

ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ НАЦІОНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ

DOI: <https://doi.org/10.32689/2523-4536/68-3>
УДК 330.341

Перегида Ю. А.

кандидат географічних наук,
доцент кафедри міжнародних відносин,
Навчально-науковий Інститут управління, економіки та бізнесу,
«Вищий навчальний заклад «Міжрегіональна Академія управління персоналом»;
доцент кафедри глобальної економіки,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1434-2509>

Perehuda Yuliia

Candidate of Geographical Sciences,
Associate Professor of the Department of International Relations,
Educational and Scientific Institute of International Relations
and Social Sciences Private Joint Stock Company
«Higher education institution «The Interregional Academy of Personnel Management»»;
Associate Professor of the Department of Global Economy
National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine

ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА В УМОВАХ ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ INCREASING THE COMPETITIVENESS OF LIVESTOCK PRODUCTS IN THE DIGITAL ECONOMY

Вихід продукції на одиницю тварини зменшується через такі причини, як традиційна практика, зміна клімату, змішування соціально-економічних та екологічних явищ в умовах фермерських господарств. Благополуччя тварин також має значний вплив на продуктивність, і тварини повинні постійно перебувати під наглядом і контролем, щоб відстежувати стан їхнього благополуччя. Оцінка благополуччя традиційно проводилася в минулому шляхом безпосереднього спостереження людьми та надання інформації лише в окремі моменти часу. Мета статті – дослідити існуючі сучасні інформаційні інструменти підвищення конкурентоспроможності діяльності підприємств тваринництва та управління біологічними активами. Великомасштабне тваринництво повинно мати автоматизовані та економічно ефективні системи ідентифікації тварин для фермерів як передумову для зв'язку даних про тварин з системами точного тваринництва. В даний час радіочастотна ідентифікація, оптичне розпізнавання символів і системи розпізнавання обличчя широко використовуються в галузі свинарства та інших тварин або серед окремих методів ідентифікації, що використовуються в дослідженнях.

Ключові слова: конкурентоспроможність, тваринництво, підприємства тваринництва, цифрові технології, Precision Livestock Farming.

The output per unit animal is decreasing due to reasons such as traditional practices, climate change, mixing of socio-economic and environmental phenomena in farming conditions. Animal welfare also has a significant impact on productivity and animals must be constantly monitored and controlled to monitor their welfare status. Welfare assessment has traditionally been carried out in the past by direct observation by humans and providing information only at selected points in time. There has been an increase in the demand for animal protein due to factors such as population growth and rising incomes worldwide. Intelligent sensing tools and various sensors, which are one of the effective methods to meet the animal protein needs, information and communication technologies with large amounts of data obtained from platforms, and sensitive livestock applications will have the potential to significantly increase the capabilities of individual animal analysis and improve farm efficiency by providing advanced on-farm management. Animal welfare also has a significant impact on productivity, and animals must be constantly monitored and controlled to track their welfare status. Welfare assessments have traditionally been carried out in the past

by direct observation by humans and providing information only at selected points in time. As Precision Livestock technologies can provide more valid, reliable and applicable data in real time on an individual scale, they serve as early welfare monitoring systems for animals, which has led to increased interest in this assessment method recently. The purpose of the article is to investigate the existing modern information tools to improve the competitiveness of livestock enterprises and biological assets management. Large-scale livestock farming must have automated and cost-effective animal identification systems for farmers as a prerequisite for linking animal data with precision livestock systems. Currently, radio frequency identification, optical character recognition and facial recognition systems are widely used in the pig and other animal industry or among the individual identification methods used in research.

Keywords: competitiveness, animal husbandry, livestock enterprises, digital technologies, Precision Livestock Farming.

Постановка проблеми. Спостерігається збільшення попиту на тваринний білок через такі фактори, як зростання населення та підвищення доходів у всьому світі. Інтелектуальні інструменти зондування та різні датчики, які є одним з ефективних методів задоволення потреб у тваринному білку, інформаційно-комунікаційні технології з великими обсягами даних, отриманих з платформ, та чутливі програми для тваринництва матимуть потенціал для значного збільшення можливостей індивідуального аналізу тварин та підвищення ефективності ферм за рахунок забезпечення передового управління на фермі. Благополуччя тварин також має значний вплив на продуктивність, і тварини повинні постійно перебувати під наглядом і контролем, щоб відстежувати стан їхнього благополуччя. Оцінка благополуччя традиційно проводилася в минулому шляхом безпосереднього спостереження людьми та надання інформації лише в окремі моменти часу. Оскільки технології "Точного тваринництва" можуть забезпечити більш достовірні, надійні та застосовні дані в режимі реального часу в індивідуальному масштабі, вони слугують системами раннього моніторингу благополуччя тварин, що викликає підвищений інтерес до цього методу оцінки останнім часом. За допомогою чутливого тваринництва можна оцінити еструс тварин, виробництво молока, племінну цінність бугаїв, вміст летких жирних кислот у рубці молочних тварин, а також стан здоров'я та проблеми зі здоров'ям (мастит та кульгавість). Таким чином, скорочується робоча сила в тваринництві, зберігається здоров'я стада, зменшуються зайві витрати на медикаменти та ветеринарні препарати.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню особливостей застосування сучасного цифрового інструментарію в діяльності підприємств тваринництва присвячено роботи багатьох дослідників, серед яких: Alonso R. S., Sittón-Candanedo I., García O., Prieto J., Rodríguez-González S., Canga D., Vođa M., Fuentes S., Viejo C., Cullen B., Tongson E., Chauhan S., Dunshea F. R., Kakani V., Nguyen V. H., Kumar B. P., Kim H., Pasupuleti V. R.,

Smith P., Carstens G., Runyan C., Ridpath J., Sawyer J., You J., Lou E., Afrouziyeh M., Zukiwsky N. M., Zuidhof M. J., Болтянська Н., Подашевська Н., Скляр О., Скляр Р., Болтянський О. та інші [1–13].

Мета статті дослідити існуючі сучасні інформаційні інструменти підвищення конкурентоспроможності діяльності підприємств тваринництва та управління біологічними активами.

Виклад основного матеріалу. При ручному відстеженні тварини добробут тварин розглядається як складне і трудомістке завдання для моніторингу на практиці через неадекватність, пов'язану з поведінкою тварини, соціальною взаємодією та станом здоров'я. При цьому ефективність оцінки благополуччя варіюється в залежності від інтуїції, досвіду та сприйняття серйозності роботи спостерігачем, який змінюється. Така ситуація не створює достатнього сприйняття в забезпеченні довіри споживача. Рекомендується використовувати сучасні практики ведення тваринництва, оскільки бажаним буде забезпечення благополуччя тварин у контрольованій формі, ідентифікація проблем та підвищення довіри споживачів до продукції тваринного походження.

Повернення тварин до випоювання їжі та поведінка під час годування протягом дня є важливими індикаторами стану здоров'я тварин. Зміни в харчовій поведінці можуть бути відповідним рішенням для виявлення проблем зі здоров'ям у тварин, таких як кульгавість і респіраторні захворювання великої рогатої худоби. Вони пропонують використовувати датчики для прогнозування поведінки годування, жуйки, стояння і лежання відгодівельної худоби на пасовищі, щоб визначити здатність тривимірного акселерометра з крокоміром точно розрізнити і прогнозувати поведінкову активність при випасі відгодівельної худоби. Відмінності в параметрах поведінки, зареєстровані в умовах окремо стоячого корівника з використанням датчиків в поєднанні з акселерометрами, надали інформацію про стан здоров'я тварини. Реєстрація таких активностей, як харчування,

споживання корму і води, румінація і відпочинок шляхом спостереження за тваринами в певні години за допомогою ручного спостереження – це метод, який використовується протягом тривалого часу [1–3].

Отримання даних від тварин, аналіз та оцінка цих даних є дуже важливими з точки зору виявлення помилок практик у тваринницькому секторі. Використання інформаційно-комунікаційних технологій та спеціальних аналізів/програм має забезпечити виявлення практик, які можуть бути негативними з точки зору забезпечення сталості діяльності фермерських господарств. З цією метою облік тварин повинен здійснюватися як вручну, так і за допомогою спеціальних програм. Це має важливе значення для простежуваності тварин. При виникненні будь-якої небажаної ситуації виявляється джерело проблеми шляхом зворотного відстеження за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій. Для цього використовуються різні системи (розпізнавання облич, датчики, RFID тощо) для ідентифікації тварин. З використанням таких систем вкрай важливо знати походження продукції з метою підвищення її якості, забезпечення більш ефективного управління ризиками, дотримання екологічного впливу та забезпечення сталого сільськогосподарського виробництва [4–7].

Точне тваринництво – це цифрова система управління, в якій всі етапи виробничого процесу контролюються шляхом вимірювання показників вирощування, відтворення, здоров'я, добробуту та впливу стада на навколишнє середовище за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Безперервність не може бути досягнута, оскільки людині важко і довго здійснювати безперервний моніторинг тварин 24 години на добу для аудіовізуального отримання достовірних даних для управління. За допомогою новітніх технологій така інформація легше передається від тварини до людини у вигляді аудіовізуального потоку даних. Таким чином, можна ефективно трансформувати зібрану достовірну інформацію в процес прийняття рішень (наприклад, управління відтворенням або відстеження отелень).

Необхідність запровадження нових підходів до ведення діяльності підприємствами тваринництва обумовлена також і негативною динамікою середньорічного приросту виробництва (рис. 1).

Схематичний огляд ключових компонентів Precision Livestock Farming для контролю біологічних процесів із сільськогосподарськими тваринами наведено на рисунку 2.

Окремі автори зазначають, що великомасштабне свинарство повинно мати

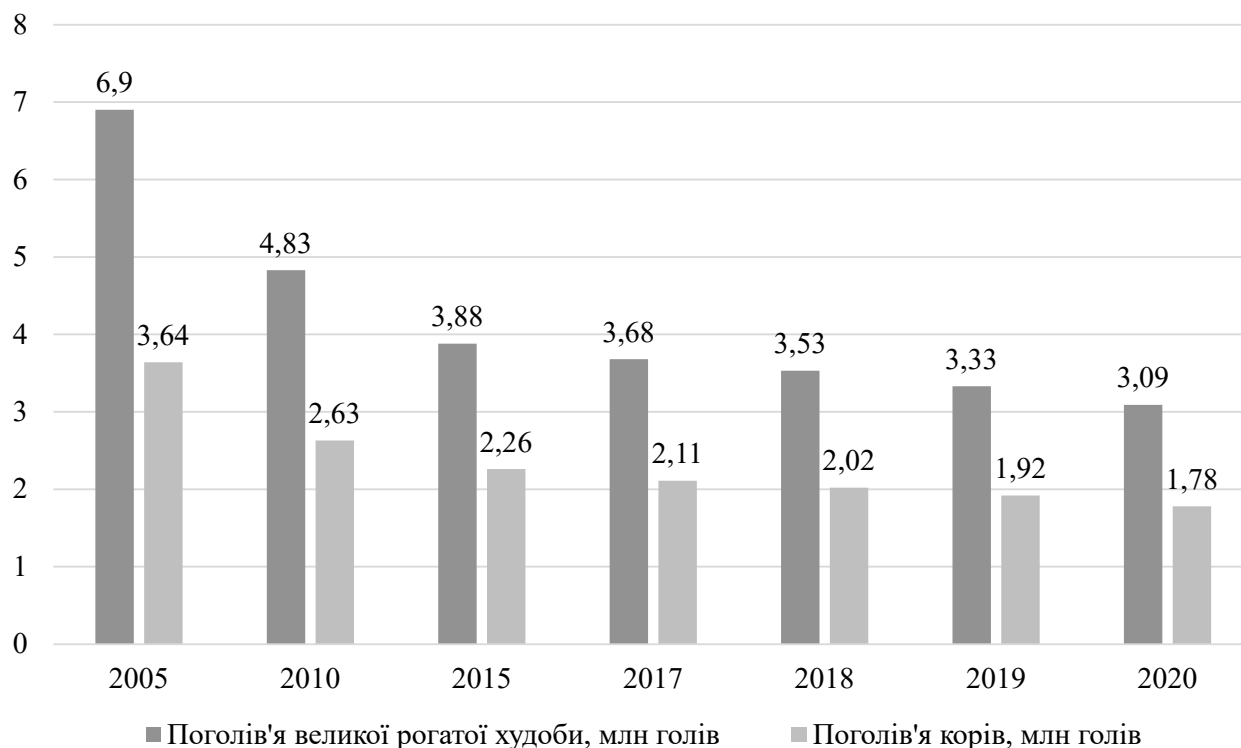


Рис. 1. Динаміка поголів'я великої рогатої худоби та корів за 2005–2020 роки, млн голів

Джерело: [13]

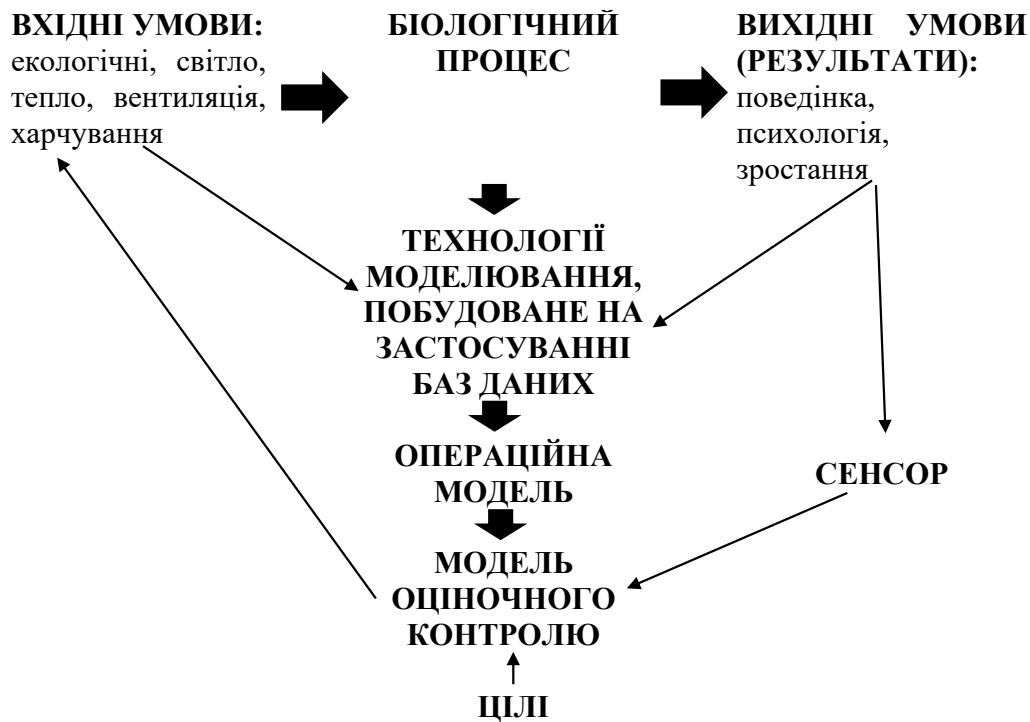


Рис. 2. Схематичний огляд ключових компонентів Precision Livestock Farming для контролю біологічних процесів із сільськогосподарськими тваринами

Джерело: узагальнено автором

автоматизовані та економічно ефективні системи ідентифікації тварин для фермерів як передумову для зв'язку даних про тварин з системами точного тваринництва. В даний час радіочастотна ідентифікація, оптичне розпізнавання символів і системи розпізнавання обличчя широко використовуються в галузі свинарства та інших тварин або серед окремих методів ідентифікації, що використовуються в дослідженнях.

Окремі дослідники показують в своїх роботах найсучасніші методи обчислювального аналізу голосу, які використовуються в даний час. Вони повідомили, що рекомендують використовувати автоматизовані методи для оцінки та моніторингу благополуччя тварин. Вони пояснили, що саме використання автоматизованого аналізу вироблених ними вокалізацій дозволяє здійснювати моніторинг здоров'я та благополуччя тварин. Хоча екологія та охорона природи, здається, швидко впроваджують передові обґрунтовані методи моніторингу популяцій тварин, використання цих методів у сфері благополуччя тварин є дещо повільним та обмеженим.

Метою розведення видів тварин у традиційному тваринництві є отримання м'яса, молока та молочних продуктів для споживання людиною. Загалом відомо, що тваринництво забезпечує 33% білка, що споживається людиною

в їжу, тваринним білком. Нещодавно з'явилася концепція точного тваринництва як цілісного підходу, який додає інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) для поліпшення процесу ведення сільського господарства. PLF відіграє важливу роль у четвертій промисловій революції, також відомій як Індустрія 4.0. У концепції PLF повідомляється, що вони використовують ІКТ для зниження інвестиційних витрат і підвищення як виробництва, так і здоров'я тварин [8; 9].

Все більш широке застосування технологічних розробок, розроблених для відеоігор, допомогло просунути тваринницьке виробництво як більш ефективно, так і з більшою увагою до добробуту тварин. Ця технологія, яка називається точним тваринництвом для дистанційного моніторингу худоби, автоматично контролює худобу індивідуально в режимі реального часу, а також має на меті забезпечити загальне ознайомлення з існуючими технологіями, огляд досліджень і комерційно доступних технологій, а також інформацію для лікарів і клієнтів, які працюють зі свинями, з наслідками і можливостями для фермерів.

Точний і надійний підрахунок тварин на зображеннях, отриманих за допомогою квадрокоптера, є одним з найбільш перспективних методів в інтелектуальному управлінні тваринництвом в майбутньому. При цьому

вони вивчали застосування Mask R-CNN, яка є новітньою системою сегментації вибірки при підрахунку великої рогатої худоби на пасовищах та відгодівельних майданчиках, що інтенсивно експлуатуються. Експериментальні результати в цьому дослідженні показали, що фреймворк має потенціал для надійної роботи в автономних системах технічного зору з квадрокоптерами з точністю 94% при підрахунку великої рогатої худоби на пасовищах і 92% точності в зонах відгодівлі. У порівнянні з типовими конкуруючими алгоритмами, Mask R-NN також повідомив, що він показав кращі результати як в точності підрахунку, так і в середній точності, особливо в наборах даних з оклюзією і перекриттям [10–11].

Існують також можливості машинного навчання у тваринницькому секторі шляхом деталізації зростаючої відкритості доступних датчиків та програмного забезпечення, методів та джерел даних для аналізу даних. Повідомляється, що використання машинного навчання в прецизійних тваринницьких фермах знаходиться в стадії розвитку і існують різні труднощі в дослідженнях. Вони повідомили, що профілактикою цієї ситуації є розробка гібридних моделей для діагностики та призначення як інструменту профілактики та контролю хвороб тварин, об'єднання питань випасу та здоров'я тварин, надання автономії PLF з використанням автономних завдань аналізу даних та циклів мета-навчання, а також об'єднання змінних ґрунту та пасовищ.

В окремих дослідженнях автори класифікували зображення обличчя великої рогатої худоби за допомогою швидших регіонально-конволюційних нейронних мереж (DHB-ESA). Усього в наборі даних було використано 1579 зображень від 5 різних видів великої рогатої худоби. Було проведено навчання на 1129 зображеннях та тестування на 450 зображеннях. Було отримано 98,44% точності. Зображення обличчя великої рогатої худоби були успішно класифіковані, і вони повідомили, що ідентифікація великої рогатої худоби за допомогою ідентифікації обличчя замість дорогих систем, а також ідентифікація та подальше спостереження за тваринами дозволили більш економічно відстежувати стада [12; 13].

Сьогодні використання технологій у тваринництві зростає з кожним днем. Процеси зберігання, збору та інтерпретації інформації здійснюються шляхом перенесення даних в цифрове середовище у відповідній галузі. У цьому контексті експертні

системи забезпечують важливі висновки у взаємозв'язку симптом-хвороба. У дослідженні симптоми, отримані від домашніх тварин, оцінюються експертною системою і робляться висновки про діагноз захворювання. Програмне забезпечення експертної системи, розроблене за допомогою ASP.NET MVC, має адаптивний мобільний та веб-інтерфейс. У програмному забезпеченні користувач отримує інформацію про можливі захворювання шляхом введення в інтерфейс симптомів.

Висновки. Тваринництво – це підгалузь сільського господарства, яка дає можливість тваринам задовольняти свої основні потреби в продуктах харчування шляхом задоволення їх потреб після одомашнення. Для того, щоб тваринництво було економічно вигідним і прибутковим, тварин потрібно добре годувати, доглядати і виробляти продукцію. До галузі тваринництва належать скотарство, вівчарство, птахівництво та бджільництво. У зв'язку з домінуванням невеликих стад в нашій країні, ми бачимо, що практики точного тваринництва менше для того, щоб задовольнити потреби тварин на фермах. Тваринницький сектор веде до четвертої сільськогосподарської революції в світі, в якій стійке виробництво продуктів харчування підтримується автоматизацією місій і дотриманням вимог, а також корисними технологіями для підвищення продуктивності ферм і ланцюжків поставок. При оцінці таких даних, як жива вага, надої молока і параметри продуктивності, слід заохочувати використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) і точного тваринництва (PLF) у всіх сферах фермерського середовища, щоб полегшити практику тваринництва, таку як тепло, харчова поведінка, моніторинг благополуччя тварин і контроль за станом навколишнього середовища. Для того, щоб покращити застосовність системи, необхідно підготувати середовище з точки зору покращення інноваційних процесів та розробки нових технологій у співпраці з політиками, фермерами, споживачами та розробниками технологій (працівниками науково-дослідних установ). Відповідно, такі переваги, як підвищення ефективності, покращення продуктивності тощо, можуть бути забезпечені шляхом оцінки даних фермерських господарств, збору їх під одним дахом, забезпечення безпеки даних та інтеграції з розробленими технологіями. Рекомендується розглянути рішення для спільного використання PLF на декількох фермах, а також провести а також провести дослідження, щоб зробити їх комерційно життєздатними для майбутніх досліджень.

Список використаних джерел:

1. Alonso R. S. An intelligent Edge-IoT platform for monitoring livestock and crops in a dairy farming scenario / Alonso R. S., Sittón-Candanedo I., García O., Prieto J., Rodríguez-González S. // *Ad Hoc Networks*. 2020. № 98. С. 102047.
2. Canga D. Determination of the Effect of Some Properties on Egg Yield with Regression Analysis Method Bagging Mars and R / Canga D., Boğa M. // *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*. 2020. № 8(8). С. 1705–1712, 2020. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i8.1705-1712.3468>.
3. Çevik K. K. Deep Learning Based Real-Time Body Condition Score. *Classification System Digital Object*. 2020.
4. Fuentes S. Artificial Intelligence Applied to a Robotic Dairy Farm to Model Milk Productivity and Quality based on Cow Data / Fuentes S., Viejo C. G., Cullen B., Tongson E., Chauhan S. S., Dunshea F. R. // *Daily Environmental Parameters*. 2020. № 20. С. 2975. doi:10.3390/s20102975 www.mdpi.com/journal/sensors.
5. Ilyas Q. M. Smart Farming: An Enhanced Pursuit of Sustainable Remote Livestock Tracking and Geofencing Using IoT and GPRS Hindawi / Ilyas Q. M., Ahmad M. // *Wireless Communications and Mobile Computing*. Volume 2020, Article ID 6660733, 12, <https://doi.org/10.1155/2020/6660733>.
6. Kakani V. A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry / Kakani V., Nguyen V. H., Kumar B. P., Kim H., Pasupuleti V. R. // *Journal of Agriculture and Food Research*. 2020. № 2, 100033.
7. Smith P. Effects of Multivalent BRD Vaccine Treatment and Temperament on Performance and Feeding Behavior Responses to a BVDV1b Challenge in Beef Steers / Smith P., Carstens G., Runyan C., Ridpath J., Sawyer J., Herring A. // *Animals*. 2021. 11(7), 2133
8. Tekin K. Precision livestock farming technologies: Novel direction of information flow / Tekin K., Yurdakök Dikmen B., Kanca H., Guatteo R. // *Ankara Univ Vet Fak Derg*. 2021. № 68, 193-212, DOI: 10.33988/aufvd.837485.
9. Tschoner T. Retrospective Evaluation of Claw Lesions, Inflammatory Markers, and Outcome after Abomasal Rolling in Cattle with Left Displacement of the Abomasum/ Tschoner T., Zablotski Y., Feist M. // *Animals*. 2021, 11, 1648. <https://doi.org/10.3390/ani11061648>, <https://www.mdpi.com/journal/animals>.
10. Volkman N. On-farm detection of claw lesions in dairy cows based on acoustic analyses and machine learning/ Volkman N., Kulig B., Hoppe S., Stracke J., Hensel O., Kemper N. // *Journal of dairy science*. 2021. 104(5), 5921–5931.
11. Wang Z. Applications of machine learning for livestock body weight prediction from digital images / Wang Z., Shadpour S., Chan E., Rotondo V., Wood K. M., Tulpan D. // *Journal of Animal Science*. 2021, Vol. 99, No. 2, 1–15, doi:10.1093/jas/skab022.
12. You J. A supervised machine learning method to detect anomalous real-time broiler breeder body weight data recorded by a precision feeding system/ You J., Lou E., Afrouziyeh M., Zukiwsky N. M., Zuidhof M. J. // *Computers and Electronics in Agriculture*. 2021. P. 185–171
13. Болтянська Н., Подашевська Н., Скляр О., Скляр Р., Болтянський О. Проблеми впровадження цифрових технологій у тваринництві. *ІТЕА-2021: 1-й семінар 10-ї Міжнародної науково-практичної конференції "Інформаційні технології в енергетиці та агропромисловому комплексі"*, 6–8 жовтня 2021 року, м. Львів, Україна. С. 75–89.

References:

1. Alonso, R.S., Sittón-Candanedo, I., García, O., Prieto, J., Rodríguez-González, S. (2020). An intelligent Edge-IoT platform for monitoring livestock and crops in a dairy farming scenario. *Ad Hoc Networks*, 98, 102047.
2. Canga, D., Boğa, M. (2020). Determination of the Effect of Some Properties on Egg Yield with Regression Analysis Method Bagging Mars and R, *Turkish Journal of Agriculture – Food Science and Technology*, 8(8): 1705–1712, 2020. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i8.1705-1712.3468>.
3. Çevik, K. K. (2020). Deep Learning Based Real-Time Body Condition Score Classification System Digital Object Identifier. 10.1109/ACCESS.2020.3040805.
4. Fuentes, S., Viejo CG., Cullen, B., Tongson, E., Chauhan, S.S. and Dunshea, F.R. (2020). Artificial Intelligence Applied to a Robotic Dairy Farm to Model Milk Productivity and Quality based on Cow Data. *Daily Environmental Parameters*, 20, 2975; doi:10.3390/s20102975 www.mdpi.com/journal/sensors.
5. Ilyas, Q.M. and Ahmad, M. (2020). Smart Farming: An Enhanced Pursuit of Sustainable Remote Livestock Tracking and Geofencing Using IoT and GPRS Hindawi. *Wireless Communications and Mobile Computing*. Volume 2020, Article ID 6660733, 12, <https://doi.org/10.1155/2020/6660733>.
6. Kakani, V., Nguyen, V.H., Kumar, B.P., Kim, H., Pasupuleti, V.R. (2020). A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100033.
7. Smith, P., Carstens, G., Runyan, C., Ridpath, J., Sawyer, J. and Herring, A. (2021). Effects of Multivalent BRD Vaccine Treatment and Temperament on Performance and Feeding Behavior Responses to a BVDV1b Challenge in Beef Steers. *Animals*, 11(7), 2133.
8. Tekin, K., Yurdakök dikmen, B., Kanca, H., Guatteo, R. (2021). Precision livestock farming technologies: Novel direction of information flow. *Ankara Univ Vet Fak Derg*, 68, 193–212, DOI: 10.33988/aufvd.837485.

9. Tschoner, T., Zablotski, Y. and FEIST, M. (2021). Retrospective Evaluation of Claw Lesions, Inflammatory Markers, and Outcome after Abomasal Rolling in Cattle with Left Displacement of the Abomasum. *Animals*, 11, 1648. <https://doi.org/10.3390/ani11061648> <https://www.mdpi.com/journal/animals>.
10. Volkmann, N., Kulig, B., Hoppe, S., Stracke, J., Hensel, O. and Kemper, N. (2021). On-farm detection of claw lesions in dairy cows based on acoustic analyses and machine learning. *Journal of dairy science*, 104(5), 5921–5931.
11. Wang, Z., Shadpour, S., Chan, E., Rotondo, V., Wood, K.M. and Tulpan, D. (2021). Applications of machine learning for livestock body weight prediction from digital images. *Journal of Animal Science*. Vol. 99, No. 2, 1–15, doi:10.1093/jas/skab022.
12. You, J., Lou, E., Afrouziyeh, M., Zukiwsky, N. M., Zuidhof, M. J. (2021). A supervised machine learning method to detect anomalous real-time broiler breeder body weight data recorded by a precision feeding system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 185(2021)106171.
13. Boltyanska N., Podashevska N., Skliar O., Skliar R., Boltyansky O. (2021). Problems of implementation of digital technologies in animal husbandry. *ITEA-2021: 1st workshop of the 10th International Scientific and Practical Conference "Information Technologies in Energy and Agroindustrial Complex"*, October 6–8, 2021, Lviv, Ukraine. P. 75–89 [In Ukrainian].