші. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.
6. Болтянський Б. В. Порівняльний аналіз систем вентиляції в птахівництві. *Збірник тез доповідей XXIII Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки»* МОН України, НУБІП України, Житомирський агротехнічний фаховий коледж. Київ. Житомир. 2022. С. 123–126.
7. Skliar R. V. Basic elements of a process line for anaerobic-aerobic treatment of pig complex manufactures. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: IX Міжнародна науково-технічна конференція*. Глеваха-Київ, 2020. С. 89–91.
8. Скляр О. Г. Дослідження способів утилізації відходів птахівництва і тваринництва. *Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України: Зб. наукових праць*. Ніжин, 2019. Вип. 12. С. 298–304.
9. Рябініна О. В., Іщенко Ю. Б., Кульбаба С. В. Оптиміальні параметри мікроклімату в пташнику та їх контроль. *Птахівництво. Україна*. 2019. № 10. С. 20–22.
10. Григоренко С. М., Скляр Р. В. Конверсії вторинної сировини в повноцінну продукцію сільського господарства. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф.* Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 284–290.
11. Вибір ефективної LED-лампи. *Наше птахівництво*. 2020. № 6. С. 32–34.
12. Григоренко С. М. Адаптивні методи утилізації відходів птахівництва. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11. Т. 1.

References

1. Boltianskyi B. V. Energy and resource conservation in animal husbandry: textbook / B.V. Boltiansky and others. K.: Kondor Publishing House, 2020. 410 p.
2. Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. «*Multidisciplinary research*». Bilbao, Spain 2020. Pp. 431–433.
3. Jess Campbell et al. Keeping birds cool costs down in summertime heat. Auburn University in association with the US poultry and egg association. Iss. No. 48. 2007. URL: http://www.aces.edu/poultryventilation/documents/Nwsltr-48_KeepBirdsCoolCostsDown.pdf
4. Draganov B. Kh. Optimization of energy-saving systems / B. Kh. Draganov, V. V. Kozyrskyi. Kyiv: FOP «Pylypenko O.M.», 2010. 176 p.
5. Skliar R.V. Machines, equipment and their use in animal husbandry: textbook / R.V. Sklyar and others. K.: Kondor Publishing House, 2019. 608 p.
6. Boltiansky B. V. Comparative analysis of ventilation systems in poultry farming. *Collection of abstracts of reports of the XXIII International Scientific Conference «Modern Problems of Agricultural Mechanics»* of the Ministry of Education and Culture of Ukraine, NUBIP of Ukraine, Zhytomyr Agricultural Technical College. Kyiv. Zhytomyr. 2022. P. 123–126.
7. Skliar R.V. Basic elements of a process line for anaerobic-aerobic treatment of pig complex manufactures. *Technical progress in animal husbandry and fodder production: IX International Scientific and Technical Conference*. Glevakha-Kyiv, 2020. P. 89–91.
8. Skliar O. H. Research of methods of disposal of poultry and animal husbandry waste. Modern problems and technologies of the agricultural sector of Ukraine: Collection. scientific papers. Nizhin, 2019. Issue 12. P. 298–304.
9. Ryabinina O. V., Ishchenko Yu. B., Kulbaba S. V. Optimal microclimate parameters in the poultry house and their control. Poultry breeding. Ukraine. 2019. No. 10. P. 20–22.
10. Hryhorenko S. M., Skliar R. V. Conversion of secondary raw materials into full-fledged agricultural products. *Technical support of innovative technologies in the agro-industrial complex: Mat. II International science and practice conf.* Melitopol: TDAU, 2020. P. 284–290.
11. Choosing an effective LED lamp. Our poultry industry. 2020. No. 6. P. 32–34.
12. Hryhorenko S. M. Adaptive methods of poultry waste disposal. *Scientific Bulletin of TDAU*. Melitopol: TDAU, 2021. Issue 11. Vol. 1.