ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

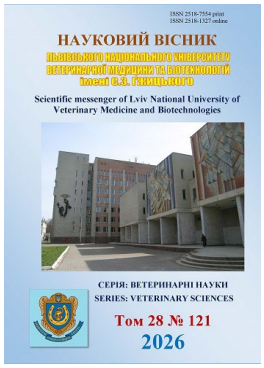
НАУКОВИЙ ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ імені С.З. ҐЖИЦЬКОГО

СЕРІЯ: ВЕТЕРИНАРНІ НАУКИ

SCIENTIFIC MESSENGER
OF LVIV NATIONAL UNIVERSITY OF VETERINARY MEDICINE AND BIOTECHNOLOGIES

SERIES: VETERINARY SCIENCES

Том 28 № 121
2026



Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького. Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

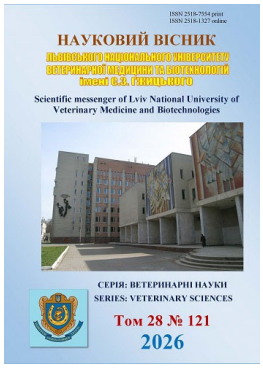
doi: 10.32718/nvlvet121
https://nvlvet.com.ua/index.php/journal

Зміст

Content

Токар І. В. Порівняльна оцінка впливу фенбендазолу та ІмуноГепаВерму на морфологічні і біохімічні показники крові щурів за експериментального токсокарозу	3	**Tokar I. V.** Comparative evaluation of the effects of Fenbendazole and ImunoHepaVerm on morphological and biochemical blood parameters in rats with experimental toxocariasis
Паладійчук О. Р., Лавришин Ю. Ю., Колечко А. В., Пікула О. А., Ферзалієва А. М. Клінічні ознаки, патолого-анатомічні зміни та вірусологічні дослідження патологічного матеріалу при підозрі на африканську чуму свиней	9	**Paladiychuk O., Lavryshyn Y., Kolechko A., Picula O., Ferzalieva A.** Clinical signs, pathoanatomical changes and virological studies of pathological material if African swine fever is suspected
Вус У. М. Вплив препарату “Девівіт Карнітин” на морфологічні та біохімічні показники крові корів за дії абіотичних чинників	16	**Vus U. M.** Effect of the preparation “Devivit Carnitine” on morphological and biochemical blood parameters of cows under the action of abiotic factors
Соколюк В. М., Духницький В. Б., Бойко П. К., Коваленко В. Л., Джміль В. І., Бойко О. П. Аутогенні вакцини – складова менеджменту здоров’я стада	22	**Sokolyuk V. M., Dukhnytskyi V. B., Boyko P. K., Kovalenko V. L., Dzhmil V. I., Boyko O. P.** Autogenous vaccines are a component of herd health management
Ковальчук О. О., Томчук В. А., Гутий Б. В., Данчук В. О., Карповський П. В., Карповський В. В., Химинець П. С., Нагорець Р. В., Греля Р. В. Антиоксидантний та енергетичний статус поросят у ранній постнатальний період за задавання свиноматкам хелатів феруму і германію	31	**Kovalchuk O. O., Tomchuk V. A., Gutyj B. V., Danchuk V. O., Karpovskyi P. V., Karpovskyi V. V., Khymynets P. S., Nahorets R. V., Hrelia R. V.** Antioxidant and energy status of piglets in the early postnatal period following administration of chelated iron and germanium to sows
Яценко І. В., Козачок В. В., Асхабов Д. Г., Гамуля О. В. Виявлення рослинних об’єктів, вилучених із ран, під час проведення комплексної судової ветеринарно-біологічної експертизи	37	**Yatsenko I. V., Kozachok V. V., Askhabov D. H., Hamulia O. V.** Detection of plant objects extracted from wounds during a comprehensive forensic veterinary and biological examination
Скляров П. М., Науменко С. В., Федоренко С. Ю., Білий Д. Д., Вакулик В. В., Стадницька О. І., Безалтична О. О., Мартишук Т. В., Слєпокура О. І. Профілактика аліментарної неплідності корів та телиць: огляд	48	**Skliarov P. M., Naumenko S. V., Fedorenko S. Y., Bilyi D. D., Vakulyk V. V., Stadnytska O. I., Bezaltychna O. O., Martyshuk T. V, Slepokura O. I.** Prevention of nutritional infertility in cows and heifers: A review
Перкій Ю. Б., Кухтин М. Д., Болтик Н. П., Климик В. Т., Рущинська Т. М., Тихонова Б. Є., Моткалюк Н. Ф. Моніторинг стійкості до антимікробних препаратів збудників інфекційного дерматиту собак і котів у місті Тернополі	79	**Perkiy Yu., Kukhtyn M., Boltyk N., Klymyk V., Rushchynska T., Tykhonova B., Motkalyuk N.** Monitoring of antimicrobial resistance of pathogens of infectious dermatitis in dogs and cats in Ternopil
Португейс О. О., Бойко Ю. О., Брошков М. М. Дослідження порівняльної протиепілептичної ефективності гумінових кислот на експериментальній моделі корнеального кіндлінгу	85	**Portuheis O. O., Boiko Y. O., Broshkov M. M.** Comparative study of antiepileptic efficacy of humic acids in an experimental corneal kindling model
Мозговий М. О. Оцінка рівнів контамінації тушок птиці *Campylobacter* spp. на різних етапах технологічних процесів переробки птиці	91	**Mozghovyi M. O.** Assessment of *Campylobacter* spp. contamination levels of poultry carcasses at different stages of poultry processing
Ільчишин М. М., Карповський В. І. Вегетативна регуляція показників лейкограми у корів за використання кормової добавки наноаквахелатів	96	**Ilchyshyn M. M., Karpovky V. I.** Vegetative regulation of leukogram parameters in cows using nanoaquachelate feed supplement
Кравчук С. В., Журенко О. В. Вегетативна регуляція показників насичених жирних кислот у крові свиней із застосуванням наноаквахелатів Феруму і Германію	101	**Kravchuk S. V., Zhurenko O. V.** Vegetative regulation of saturated fatty acid levels in pig blood using iron and germanium nanoaquachelates

Федорович О. В., Прийма О. Б. Гематологічні, біохімічні та імунологічні зміни у коропа звичайного (*Cyprinus carpio*), інфікованого *Eudiplozoon nipponicum*	106	**Fedorovych O. V., Pryima O. B.** Hematological, biochemical, and immunological changes in common carp (*Cyprinus carpio*) infected with *Eudiplozoon nipponicum*
Стратій С., Гунчак В., Гунчак А., Леськів Х., Харів І., Васів Р. Патогенез, діагностика та фармакотерапія дерматофітії в котів	112	**Stratij S., Hunchak V., Hunchak A., Leskiv Kh., Khariv I., Vasiv R.** Pathogenesis, diagnosis and pharmacotherapy of dermatophytosis in cats
Васильків О. Б. Гігієнічна оцінка засобів для санації шкіри дійок перед доїнням	122	**Vasylkiv O.** Hygienic evaluation of agents for pre-milking teat skin sanitation
Чемеровська І. О., Артеменко І. В. Концепція “Єдине здоров’я” як стратегія профілактики зоонозних інфекцій	129	**Chemerovska I. O., Artemenko I. V.** “One Health” concept as a strategy for the prevention of zoonotic infections
Лавріненко І., Передера О., Передера Р. Цифрові технології моніторингу благополуччя птиці: сучасний стан та перспективи розвитку	133	**Lavrinenko I., Peredera O., Peredera R.** Digital technologies for monitoring poultry welfare: current status and development prospects
Буднік Т. С., Пінський О. В., Гуральська С. В., Гончаренко В. В., Ковальчук Ю. В., Ковальова Л. О. Поширення, діагностика, патофізіологічні особливості та цитоморфологічна оцінка еозинофільної гранульоми котів	138	**Budnik T. S., Pinskyi O. V., Huralska S. V., Honcharenko V. V., Kovalchuk Y. V., Kovalova L. O.** Prevalence, diagnosis, patophysiological characteristics and cytomorphological evaluation of eosinophilic granuloma in cats
Лігоміна І. П., Соловйова Л. М., Галатюк О. Є., Сокульський І. М., Карпюк В. В., Дубовий А. А., Лавринюк О. О., Шнайдер В. Л. Етіологія метаболічних порушень у тварин за надмірного споживання фруктози та її полімерів	145	**Ligomina I. P., Soloviova L. M., Halatiuk O. E., Sokulskyi I. M., Karpiuk V. V., Dubovyi A. A., Lavryniuk O. O., Shnaider V. L.** Etiology of metabolic disorders in animals due to excessive consumption of fructose and its polymers
Бабарук Д. А., Клочков В. К., Єфімова С. Л. Субхронічна токсичність наночастинок срібла стабілізованих цетилперидинієм як потенційного протимаститного засобу	153	**Babaruk D. A., Klochkov V. K., Yefimova S. L.** Subchronic toxicity of silver nanoparticles stabilized by cetylperidinium anion as a potential antimastitis agent
Вікуліна Г. В., Синяговська К. А., Цимерман О. О. Особливості ліпідного обміну у коней (огляд)	162	**Vikulina G. V., Syniahovska K. A., Tsymerman O. O.** Features of lipid metabolism in horses (review)
Кошевой В. І., Жукова І. О., Беспалова І. І., Пазюра Ю. І. Токсикокінетика Цинку в організмі щурів за субхронічного надходження наночастинок цинку карбонату стабілізованих полівінілпіролідоном	173	**Koshevoy V. I., Zhukova I. O., Bespalova I. I., Pazura Y. I.** Zinc toxicokinets in rats upon subchronic administration of zinc carbonate nanoparticles stabilized by polyvinylpyrrolidone
Харченко Т. В., Науменко Ю. М., Сєгодін О. Б. Стан протеїнсинтезувальної функції печінки жуйних тварин лактаційного періоду за гіпокобальтозу	181	**Kharchenko T. V., Naumenko Yu. M., Siehodin O. B.** State of liver protein synthesis function of ruminants on lactation period during hypocobaltosis
Максимчук Я. А., Масюк Д. М. Модифікація мінерального обміну та процесів остеогенезу у бройлерів за дії композиції органічних кислот	187	**Maksymchuk Ya., Masiuk D.** Modification of mineral metabolism and osteogenesis processes in broilers under the action of an organic acid composition
Дашковський О. О., Салата В. З., Пундяк Т. О. Сучасні аспекти ветеринарно-санітарного контролю безпечності та якості сирокопчених ковбасних виробів	193	**Dashkovskyy O., Salata V., Pundiak T.** Modern aspects of veterinary and sanitary control of safety and quality of raw smoked sausage products
Омельченко Г. О., Авраменко Н. О., Кручиненко О. В., Петренко М. О., Коне М. С. Поширення та патологоанатомічні зміни за африканської чуми свиней у Полтавській, Кіровоградській та Сумській областях	198	**Omelchenko H., Avramenko N., Kruchynenko O., Petrenko M., Kone M.** Spread and pathological changes of african swine fever in Poltava, Kirovograd, and Sumy regions
Скрипник В. Г., Верхолюк М. М. Діагностика вірусних інфекційних хвороб кролів (міксоматоз, вірусна геморагічна хвороба кролів)	208	**Skrypnyk V. G., Verkholiuk M. M.** Diagnosis of viral infectious diseases in rabbits (myxomatosis, rabbit hemorrhagic disease)
Дмитренко Н. І., Кулинич С. М., Михайлютенко С. М. Паразитофауна диких нутрій (*Myocastor coypus*) у світі	216	**Dmitrenko N., Kulynych S., Mykhailiutenko S.** Parasite fauna of wild nutria (Myocastor coypus) worldwide
Рудик Г. В., Кушнір Г. В., Мирончук В. О., Івашків Ю. А., Федор Г. Ю. Впровадження та валідація методу визначення ДНК свиней в кормах і кормових добавках за допомогою ПЛР-РЧ	222	**Rudyk H. V., Kushnir H. V., Myronchuk V. O., Ivashkiv Y. A., Fedor H. Y.** Implementation and validation of a method for detecting porcine DNA in feed and feed additives using PCR-RT
Красніков С. В., Тарасенко Л. О., Коваленко О. А. Ефективність використання сорбентів “Бентотокс”, “Глобафікс”, “Нуфотокс” і їх вплив на продуктивність свиней	227	**Krasnikov S., Tarasenko L., Kovalenko O.** Efficiency of using the sorbents “Bentotox”, “Globafix”, and “Nufotox” and their impact on pig productivity



Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького. Серія: Ветеринарні науки

Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

doi: 10.32718/nvlvet12117
https://nvlvet.com.ua/index.php/journal

UDC 636.5.03:004

Digital technologies for monitoring poultry welfare: current status and development prospects

I. Lavrinenko, O. Peredera, R. Peredera

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Article info
Received 26.12.2025
Received in revised form 26.01.2026
Accepted 27.01.2026

OPEN ACCESS

Correspondence Author
Inna Lavrinenko
Tel.: +38-099-163-37-13
E-mail: ua151@ukr.net

Poltava State Agrarian University, Poltava, Skovorody St., 1/3, 36002, Ukraine.

Lavrinenko, I., Peredera, O., & Peredera, R. (2026). Digital technologies for monitoring poultry welfare: current status and development prospects. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary sciences, 28(121), 133–137. doi: 10.32718/nvlvet12117

The article reviews, analyzes, and summarizes modern approaches to the use of digital technologies to assess the well-being of poultry. Poultry well-being is a key factor determining the level of its health and productivity. In order to timely detect negative changes, it is necessary to use reliable and informative assessment methods. Modern approaches involve a comprehensive analysis of behavioral and physiological indicators. The article analyzes the effectiveness of using thermal imaging cameras to detect distress in chickens by analyzing the body temperature background. Particular attention is paid to the possibilities of using infrared thermography to monitor heat loss in chickens, which allows you to determine the risks of hypothermia, detect violations of the microclimate of the poultry house, and improve housing conditions. In addition, automated video image analysis methods are effective for assessing poultry behavior, which allows you to record the activity, spatial orientation, and social interactions of birds without the stress caused by human presence. Digital image processing algorithms belong to the category of non-invasive methods for determining the live weight of broilers, which allows to reduce the need for manual weighing and improve the accuracy of predicting productivity. Machine vision algorithms allow to track the motor activity of the bird, to detect coordination disorders, signs of lethargy or aggressive behavior. Digital image analysis also allows to carry out non-contact control of growth rates, to timely detect lags in the development of individual individuals and to optimize feeding rations. The use of such methods is a promising stage in the development of "smart" poultry farming, focused on automation, biosecurity and ethical treatment of birds. In general, the presented work demonstrates the effectiveness of modern digital solutions in the field of monitoring the well-being of birds, which allows not only to increase productivity, but also to ensure high standards of bioethics in poultry farming. Promising areas of further research are the integration of various digital platforms into unified monitoring systems using artificial intelligence to predict the risks of bird welfare violations at the early stages. It is also important to improve machine learning algorithms, taking into account the breed, age, and production characteristics of poultry, in order to increase the accuracy of diagnostics and adapt technologies to the conditions of specific poultry farms.

Key words: *welfare, poultry, digital technologies, housing, behavior, monitoring.*

Цифрові технології моніторингу благополуччя птиці: сучасний стан та перспективи розвитку

І. Лавріненко, О. Передера, Р. Передера

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У статті здійснено огляд, аналіз та узагальнення сучасних підходів до застосування цифрових технологій для оцінки благополуччя свійської птиці. Благополуччя птиці є ключовим фактором, що визначає рівень її здоров'я та продуктивності. Для своєчасного виявлення негативних змін необхідно застосовувати надійні та інформативні методи оцінювання. Сучасні підходи передбачають комплексний аналіз поведінкових і фізіологічних показників. У статті проаналізовано ефективність використання тепловізійних камер для виявлення дистресу у курчат шляхом аналізу температурного фону тіла. Особливу увагу приділено можливостям використання інфрачервоної термографії для моніторингу тепловтрат у курей, що дозволяє визначити ризики переохолодження, виявити порушення мікроклімату пташника та покращити умови утримання. Окрім того для оцінки поведінки птиці ефективними є методи автоматизованого аналізу відеозображень,

що дає змогу фіксувати активність, просторову орієнтацію та соціальні взаємодії птахів без стресу, спричиненого людською присутністю. Цифрові алгоритми обробки зображень належать до категорії неінвазивних методів для визначення живої маси бройлерів, що дозволяє зменшити потребу у ручному зважуванні та покращити точність прогнозування продуктивності. Алгоритми машинного зору дозволяють відстежувати рухову активність птиці, виявляти порушення координації, ознаки млявості чи агресивної поведінки. Цифровий аналіз зображень також дозволяє здійснювати безконтактний контроль темпів росту, своєчасно виявляти відставання у розвитку окремих особин та оптимізувати раціони годівлі. Застосування таких методів є перспективним етапом розвитку "розумного" птахівництва, орієнтованого на автоматизацію, біобезпеку та етичне поводження з птахами. Загалом, представлена робота демонструє ефективність сучасних цифрових рішень у сфері моніторингу благополуччя птахів, що дозволяє не лише підвищити продуктивність, а й забезпечити високі стандарти біоетики у птахівництві. Перспективними напрямами подальших досліджень є інтеграція різних цифрових платформ у єдині системи моніторингу з використанням штучного інтелекту для прогнозування ризиків порушення благополуччя птахів на ранніх етапах. Важливим також є удосконалення алгоритмів машинного навчання з урахуванням породних, вікових та виробничих особливостей птиці з метою підвищення точності діагностики та адаптації технологій до умов конкретних птахогосподарств.

Ключові слова: *благополуччя, птиця, цифрові технології, утримання, поведінка, моніторинг.*

Вступ

Благополуччя є вагомим чинником, який суттєво впливає на здоров'я та продуктивність птахів. Тому для своєчасного виявлення проблем важливо використовувати ефективні та надійні методи його оцінки. Сучасні підходи до оцінки благополуччя ґрунтуються на урахуванні поведінкових реакцій, що вказують на біль або страждання, таких як вокалізація, пригнічення нормальної поведінки, перенаправлення або зміна моделей поведінки. Також використовуються фізіологічні підходи, які базуються на визначенні в крові рівнів гормонів стресу. Відомо, що під час стресових реакцій відбуваються значні фізіологічні зміни в організмі, що призводять до зміни схеми кровотоку, спрямування крові з периферії тварини до центральної частини тіла.

Мета дослідження

Метою статті є з'ясування ефективності сучасних цифрових рішень у сфері моніторингу благополуччя птахів.

Матеріал і методи досліджень

У роботі застосовано методи аналізу та узагальнення сучасних підходів до застосування цифрових технологій для оцінки благополуччя свійської птиці, а також переваг і обмежень щодо їх застосування та перспектив подальшого розвитку.

Результати та їх обговорення

Інфрачервона термографія є безконтактною сучасною технологією вимірювання температури та може бути застосована для виявлення наявності захворювання, його локалізації, стадії патологічного процесу та для визначення стресового стану птиці. Вона передбачає використання приладів – тепловізорів. У поєднанні з сучасними технологіями передачі інформації та обробки зображень, інфрачервона термографія дозволяє контролювати температуру птахів в режимі реального часу та ефективно ідентифікувати хворих особин.

Тепловізори (інфрачервоні камери, тепловізійні камери) є оптико-електронними приладами для візуалізації температурного поля та вимірювання температури. Тепловізор кількісно визначає фактично виявлене тепло та дозволяє отримати зображення всього об'єкта в режимі реального часу у вигляді поверхні, точно ідентифікуючи область, яка нагрівається. Таким чином, визначення температури поверхні тіла може бути неінвазивним методом оцінки фізіологічних реакцій на стрес без необхідності забору і досліджень крові.

Було проведено дослідження щодо вимірювання температури поверхні тіла у курей за допомогою інфрачервоної термографії. При цьому порівнювали базову температуру, температуру відразу після впливу стресора (вилов і короткочасне тримання людиною) і через 20 хвилин. Встановлено, що у відповідь на вплив стресора, значно знизилася температура гребінця – майже на 2 °C. Температура очей спочатку знизилася, а потім піднялася до рівня, значно вищого ніж вихідний показник. Також температура голови підвищувалася упродовж 20 хвилин після дії стресора, досягаючи рівня, значно вищого за вихідний. Таким чином, встановлено, що зміна температури гребінця у курей, зареєстрована за допомогою інфрачервоної термографії, є достатньо інформативним методом оцінки стрес-індукованої гіпертермії (Edgar et al., 2013).

Стрес-індукована гіпертермія (SIH) зустрічається у багатьох видів тварин і птахів та характеризується підвищенням внутрішньої температури тіла від 0,5 до 1,5 °C упродовж 10–15 хвилин після початку впливу стресорів, таких як очікування аверсивного стимулу, вилов, утримування тощо. При цьому відбувається підвищення внутрішньої температури тіла і зниження температури поверхні тіла. Це, ймовірно, є показником периферичної вазоконстрикції – механізму перерозподілу крові до більш важливих ділянок (м'язів, мозку) і запобігання крововтраті через потенційні травми на периферії.

Тепловізійна термометрія може бути використана також для виявлення хворих особин серед свійської птиці. Застосування тепловізійної камери для вимірювання температури поверхні тіла здорових курей і хворих особин, шляхом порівняння температури різних площ поверхні тіла, дозволяє зареєструвати суттєву різницю температур голови та кінцівок.

Ураження шкіри м'якуша стопи є достатньо поширеним захворюванням у птиці. До чинників, які призводять до розвитку захворювання належить: висока щільність посадки птиці, тип поїлок та умови їх використання, рівень температури і вологості у приміщені, тип підстилки, її якість та кількість тощо.

Тепловізійна технологія може застосовуватися для виявлення ранніх ознак контактного дерматиту у курей. Дослідженнями встановлено, що інфрачервоні теплові зображення дозволяють точно розрізняти ступінь пододерматиту птиці (Wilcox et al., 2009).

Тепловий комфорт є важливим показником благополуччя птиці, необхідними чинником для реалізації її генетичного потенціалу та високої продуктивності. Тепловий стрес є перешкодою для ефективного виробництва продукції птахівництва, оскільки підвищена температура у приміщенні для птиці, незалежно від системи утримання, призводить до зниження її продуктивності (Mascarenhas et al., 2018).

Інфрачервона термографія дозволяє здійснювати картографування температури поверхні тіла для оцінювання можливих втрат тепла. Останніми роками чимало досліджень спрямовано на дослідження концепції теплових вікон тіла – ділянок без волосяного покриву, з високою васкуляризацією, через які відбувається втрата тепла та, як наслідок, регуляція температури тіла (Carvalho et al., 2019).

Адаптація до термічних стресових ситуацій може бути перевагою для підвищення продуктивного потенціалу, тому птахи з геном *Na* (гола шия) виступають як альтернатива. Їх адаптація до умов високої температури пов'язана з відсутністю пір'я в області шиї, що сприяє більш ефективному розсіюванню тепла. Інфрачервона термографія була використана для оцінювання відчутних втрат тепла (SHL) у курей-несучок з голою шиєю. Результати досліджень показали, що показники SHL на тулубі (область, що вкрита пір'ям) вважалися початковими, а найвищі значення SHL реєструвалися на шиї. Таким чином, картування температури поверхні тіла за допомогою інфрачервоної термографії, є ефективним при оцінці SHL та забезпечує отримання точного тепловізійного зображення (Souza-Junior et al., 2019).

Задля дотримання вимог щодо благополуччя птиці, важливо задовольняти її базові потреби, такі як можливість активно рухатися, клювати, розправляти крила, лежати тощо. Нездатність виявляти природну поведінку може викликати у птиці стрес, спричинений системою утримання, та призводити до агресивної та аномальної поведінки (Pichova et al., 2016).

Тому поведінкові реакції доцільно використовувати для оцінки благополуччя птахів. Однак дослідження спрямовані на спостереження за поведінкою можуть бути достатньо трудомісткими, зважаючи на її типи, а також розмір досліджуваного поголів'я та кількість часу, необхідного для цього. Тому наразі чимало досліджень зорієнтовані на розроблення систем для автоматичного спостереження із застосуванням відповідного програмного забезпечення як альтернативних методів дослідження поведінкових реакцій птиці. При цьому важливим аспектом є можливість здійснювати тривале спостереження за поведінкою, відстежувати активну, неактивну, харчову, доглядову поведінку тощо.

Ефективними є методи комп'ютерного аналізу, які включають спостереження, діагностику та прогнозування. При використанні комп'ютерного аналізу камери встановлюються у визначених місцях для збору зображень або відео птахів (Li et al., 2021). Зібрані дані передаються в діагностичні компоненти (наприклад, хмарне сховище) для подальшого аналізу за допомогою машинного навчання або моделей глибокого навчання, які попередньо спеціально запрограмовані для визначення характеристик об'єктів.

Моделі глибокого навчання обробляють зображення з можливістю самонавчання, що дозволяє їм добре працювати в різних середовищах (Li et al., 2021). Подібні методи були використані для виявлення поведінки бройлерів (Neves et al., 2015).

Нейронні мережі в машинному навчанні (CNN) – це клас глибоких штучних нейронних мереж прямого поширення, який застосовується для аналізу візуальних зображень. Комбінація CNN і обробки зображень розроблена також і для птахівництва. Проведеними дослідженнями встановлено, що застосування двоступеневої CNN дозволяє ефективно відстежувати поведінку курей (пиття та споживання корму) (Li et al., 2021). Двоетапний метод CNN спочатку генерує цілі рамки, а потім мережа виявлення визначає цільові об'єкти. Незважаючи на те, що вона ефективно функціонує з точки зору точності класифікації, кожен компонент двоетапної моделі CNN потрібно навчати окремо, і це вимагає більших обчислень, а отже, уповільнює швидкість аналізу. Щоб підвищити точність виявлення в реальному часі, була розроблена модель YOLO як одноетапна CNN для виявлення об'єктів. Завдяки наскрізному навчанню та повним картам функцій для прогнозування кожного обмежувального прямокутника, вона дозволяє ефективно виявляти поведінку бройлерів у режимі реального часу (Wang et al., 2020). Запропоновано також модель глибокого навчання, яка дозволяє виявляти хворих бройлерів (Zhuang & Zhang, 2019).

Технологія відеоспостереження за допомогою камер та обробка зображень є достатньо ефективною, оскільки може працювати автоматично в режимі реального часу. Серед різних характеристик, які можна контролювати за допомогою аналізу зображень, вагоме значення має вага птахів. Контроль ваги бройлерів необхідний для ефективного догляду за ними. Інформація про масу тіла надає можливості для автоматичного контролю за поголів'ям та допомагає у плануванні окремих виробничих процесів, зокрема стратегії годівлі, контролю швидкості росту, рухової активності тощо.

Стандартний метод оцінки ваги є трудомістким та вимагає прямого контакту з птахами, що є для них значним стресом. Метод вимірювання, що ґрунтується на комп'ютерних візуальних і цифрових зображеннях, дозволяє уникнути прямого контакту. Комп'ютерний аналіз дозволяє здійснювати оцінку щоденних змін маси тіла курчат-бройлерів і є надійним методом об'єктивного фіксування та оцінки ваги в режимі реального часу.

Методи комп'ютерного аналізу, які використовують камери з метою отримання зображень бройлерів для оцінки маси тіла, є непрямими методами. Для збору необхідних даних застосовуються 2D або 3D камери, які дозволяють отримати зображення бройлерів згори. Різні дослідники для оцінки ваги бройлерів

використовували 2D цифрові камери (SAMSUNG, SM-N9005, Корея) або камери для отримання 3D-зображень (Microsoft Kinect) (Mortensen et al., 2016; Amraei et al., 2017; Wang et al., 2017).

Загалом, метод комп'ютерного аналізу складається з трьох етапів: етап сегментації зображення, етап виділення ознак і етап оцінки ваги. На етапі сегментації зображення застосовується метод сегментації на основі маркерів, які дозволяють розділити зображення з чітким фоном на кілька частин (Mortensen et al., 2016). Або може використовуватися алгоритм на основі порогових значень, щоб відокремити цільове зображення від глибинного (Amraei et al., 2017; Wang et al., 2017). На етапі виділення ознак різними дослідниками використовується 6, 9 або 13 основних ознак, які включають одновимірні, двовимірні та тривимірні цільові зображення та зображення глибини (Mortensen et al., 2016; Amraei et al., 2017; Wang et al., 2017). Ознаки, виокремлені переважно із цільового зображення, зазвичай, включають площу, периметр, довжину великої осі, довжину малої осі тощо.

На етапі оцінки маси тіла використовуються лінійні та нелінійні рівняння регресії, щоб дозволяють співставити масу тіла з характеристиками зображення (De Wet et al., 2003). Однак вищезазначені дослідження були зосереджені переважно на вимірюванні маси тіла молодняку бройлерів, вимірювання живої маси особин старше 42 днів не проводилося. Результати досліджень маси тіла курчат-бройлерів вказують на те, що чим старшою стає птиця, тим більше виникає помилок у оцінці ваги, оскільки поголів'я курей росте нерівномірно, а у пташнику спостерігається тенденція до збільшення скупченості.

Таким чином, можна зробити висновок, що автоматизований аналіз відеозображень відкриває нові перспективи для дослідження поведінкових моделей, таких як рівень активності, соціальні взаємодії, порушення координації чи атипові реакції на середовище тощо.

Попри численні переваги, широке впровадження цифрових технологій у птахівництві стикається з певними викликами: потребою в точному калібруванні, високою вартістю обладнання, необхідністю підготовки персоналу, адаптації до різних виробничих умов, а також більш суворого контролю за забезпеченням відповідних умов утримання птиці. Проте з розвитком штучного інтелекту та хмарних технологій, імовірно, ці бар'єри поступово зникатимуть. Загалом, цифрові системи моніторингу створюють підґрунтя для впровадження концепції "розумного" фермерства, де пріоритетами є благополуччя тварин, енергоефективність та високий рівень автоматизації.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням інтегрованих мультисенсорних систем, які поєднуватимуть дані тепловізійного контролю, відеоаналізу, акустичного моніторингу, параметрів мікроклімату та показників споживання корму і води в єдину аналітичну платформу. Поєднання таких масивів даних із технологіями штучного інтелекту та глибокого навчання дозволить створювати прогностичні моделі раннього попередження стресу, захворювань і порушень поведінки. Окремого наукового обґрунтування потребує адаптація алгоритмів машинного навчання до різних кросів, вікових груп та технологій утримання птиці, що сприятиме підвищенню точності діагностики й універсальності цифрових рішень. Важливим напрямом є також оцінка економічної доцільності впровадження таких систем, визначення їхнього впливу на біобезпеку, енергоефективність і зниження виробничих ризиків, а також формування стандартизованих критеріїв цифрової оцінки благополуччя в умовах інтенсивного птахівництва.

Висновки

Цифрові технології відіграють дедалі важливішу роль у сучасному птахівництві, забезпечуючи нові можливості для моніторингу фізіологічного стану, поведінки, продуктивності та благополуччя птиці. Аналіз літератури свідчить, що тепловізійна зйомка й інфрачервона термографія є ефективними інструментами для раннього виявлення дистресу у курчат і контролю теплового комфорту дорослих особин. Завдяки використанню машинного зору та алгоритмів глибокого навчання, забезпечується об'єктивна та масштабована оцінка благополуччя птиці. Оцінка живої маси бройлерів за допомогою цифрового аналізу зображень дозволяє зменшити потребу в ручному зважуванні, підвищити точність прогнозів продуктивності та зменшити стресове навантаження на птицю. Ці методи дозволяють неінвазивно, в реальному часі й без стресу для птахів оцінювати їх стан та оптимізувати мікроклімат в умовах птахогосподарства.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в даній роботі.

References

Amraei, S., Abdanan Mehdizadeh, S., & Sallary, S. (2017). Application of computer vision and support vector regression for weight prediction of live broiler chicken. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 10(4), 266–271. https://doi.org/10.1016/j.eaef.2017.04.003

Carvalho, C. da C. S., de Souza, A. C., Ferreira, H. C., Rocha Júnior, V. R., Ruas, J. R. M., da Costa, M. D., Guimarães, C. C. F., Durães, H. F., & Gonçalves, M. C. M. (2019). Using infrared thermography to measure the body surface temperature of crossbred cows and calves in the semi-arid region of Minas Gerais. Brazil. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology,* 7(3), 132–136. https://doi.org/10.31893/2318-1265jabb.v7n3p132-136

De Wet, L., Vranken, E., Chedad, A., Aerts, J. M., Ceunen, J., & Berckmans, D. (2003). Computer-assisted image analysis to quantify daily growth rates of broiler chickens. *British Poultry Science,* 44(4), 524–532. https://doi.org/10.1080/00071660310001616192

Edgar, J. L., Nicol, C. J., Pugh, C. A., & Paul, E. S. (2013). Surface temperature changes in response to handling in domestic chickens. *Physiology & Behavior*, 119, 195–200. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.06.020

Souza-Junior, J. B. F., El-Sabrout, K., de Arruda, A. M. V., & Costa, L. L. d. M. (2019). Estimating sensible heat loss in laying hens through thermal imaging. *Computers and Electronics in Agriculture*, 166, 105038. https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105038

Pichova, K., Nordgreen, J., Leterrier, C., Kostal, L., Oppermann, & Moe R. (2016). The effects of food-related environmental complexity on litter directed behaviour, fear and exploration of novel stimuli in young broiler chickens. *Applied Animal Behaviour Science,* 174, 83–89. https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.11.007

Li, G., Huang, Y., Chen, Z., Chesser, G. D., Purswell, J. L., Linhoss, J., & Zhao, Y. (2021). Practices and applications of convolutional neural network-based computer vision systems in animal farming: A Review. *Sensors*, 21(4), 1492. https://doi.org/10.3390/s21041492

Li, G., Hui, X., Chen, Z., Chesser, G. D., Zhao, Y. (2021). Development and evaluation of a method to detect broilers continuously walking around feeder as an indication of restricted feeding behaviors. *Computers and Electronics in Agriculture,* 181. 105982. https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105982

Mascarenhas, N. M. H., Costa, A. N. L., Pereira, M. L. L., Caldas, A. C. A., Batista L. F., & Andrade E. L. G. (2018). Thermal conditioning in the broiler production: challenges and possibilities. *Journal of Animal Behavour and Biometeorology*, 6(2), e52–55. https://10.31893/2318-1265jabb.v6n2p52-55

Mortensen, A. K., Lisouski, P., & Ahrendt, P. (2016). Weight prediction of broiler chickens using 3D computer vision. *Computers and Electronics in Agriculture*, 123, 319–326. https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.03.011

Neves, D. P., Mehdizadeh, S. A., Tscharke, M., Nääs, I. D. A., & Banhazi, T. M. (2015). Detection of flock movement and behaviour of broiler chickens at different feeders using image analysis. *Information Processing in Agriculture*, 2(3-4), 177–182. https://doi.org/10.1016/j.inpa.2015.08.002

Wang, J., Wang, N., Li, L., & Ren, Z. (2020). Real-Time behavior detection and judgment of egg breeders based on YOLO V3. *Neural Computing and Applications*, 32(2), 5471–5481. https://doi.org/10.1007/s00521-019-04645-4

Wang, L., Sun, C., Li, W.Y. et al. (2017). Establishment of broiler quality estimation model based on depth image and BP neural network. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 33(13). 199–205. URL: https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20173340548

Wilcox, C. S., Patterson, J., & Cheng, H. W. (2009). Use of thermography to screen for subclinical bumblefoot in poultry. *Poultry Science*, 88(6), 1176–1180. https://doi.org/10.3382/ps.2008-00446

Zhuang, X., & Zhang, T. (2019). Detection of sick broilers by digital image processing and deep learning. Biosystems Engineering, 179, 106–116. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.01.003