

**Державний науково-дослідний інститут
з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи**

ГО “Інститут Єдиного Здоров’я”

**State Scientific and Research Institute for Laboratory Diagnostics and
Veterinary and Sanitary Expertize**

One Health Institute, NGO

ISSN (print): 2786-7420

ISSN (online): 2786-7439

ONE HEALTH JOURNAL

**Healthy community, Healthy livestock,
Healthy wildlife, Health environment
One World – One Health**

Том / Vol. 1

Номер / N 4

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-IV

Київ / Kyiv – 2023

EDITORIAL BOARD/Редакційна колегія

Editors-in-chief/Головні редактори:

Dr Olha Chechet (DVM) (Ukraine) / Чечет Ольга Миколаївна, д. вет. н., директор ДНДІЛДВСЕ / director SSRILDVSE (UA / Україна)

Prof. Dr Anton Gerilovych (DVM) (Ukraine) / Герілович Антон Павлович, д. вет. н., проф., президент ГО «Інститут Єдиного Здоров'я» / Non-Governmental Organization One Health Institute (UA / Україна)

Учений секретар редакційної колегії:

Dr Maryna Romanko (BD) / Романько М. Є., д. б. н., с. н. с., ДНДІЛДВСЕ / SSRILDVSE (UA / Україна)

Editorial board members:

Prof. Juergen Richt (DVM) / д. вет. н., проф. Йорген Рихт, KSU (US / США)

Prof. Roman Woelfel (MD) / д. мед. н., проф. Роман Вольфель, IMB (DE / Німеччина)

Prof. Huseyin Yilmaz (DVM) / д. вет. н., проф. Хусейн Йільмаз, ISU (TR / Туреччина)

Prof. Paata Imnadze (MD) / д. мед. н., проф. Паата Імнадзе, NCDC (GE / Грузія)

Prof. Krzysztof Niemczuk (DVM) / д. вет. н., проф. Кшиштоф Немчук, PIWet/NVRI (PL / Польща)

Prof. Mirosław Polak (DVM) / д. вет. н., проф. Мирослав Полак, PIWet / NVRI (PL / Польща)

Prof. Dariusz Wasyl (DVM) / д. вет. н., проф. Даріуш Васил, PIWet / NVRI (PL / Польща)

Dr Eric Bortz (DVM) / д. б. н. Ерік Борц, ASU (US / США)

Dr Olha Gaidey / Гайдей О. С., к. вет. н., ДНДІЛДВСЕ / SSRILDVSE (UA / Україна)

Prof. Vyacheslav Kovalenko / Коваленко В. Л., д. вет. н., проф., ДНДІЛДВСЕ / SSRILDVSE (UA / Україна)

Prof. Vitalii Ukhovskiy / Уховський В. В., д. вет. н., проф., ДНДІЛДВСЕ / SSRILDVSE (UA / Україна)

Prof. Leonid Kornienko / Корнієнко Л. Є., д. вет. н., проф., ДНДІЛДВСЕ / SSRILDVSE (UA / Україна)

Prof. Dmytro Butov / Бутов Д. С., д. м. н., проф., ХНМУ / KNMU (UA / Україна)

Prof. Euhene Legach / Легач Є. І., д. м. н., проф., ІПКіКМ НАНУ / IPCC NASU (UA / Україна)

Prof. Kateryna Yurko / Юрко К. В., д. м. н., проф., ХНМУ / KNMU, (UA / Україна)

Prof. Dmytro Stepaniuk / Степанський Д. О., д. м. н., проф., ДНМУ / DNMU, (UA / Україна)

Prof. Halyna Yeroshenko / Єрошенко Г. А., д. м. н., проф., ПДМУ / PSMU, (UA / Україна)

Prof. Denys Kolybo / Колибо Д. В., д. б. н., проф., ІБ ім. Палладіна НАНУ / Palladin IB NASU (UA / Україна)

Dr Halyna Bozhok / Божок Г. А., д. б. н., с. н. с., ІПКіКМ НАНУ / IPCC NASU (UA / Україна)

Dr Natalia Rodyna / Родина Н. С., к. б. н., КЦКПХ МОЗ України / KCCPD MoH (UA / Україна)

Dr Galyna Gergalova / Гергалова Г. Л., к. б. н., с. н. с., ІБ ім. Палладіна НАНУ / Palladin IB NASU (UA / Україна)

Contact information of One Health Journal Editorial Board:

State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise

✉ Mailing Address: Donetska, 30 (Entrance from Donetska str.), 03151, Kyiv, UA.

☎ Phone: +38(067) 718-17-04; +38(067) 572-16-70; +38(044) 243-37-55; +38(044) 243-37-54

✉ E-mail: prezyd.o.h.institute@gmail.com (please indicate the e-mail topic «for One Health Journal Editorial Board»)

Журнал заснований 25 жовтня 2022 р. Державним науково-дослідним інститутом з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи та Громадською організацією "Інститут Єдиного Здоров'я". Видання зареєстроване Міністерством юстиції України, Свідоцтво КВ № 25382-15322Р від 10.01.2023 р. Включено до Переліку наукових фахових видань України (Категорія «Б») для ветеринарних наук (наказ МОН України N 768 від 20 червня 2023 р.) та для біологічних наук (наказ МОН України № 1309 від 25 жовтня 2023 р.).

Матеріали номеру схвалені до друку Редакційною колегією 05.12.2023 р.

Dear colleagues,

The current globalization of the World aligns the society with growing risks aligned with the biological agents. Multiple biological risk factors producing threats for human, animal health and environmental well-being. Their list includes water, air, food and feed-stuff vector borne pathogens, dissemination of multiresistance strains, emergence and re-emergence of infection agents, including zoonotic pathogens, dual-use technologies and issues, illegal bioterroristic activities, hybrid threats from terroristic countries targeted to civilized World.

One Health is the collaborative, multisectoral, and multidisciplinary approach implementing at the local, national, and global levels, and aimed to achieve optimal health and well-being outcomes recognizing the interconnections between human, animal, plant health sectors, and environmental safety.

Worldwide, near 75 percent of all emerging human infectious diseases in the past three decades originated from animals. Environmental health may affect human and animal health through contamination, pollution of food and feed-stuff and poor conditions that may lead to new infectious agents. The world population is forecasted to grow from 7 billion in 2011 to 9 billion by 2050. Provision of an adequate healthcare, food and water for the growing global population requires the multisectoral approach including medical, veterinary, environmental sciences establishments. The human-animal bond beneficially impacts the health of both people and animals.

Our multisectoral team, led by the State Scientific and Research Institute for Laboratory diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertize (SSRILDVSE) – leading veterinary science and reference activities establishment of the State Food Safety and Consumer Protection Service of Ukraine and Non-Governmental Organization One Health Institute (NGO OHI), created the One Health Journal in 2022.

We present the One Health Journal aimed is to provide an informational support to medical, veterinary and biological community in the field of public health, veterinary medicine, plant quarantine and environmental protection, as well as to promote the introduction and development of modern methods of monitoring, diagnosis and prevention of zoonotic diseases, and infectious diseases of humans, animals and plants, recombinant and nanobiotechnologies. The Editorial board hopes, that our multidisciplinary profile will be interesting for wide auditorium of scientists and practical specialists in human medicine, veterinary medicine, biology, biotechnology and biosafety. We invite new authors for fruitful collaboration and joint development.

Sincerely yours,
Editors-in-Chief

Dr Olha Chechet

and

Prof. Dr Anton Gerilovych



Шановні колеги!

Сучасна глобалізація світу ставить суспільство в умови зростаючих ризиків, пов'язаних із біологічними агентами. Численні біологічні фактори ризику створюють загрози для здоров'я людей, тварин і благополуччя навколишнього середовища. Їх список включає патогени, що поширюються з водою, повітрям, продуктами харчування та кормами, трансмісивними векторами, розповсюдження різнорезистентних штамів, появу та повторну появу збудників інфекцій, у тому числі зоонозних патогенів, технології та проблеми подвійного використання, незаконну біотерористичну діяльність, гібридні загрози з терористичних країн, що спрямовані на сучасний цивілізований світ.

«Єдине здоров'я» — це спільний, багатогалузевий і міждисциплінарний підхід, який реалізується на місцевому, національному та глобальному рівнях і спрямований на досягнення оптимальних результатів у сфері здоров'я та благополуччя, за рахунок міжвідомчої взаємодії між секторами охорони здоров'я людей, тварин, рослин та екологічної безпеки.

У всьому світі майже 75 % усіх інфекційних захворювань людини, що виникають за останні три десятиліття, походять від тварин. Безпека навколишнього середовища може вплинути на здоров'я людей і тварин через зараження інфекційними та паразитарними хворобами, контамінацію харчових продуктів і кормів біологічними агентами та токсинами, що може призвести до появи та поширення нових інфекційних агентів. Прогнозується, що населення Світу зросте з 7 мільярдів у 2011 році до 9 мільярдів до 2050 року. Забезпечення адекватного медичного обслуговування, доступу до продуктів харчування та води для зростаючого населення Світу вимагає багатогалузевого підходу, включаючи залучення установ медичного, ветеринарного та екологічного профілів.

Наша багатогалузева команда на чолі з Державним науково-дослідним інститутом з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДННДІЛВСЕ) – провідною науковою ветеринарною установою та референс-центром Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів та ГО «Інститут Єдиного Здоров'я» (ГО ІЄЗ), створила One Health Journal у 2022 році.

Представляємо One Health Journal, метою якого є надання інформаційної підтримки медичній, ветеринарній та біологічній спільноті у сфері охорони здоров'я, ветеринарії, карантину рослин та охорони навколишнього середовища, а також сприяння впровадженню та розвитку сучасних методів моніторингу, діагностики та профілактики зоонозних та інфекційних хвороб людини, тварин і рослин, рекомбінантних та нанобіотехнологій. Редакційна колегія сподівається, що наш мультидисциплінарний профіль буде цікавим для широкого кола вчених і практичних спеціалістів у галузі медицини, ветеринарної медицини, біології, біотехнології та біобезпеки. Запрошуємо нових авторів до плідної співпраці та спільного розвитку.



З повагою,
головні редактори:
Ольга Чечет
та
Антон Герілович



Зміст/Table of contents

UA	Стор. Page	EN
Від редакції Зміст	3 5	Editorial board message Table of contents
Розділ 1. Здоров'я та благополуччя, засоби захисту тварин	6	Section 1. Health and welfare, means of protection of animals
ХАРАКТЕРИСТИКА ЗБУДНИКА, ЕПІЗООТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, КЛІНІЧНІ ОЗНАКИ, ДІАГНОСТИКА ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З АФРИКАНСЬКОЮ ЧУМОЮ КОНЕЙ (ОГЛЯДОВА СТАТТЯ) О. М. Чечет, Л. Є. Корнієнко, В. В. Уховський, М. С. Карпуленко, Г. В. Київська, О. А. Мороз	6	PATHOGEN CHARACTERISTIC, EPIZOOTOLOGICAL FEATURES, CLINICAL SIGNS, DIAGNOSTICS AND MEASURES IN THE FIGHT AGAINST AFRICAN HORSE SICKNESS (REVIEW ARTICLE) O. Chechet, L. Korniienko, V. Ukhovskiy, M. Karpulenko, G. Kyivska, and O. Moroz
ЕТИОЛОГІЯ РЕСПІРАТОРНИХ ХВОРОБ СВИНЕЙ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ХАРКІВСЬКОЇ І ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ Войтенко Р. В., Северин Р. В., Гонтарь А. М., Гарагуля Г. І., Баско С. О.	19	ETIOLOGY OF PORCINE RESPIRATORY DISEASE COMPLEX ON FARMS OF KHARKIV AND POLTAVA REGIONS R. Voitenko, R. Severyn, A. Hontar, G. Haragulya, and S. Basko
ДОБРОБУТ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ З ПОЗИЦІЇ ВЕТЕРИНАРНОГО, ЕКОНОМІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО АСПЕКТІВ: ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД Милостивий Р. В.	34	WELFARE OF CATTLE FROM THE PERSPECTIVE OF VETERINARY, ECONOMIC AND SOCIAL ASPECTS: A REVIEW R. Mylostyvyi
ТОКСИКО-БІОХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВПЛИВУ НОВОГО ПРОБІОТИЧНОГО ЗАСОБУ НА ОСНОВІ БАКТЕРІЙ РОДУ <i>BACILLUS</i> НА ЛАБОРАТОРНИХ І ЦІЛЬОВИХ ВИДАХ ТВАРИН Бучковська Г., Чечет О., Романько М., Коваленко В., Оробченко О., Горбатюк О., Герілович А., Ушкалов В.	39	TOXICOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF THE INFLUENCE OF THE NEW PROBIOTIC BASED ON <i>BACILLUS</i> BACTERIA ON LABORATORY AND TARGET SPECIES OF ANIMALS G. Buchkovska, O. Chechet, M. Romanko, V. Kovalenko, O. Orobchenko, O. Horbatiuk, A. Gerilovich, and V. Ushkalov
Розділ 2. Моніторинг та діагностика	54	Section 2. Surveillance and diagnostics
ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ В УМОВАХ ВІЙНИ З РФ ЗАХОДІВ З ДЕРЖАВНОГО КОНТРОЛЮ (НАГЛЯДУ) У СФЕРІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ Ушкалов А. В., Божидай І. І.	54	FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF STATE CONTROL (OVERSIGHT) MEASURES IN THE FIELD OF FOOD SECURITY IN THE KHARKIV REGION DURING THE WAR WITH RUSSIA A. Ushkalov, and I. Bozhydai
ЗАСТОСУВАННЯ ПЛР ТА МЕТОДИК НА ЇЇ ОСНОВІ У ВЕТЕРИНАРНІЙ МЕДИЦИНІ Герілович А., Чечет О., Коваленко В., Сушко М., Романько М., Коровін І., Герілович І.	61	APPLICATION OF PCR AND PCR-BASED TECHNIQUES IN VETERINARY MEDICINE A. Gerilovich, O. Chechet, V. Kovalenko, M. Sushko, M. Romanko, I. Korovin and I. Gerilovich
Розділ 3. Біологічна та екологічна безпека	73	Section 3. Biological and ecological safety
РАДІАЦІЙНА СИТУАЦІЯ НА ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ УКРАЇНИ В ПОСТЧОРНОБІЛЬСЬКИЙ ПЕРІОД З 2013 ПО 2022 РОКИ Малімон З. В., Кочетова Г. С., Гусак Л. М., Шуляк С. В.	73	RADIATION SITUATION IN THE CONTAMINATED TERRITORIES OF UKRAINE IN THE POST-CHORNOBYL PERIOD FROM 2013 TO 2022 Z. Malimon, H. Kochetova, L. Gusak, and S. Shuliak

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗБУДНИКА, ЕПІЗООТОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, КЛІНІЧНІ ОЗНАКИ, ДІАГНОСТИКА ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З АФРИКАНСЬКОЮ ЧУМОЮ КОНЕЙ (ОГЛЯДОВА СТАТТЯ)

О. М. Чечет (ORCID ID 0000-0001-5099-5577), **Л. Є. Корнієнко** (ORCID ID 0000-0001-6832-0789), **В. В. Уховський*** (ORCID ID 0000-0002-7532-3942), **М. С. Карпуленко** (ORCID ID 0000-0001-8982-9031), **Г. В. Київська** (ORCID ID 0000-0002-2390-8498), **О. А. Мороз** (ORCID ID 0000-0003-4853-4573)

Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ (Україна);
e-mail: uhovskiy@ukr.net*

Резюме. У статті описано результати аналізу наукових літературних джерел щодо епізоотичної ситуації з африканської чуми коней. Наведені актуальні відомості про характеристику, шляхи розповсюдження і патогенез збудника. Описано ключові шляхи розповсюдження збудника захворювання, серед яких виділяють: розповсюдження інфікованими векторами, транспортуванням диких або домашніх тварин-носіїв на інші території, хворими (інфікованими) тваринами на ранніх стадіях захворювання. Особливу увагу присвячено клінічним ознакам, перебігу та патолого-анатомічним змінам, викликаним захворюванням, серологічним і молекулярно-генетичним методам діагностики. Із урахуванням світового досвіду обґрунтовано основні складові заходів боротьби з цим захворюванням і його профілактика, аргументовано необхідність проведення активної системи епіднагляду серед коней з метою виявлення випадків хвороби, що, у свою чергу, матиме рішуче значення для попередження занесення і розповсюдження хвороби на територію України та раннього виявлення спалахів хвороби.

Ключові слова: африканська чума коней, епізоотична ситуація, фактори розповсюдження збудника, діагностика, оцінка ризику, заходи боротьби.

Вступ. Африканська чума коней (АЧК) (лат.: *Pestis africana equorum*; англ: *African Horse Sickness (AHS)*; син.: африканська чума однокопитних) – вірусна хвороба, що перебігає надгостро, гостро або підгостро і характеризується гарячкою, набряками підшкірної клітковини і крововиливами у внутрішніх органах.

Африканська чума коней – природно-вогнищева хвороба з трансмісивним шляхом передачі вірусу, яка поширюється на значні території за короткий період часу. Хвороба проявляється у вигляді епізоотій. Більш сприйнятливим до зараження є молодняк. Основним джерелом збудника інфекції є хворі тварини і вірусоносії. До цього збудника сприйнятливі всі однокопиті, але найбільш чутливі коні. Мули, осли й зебри є менш чутливими, проте віремія у них більш тривала. Іншими відомими сприйнятливими видами є собаки, дикі м'ясоїдні (гієни та шакали), слони та верблюди (Zientara et al., 2015; Assefa et al., 2022). Хворобу включено до списку транскордонних інфекційних захворювань, що підлягають обов'язковому повідомленню Всесвітній організації охорони здоров'я тварин (WOAH). WOAH через серйозність і потенційний ризик хвороби зазначає можливість її швидкого глобального поширення (Susan et al., 2019). АЧК залишається найбільш економічно значущою хворобою коней у всьому світі.

Мета роботи полягала у систематизації та аналітичному дослідженні інформаційних даних наукової літератури щодо спалахів африканської чуми коней у світі. На основі отриманих даних надано характеристику етіології захворювання, визначено епізоотологічні особливості, клінічні ознаки і патолого-анатомічні зміни, описано сучасні діагностичні методи та заходи боротьби й профілактики.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження виконане шляхом вивчення та аналізу інформаційних даних наукової літератури з африканської чуми коней. Матеріалом для статті слугували статистичні дані WOAH (WAHIS), ProMED, OIE Publications.

Результати досліджень. Перша відома історична згадка про АЧК виявлена в арабському документі під назвою «Le Kitab El-Akoual El-Kafiah Wa El Chafiah», який, очевидно, характеризував епідемію, що сталася в Ємені в 1327 р. Однак вважається, що вірус виник у Африці, й перший запис про хворобу на континенті зроблений отцем Монкларо у його розповіді про подорож Франциско Баррето до Східної Африки в 1569 р. На відміну від зебр, які є ендеміками регіону, коні не є корінними мешканцями Південної Африки. Перша згадка про АЧК у Південній Африці з'явилась приблизно через п'ятдесят років після завезення коней і віслюків на мис Доброї Надії ранніми голландськими поселенцями в 1657 р. Значний спалах стався в 1719 р., коли під час нього загинуло майже 1700 тварин (Dennis et al., 2019). До 1953 р. періодичні спалахи траплялися з інтервалом приблизно в 20–30 років, найбільш значним був спалах у Південній Африці в 1854–1855 рр., за якого загинуло майже 70 000 коней (Vandenbergh, 2010; Carpenter et al., 2017). АЧК і нині періодично реєструється в південноафриканських країнах, але вірус також час від часу ігнорував свої географічні обмеження і поширювався далі: до країн Північної Африки, Близького Сходу, Аравійського півострова, Південно-Західної Азії та Середземноморського регіону (Carpenter et al., 2017; Dennis et al., 2019). Значна епізоотія на Близькому Сході і в Південно-Західній Азії реєструвалась у період 1959–1963 років, під час якої загинуло понад 300 000 голів конячих (Carpenter et al., 2017). Дослідники зазначають, що країни з більш м'якими кліматичними умовами піддаються дедалі більшому ризику спалахів цієї хвороби внаслідок міграції переносників (гнусу) на північ у результаті глобального потепління та зміни клімату (De Vos et al., 2012; Hopley and Toth, 2013). Такий спалах АЧК у Європі мав би значні економічні наслідки для власників коней на континенті, що свідчить про нагальну потребу в розробці нових, безпечних, активних та економічно ефективних вакцин, для яких додатково розроблені тести з диференціювання вакцинованих та інфікованих тварин (DIVA).

Характеристика збудника. Вірус африканської чуми коней (AHSV) належить до родини *Reoviridae*, роду *Orbivirus*. У AHSV виділяють дев'ять антигенних серотипів (від AHSV-1 до AHSV-9) (Mohamed et al., 2022). Між цими серотипами існує частковий антигенний зв'язок із перехресною реактивністю гомологічної антисироватки до інших підтипів у реакції нейтралізації (VN) (перехресна нейтралізація спостерігається між типами 1 і 2, 3 і 7, 5 і 8, 6 і 9). Цей перехресний захист також спостерігався в польових умовах, і це звичайна практика в Південній Африці, коли полівалентні вакцини не містять деяких серотипів, враховуючи перехресний захист, який можуть забезпечити інші типи (наприклад, 5 і 9 не включені в комерційні вакцини, захист забезпечують антигенні типи 8 і 6 відповідно) (Ngoveni et al., 2019).

Геном AHSV складається з 10 сегментів лінійної дволанцюгової РНК, укладених у серцевину, що кодує сім структурних (чотири основних і три другорядних) і п'ять неструктурних білків (NS 1–3, NS4 та NS5). Сегменти, що кодують білки NS1 і NS2, є висококонсервативними для дев'яти серотипів. Більше варіабельних областей між серотипами, що кодують білки NS3, NS3A, NS4, а також білки зовнішнього капсиду (Zwart et al., 2015; Zientara et al., 2015; Dennis et al., 2019; Wall et al., 2021). Два основних структурних білка VP5 і VP2 складають зовнішній капсидний шар, тоді як два інші основні структурні білки – VP3 і VP7, а також три другорядні структурні білки – VP1, VP4 і VP6, складають коротку частинку віріону AHSV. Віріони збудника безоболонкові, діаметром приблизно 80 нм, структуровані як двошаровий ікосаедричний капсид, що складається з 32 капсомерів. Ядро віріону утворено двома основними білками VP3 і VP7, висококонсервативними серед дев'яти серотипів AHSV і відповідальними за групове типування (Faber et al., 2016). Зовнішній капсид (VP2 і VP5) здебільшого відповідає за антигенні характеристики збудника; нейтралізуючі епітопи переважно розташовані в VP2 (Kanaï et al., 2014).

Вірус є чутливим до низьких рН, легко інактивується за значень рН нижче 6,0. Проте він відносно стабільний за лужних значень рН (7,0–8,5). Збудник чутливий до дезінфекційних засобів у звичайних концентраціях, зокрема формаліну, фенолу, а також до ультрафіолетового випромінювання.

У ліофілізованому стані збудник може зберігатись декілька років, у крові – кілька тижнів, у ґрунті за 37 °C – 11 діб. За температури холодильника (4 °C) штами зберігають вірулентність впродовж 90 діб. Інактивація вірусу за температури 45 °C відбувається через 6 діб, за 55 °C –

через 10 хв, за 60 °C – через (5–15) хв. За впливу ультрафіолетового опромінення інактивація збудника відбувається через 1 хв (Zientara et al., 2015).

AHSV морфологічно майже ідентичний до вірусу катаральної гарячки овець (BTV) (Mayo et al., 2021). Збудник (у значних кількостях) виявляють у крові під час віремії, внутрішніх органах, ексудаті й тканинних рідинах, сечі й молоці хворих тварин. Вірус культивують на різних лініях первинних і перещеплюваних культур клітин і курячих ембріонах. Біопробу ставлять на мишенятах-сисунах.

Епізоотологічні відомості. Африканська чума коней належить до природно-вогнищевих хвороб та має трансмісивний шлях передачі вірусу, який здатний до поширення на значній території за короткий період часу.

Африканська чума коней ендемічна в тропічних і субтропічних районах Африки на південь від Сахари. Збудник регулярно поширюється в Південну Африку і нечасто в країни Північної Африки. Кілька спалахів зафіксовано за межами Африки, на Близькому та Середньому Сході та Піренейському півострові. У Південно-Африканській Республіці спалахи АЧК фіксувались майже в усій країні. Зменшення кількості спалахів АЧК протягом останніх десятиріч XX століття, особливо в південних районах Південної Африки, частково пов'язане з ліквідацією великих популяцій зебри (*Equus burchellii*), які вважаються природним господарем вірусу (Porphyre and Grewa, 2019). У період з 1959 по 1961 рр. серотип 9 вірусу АЧК (AHSV) поширився за межі Африки в Саудівській Аравії, Лівані, Сирії, Йорданії, Іраку, Туреччині, Кіпрі, Ірані, Афганістані, Пакистані та Індії. Наприкінці 1961 р., після масової кампанії вакцинації та загибелі понад 300 000 коней, реєстрація хвороби в Азії припинилася. У 1965 р. AHSV-9 знову поширився за межі південніше Сахари спочатку в Марокко, а потім в Алжир і Туніс. У жовтні 1966 р. хвороба з'явилася в Іспанії, в районі Гібралтару, і загалом 637 тварин загинули або були забиті. Хворобу було ліквідовано в Іспанії протягом трьох тижнів після застосування політики вакцинації та забою (Zientara et al., 2015).

У вересні 1987 р. присутність AHSV-4 була діагностована в сафарі-парку поблизу м. Мадрид. Очевидно, спалах був спричинений імпортом низки субклінічно інфікованих зебр з Намібії. Хвороба поширилася через басейни річок Альберче і Пералес, уразивши смугу землі довжиною 100 км і завширшки 50 км. Сто сорок шість (146) конячих загинули або були знищені до грудня 1987 року, коли епізоотія закінчилася. Тим часом загалом 38 000 тварин було вакциновано полівалентною атенуваною вакциною (Zientara et al., 2015). На початку жовтня 1988 р., на відстані майже за 600 км від попереднього спалаху, АЧК був діагностований у провінції Кадіс. Хвороба вразила різні муніципалітети на півдні провінцій Кадіс і Малага і стала причиною загибелі 156 голів конячих. Останній випадок АЧК було зареєстровано в грудні 1988 р. Близько 18 000 тварин було вакциновано спочатку ослабленою полівалентною вакциною, а потім моновалентною вакциною типу 4. У липні 1989 р. епідемія знову почалася в провінціях Бадахос, Кадіс, Уельва, Кордова і Севілья. Випадки АЧК були зареєстровані у вересні 1988 р. в португальському м. Алгарве, а Марокко заявило про наявність захворювання на півночі країни, поблизу Гібралтарської протоки, у жовтні 1989 року. В Іспанії 110 тварин загинули безпосередньо внаслідок хвороби і понад 900 голів було знищено. До січня 1990 р. в п'яти постраждалих провінціях було зареєстровано близько ста спалахів. Моновалентною, модифікованою живою вакциною типу 4 було щеплено 242 000 сприйнятливим тварин у 12 провінціях, таким чином була створена буферна зона, яка в багатьох випадках простягалася на більш, ніж 250 км від найбільш периферійних виявлених спалахів (Carpenter and Mellor, 2017). У Португалії були застосовані заходи боротьби й контролю, які ґрунтувались на масовій вакцинації всіх сприйнятливих тварин, знищенні тварин на заражених фермах і суворому контролю переміщень тварин. Хворобу змогли ліквідувати протягом 3 місяців. Загалом у Португалії було зареєстровано 206 випадків АЧК у 16 округах (Verwoerd, 2012). На початку вересня 1990 р. у провінції Малага було підтверджено новий випадок АЧК. Захворювання виникло в територіальних межах 12 міст цієї провінції, включаючи Торремолінос і Міхас, і спричинило загибель 66 коней. Останній випадок був діагностований в листопаді 1990 року. Була проведена обов'язкова вакцинація всього поголів'я коней Андалусії. Протягом того самого періоду часу було зареєстровано нові випадки африканської чуми коней у північній частині Марокко, знову через вірус АЧК типу 4 (Carpenter and Mellor, 2017). У Марокко хвороба охопила 3 провінції в 1989 р. (Лараш, Танжер і Тетуан) із зареєстрованими 512 випадками. У 1990 р. хвороба поширилася на інші 4 провінції (Chéfchaouen, Kénitra, Sidi Kacem і Taounate) із загальною кількістю 555 випадків (Zientara et al., 2015). Після епідемії 1989–1991 рр., що

охопила Піренейський півострів і Марокко, хворобу не реєстрували за межами ендемічної території на південь від Сахари, за винятком Ємену, де вона спорадично виявлялася. У більшості африканських країн були вжиті такі заходи, як вакцинація, обмеження пересування тварин, нагляд, контроль на кордонах і стемпінг-аут. Проте країни на півночі континенту (Єгипет, Марокко та Алжир) контролювали свої спалахи без проведення вакцинації. Вакцинація проводиться в Еритреї, Ефіопії, Намібії, Сенегалі та Південній Африці. Незважаючи на зусилля, спрямовані на контроль над хворобою на континенті, Ефіопія, Сенегал і Південно-Африканська Республіка періодично повідомляють про спалахи цієї хвороби.

Джерелом збудника хвороби є хворі тварини і вірусоносії. Векторами перенесення збудника інфекції є мокреці роду *Culicoides*, комарі родів *Aedes*, *Culex* і *Anopheles*, в організмі яких вірус може зберігатися до п'яти тижнів і репродукуватися. Підтверджена можливість перенесення вірусу комахами *Culex pipiens*, *Anopheles stephensi* і *Aedes aegypti*. У міжепізоотичний період вірус підтримується в природі дикими тваринами. Резервуарами цього вірусу вважають зебр і африканських віслюків (Zientara et al., 2015).

Сприйнятливість до збудника проявляють всі однокопитні, але коні є найбільш чутливими до нього. Менш чутливі мули, віслюки й зебри, однак віремія у них більш тривала. Іншими відомими сприйнятливими видами є собаки, дикі м'ясоїдні (гієни та шакали), слони та верблюди (Zientara et al., 2015; Assefa et al., 2022). Собаки й інші м'ясоїдні тварини заражаються, ймовірно, оральним шляхом, вживаючи м'ясо інфікованих тварин, які загинули внаслідок хвороби (Hanekom et al., 2023). Проте роль собак в епідеміології цього захворювання вважається несуттєвою, оскільки вони не приваблюють переносників (Riddin et al., 2019). Серологічні дослідження показують, що природна інфекція АЧК широко розповсюджена серед різноманітних африканських диких видів м'ясоїдних (van Vuuren and Penzhorn, 2015). Під час серологічних досліджень верблюдів (*Hyalomma dromedarii*) (104 голови) у Нігерії виявили 10 серопозитивних тварин (Carpenter et al., 2017). Рівень і тривалість віремії у цього виду невідомі. Загалом мало ймовірно, що верблюди відіграють будь-яку роль в епідеміології африканської чуми коней (Zientara et al., 2015). Африканський слон (*Loxodonta africana*) також демонструє низькі рівні антитіл до цього збудника, і вони вважаються мало сприйнятливими та навряд чи є резервуарами вірусу (тупикові види) (Carpenter et al., 2017). Під час серологічного обстеження овець і кіз не було виявлено антитіл до цього вірусу, тому принаймні в природних умовах ці види не сприйнятливі. Експериментально можна заразити велику рогату худобу, в якій захворювання проявляється гарячкою.

Існує три основні шляхи передачі збудника цього захворювання: 1) шляхом розповсюдження інфікованими векторами; 2) через шлях транспортування диких або домашніх тварин-носіїв на інші території; 3) через хворих (інфікованих) тварин на ранніх стадіях захворювання.

Провідним вектором збудника АЧК є гнус роду *Culicoides*, які отримують вірус під час харчування на заражених конях (Riddin et al., 2019). Найбільш важливим переносником є *Culicoides imicola*, але й інші види, такі як *C. variipennis* (поширений у багатьох частинах Сполучених Штатів) і *C. bolitinos* (присутній в Африці) також є потенційними переносниками (Fall et al., 2015; Assefa et al., 2022). Зараження відбувається переважно в теплу дощову пору року, коли мошок багато, і практично припиняється після заморозків, коли гнус гине. Здебільшого тварини заражаються в період від заходу до сходу сонця, коли мошки найбільш активні. Важливо підкреслити, що інфіковані тварини та тварини-носії також відіграють важливу роль у стаціонарності хвороби. Адже в Африці, у районах, де присутні зебри, вірус вільно циркулює; у разі зменшення популяції зебр також зменшуються випадки АЧК (Zientara et al., 2015). В останні десятиріччя у всьому світі повідомлялося про зміну кліматичних умов. Ця зміна зробила відповідні сезони для комах роду *Culicoides* більш тривалими. Таким чином, період зимівлі скоротився або навіть зник, що сприяло стійкості переносника та його поширенню до інших регіонів (Riddin et al., 2019).

Загалом в Європі та середземноморському басейні комахи-переносники можуть розселятися за декілька кілометрів від місць масового розмноження, або переноситись повітряними потоками на великі відстані (Durr et al., 2017). Це явище досліджувалося в Гібралтарській протоці (Південна Іспанія), де було показано, що піщані бурі сприяли переміщенню *Culicoides* з півночі Марокко на південь Іспанії, і незмінно ці шторми супроводжувалися спалахами цього захворювання (EFSA, 2021). Аналіз польових спостережень за прогресуванням спалахів вказує на те, що вітрове поширення гнуса може сприяти поширенню хвороби на короткі відстані, але "стрибки" інфекції на великі відстані

незмінно результат переміщення тварин-носіїв вірусу (конячих). Транспортування інфікованих або носіїв (диких і домашніх тварин) може спровокувати спалахи в місцях, розташованих за тисячі кілометрів від джерела збудника інфекції. Це було у випадку спалаху, який стався в Іспанії та Португалії між 1987 і 1990 рр., який був наслідком імпортування інфікованих зебр з Намібії (Carpenter et al., 2017). До Іспанії зебр перевозили через Лісабон. Одна група зебр залишилася в провінції Мадрид, а іншу перевезли в Аліканте, на західному узбережжі Іспанії. Тоді не було знайдено пояснення тому факту, що захворювання не спостерігалось на західному узбережжі. Подальші епідеміологічні дослідження показали, що низька щільність *Culicoides* на Західному узбережжі виявилась недостатньою для поширення хвороби. Однак зебри, які залишилися в провінції Мадрид, контактували з мошками *Culicoides*, присутніми в цьому районі, і хвороба поширилася на три провінції. Загалом було зареєстровано 27 випадків і 250 загиблих коней (EFSA, 2021). Переміщення цих інфікованих тварин спровокувало спалах більш ніж за 7000 км від місця їх розповсюдження.

Присутність вектора пов'язана з такими кліматичними факторами, як температура, дощ і відносна вологість (Riddin et al., 2019). Вітер є найважливішим фактором для поширення мошок *Culicoides* (Durr et al., 2017). Завдяки невеликому розміру мошок (1–3 мм) вітер може переносити їх на понад 700 км за умов температури та швидкості (Riddin et al., 2019). За піщаними бурями можна було стежити за супутниковими знімками. Для прикладу, той факт, що мошок *Culicoides* затягнуло у шторм, було підтверджено, коли віруси блютангу, присутні на півдні Іспанії, були секвеновані та порівняні з BTV серотипом 4 з півночі Марокко, і гомологія склала 100 %. Жодних переміщень тварин між Іспанією та Марокко на той час не було зареєстровано.

У березні 2020 р. ветеринарні органи Таїланду повідомили WOAH (OIE) про підтверджений випадок африканської чуми коней у Пак Чонг, Накхон Ратчасіма. Вважають, що спалах почався на кілька днів раніше, ще в лютому. З тих пір, незважаючи на впровадження ряду заходів контролю (включно з контролем за переміщенням тварин, використання сіток від комах і вакцинацію живою ослабленою вакциною), хвороба поширилася в інших регіонах країни. Було зареєстровано 15 різних спалахів, у результаті яких загинуло понад 500 коней, а рівень смертності перевищив 90 %. Це перший в історії спалах африканської чуми коней у Таїланді та перший випадок в Азії приблизно за 60 років (King et al., 2020; Lu et al., 2020; Castillo-Olivares, 2021). Згодом було зареєстровано ще один спалах африканської чуми коней в Малайзії, поблизу кордону з Таїландом (OIE, 2020).

Патогенез. При АЧК винакають генералізовані процеси в кровоносних і лімфатичних судинах, клінічні ознаки та ураження, таким чином, пов'язані з ушкодженням ендотелію судин та підвищеною проникністю, різною за ступенем тяжкості залежно від інфікуючого штаму та серотипу й сприйнятливості господаря (Aklilu et al., 2014). Після укусу інфікованої комахи (*Culicoides*) вірус розмножується в ендотелії лімфатичних капілярів і регіонарних лімфатичних вузлів, виникає первинна віремія. Потім відбувається поширення вірусу в капілярні судини багатьох органів, головним чином у легені, товсту кишку та лімфоїдні органи, спричинюючи вторинну віремію. У сприйнятливих коней вірусемія може тривати від 4 до 8 діб і нечасто довше 21 доби. Титр вірусу в тканинах може становити до $10^{5.0}$ TCID₅₀/см³. Початок віремії зазвичай супроводжується гарячкою, яка триває до її зникнення (Zientara et al., 2015).

Відомо, що віріони сорбуються на еритроцитах і моноцитах (незначна кількість вірусу міститься в плазмі) і транспортуються кров'ю до ендотеліальних клітин легенів, селезінки та інших тканин, які є основними місцями вторинної реплікації. Незважаючи на те, що рівень реплікації в цих органах відносно низький, вірус спричинює серйозне пошкодження ендотеліальних клітин і симптоми набряку та плеврального випоту, які характеризують тяжку форму АЧК, яка, як вважають, є результатом підвищеної проникності судин і порушення функції системи кровообігу та дихання (Scacchia et al., 2015; Schliewert et al., 2022).

Незважаючи на те, що AHSV можна виявити в багатьох органах, виявилось, що клітинний тропізм вірусу також обмежений ендотеліальними клітинами, деякими клітинами лінії макрофагів і ретикулярними клітинами в лімфоїдних органах. У м'язових клітинах міокарда та лімфоцитах антиген збудника не виявлено (Scacchia et al., 2015). Реплікація вірусу була виявлена також у легневих внутрішньосудинних макрофагах, інтерстиціальних макрофагах, а також у фібробластах (Hopley and Toth, 2013). Реплікація в ендотеліальних клітинах супроводжується пошкодженням клітин зі зміною міжклітинних з'єднань, втратою ендотелію, підвищенням проникності капілярів і субендотеліальним відкладенням клітинних уламків і

фібрину. Набряк, крововиливи та мікротромби можуть спостерігатися в багатьох органах, особливо в міокарді та легенях (Scacchia et al., 2015; Schliewert et al., 2022).

Декілька досліджень сприяли вивченню патогенезу АЧК у віслюків і зебр (Hopley and Toth, 2013). У цих видів, які вважаються резервуарами збудника, переважно виникає субклінічна інфекція. У віслюків, експериментально інфікованих AHSV-4, розвивається віремія, яка може зберігатися принаймні 12 діб (що підтверджено шляхом виділення вірусу, хоча й у порівняно нижчому титрі, ніж у поні, інфікованих подібним чином). В іншому дослідженні вірусна РНК у віслюків виявлялася постійно до 47 дня (Scacchia et al., 2015).

Інфекція у зебр зазвичай має субклінічний перебіг. Вірусемія значно довша в експериментально інфікованих зебр, ніж у коней. Вірус можна було виділити через 40 діб після інфікування з крові та через 48 діб – після інфікування з селезінки. Завдяки цьому субклінічному віремичному статусу зебра може бути носієм збудника й сприяти його інтродукції на вільні території (Hopley and Toth, 2013).

Клінічні ознаки і перебіг. Інкубаційний період хвороби може становити до 2 місяців. Розрізняють надгострий, гострий і підгострий перебіг хвороби. Клінічні ознаки за надгострого перебігу хвороби характеризуються стрімким підвищенням температури тіла тварин до 41 °C і вище, що спостерігається на (2–3)-тю добу після зараження. Висока температура тіла хворих тварин утримується протягом (1–2) діб, після чого знижується до фізіологічної норми. У тварин спостерігають кон'юнктивіт, прискорення дихання і пульсу. Загибель тварин відбувається внаслідок гострої серцевої недостатності на (5–7)-му добу захворювання.

Гострий перебіг захворювання у тварин характеризуються переважним ураженням легеневої тканини (за цієї форми захворювання летальність у тварин може становити до 95%). У тварини різко підвищується температура тіла (гарячка), дихання стає утрудненим, шия витягується, з'являються задишка, сухий кашель і жовтуваті виділення з носа. Кон'юнктива брудно-червоного кольору із жовтим відтінком. З'являються сльозотеча і світлобоязнь. За (24–48) год до загибелі тварини в неї швидко розвивається набряк легенів, спостерігаються витікання пінистої рідини з носових отворів, а також синюшність видимих слизових оболонок. Тривалість захворювання за такого перебігу становить (10–15) діб.

Підгострий перебіг хвороби у тварин, а саме серцева, або набрякова, форма, характеризується набряком голови, шиї і постійним розладом серцевої діяльності. Підшкірний набряк голови та шиї є найбільш типовими клінічними ознаками. Також спостерігається виражений супраорбітальний набряк і гіперемія кон'юнктиви. Також можуть спостерігатися крововиливи в кон'юнктиву. Смертність за цієї форми може становити близько 50 %. Іноді набряк поширюється на ділянку живота тварини. На (10–12)-ту добу набряки з'являються в обох скроневих западинах. Видимі слизові оболонки набряклі, пульс слабкий, прискорений, іноді не відслідковується. Хворі тварини переважно гинуть.

Крім того, розрізняють *легеневу* форму перебігу, за якої спостерігають гарячку, пригнічення, потіння, спазматичний кашель, на термінальних стадіях можливі піністі виділення з носа. Показники смертності за цієї форми становлять 95 %. *Серцева* форма зі смертністю близько 50 %, характеризується гарячкою, набряками голови, шиї та надочних ямок, іноді виявляють петехіальні крововиливи в очі. Реєструють також *гарячкову* форму. Це найбільш легка форма перебігу, як правило, вона не є смертельною та супроводжується субфебрильною гарячкою, анорексією, пригніченням і гіперемією слизових оболонок. У більшості випадків реєструють *змішану* форму перебігу, поєднання серцевої та легеневої форм хвороби. Ця форма також спричинює високий рівень смертності, приблизно 70 %, причому смерть зазвичай настає протягом (3–6) діб після початку гарячки (Spence et al, 2019). Летальність серед коней може становити до (70–95) %, мулів – до 90 %, віслюків – до 10 %.

Патолого-анатомічні зміни на розтині залежать від клінічної форми захворювання. За легеневої форми основними ознаками є альвеолярний та інтерстиціальний набряк легень і гідроторакс. Часто також спостерігаються набряки навколо пухкої сполучної тканини трахеї та аорти, гіперемія фундального відділу шлунка. Можуть спостерігатися петехіальні крововиливи в серозну оболонку очеревини, плеври та перикарда, а також гідроперикард. У багатьох коней з ніздрів виділяється піниста білувата або рожева рідина.

За кардіальної форми найбільш показовими ураженнями є набрякла інфільтрація м'язів голови та шиї разом із підшкірним набряком голови. Постійно присутній гідроперикардит, крововиливи в епікарді та ендокарді. Описані бліді ділянки дегенерації міокарда. Також може спостерігатися набряк легенів.

За змішаної форми спостерігається поєднання цих уражень. Насправді більшість летальних випадків на розтині підтверджуються як змішані форми, де переважають ураження серця або легенів (Hopley and Toth, 2013).

Смертельні випадки у собак зазвичай нагадують легеневу форму у коней, із застійними явищами та набряком легень як патогномонічними проявами (O'Dell et al., 2018).

Діагностика. Діагноз на африканську чуму коней встановлюють з урахуванням клінічних ознак, лабораторних досліджень щодо цього захворювання та епізоотологічних даних.

Лабораторні дослідження щодо африканської чуми коней здійснюють уповноважені лабораторії. Від живих тварин, стосовно яких існує підозра щодо цього захворювання, в уповноважену лабораторію направляють патологічний (біологічний) матеріал – кров, а від трупів (туш) загинув тварин – зразки селезінки, легень, лімфатичних вузлів. Патологічний (біологічний) матеріал відбирають не пізніше, ніж через (4–6) год після загибелі тварини. Патологічний (біологічний) матеріал зберігається і транспортується до уповноваженої лабораторії за температури 4 °C. У разі дослідження патологічного (біологічного) матеріалу від не вакцинованих проти цього захворювання тварин з метою виявлення антитіл до вірусу африканської чуми коней в уповноваженій лабораторії проводять серологічні дослідження. У разі дослідження патологічного (біологічного) матеріалу від тварин, які вакциновані проти африканської чуми коней, трупів (туш) загинув тварин, стосовно яких існує підозра щодо цього захворювання, а також від невакцинованих тварин, в яких за результатами серологічних досліджень виявлені антитіла до вірусу африканської чуми коней, з метою виявлення антигену або РНК цього вірусу проводять лабораторні дослідження.

Серологічні і вірусологічні дослідження проводять відповідно до методів (методик) лабораторних досліджень, визначених міжнародними стандартами, інструкціями та/або рекомендаціями.

Загалом золотим стандартом ідентифікації серотипу є нейтралізація вірусу (PH) (Zientara et al., 2015). Надійні тести виявлення, ґрунтуються на методах зв'язування антиген-антитіло (РЗК, непрямий ELISA, імуноблоттинг) та ПЛР (Mayo et al., 2021), й дозволяють специфічно виявляти збудника або його компоненти. Нові аналізи на основі RT-PCR дозволяють ідентифікувати конкретні серотипи (Hemida et al., 2017).

Діагноз на африканську чуму коней вважають установленим, якщо:

- вірус африканської чуми коней виділений та ідентифікований;
- антиген вірусу або РНК вірусу африканської чуми коней, специфічні для одного чи більше серотипів цього вірусу, виявлені та ідентифіковані у зразках патологічного (біологічного) матеріалу від однієї чи більше тварин, що мають клінічні ознаки африканської чуми коней або епізоотично пов'язані з підтвердженням випадком цього захворювання або випадком підозри щодо африканської чуми коней.

Диференційна діагностика. Африканську чуму коней необхідно диференціювати від сибірки (за бактеріологічним дослідженням), піроплазмозу і трипаносомозу (за мікроскопією мазків крові, паразитологічними дослідженнями).

Імунітет і специфічна профілактика. Основні фактори, які впливають на імунний статус і чутливість тварини – генетика господаря. Про це свідчить сприйнятливість як коней, так і зебр до цього збудника, але лише в коней проявляються клінічні ознаки хвороби й тяжкий перебіг. Тварина, яка одужала від попередньої інфекції, є повністю захищеною від повторного зараження. Проте у разі ураження іншим серотипом збудника цілком може виникати гарячка або прояв серцевої форми цього захворювання.

Жива ослаблена вакцина, яку використовували в Південній Африці для захисту коней від цієї інфекції, застосовувалася біля 60 років (Castillo-Olivares, 2021). Однак ця вакцина не ліцензована для використання за межами африканського субконтиненту. Тому нині біотехнологічними лабораторіями розроблені й випробовуються кілька нових вакцин нового покоління (РНК-вакцини, субдиничні, поксвірусні векторні вакцини тощо) (Dennis et al., 2019).

Профілактика і заходи боротьби. Дослідження щодо профілактики хвороби, проведені в Південній Африці, продемонстрували, що утримання коней вночі забезпечує значний захист від інфекції АЧК, оскільки було показано, що найважливіший переносник хвороби *Culicoides imicola* є екзофільним. Інший важливий вектор АЧК у Південній Африці *C. bolitinos* продемонстрував більш ендофільну поведінку. Однак закриття дверей і закривання вікон призвело до 14-разового зменшення кількості *C. bolitinos* і *C. imicola*, які потрапляють у стайні (Robin et al., 2016). Можливі методи контролю популяції *Culicoides* включають: обробку

худоби інсектицидами, репелентами або системними протипаразитарними препаратами (наприклад, авермектинами); обробку місць розмноження личинок або місць відпочинку дорослих особин інсектицидами; обробку місць утримання та/або транспортування тварин інсектицидами; видалення або зменшення місць розмноження личинок на фермах (корита з водою тощо). Однак нині в ЄС не дозволено жодних інсектицидних продуктів спеціально проти *Culicoides*. Відомості щодо ефективності препаратів на основі піретроїдів неоднозначні (Benelli et al., 2017).

Контроль і викорінення АЧК свого часу досягнуто в Португалії, Марокко та Іспанії (Carpenter et al., 2017). Ключем до успіху в боротьбі із захворюванням в Іспанії стало використання полівалентної атенуйованої вакцини виробництва Onderstepoort та атенуйованої моновалентної вакцини типу 4 з того ж джерела, а також встановлення захисних зон, контроль за переміщеннями тварин, забоєм уражених тварин, контроль *Culicoides* і серологічний нагляд.

Чинне європейське законодавство визначає, що АЧК необхідно контролювати шляхом забою інфікованих тварин, знищення трупів і встановлення захисної зони радіусом щонайменше 100 кілометрів навколо заражених приміщень. Наступна зона спостереження розташовується приблизно ще на 50 км від захисної зони. Такі зони функціонують щонайменше 12 міс. Масштаб цих зони пояснюється тим, що припускають переміщення вірусу на великій відстані через заражених вітром переносників збудника з роду *Culicoides* (EFSA, 2021).

Профілактика захворювання в Україні ґрунтується на положеннях Інструкції щодо профілактики та боротьби з африканською чумою коней (наказ № 124 від 22.01.21 Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України) (далі – Інструкція).

З профілактичною метою ввезення тварин на територію України з благополучних щодо африканської чуми коней країн/зон можливе в разі дотримання таких вимог:

- у день відправлення тварин вони не мають відповідних клінічних ознак;
- тварини не були вакциновані проти африканської чуми коней щонайменше за 40 діб до відправлення;
- тварини утримувалися в країні/зоні, благополучній щодо африканської чуми коней упродовж щонайменше 40 діб до відправлення;
- тварини не переміщувалися в режимі транзиту через територію країн/зон неблагополучних щодо африканської чуми коней.

У разі підтвердження випадку африканської чуми коней під час карантинування тварин, власники та утримувачі тварин зобов'язані негайно повідомити про це керівника самостійного структурного підрозділу територіального органу відповідної адміністративної території, на який покладено здійснення повноважень компетентного органу в сфері ветеринарної медицини.

Серологічне діагностування здійснюють в умовах благополуччя країни/зони щодо африканської чуми коней і застосовують у місцевості з максимальним ризиком виникнення цього захворювання, визначених за результатами проведеного раніше моніторингу здоров'я тварин щодо африканської чуми коней і оцінки ризику.

Під час проведення серологічного діагностування дотримуються таких вимог:

- ураховують географічні, кліматичні, адміністративні, екологічні, історичні, епізоотологічні чинники, що можуть завадити поширенню африканської чуми коней;
- діагностування здійснюється на відстані, не менше як 100 км від кордону неблагополучної щодо африканської чуми коней країни/зони, проте можливе зменшення відстані, якщо є природні чи географічні бар'єри, що можуть завадити поширенню цього захворювання.

Вірусологічне діагностування застосовують з метою:

- підтвердження випадків африканської чуми коней;
- підтвердження позитивних результатів, що отримані за результатами серологічного діагностування;
- визначення серотипу вірусу африканської чуми коней, що наявний у країні/зоні.

Вірусологічне діагностування проводиться з метою визначення серотипу вірусу африканської чуми коней у разі встановлення випадків цього захворювання за результатами серологічного діагностування.

Моніторинг здоров'я тварин щодо африканської чуми коней, який здійснюють з метою підтвердження відсутності цього захворювання в країні/зоні, враховує пасивне клінічне спостереження та активне лабораторне діагностування (серологічне і вірусологічне).

Моніторинг здоров'я тварин щодо африканської чуми коней, який здійснюють з метою визначення території (країни/зони), вільної від вектора, враховує спостереження за вектором.

Заходи в разі підозри африканської чуми коней. У разі виникнення підозри щодо африканської чуми коней спеціалісти ветеринарної медицини, які обслуговують господарство, власники й утримувачі тварин та/або інші особи, які мають підстави підозрювати наявність цього захворювання, зобов'язані негайно повідомити про таку підозру керівнику самостійного структурного підрозділу територіального компетентного органу.

Повідомлення про підозру щодо африканської чуми коней може надаватися у будь-якій формі, у тому числі з використанням електронної пошти.

У разі виникнення підозри щодо африканської чуми коней власники і утримувачі тварин, стосовно яких існує підозра, до прибуття представників компетентного органу зобов'язані вжити заходів щодо недопущення поширення захворювання, а саме:

- ізолювати тварин сприйнятливих видів у приміщеннях, у яких утримуються тварини, або інших місцях, що захищені від дії вектора;
- припинити переміщення тварин сприйнятливих видів між господарствами, їх забій і реалізацію продуктів тваринного походження з урахуванням вимог Інструкції;
- застосувати засоби дезінсекції, що дозволені для використання в Україні, всередині і навколо приміщень, у яких утримуються тварини;
- провести переоблік усіх тварин сприйнятливих видів, а також визначити кількість загинув тварин і тварин, стосовно яких існує підозра щодо африканської чуми коней.

М'ясо, м'ясні продукти, шкіра і хутро, отримані від тварин, стосовно яких існує підозра щодо африканської чуми коней, можуть переміщуватися між господарствами після їх переробки або обробки із застосуванням методів, що гарантують знищення вірусу африканської чуми коней.

Керівник структурного підрозділу територіального органу компетентного органу, який отримав повідомлення про підозру щодо африканської чуми коней, організовує в господарстві такі заходи:

- здійснення постійного державного ветеринарно-санітарного контролю і моніторинг здоров'я тварин щодо африканської чуми коней, який здійснюють з метою встановлення випадків цього захворювання;
- складання переліку тварин сприйнятливих видів із зазначенням для кожного виду тварин кількості загинув, хворих, а також тварин, стосовно яких існує підозра щодо африканської чуми коней.

Керівник структурного підрозділу територіального органу компетентного органу організовує заходи щодо інших господарств, якщо їх розташування, географічне місцезнаходження або контакти дають підстави підозрювати наявність африканської чуми коней у таких господарствах. Він також забезпечує здійснення заходів щодо лабораторного підтвердження або усунення підозри щодо наявності африканської чуми коней до моменту початку реалізації плану заходів з ліквідації захворювання.

Заходи з ліквідації захворювання. Після встановлення діагнозу на африканську чуму коней державна надзвичайна протиепізоотична комісія (ДНПК) відповідного рівня має прийняти рішення про встановлення карантинних обмежень, а також установити межі неблагополучного пункту, неблагополучної зони, зони захисту, зони спостереження, де організовують здійснення протиепізоотичних заходів. Під час установлення меж зон ураховують географічні, кліматичні, адміністративні, екологічні, історичні, епізоотологічні чинники, наявність і розповсюдженість вектора, а також заходи державного контролю, що можуть впливати на поширення цього захворювання.

ДНПК відповідного рівня для недопущення поширення африканської чуми коней, а також з метою її ліквідації затверджує план заходів з ліквідації африканської чуми коней.

План заходів з ліквідації АЧК включає: у *неблагополучному пункті* – забій тварин, щодо яких підтверджені випадки африканської чуми коней, а також тварин, які демонструють клінічні ознаки; знищення трупів (туш) загинув тварин шляхом спалювання, захоронення або в інший спосіб, що гарантує недопущення поширення вірусу африканської чуми коней через туші або інші продукти забою тварин; у *неблагополучній зоні*: проводяться заходи з ліквідації захворювання. Може навіть здійснюватися вакцинація всіх тварин сприйнятливих видів із застосуванням вакцин проти африканської чуми коней. Рішення про застосування вакцини проти африканської чуми коней повинно враховувати епізоотологічні, метеорологічні, географічні і кліматичні фактори. Будь-які заходи боротьби з цим захворюванням (передбачені Інструкцією) можуть бути застосовані в неблагополучній зоні за рішенням ДНПК відповідного

рівня; заходи, спрямовані на знищення стаціонарних ареалів проживання вектора; проведення епізоотичного розслідування з метою встановлення повної і достовірної інформації щодо походження збудника.

Під час епізоотичного розслідування встановлюють: проміжок часу, впродовж якого вірус африканської чуми коней перебуває в неблагополучному пункті; джерело виникнення вірусу африканської чуми коней у неблагополучному пункті і перелік інших господарств, де утримують тварин, стосовно яких існує підозра щодо цього захворювання, що має те саме походження; наявність і поширеність вектора; відомості про вивезення або ввезення тварин та/або їх трупів (туш) із або в неблагополучний пункт, а також інші господарства, де утримують тварин, стосовно яких існує підозра щодо африканської чуми коней.

План заходів з ліквідації африканської чуми коней у зоні захисту включає:

- заходи із складання переліку тварин сприйнятливих видів, що утримуються в господарствах у межах зони захисту;
- проведення постійного клінічного огляду тварин сприйнятливих видів, відбір і направлення патологічного (біологічного) матеріалу від тварин, стосовно яких існує підозра щодо африканської чуми коней, в уповноважену лабораторію для проведення лабораторних досліджень щодо цього захворювання.

Зазначені заходи повинні документуватись і зберігатись відповідно до встановлених норм чинного законодавства.

У зоні захисту переміщення тварин за межі господарства, де вони утримуються, можливе лише для забою на визначеній бійні. Переміщення повинно здійснюватися під наглядом посадових осіб територіального органу компетентного органу. У зоні захисту може здійснюватися вакцинація всіх тварин сприйнятливих видів із застосуванням вакцин проти африканської чуми коней з дотриманням усіх необхідних вимог.

Вакцинація проти африканської чуми коней у зоні спостереження заборонена.

У разі застосування вакцин проти африканської чуми коней план заходів з ліквідації африканської чуми коней має бути продовжений щонайменше на 12 міс.

Переміщення тварин у межах зони з одним ветеринарно-санітарним статусом може здійснюватися за рішенням керівника структурного підрозділу територіального органу компетентного органу в разі дотримання наступних вимог: тварини не мають клінічних ознак африканської чуми коней; усі тварини ідентифіковані і супроводжуються ветеринарним документом, що містить інформацію про стан здоров'я тварин, місце їх походження, маршрут і мету такого переміщення; тварини не були вакциновані проти африканської чуми коней щонайменше за 60 діб до відправлення.

Переміщення тварин, не призначених для негайного забою, та/або їх репродуктивного матеріалу з господарств, розташованих у зоні спостереження до господарств, що розташовані за межами цієї зони, може здійснюватися за рішенням керівника структурного підрозділу територіального органу компетентного органу в разі дотримання відповідних ветеринарно-санітарних вимог.

Зняття обмежувальних заходів. Господарство вважають благополучним не раніше, як через 60 днів після останнього випадку забою тварин, стосовно яких підтверджені випадки африканської чуми коней, а також тварин, стосовно яких існує підозра щодо цього захворювання, у разі якщо на території господарства проведені всі необхідні оздоровчі заходи, передбачені планом заходів з ліквідації африканської чуми коней.

Країну/зону вважають благополучною щодо африканської чуми коней у разі відсутності систематичної вакцинації тварин проти цього захворювання, а також виконання щонайменше однієї з таких вимог:

- на території країни/зони щонайменше впродовж двох років не реєструвалися підтверджені випадки африканської чуми коней. В цьому разі країна/зона не межує з країнами/зонами, неблагополучними щодо африканської чуми коней;
- за результатами моніторингу здоров'я тварин щодо африканської чуми коней підтверджено відсутність цього захворювання у країні/зоні впродовж щонайменше двох років;
- на території країни/зони щонайменше впродовж 40 днів не реєструвалися підтверджені випадки африканської чуми коней і за результатами моніторингу здоров'я тварин щодо цього захворювання підтверджено відсутність вектора на території країни/зони впродовж щонайменше двох років.

Карантинні обмеження з неблагополучного пункту, неблагополучної зони, зони захисту і зони спостереження знімаються рішенням ДНПК відповідного рівня за результатами перевірки

проведення оздоровчих заходів, передбачених планом заходів з ліквідації африканської чуми коней, а також у разі виконання таких вимог:

- не раніше, ніж через 12 міс після останнього випадку загибелі тварин, щодо яких підтверджені випадки африканської чуми коней;
- власники та утримувачі тварин забезпечили проведення механічного очищення і дезінфекції всіх приміщень, території вигульних дворів, інвентарю, транспорту, а також інших місць і об'єктів, що пов'язані з тваринами, щодо яких підтверджені випадки африканської чуми коней.

Висновок

За підсумком аналізу сучасних наукових літературних джерел, визначено поширення збудника африканської чуми коней за межі Африки в Саудівській Аравії, Лівані, Сирії, Йорданії, Іраку, Туреччині, Кіпрі, Ірані, Афганістані, Пакистані, Індії та Іспанії. Встановлено, що векторами перенесення збудника є мокреці роду *Culicoides*, комарі родів *Aedes*, *Culex* і *Anopheles*, в організмі яких вірус може зберігатися до п'яти тижнів і репродукуватися. Необхідно диференціювати хворобу від сибірки, піроплазмозу і трипаносомозу. У зв'язку з цим існує нагальна необхідність проведення активної системи епідагляду серед поголів'я коней з метою виявлення випадків хвороби, що у свою чергу матиме рішуче значення для попередження занесення і розповсюдження хвороби на території України.

REFERENCES

1. Aklilu, N., Batten, C., Gelaye, E., Jenberie, S., Ayelet, G., Wilson, A., Belay, A., Asfaw, Y., Oura, C., Maan, S., Bachanek-Bankowska, K., and Mertens, P. P. (2014). 'African horse sickness outbreaks caused by multiple virus types in Ethiopia'; *Transboundary Emerging Dis*; 61(2):185–192. doi:10.1111/tbed.12024.
2. Assefa, A., Tibebe, A., Bihon, A., Dagnachew, A., and Muktar, Y. (2022). 'Ecological niche modeling predicting the potential distribution of African horse sickness virus from 2020 to 2060'; *Sci Rep*; 12(1):1748. doi:10.1038/s41598-022-05826-3.
3. Benelli, G., Buttazzoni, L., Canale, A., D'Andrea, A., Del Serrone, P., Delrio, G., Foxi, C., Mariani, S., Savini, G., Vadivalagan, C., Murugan, K., Toniolo, C., Nicoletti, M., and Serafini, M. (2017). 'Bluetongue outbreaks: Looking for effective control strategies against *Culicoides* vectors'; *Res Vet Sci*; 115:263–270. doi:10.1016/j.rvsc.2017.05.023.
4. Carpenter, S., Mellor, P. S., Fall, A. G., Garros, C., and Venter, G. J. (2017). 'African Horse Sickness Virus: History, Transmission, and Current Status'; *Ann Rev Entomol*; 62:343–358. doi:10.1146/annurev-ento-031616-035010.
5. Castillo-Olivares J. (2021). 'African horse sickness in Thailand: Challenges of controlling an outbreak by vaccination'; *Equine Vet J*; 53(1):9–14. doi:10.1111/evj.13353.
6. De Vos, C.J., Hoek, C.A., and Nodelijk, G. (2012). 'Risk of introducing African horse sickness virus into the Netherlands by international equine movements'; *Prev Vet Med*; 106(2):108–122. doi:10.1016/j.prevetmed.2012.01.019.
7. Dennis, S. J., Meyers, A. E., Hitzeroth, I. I., and Rybicki, E. P. (2019). 'African Horse Sickness: A Review of Current Understanding and Vaccine Development'; *Viruses*; 11(9):844. doi:10.3390/v11090844.
8. Durr, P. A., Graham, K., and van Klinken, R. D. (2017). 'Sellers' Revisited: A Big Data Reassessment of Historical Outbreaks of Bluetongue and African Horse Sickness due to the Long-Distance Wind Dispersion of *Culicoides* Midges'; *Front Vet Sci*; 4:98. doi:10.3389/fvets.2017.00098.
9. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (EFSA AHAW Panel), Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicout, D. J., Calistri, P., Depner, K., Drewe, J. A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J. L., Gortázar Schmidt, C., Herskin, M., Michel, V., Miranda Chueca, M. Á., Pasquali, P., Roberts, H. C., Sihvonen, L. H., Spooler, H., Ståhl, K., Velarde, A., Viltrop, A., and Aznar, I. (2021). 'Scientific Opinion on the assessment of the control measures of the category A diseases of Animal Health Law: African Horse Sickness'; *EFSA J Europ Food Safety Authority*; 19(2):e06403. doi:10.2903/j.efsa.2021.6403.
10. Faber, F. E., van Kleef, M., Tshilwane, S. I., and Pretorius, A. (2016). 'African horse sickness virus serotype 4 antigens, VP1-1, VP2-2, VP4, VP7 and NS3, induce cytotoxic T cell responses in vitro'; *Virus Res*; 220:12–20. doi:10.1016/j.virusres.2016.04.007.
11. Fall, M., Diarra, M., Fall, A. G., Balenghien, T., Seck, M. T., Bouyer, J., Garros, C.,

Jimonneau, G., Allène, X., Mall, I., Delécolle, J. C., Rakotoarivony, I., Bakhoun, M. T., Dusom, A. M., Ndao, M., Konaté, L., Faye, O., and Baldet, T. (2015). 'Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) midges, the vectors of African horse sickness virus--a host/vector contact study in the Niayes area of Senegal'; *Parasites & Vectors*; 8:39. doi:10.1186/s13071-014-0624-1.

12. Hanekom, J., Lubisi, B. A., Leisewitz, A., Guthrie, A., and Fosgate, G. T. (2023). 'The seroprevalence of African horse sickness virus, and risk factors to exposure, in domestic dogs in Tshwane, South Africa'; *Prev Vet Med*; 213:105868. doi:10.1016/j.prevetmed.2023.105868.

13. Hemida, M. G., Alhammadi, M., Daleb, A., and Alnaeem, A. (2017). 'Molecular and serological surveillance of African horse sickness virus in eastern and central Saudi Arabia'; *Rev Sci Techniq (Int Office Epizootics)*; 36(3):889–898. doi:10.20506/rst.36.3.2722.

14. Hopley, R., and Toth, B. (2013). 'Focus on: African horse sickness'; *Vet Record*; 173(1):13–14. doi:10.1136/vr.f4250.

15. https://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Review/reports/Review?page_refer=MapFullEventReport&reportid=35575. Accessed 12 August 2020.

16. Instruktisiia shchodo profilaktyky ta borotby z afrykanskoioi chumoiu konei (nakaz № 124 vid 22.01.2021 Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy) (*Instructions for the prevention and control of African horse sickness (Order No. 124 of 22.01.21 of the Ministry of Economic Development, Trade and Agriculture of Ukraine)*). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0172-21#Text> [in Ukrainian].

17. Kanai, Y., van Rijn, P. A., Maris-Veldhuis, M., Kaname, Y., Athmaram, T. N., and Roy, P. (2014). 'Immunogenicity of recombinant VP2 proteins of all nine serotypes of African horse sickness virus'; *Vaccine*; 32(39):4932–4937. doi:10.1016/j.vaccine.2014.07.031.

18. King, S., Rajko-Nenow, P., Ashby, M., Frost, L., Carpenter, S., and Batten, C. (2020). 'Outbreak of African horse sickness in Thailand, 2020'; *Transboundary Emerging Diseases*; 10.1111/tbed.13701. Advance online publication. doi:10.1111/tbed.13701.

19. Lu, G., Pan, J., Ou, J., Shao, R., Hu, X., Wang, C., and Li, S. (2020). 'African horse sickness: Its emergence in Thailand and potential threat to other Asian countries'; *Transboundary Emerging Dis*; 10.1111/tbed.13625. Advance online publication. doi:10.1111/tbed.13625.

20. Mayo, C. E., Weyer, C. T., Carpenter, M. J., Reed, K. J., Rodgers, C. P., Lovett, K. M., Guthrie, A. J., Mullens, B. A., Barker, C. M., Reisen, W. K., and MacLachlan, N. J. (2021). 'Diagnostic applications of molecular and serological assays for bluetongue and African horse sickness'; *Rev Sci Techniq (Int Office Epizootics)*; 40(1):91–104. doi:10.20506/rst.40.1.3210.

21. Ndebé, M. M. F., Mouiche, M. M. M., Moffo, F., Poueme, R. N. S., and Awah-Ndukum, J. (2022). 'Seroprevalence and Risk Factors of African Horse Sickness in Three Agroecological Zones of Cameroon'; *Vet Med Int*; 2457772. doi:10.1155/2022/2457772.

22. Ngoveni, H. G., van Schalkwyk, A., and Koekemoer, J. J. O. (2019). 'Evidence of Intragenic Recombination in African Horse Sickness Virus'; *Viruses*; 11(7):654. doi:10.3390/v11070654.

23. O'Dell, N., Arnot, L., Janisch, C. E., and Steyl, J. C. (2018). 'Clinical presentation and pathology of suspected vector transmitted African horse sickness in South African domestic dogs from 2006 to 2017'; *Vet Record*; 182(25):715. doi:10.1136/vr.104611.

24. Porphyre, T., and Grewar, J. D. (2019). 'Assessing the potential of plains zebra to maintain African horse sickness in the Western Cape Province, South Africa'; *PLoS One*; 14(10):e0222366. doi:10.1371/journal.pone.0222366.

25. Riddin, M. A., Venter, G. J., Labuschagne, K., and Villet, M. H. (2019). 'Culicoides species as potential vectors of African horse sickness virus in the southern regions of South Africa'; *Med Vet Entomol*; 33(4):498–511. doi:10.1111/mve.12391.

26. Robin, M., Page, P., Archer, D., and Baylis, M. (2016). 'African horse sickness: The potential for an outbreak in disease-free regions and current disease control and elimination techniques'; *Equine Vet J*; 48(5):659–669. doi:10.1111/evj.12600.

27. Scacchia, M., Molini, U., Marruchella, G., Maseke, A., Bortone, G., Cosseddu, G. M., Monaco, F., Savini, G., and Pini, A. (2015). 'African horse sickness outbreaks in Namibia from 2006 to 2013: clinical, pathological and molecular findings'; *Vet Italiana*; 51(2):123–130. doi:10.12834/VetIt.200.617.3.

28. Schliewert, E. C., Hooijberg, E. H., Steyn, J. S., Potgieter, C., Fosgate, G. T., and Goddard, A. (2022). 'Experimental infection with African Horse Sickness Virus in horses induces only mild temporal hematologic changes and acute phase reactant response'; *American J Vet Res*; 83(11):1–11. doi:10.2460/ajvr.22.08.0123.

29. Spence, K. L., Slater, J., Rosanowski, S. M., and Cardwell, J. M. (2019). 'A cross-sectional study of horse owners' awareness and perceived risk of exotic diseases in the United Kingdom'; *Prev Vet Med*; 169:104706. doi.:10.1016/j.prevetmed.2019.104706.
30. Vandenbergh, S. 'The story of a disease: African horsesickness and its direct influence on the necessary development of veterinary science in South Africa'; 1890s–1920s. *Historia* 2010; 55:243–262.
31. van Vuuren, M., and Penzhorn, B. L. (2015). 'Geographic range of vector-borne infections and their vectors: the role of African wildlife'; *Rev Sci Techniq (Int Office Epizootics)*; 34(1):139–149. doi.:10.20506/rst.34.1.2350.
32. Verwoerd D. W. (2012). 'History of Orbivirus research in South Africa'; *J South African Vet Ass*; 83(1):532. doi.:10.4102/jsava.v83i1.532.
33. Wall, G. V., Wright, I. M., Barnardo, C., Erasmus, B. J., van Staden, V., and Potgieter, A. C. (2021). 'African horse sickness virus NS4 protein is an important virulence factor and interferes with JAK-STAT signaling during viral infection'; *Virus Res*; 298:198407. doi.:10.1016/j.virusres.2021.198407.
34. Zientara, S., Weyer, C. T., and Lecollinet, S. (2015). 'African horse sickness'; *Rev Sci Techniq (Int Office Epizootics)*; 34(2):315–327. doi.:10.20506/rst.34.2.2359.
35. Zwart, L., Potgieter, C. A., Clift, S. J., and van Staden, V. (2015). 'Characterising Non-Structural Protein NS4 of African Horse Sickness Virus'; *PloS One*; 10(4):e0124281. doi.:10.1371/journal.pone.0124281.

PATHOGEN CHARACTERISTIC, EPIZOOTOLOGICAL FEATURES, CLINICAL SIGNS, DIAGNOSTICS AND MEASURES IN THE FIGHT AGAINST AFRICAN HORSE SICKNESS (REVIEW ARTICLE)

O. M. Chechet, L. Y. Korniienko, V. V. Ukhovskiy*, M. S. Karpulenko, G. V. Kyivska, and O. A. Moroz

State Scientific and Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv (Ukraine);
e-mail: uhovskiy@ukr.net*

Abstract. *The paper describes the results of the analysis of scientific literary sources regarding the epizootic situation of African horse sickness. Current information about the characteristics, ways of spreading and pathogenesis of the disease agent is observed. The key ways of spreading the disease are described, among which the following stand out: spread by infected vectors, transportation of wild or domestic carrier animals to other territories, sick (infected) animals in the early stages of the disease. Special attention is paid to clinical signs, course and patho-anatomical changes caused by the disease, serological and molecular genetic methods of diagnosis. Based on the results of the study of world experience, the main component measures of combating these diseases and their profile are substantiated, the implementation of an active system of epidemiologic surveillance among horses with the involvement of diseases, which, in turn, is important for preventing the introduction and spread of diseases on the territory of Ukraine and early is justified. Detection of disease outbreaks is described.*

Key words: **African horse sickness, epizootic situation, factors of pathogen spread, diagnosis, risk assessment, control measures.**

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-IV-01

УДК 636.4.09:616.9-02:578/579

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-IV-02

Етіологія респіраторних хвороб свиней фермерських господарств
Харківської і Полтавської областей

Войтенко Р. В., Северин Р. В. (ORCID ID 0000-0003-4990-2489), Гонтарь А. М. (ORCID ID 0000-0003-0504-8663), Гарагуля Г. І.* (ORCID ID 0000-0003-4990-2489), Баско С. О. (ORCID ID 0000-0001-8314-2490)

Державний біотехнологічний університет, м. Харків (Україна); e-mail: vetvir.galina@gmail.com*

Резюме. Стаття присвячена вивченню етіології комплексу респіраторних захворювань свиней (PRDC). Асоційовані респіраторні інфекції свиней поширені в усьому світі. Вони причиною великих економічних збитків у свиноводстві. Нами вивчено епізоотичну ситуацію у фермерських господарствах з вирощування свиней у Полтавській та Харківській областях за період 2019-2023 рр. Встановлено підвищення частоти виникнення респіраторних хвороб свиней з 11,4 % до 23,7 %. Лабораторні дослідження підтвердили асоційований перебіг респіраторних хвороб свиней. До складу асоціацій збудників входили два основних види вірусів (вірус респіраторного і репродуктивного синдрому свиней і цирковірус свиней II типу) та у різні роки від 4 до 8 видів патогенних бактерій. За період досліджень змінився спектр бактеріальних патогенів. Частота виділення мікоплазм і пастерел знизилася у 7,2 та 6,3 рази відповідно, а частота виділення кишкової палички та актинобацилюсів збільшилася відповідно у 17,7 і 8,0 разів. За даними вивчення антибіотикочутливості найбільш чутливими до протимікробних препаратів виявилися ізоляти *Streptococcus suis*, а найвищу резистентність продемонстрували ізоляти *Pasteurella multocida*.

Ключові слова: комплекс респіраторних хвороб свиней, асоційовані інфекції свиней, етіологія.

Вступ. Серйозний економічний вплив на сучасне свиноводство вже кілька десятиліть завдає комплекс респіраторних захворювань свиней (porcine respiratory disease complex, PRDC). Комплекс респіраторних захворювань свиней характеризують як стан, який клінічно проявляється хворобами респіраторного тракту, що мають поліетіологічну природу та резистентні до лікування.

Всебічному вивченню PRDC присвячена велика кількість наукових досліджень. Причому науковці весь час вказують на багатофакторність цієї проблеми, яка включає як інфекційні, так і неінфекційні фактори. Серед неінфекційних факторів вказують на роль санітарних умов утримання свиней (температура повітря, відносна вологість, концентрації аміаку та пилу, щільність посадки, якість підлоги та вентиляції), методи формування стад (термін відлучення, способи формування груп для відгодівлі), ветеринарне обслуговування (профілактичні щеплення, методи лікування, вивчення епізоотичної ситуації щодо інфекційних хвороб) та навіть вплив кліматичних умов на можливість поширення збудників респіраторних хвороб (Wilson et al., 1986; Maes et al., 1999; Oba et al., 2020; Severyn, 2021; Pirolo et al., 2021; Pessoa et al., 2022).

Розвитку PRDC сприяють асоціації патогенів. Особливу роль відіграють вірусні та бактеріальні збудники. Результати клінічних досліджень та аутопсії можуть відрізнятися залежно від участі різних збудників. Комплексний характер PRDC ускладнює проведення діагностичних та профілактичних заходів на неблагополучних фермах (Eddicks, 2021).

Перші публікації, присвячені вивченню асоційованих інфекцій, в основному, стосувалися питань взаємодії бактерій, які спричиняли атрофічний риніт та пневмонії, особливо мікоплазмам, бордетелам, стрептококам, пастерелам (Wilson M. R., 1986). Виділення вірусу репродуктивного та респіраторного синдрому свиней (PRRSV) і цирковірусу свиней типу 2 (PCV2) як основних вірусів, що справляли імуносупресивний вплив, а також поширення вірусу африканської чуми свиней відкрило нову сторінку у напрямках та методах дослідження PRDC (Assavacheer, 2022).

Ми проаналізували публікації останнього десятиліття, що присвячені вивченню комплексу респіраторних хвороб свиней у різних країнах світу. Виділенню та ідентифікації збудників PRDC присвятили свої дослідження вчені США, Канади, Бразилії (Choi et al., 2003; Arenales et al., 2022), країн Європи (Maes et al., 1999; Hansen et al., 2010; Pepovich et al., 2016; Eddicks et al., 2021; Vangroenweghe and Oliver, 2021; Petri et al., 2023), Африки (Oba et al., 2020) і Азії (Cheong et al., 2017; Qin et al., 2018; Zhu et al., 2021; Singh, 2022). Поширенню комплексу респіраторних захворювань свиней було також присвячено ряд робіт українських вчених

(Prokhoriatova and Kolchuk, 2015; Masiuk et al., 2016; Sytiuk et al., 2016; Furda, 2018; Kovalenko and Kovalenko, 2021; Severyn et al., 2021).

Вчені наголошують на асоційованому характері PRDC, причому склад асоціації збудників може змінюватися як кількісно (від 2 до 5-6 і більше видів мікроорганізмів), так і якісно (віруси і бактерії або лише віруси і лише бактерії). Найчастіше роль первинного фактору інфекційного процесу відіграють віруси, які викликають пошкодження слизових оболонок дихальних шляхів, що полегшує розвиток вторинних бактеріальних інфекцій.

За даними більшості дослідників, найбільшу роль відіграють асоціації таких вірусів, як вірус репродуктивного та респіраторного синдрому свиней (PRRSV), цирковірус свиней типу 2 (PCV2), вірусів грипу (SIV), рідше – вірус хвороби Ауескі (PHV, PRHV), іноді вірус класичної чуми свиней (CSFV). Основні асоційовані бактерії включають: *Actinobacillus pleuropneumoniae*, *Streptococcus suis*, *Pasteurella multocida*, *Bordetella bronchiseptica*, *Haemophilus parasuis* і *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Є дослідники, які наголошують на необхідності вивчення інших груп збудників, що впливають на можливість розвитку та тяжкість перебігу PRDC. До них відносять найпростіших, патогенні гриби, гельмінтів (Oba et al., 2020; Saade et al., 2020).

Окремі дослідження присвячені вивченню нормальної мікрофлори (мікробіоти) респіраторного тракту свиней з метою виявлення її впливу на розвиток комплексу респіраторних хвороб свиней. Так, понад 8000 видів мікроорганізмів були проаналізовані за допомогою комплексної технології ДНК-мікрочіпів. Результати підтверджують важливість мікробного різноманіття як фактору, що попереджає виникнення захворювання. Рядом досліджень встановлено, що мікробна структура верхніх дихальних шляхів зазнає помітної еволюції після народження та має тенденцію стабілізації до періоду відлучення. Зменшення різноманітності та незбалансований мікробний склад пов'язані з підвищеним ризиком респіраторних захворювань (Pirolo et al., 2021).

Група вчених вивчала склад мікробіому у клінічно здорових свиней у Східному Китаї. Молекулярними методами підтвердили виявлення одного збудника у 59,9 %; 27,2 %; 52,3 %; 33,2 % і 0,4 % випадках для PCV2, PRRSV, *S. suis*, *H. parasuis* і *A. pleuropneumoniae* відповідно. У цих зразках часто виявляли коінфекцію з кількома патогенами. Вчені впевнені, що змішані інфекції поширені серед випадків PRDC у свиней, можуть становити більшу загрозу для здоров'я стад порівняно з інфекціями з одним патогеном (Zhu et al., 2021).

Асоціації патогенів, що спричиняють респіраторні захворювання у свиней, значно відрізняються між фермами, виробничими майданчиками, регіонами та країнами, що робить складним узагальнення щодо діагностики, лікування і контролю PRDC. Взаємодії, які відбуваються на клітинному та молекулярному рівнях під час одночасного зараження свиней двома чи більше респіраторними патогенами, є доволі різноманітними та складними.

Треба відмітити, що в усіх доступних літературних джерелах щодо досліджень, проведених впродовж останніх 10 років, присвячених виділенню збудників респіраторних хвороб свиней, встановлювали асоційований перебіг захворювань. Ми проаналізували дані 20 наукових публікацій про виділення різноманітних бактеріальних та вірусних збудників, які зазвичай асоціюються з PRDC. Причому, 16 досліджень розкривають етіологію бактеріально-вірусних коінфекцій, по дві статті присвячені виключно вірусним (Qin et al., 2018; Singh et al., 2022) або бактеріальним (Perovich et al., 2016; Petri et al., 2023) асоціаціям.

За даними різних авторів, під час лабораторної діагностики респіраторних хвороб свиней 2 або більше мікроорганізмів ідентифікують з різною частотою. Частка асоційованих інфекцій за даними закордонних вчених коливається у значних межах: (6,2-35,4) % (Zhu, 2021), 42,3 % (Arenales, 2022) та навіть 88,2 % (Choi, 2003). Частота виділення вірусів коливалася в залежності від виду: вірус РРСС згадується як асоціат у 13 джерелах (65 %), цирковірус II типу – у 8 (40 %), різні штами вірусу грипу – у 8 (40 %), тричі виділяли вірус хвороби Ауескі (15 %). Є по одному свідченню про виділення ротавірусу і цитомегаловірусу свиней (по 5 %).

Значно більше видів бактерій виділяють та ідентифікують при респіраторній патології свиней. Вченим вдавалося виділити від 1-2 видів до 10 і більше патогенних (або умовнопатогенних) бактерій під час дослідження патологічного матеріалу. Найчастіше виділяли мікоплазми: їх описали у 55 % наукових повідомлень, рідше згадуються пастерели (35 %), актинобацили (30 %), стрептококи (25 %) і гемофіли (20 %); рідше виділяють мікроорганізми із родини ентеробактерій (5-10 %).

За даними окремих авторів частота виділення специфічних видів мікроорганізмів коливається у широких межах. Кількісні показники частоти виділення окремих видів вірусів та бактерій наведена в таблиці 1.

Роль кожного збудника ще вивчена недостатньо, але вчені впевнені, що комбінації бактерій і вірусів діють синергічно, викликаючи більш серйозні респіраторні захворювання, ніж ті, що викликаються кожним окремим агентом. Встановлено, що коінфекції за участю вірусів ускладнюють картину захворювання, яка виникає порівняно з моноінфекцією. Наявність додаткового агента також може перешкоджати цілеспрямованому виділенню відомого вірусу через інтерференцію, коли один вірус конкурентно пригнічує реплікацію інших вірусів. Крім того, один з вірусів може активувати репродукцію вірусу та посилити загибель клітин, тим самим збільшуючи тяжкість захворювання (Kumar et al., 2018).

Sunaga F. із співавт. (2020) розробили систему виявлення 17 видів мікроорганізмів із респіраторних шляхів свиней за допомогою ПЛР. За результатами дослідження зразків легенів свиней з ознаками респіраторних захворювань виявлено 12 збудників (5 вірусів та 7 бактерій).

На думку Choi Y. K. (2003) із співавторами, більше 88 % респіраторних хвороб свиней із 20872 вивчених випадків є асоційованими інфекціями. Найбільш небезпечними вважають взаємодію двох вірусів (вірусів грипу і РРСС) і бактеріальних патогенів, найважливішими з яких вважають *Pasteurella multocida*, *M. hyopneumoniae*, *A. pleuropneumoniae*. Автори вважають, що відбулося перетворення вірусу грипу (варіантів H3N2 і H1N2) у ендемічний патоген у популяції свиней США, що призвело до більшого ускладнення при респіраторних захворюваннях.

Vangroenweghe F. A. C. J. із співавт. (2021) за 5 років дослідили 22 266 свиней з 974 свиноферм. Для виявлення різних збудників PRDC у свиней за допомогою ПЛР було застосовано методику відбору проб на живих тваринах, а саме трахеобронхіальний мазок (TBS). У зразках відлучених поросят були виявлені вірус грипу А, європейський штам вірусу репродуктивного та респіраторного синдрому свиней і *M. hyopneumoniae* як переважаючі патогени; у свиней на відгодівлі основними збудниками виявилися *M. hyopneumoniae*, свинячий цирковірус типу 2 і вірус РРСС.

Таблиця 1

Частота виділення окремих видів мікроорганізмів при комплексі респіраторних хвороб свиней за літературними даними

Вид мікроорганізму	Частота виділення, %		Літературне джерело
	мінімальна	максимальна	
Види вірусів			
Вірус РРСС	27,2	35,4-100	Choi et al., 2003; Zhao et al., 2020; Zhu et al., 2021
Різні штами вірусу грипу	22,2	59,9	Choi et al., 2003; Zhu et al., 2021
Цирковірус свиней	7,1	18,6	Choi et al., 2003; Arenales et al., 2022;
Вірус хвороби Ауескі	12,0	90,0	Maes et al., 1999
Види бактерій			
<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i>	7,0-27,0	88	Maes et al., 1999; Choi et al., 2003; Arenales et al., 2022
<i>Pasteurella multocida</i>	31,6	34,0	Choi et al., 2003; Arenales et al., 2022
<i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>	0,4-7,7	18,3	Choi et al., 2003; Zhu et al., 2021; Arenales et al., 2022
<i>Haemophilus parasuis</i>	22,0	33,2-35,2	Choi et al., 2003; Zhu et al., 2021; Arenales et al., 2022
<i>Streptococcus suis</i>	13,5	52,3	Zhu et al., 2021; Arenales et al., 2022
<i>Bordetella bronchiseptica</i>	0	8,0	Choi et al., 2003
<i>Salmonella</i> spp.	0	18,6	Arenales et al., 2022
Умовнопатогенні види бактерій родини <i>Enterobacteriaceae</i>	0	100	Zhao et al., 2020

Мікробіологічними, гістопатологічними методами, а також за допомогою ПЛР протягом 15 місяців було проаналізовано 156 зразків від свиней. У 42,3% випадків виявляли вірусно-бактеріальні асоційовані інфекції, збудниками яких були три види вірусів та 6 видів бактерій (Arenales et al., 2022).

Zhao G. із співавт. (2020) досліджували присутність ентеробактерій, пов'язаних із вторинними респіраторними інфекціями у свиней. Приблизно 13 типів бактерій було успішно виділено із різних органів свиней. Причому, ентеробактерії були виділені в 100 % зразків, свиней, інфікованих вірусом РРСС. У групі з коінфекцією більше ніж 3 вірусами найпоширенішою бактерією була *Escherichia coli*, менш поширені *Morganella*, *Proteus*, *Shigella*, *Salmonella*, *Klebsiella* та *Aeromonas*. Більшість виділених ентеробактерій були умовно-патогенними. Тому для ефективного лікування інфікованих РРСС свиней необхідне своєчасне поєднання антимікробних засобів з врахуванням антибіотикочутливості бактерій.

Нашу увагу привернули кілька останніх досліджень вітчизняних вчених, присвячених етіології респіраторних хвороб свиней. Основними первинними патогенами вважають два віруси із імуносупресивними властивостями, а саме вірус РРСС та цирковірус типу 2.

Аналітичні дані результатів лабораторних досліджень біологічних матеріалів від свиней із респіраторним синдромом (РС), які були проведені у 2011–2014 рр. у свиногосподарствах 14 областей України, представлені в публікації Prokhoriatova and Kolchuk (2015). За чотири роки досліджень виділено 5 видів вірусів (або антитіл до них), причому домінували вірус РРСС та цирковірус свиней. У 2011-2012 роках серед бактерій провідне місце посідали види із родів *Mycoplasma*, *Pasteurella*, *Fusobacterium*. У 2013-2014 роках на додачу до цих збудників з'явилися нові, а саме умовно-патогенні мікроорганізми, відсоток яких у асоціаціях був значний: *Naumannella* spp., *Sphaerotilus* spp., *Leptotrichia* spp., *Leptotrix* spp. Дослідники вважають, що збільшення відсотку умовно-патогенних бактерій в етіологічній структурі інфекційних захворювань з респіраторним синдромом свиней за 2013–2014 рр. пов'язано, у першу чергу, із зниженням імунологічного стану свиней за участі таких вірусів, як КЧС (вакцинний штам), ЦВС-2, РРСС, ПВС, які вражають імунні клітини макроорганізму, а також у зв'язку зі збільшенням технологічного навантаження.

Серологічні дослідження свійських свиней щодо наявності антитіл проти вірусу репродуктивного і респіраторного синдрому в більшості областей України за 2013-2015 роки представлені групою авторів (Sytiuk et al., 2016). Відсоток позитивних проб коливався від 6,16 % в Західних областях до 10,13 % на Півдні та 22,83 % на Сході та Півночі України. Результати вказують на підвищення частки позитивних проб за вказаний період, що дозволяє зробити висновок про циркуляцію збудника РРСС в більшості областей України.

Дослідження 2013-2017 років (Masiuk et al., 2016; Furda, 2018) підтвердили циркуляцію вірусів репродуктивно-респіраторного синдрому та цирковірусної інфекції свиней у поголів'ї свійських свиней протягом всього періоду дослідження. Проведені математичні розрахунки дозволили спрогнозувати подальше поширення обох вірусів, причому вірус цирковірусної інфекції, на думку авторів, буде поширюватись швидше за вірус репродуктивно-респіраторного синдрому майже у 2 рази за однакових умов.

Етіологічну структуру респіраторної патології свиней в фермерських господарствах Сумської та Чернігівської областей вивчали Kovalenko and Kovalenko (2021). Респіраторні захворювання становили до 21,3 % в структурі інфекційної патології і реєструвалися у свиней протягом усього технологічного циклу, але з різною частотою: у поросят-сисунів захворюваність була найнижчою – (0,3-1,2) %, в групі дорощування та відгодівлі зростала до (31-46) % та 57,6 % відповідно. Серед основних збудників виявляли віруси РРСС і цирковірус, а також бактерії із родів *Mycoplasma*, *Streptococcus*, *Pasteurella*, *Bordetella*, *Haemophilus*, *Actinobacillus*, *Salmonella* і *Escherichia*. Вивчення чутливості основних бактеріальних асоціатів до антибіотиків показало, що кількість резистентних штамів пастерел, стрептококів, бордетел та кишкової палички збільшилася.

Завданням нашого дослідження було вивчення етіологічної структури збудників комплексу респіраторних хвороб свиней в окремих фермерських господарствах Полтавської і Харківської областей. Робота є продовженням попередніх досліджень (Severyn et al., 2021), що стосувалися асоційованого перебігу РРСС в господарствах Полтавської області.

Матеріали та методи дослідження. Досліди проводили в умовах фермерських господарств СТОВ «Перемога», ТОВ «Вовнянський бекон» Полтавської та СТОВ «Мрія» Харківської областей. Статистичні дані щодо епізоотології інфекційних хвороб свиней були отримані у протиепізоотичному відділі головного управління Держпродспоживслужби у Полтавській та Харківській областях. Окремі етапи досліджень проводили у імунологічному, бактеріологічному

та патоморфологічному відділах Полтавської регіональної лабораторії Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. Використовували комплексний підхід, що враховував дані епізоотологічних, клінічних та лабораторних методів досліджень. Проводили клінічне обстеження тварин, патологоанатомічний розтин загиблих та вимушено забитих хворих свиней різного віку, під час якого відбирали матеріал для лабораторних досліджень.

З метою вивчення етіологічної структури респіраторної патології проведено бактеріологічні дослідження патологічного матеріалу від свиноматок і поросят трьох вікових груп: новонароджених, віком від 2 до 4 міс, а також підсвинків на відгодівлі. Для досліджень відбирали уражені ділянки легень на межі здорової тканини, лімфатичні вузли (середостінні, підщелепні, заглоткові, мезентеріальні), кров із серця, селезінку, печінку з жовчним міхуром, нирки, трубчасту кістку; ексудат з грудної та черевної порожнини. Висіви з патологічного матеріалу проводили на м'ясо-пептонний бульйон, м'ясо-пептонний агар, кров'яний агар, середовище Ендо, Плоскірева. Також використовували інші спеціальні диференціально-діагностичні середовища. Посіви інкубували в термостаті за температури 37°C протягом 24 год, після чого враховували характер росту мікроорганізмів. У виділених чистих культурах вивчали морфологічні, тинкторіальні, культурально-біохімічні, серологічні властивості. Ідентифікацію виділених мікроорганізмів проводили загальноприйнятими мікробіологічними методами. Чутливість виділених культур до антибактеріальних препаратів визначали методом індикаторних паперових дисків згідно з «Інструкцією із застосування дисків для визначення чутливості до антибіотиків».

Результати дослідження. Під час вивчення епізоотичної ситуації у фермерських господарствах з вирощування свиней у Полтавській та Харківській областях використовували дані протиепізоотичного відділу головного управління Держпродспоживслужби України. Останніми роками в областях спостерігається відносно стабільне епізоотичне благополуччя за класичними інфекціями, такими як класична чума свиней, бешіха, хвороба Ауескі.

При аналізі структури інфекційної патології свиней за 2019–2023 рр. встановлено, що значну кількість захворювань складали шлунково-кишкові захворювання – 34,0 %, зокрема: колібактеріоз – 17,7 % та сальмонельоз 16,3 %. Так, у двох господарствах Полтавської області діагноз дизентерія було встановлено у 4,3 % тварин, колібактеріоз та сальмонельоз – 10,2 %.

Ми виявили тенденцію збільшення частки респіраторних хвороб свиней в господарствах Харківської і Полтавської областей (див. рис.1).

У структурі інфекційної патології респіраторні захворювання становили в середньому 17,3 %. За період досліджень відмічена тенденція до збільшення частки респіраторних інфекцій з 11,4 % до 23,7 %.

Респіраторні захворювання реєструвалися у 2023 році становили 23,7 % випадків від усієї інфекційної патології, причому більшість захворювань мали асоційований характер. Вірусні інфекції свиней спричинили респіраторні розлади в 39,7 % від усіх випадків, бактеріальні асоціати виділяли у 13,2 % випадків. Частота виділення окремих вірусів мала значні коливання. Так, цирковірус виділяли у 20,4 %, вірус респіраторно-репродуктивного синдрому свиней – у 19,3 %, парвовірус свиней – у 7,1 %, вірус хвороби Ауескі – у 1,2 % випадків. Отримані результати дають право виділити два основних вірусних збудника респіраторних хвороб – цирковірус та вірус респіраторно-репродуктивного синдрому свиней.

Основні мікроорганізми, які виділяли від свиней при респіраторних хворобах свиней з асоційованим перебігом представлені в таблиці 2. Із переліку мікроорганізмів у таблиці видно, що структура збудників в різні роки мінялася, причому до групи збудників входили (1-3) види вірусів і (4-8) видів бактерій.

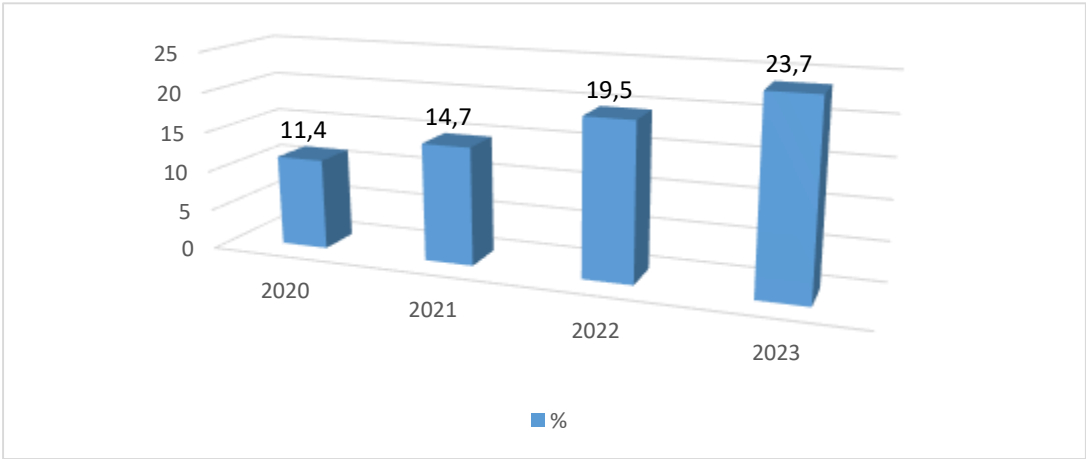


Рисунок 1. Частка респіраторних хвороб у структурі інфекційної патології свиней в Полтавській та Харківській областях (ТОВ «Вовчанський бекон», СТОВ «Перемога», СТОВ «Мрія») за 2020-2023 рр., %

Під час дослідження сироваток крові свиноматок та поросят зазначених господарств за 2019-2023 роки методами ІФА була встановлена циркуляція вірусу респіраторного і репродуктивного синдрому свиней і цирковірусу свиней II типу, що свідчить про інфікованість та вірусоносійство тварин. Оскільки обидва віруси викликають імунodefіцитний стан, то саме вони можуть відігравати роль тригера, який запускає первинний механізм пошкоджень органів дихання, після чого патогенні та умовно-патогенні бактерії ускладнюють перебіг захворювання.

Щодо представників бактерій, то щороку виділяли пастерели, мікоплазми, кишкову паличку. За два останні роки до групи збудників доєдналися ще гемофіли та актинобацили. Це свідчить про широкий спектр бактерій в асоціації збудників і вимагає не просто виділення збудників, а обов'язкового визначення їх чутливості до антибактеріальних препаратів з метою вибору найбільш ефективних.

Частота виділення найбільш важливих бактерій представлена в рисунку 2. Як показують дані рисунку, склад бактеріальних асоціацій за досліджуваний 5-річний період значно змінився. Лише частота виділення сальмонел залишилася практично незмінною і коливалася від 15,3 до 16,3 %. Роль шести збудників за 4 роки значно знизилася, а двох – значно зросла. Так, частота виділення мікоплазм знизилася у 7,2, пастерел – у 6,3 рази відповідно, а стафілококів, стрептококів, псевдомонад та протеїв взагалі останнім часом не виділяли. В той же час роль кишкової палички та актинобацил виросла: частота їх виділення збільшилася відповідно у 17,7 і 8,0 разів. Отримані дані свідчать про зміну більшості видів бактерій, що формують асоціації при респіраторних хворобах свиней.

Лабораторні дослідження включали також встановлення антибіотикочутливості виділених бактерій до найбільш вживаних протимікробних препаратів. Розглянемо результати таких досліджень на прикладі тих збудників, які часто виділяли із органів загинблих поросят (див. табл. 3).

Таблиця 2

Основні збудники респіраторних хвороб свиней в фермерських господарствах Полтавської і Харківської областей (2019-2022рр.)

Рік	Групи мікроорганізмів	
	віруси	бактерії
2019	PPCC	<i>E. coli</i> , <i>Proteus</i> spp., <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Pasteurella multocida</i> серотипи A і D, E; <i>Salmonella</i> spp., <i>Streptococcus</i> spp., <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Mycoplasma</i> spp.
2020	PPCC, цирковірус, хвороба Ауескі	<i>Pasteurella multocida</i> серотипи A і D, <i>E. coli</i> , <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> ,

		<i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i>
2021	PPCC, цирковірус, парвовірус	<i>Pasteurella multocida</i> серотипів A і D, <i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> , <i>Haemophilus parasuis</i>
2022	PPCC, цирковірус, парвовірус	<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> , <i>Pasteurella multocida</i> серотип D, <i>Salmonella</i> spp, <i>E. coli</i>
2023	PPCC	<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> , <i>Pasteurella multocida</i> серотипи A і D, <i>Salmonella</i> spp., <i>E. coli</i> , <i>Actinobacillus pleuropneumoniae</i> , <i>Haemophilus parasuis</i>

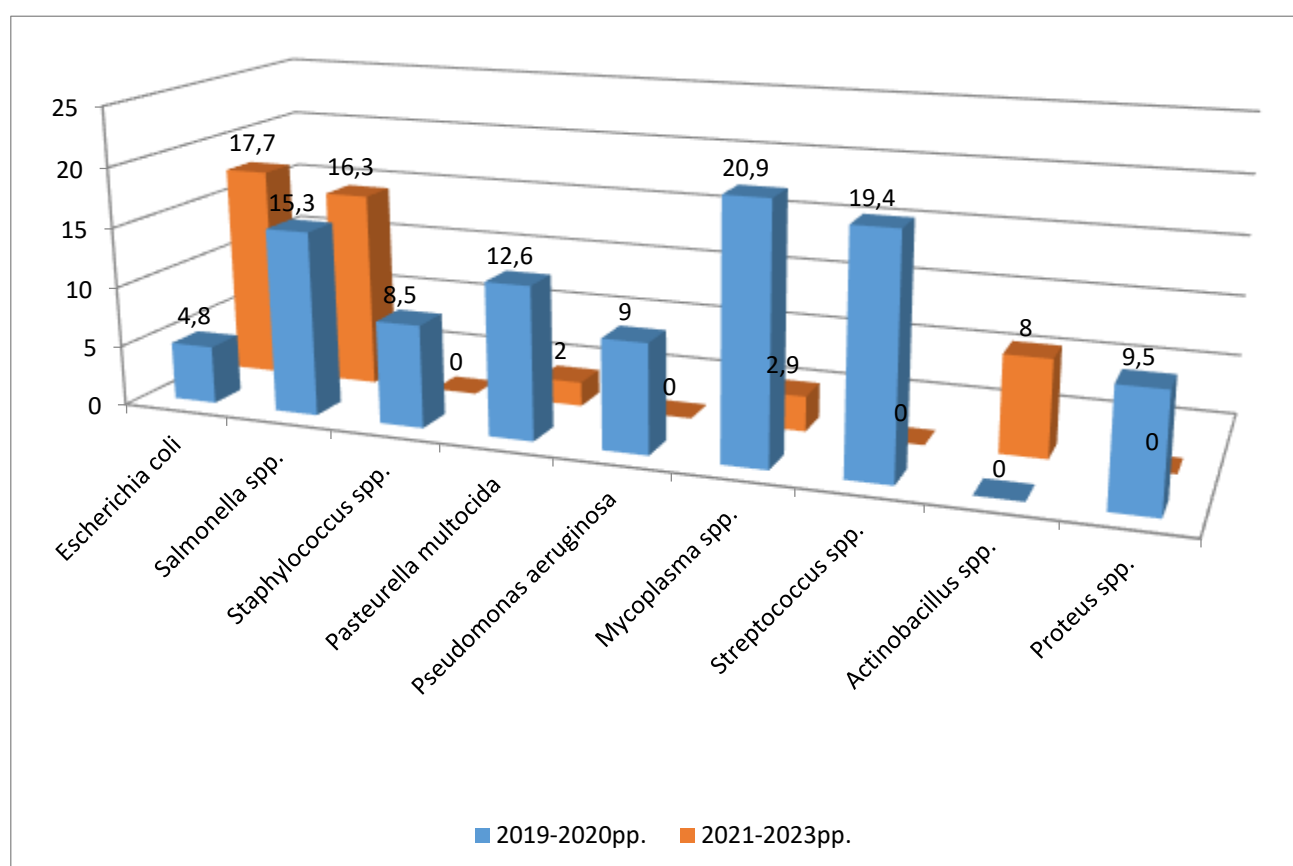


Рисунок 2. Частота виділення бактеріальних збудників при асоційованих респіраторних хворобах свиней у двох областях України за 2019-2023 pp., %

Таблиця 3

Відносна чутливість бактеріальних збудників до антибіотиків

Збудник	Кількість використаних антибіотиків	Характер чутливості бактерій		
		висока	помірна	нечутливі
<i>Streptococcus suis</i>	13	11	-	2
<i>Escherichia coli</i>	11	7	-	4
<i>Pasteurella multocida</i>	21	10	6	5

Як видно із таблиці 3, найвищу антибіотикочутливість (до 85 % препаратів) виявили у *Streptococcus suis*. Найбільш ефективними були такі антибіотики, як цефазолін, доксициклін, енрофлоксацин, тетрациклін та окситетрациклін. Не пригнічували ріст стрептококів тилозин і тріметоприм. Нижчу чутливість мали ізоляти *Escherichia coli* – 64 %. Ципрофлоксацин, доксициклін та енрофлоксацин показали найвищу ефективність. Резистентними ізоляти кишкової палички були до тилозину, тріметоприму, колістину та окситетрацикліну. Найбільш резистентними виявилися ізоляти *Pasteurella multocida* (чутливі лише до 48 % препаратів). Найвищу чутливість пастерели продемонстрували до амоксициліну, енрофлоксацину, флорфеніколу та данофлоксацину; найнижчу – до окситетрацикліну, колістину, спектиноміцину.

Оскільки збудники відносяться до різних груп бактерій, то їх чутливість визначали до різних антибіотиків, серед яких лише п'ять є препаратами із широким спектром дії і їх використали у дослідженні усіх видів мікроорганізмів. Порівняльна чутливість збудників до цих препаратів наведена в таблиці 4.

Таблиця 4

Порівняльна чутливість *Streptococcus suis*, *Pasteurella multocida* та *Escherichia coli* до антибактеріальних засобів

Антибіотики	Вид бактерій та їх чутливість, мм		
	<i>Streptococcus suis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pasteurella multocida</i>
Амоксицилін	22	20	25
Доксициклін	35	32	12
Енрофлоксацин	35	32	24
Тріметоприм/Сульфа	0	0	16
Ципрофлоксацин	26	34	18

Як видно із таблиці 4, два види бактерій (*Streptococcus suis* та *Escherichia coli*) мали схожу чутливість: високу до 4 препаратів та низьку – до одного. Чутливість *Pasteurella multocida* відрізнялася: висока до амоксициліну і енрофлоксацину, помірна до тріметоприму і ципрофлоксацину, резистентність до доксицикліну. Отже, для вибору препарату для лікування тварин за умови виділення двох або більше бактеріальних асоціатів, треба враховувати антибіотикочутливість не окремого збудника, а усіх мікроорганізмів, що викликали патологічний процес. Лише такий підхід дозволить обрати найбільш ефективні засоби.

Дослідники із різних країн вказують частоту асоційованих респіраторних інфекцій свиней у межах від 6,2 % до 88 %. За нашими даними, впродовж 5 років частка респіраторних інфекцій зросла з 11,4 % до 23,7 %, причому лабораторні дослідження підтверджували асоційований перебіг захворювань. Аналіз патогенів свідчить про те, що кількість і видовий склад має значні відмінності в різних країнах, їх регіонах і навіть різних господарствах. Але найчастіше основними вірусними збудниками називають віруси РРСС, цирковірус II типу та вірус грипу. Наші дослідження підтвердили роль перших двох вірусів, а вірус грипу не виділили жодного разу.

При асоційованих респіраторних інфекціях свиней науковці найчастіше виділяли мікоплазми, пастерели, актинобацилюси, стрептококи і гемофіліуси; рідше ентеробактерії. Асоційований перебіг респіраторних хвороб свиней доведено і нашими дослідженнями, причому найчастіше з патологічного матеріалу ми виділяли пастерел, мікоплазм та кишкову паличку. Результати вивчення антибіотикочутливості свідчать про її значні коливання у різних видів бактерій, а також про селекцію резистентних штамів мікроорганізмів. За даними різних авторів, частка мультирезистентних штамів пастерел, стрептококів та кишкових паличок може сягати (40-80) %, що підтвердилося в наших дослідженнях.

Висновки

Під час вивчення епізоотичної ситуації у фермерських господарствах з вирощування свиней у Полтавській та Харківській областях за період 2019-2023 роки встановлено підвищення частоти респіраторних хвороб з 11,4 % до 23,7 %.

Встановлено асоційований перебіг респіраторних хвороб свиней. До складу асоціацій входили два основних види вірусів (вірус респіраторного і репродуктивного синдрому свиней і цирковірус свиней типу 2) та у різні роки від 4 до 8 видів бактерій.

За період досліджень змінився спектр бактеріальних патогенів: частота виділення мікоплазм і пастерел знизилася у 7,2 та 6,3 рази відповідно, стафілококів, стрептококів, псевдомонад і протеїв в останній рік не виділяли. Частота виділення кишкової палички та актинобацилюсів збільшилася відповідно у 17,7 і 8,0 разів.

Найвищу антибіотикочутливість виявили у *Streptococcus suis* (85 %): ефективними виявилися цефазолін, доксициклін, енрофлоксацин, тетрациклін та окситетрациклін. Ізоляти *Escherichia coli* проявили чутливість до 64 % препаратів, а саме: ципрофлоксацину, доксицикліну та енрофлоксацину. Найбільш резистентними виявилися ізоляти *Pasteurella multocida*, які продемонстрували чутливість до 48 % антибіотиків, в тому числі до амоксициліну, енрофлоксацину, флорфеніколу та данофлоксацину.

REFERENCES

1. Arenales, A., Santana, C. H., Rolim, A. C. R., Pereira, and E. M. M. S. (2022). 'Histopathologic patterns and etiologic diagnosis of porcine respiratory disease complex in Brazil'; June 2022; *Arq Brasileiro Med Vet Zootech*; 74(3):497-508. doi:10.1590/1678-4162-12439.
2. Assavacheep, P., and Thanawongnuwech, R. (2022). 'Porcine respiratory disease complex: Dynamics of polymicrobial infections and management strategies after the introduction of the African swine fever'; *Front Vet Sci*; 9:1048861. doi: 10.3389/fvets.2022.1048861.
3. Cheong, Y., Oh, C., Lee, K., and Cho, K. H. (2017). 'Survey of porcine respiratory disease complex-associated pathogens among commercial pig farms in Korea via oral fluid method'; *J Vet Sci*; 18:283-9. doi: 10.4142/jvs.2017.18.3.283.
4. Choi, Y. K., Goyal, S. M., and Joo, H. S. (2003). 'Retrospective analysis of etiologic agents associated with respiratory diseases in pigs'; *Can Vet J*; 44:735-7.
5. Eddicks, M., Eddicks, L., Stadler, J., Hermanns, W., and Ritzmann, M. (2021). 'The porcine respiratory disease complex (PRDC). A clinical review'; *Tierarztl Prax Ausg G Grosstier Nutztiere*; 2021 Apr; 49(2):120-132. doi:10.1055/a-1403-1976.
6. Furda, I. L. (2018). Epizootologichniy kontrol za reproduktyvno-respiratornym syndromom ta tsyrkovirusnoi infektsiiei svynei v Ukraini: Avtoref. dys...kand. vet. nauk; Kyiv: NUBiP Ukrainy, 29 p. http://dglb.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/6131/1/furda_I.L.pdf. [In Ukrainian].
7. Hansen, M. S., Pors, S. E., Jensen, H. E., Bille-Hansen, V., Bisgaard, M., and Flachs, E. M. (2010). 'An investigation of the pathology and pathogens associated with porcine respiratory disease complex in Denmark'; *J Comp Pathol*; 143:120-31. doi:10.1016/j.jcpa.2010/01/012.
8. Kovalenko, L. M., and Kovalenko, O. I. (2021). 'Patolohiia dykhalnykh shliakhiv porosiat u razi vplyvu infektsiinykh zbudnykiv'; *Visn Sumskoho Nats Ahr Univ; Ser: Vet Med*; 3(54):26-30. [In Ukrainian]. <https://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/10403>.
9. Kumar, N., Sharma, S., Barua, S., Tripathi, B. N., and Rouse, B. T. (2018). 'Virological and immunological outcomes of coinfections'; *Clin Microbiol Rev*; 31(4):e00111-17. doi:10.1128/CMR.00111-17.
10. Maes, D., H. Deluyker, M. Verdonck, F. Castryck, C. Miry, B. Vrijens, and A. de Kruif. (1999). 'Risk indicators for the seroprevalence of Mycoplasma hyopneumoniae, porcine influenza viruses and Aujeszky's disease virus in slaughter pigs from fattening pig herds'; *Zentralblatt Vetmed Reihe B*; 46(5):341-352. doi:10.1111/j.1439-0450.1999.tb01239.x.
11. Masiuk, D. M., Kokariyev, A. V., Koliada, S. H., Furda, I. L., Baidaliuk, V. A., and Sytiuk, M. P. (2016). 'Analiz rezultativ monitorynhovykh serolohichnykh doslidzhen svynei shchodo tsyrkovirusnoi infektsii na terytorii Ukrainy za period 2013-2015 rokiv'; *Biol Tvaryn*; 18 (4):58-65. doi:10.15407/animbiol18.04.058. [In Ukrainian].
12. Oba, P., Wieland, B., Mwiine, F. N., Erume, J. (2020). 'Status and gaps of research on respiratory disease pathogens of swine in Africa – Porcine'; *Health Management*; 6(1):5. doi:10.1186/s40813-020-0144-7.

13. Pepovich, R., Nikolov, B., Hristov, K. J., Genova, K., Hadjiolova, R., and Radanski, S. (2016). 'Investigation of Bacterial Infections in Pig Farms affected by Respiratory Disease Complex in Bulgaria'; *Int J Curr Microbiol App Sci*; 5(9):555-561. doi:10.20546/ijcmas.2016.509.062.
14. Pessoa, J., Camp Montoro, J., Pina Nunes, T., Norton, N., McAloon, C., and Garcia Manzanilla, E. (2022). 'Environmental risk factors influence the frequency of coughing and sneezing episodes in finisher pigs on a farm of respiratory disease'; *Anim (Basel)*; 12:982. doi:10.3390/ani12080982.
15. Petri, F. A. M., Ferreira, G. C., Arruda, L. P., and Malcher, C. S. (2023). 'Associations between Pleurisy and the Main Bacterial Pathogens of the Porcine Respiratory Diseases Complex (PRDC)'; *Animals (Basel)*; Apr 27; 13(9):1493. doi: 10.3390/ani13091493.
16. Pirolo, M., Espinosa-Gongora, C., Bogaert, D., and Guardabassi, L. (2021). 'The porcine respiratory microbiome: recent insights and future challenges'; *Anim Microbiome*; January,3(1). doi:10.1186/s42523-020-00070-4.
17. Prokhoriatova, O. V., and Kolchuk, O. V. (2015). 'Vivchennia ta analiz suchasnykh etiologichnykh faktoriv infektsiynykh khvorob svynei z respiratornym syndromom'; *Vet Med; Kharkiv*; 100:71-75. http://jvm.kharkov.ua/sbornik/100/3_19.pdf [In Ukrainian].
18. Qin, S., Ruan, W., Yue, H., Tang, C., Zhou, K., and Zhang, B. (2018). 'Viral communities associated with porcine respiratory disease complex in intensive commercial farms in Sichuan province, China'; September, 2018; *Sci Rep*; 8(1). doi:10.1038/s41598-018-31554-8.
19. Saade, G., Deblanc, C., Bougon, J., Marois-Crehan, C., Fablet, C., and Auray, G. (2020). 'Coinfections and their molecular consequences in the porcine respiratory tract'; *Vet Res*; 51:80. doi:10.1186/s13567-020-00807-8.
20. Severyn, R. V., Hontar, A. M., Ivanchenko, I. M., Voitenko, R. V., and Ponomarenko, H. V. (2021). 'Vivchennia epizootychnoi sytuatsii shchodo asotsiatyvnogo perebihu reproduktyvno-respiratornoho syndromu svynei u hospodarstvakh Poltavskoi oblasti'; *Vet Tekhnol Tvaryn-va Pryrodokorystuv; Kharkiv*; 7:115-120. doi:10.31890/vttp.2021.07.17. [In Ukrainian].
21. Singh, N., Batra, K., Chaudhary, D., Punia, M., Kumar, A., Singh Maan, N. S., and Maan, S. (2022). 'Prevalence of porcine viral respiratory diseases in India'; *Anim Biotechnol*; Pub Date:2022-02-03. doi:10.1080/10495398.2022.2032117.
22. Sunaga, F., Tsuchiaka, S., Kishimoto, M., and Aoki, H. (2020). 'Development of a one-run real-time PCR detection system for pathogens associated with porcine respiratory diseases'; *J Vet Med Sci*; Feb; 82(2):217–223. doi:10.1292/jvms.19-0063.
23. Sytiuk, M. P., Masiuk, D. M., Kokariev, A. V., Koliada, S. H., Movkalova, H. S., Halka, I. V., Nychyk, S. A., Artemenko, I. V., Furda, I. L., and Nedosiekov V. V. (2016). 'Analiz rezultativ serologichnykh doslidzhen sviiskykh svynei shchodo reproduktyvno-respiratornoho syndromu v Ukraini za 2013-2015 roky'; *Vet Med; Kharkiv*; 102:180-185. http://jvm.kharkov.ua/sbornik/102/3_49.pdf [In Ukrainian].
24. Vangroenweghe, F.A.C.J., and Olivier, T. (2021). 'Seasonal Variation in Prevalence of *Mycoplasma hyopneumoniae* and Other Respiratory Pathogens in Peri-Weaned, Post-Weaned, and Fattening Pigs with Clinical Signs of Respiratory Diseases in Belgian and Dutch Pig Herds, Using a Tracheobronchial Swab Sampling Technique, and Their Associations with Local Weather Conditions'; *Pathogens*; Sep 16;10(9):1202. doi:10.3390/pathogens10091202.
25. Wilson, M. R., Takovm, R., Friendship, R. M., Martin, S. W., McMilan, S. W., Hacker, R. R., and Swaminathan S. (1986). 'Prevalence of respiratory diseases and their association with growth rate and space in randomly selected swine herds'; *Canadian J Vet Res*; 50:209-216. PMID:3756676. PMCID:PMC1255192.
26. Zhao, G., Zhang, L., Li, C., Zhao, J., Liu, N., and Li, Y. (2020). 'Identification of enterobacteria in viscera of pigs afflicted with porcine reproductive and respiratory syndrome and other viral co-infections'; *Microbiol Path*; 147:104385. 10.1016/j.micpath.2020.104385.
27. Zhu, H., Chang, X., Zhou, J., Wang, D., and Fan, B. (2021). 'Co-infection analysis of bacterial and viral respiratory pathogens from clinically healthy swine in Eastern China'; *Vet Med Sci*; 7:1815-9. doi:10.1002/vms3.533.

ETIOLOGY OF PORCINE RESPIRATORY DISEASE COMPLEX ON FARMS OF KHARKIV AND POLTAVA REGIONS

R. Voitenko, R. Severyn, A. Hontar, G. Haragulya*, and S. Basko

State University of Biotechnology, Kharkiv (Ukraine);
e-mail: vetvir.galina@gmail.com*

Abstract. *The paper is devoted to the study of the etiology of porcine respiratory disease complex (PRDC). Associated respiratory infections of pigs are common worldwide and cause great economic losses in pig farming. We studied the epizootic situation in pig farms in the Poltava and Kharkiv regions for the period 2019-2023. An increase in the frequency of respiratory diseases in pigs was established from 11.4 % to 23.7 %. Laboratory studies confirmed the associated course of respiratory diseases in pigs. The associations included two main types of viruses (pig respiratory and reproductive syndrome virus and porcine circovirus type II) and in different years from 4 to 8 types of bacteria. During the research period, the spectrum of bacterial pathogens changed. The frequency of isolation of Mycoplasma and Pasteurella decreased by 7.2 and 6.3 times, respectively, and the frequency of isolation of Escherichia coli and Actinobacillus increased by 17.7 and 8.0 times, respectively. During the study of antibiotic sensitivity, Streptococcus suis isolates were the most sensitive to antimicrobial drugs, and Pasteurella multocida isolates were the most resistant.*

Keywords: **porcine respiratory disease complex, associated infections of pigs, etiology.**

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-IV-02

ДОБРОБУТ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ З ПОЗИЦІЇ ВЕТЕРИНАРНОГО, ЕКОНОМІЧНОГО ТА СОЦІАЛЬНОГО АСПЕКТІВ: ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

Милостивий Р. В. (ORCID ID: 0000-0002-4450-8813)

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро (Україна);
e-mail: mylostyvyi.r.v@dsau.dp.ua

Резюме. У статті наведено аналіз зарубіжних літературних джерел щодо добробуту великої рогатої худоби. Метою літературного огляду було розкрити ветеринарні, економічні та соціальні аспекти добробуту в скотарстві, сучасний стан проблеми та світові тенденції щодо напрямів її вирішення, висвітлених у англомовних наукових літературних джерелах, використовуючи найбільші світові реферативні бази даних наукової літератури (Web of Science, ScienceDirect, Scopus). Виявлено зміщення акцентів у наукових і практичних підходах щодо сприйняття і оцінки стану добробуту продуктивних тварин, які значно виходять за межі лише підтримання здоров'я, попередження стресу чи можливості реалізації тваринами природної поведінки. Добробут тварин набуває все більше антропометричного змісту, включаючи такі поняття як «задоволення» або «щастя». Поняття «позитивний добробут» стає своєрідним трендом в наукових дослідженнях добробуту тварин. Встановлені позитивні тенденції щодо модифікації виробничих систем у напрямі диверсифікації умов існування тварин, вони стають більш дружніми по відношенню до добробуту тварин. Виявлено зростаючу стурбованість споживачів тваринницької продукції умовами утримання та добробутом тварин. Все більше це поняття набуває комерційного відтінку, що заохочує виробників тваринницької продукції дотримуватися етичних стандартів виробництва. Проте наративи та гучні заяви суспільства щодо необхідності дотримання високих стандартів добробуту тварин поки що не мають достатніх економічних важелів, оскільки лише незначна частина суспільства готова платити дорожче за кращий добробут, або ж свідомо відмовитися від тваринницької продукції, отриманої від тварин у виробничих системах з незадовільним добробутом. Цей літературний огляд покликаний привернути увагу науковців, практиків та суспільства до проблем, пов'язаних із гуманним ставленням до продуктивних тварин, знайти для кожного з них своє місце у створенні кращих умов для тих, хто підтримує задоволення харчових потреб людства своїм існуванням або ж ціною власного життя.

Ключові слова: благополуччя тварин, велика рогата худоба, здоров'я, утримання, збагачення середовища, захист тварин.

Вступ. Підвищення ефективності тваринництва необхідне для задоволення потреб зростаючого населення у їжі та зменшення впливу на навколишнє середовище (Ponnampalam and Holman, 2023). Продукти тваринного походження забезпечують організм енергією, вони є важливими джерелами якісних білків, амінокислот, мінералів, вітамінів і біологічно активних сполук, необхідних для харчування людини. Зокрема, молоко вважають повноцінною їжею, і як воно, так і молочні продукти, у добре збалансованому раціоні, є корисними для харчування людини (Balivo et al., 2023).

Добробут тварин (англ. – Animal welfare) стає все більш важливим соціокультурним, науковим, політичним, комерційним та етичним питанням, яке обговорюється в усьому світі. Зосередження уваги на добробуті сільськогосподарських тварин не лише вплинуло на інтенсивні системи тваринництва, через обмежені в них свободи тварин, а також на інші моменти промисловості в цілому, наприклад, транспортування й забій (Gallo et al., 2022).

Добробут тварин є суспільним благом, яке є надзвичайно важливим для багатьох зацікавлених сторін, як для виробників, так і свідомих споживачів продукції (Verbeke, 2009). До умов благополуччя продуктивних тварин пред'являють все більше вимог, особливо до типу житла, наприклад, для молочних корів доступу до пасовища, для курей-несучок до гнізда, або

солом'яної підстилки для свиней. Водночас, ці вимоги повинні передбачати можливість виробнику впроваджувати інновації (Grandin, 2022).

Як стверджує D. Fraser (Fraser, 2018), сучасний розвиток науки про добробут тварин відбувається на трьох рівнях: фундаментальні дослідження, спрямовані на базове розуміння добробуту тварин, дослідження, щодо способів оцінки добробуту тварин, і дослідження, орієнтовані на практичну реалізацію отриманих знань в стандартах або критеріях добробуту.

В останні роки спостерігається значне зростання вимог споживачів до добробуту сільськогосподарських тварин, яке є невід'ємною частиною сталого тваринництва. Виробники повинні мати можливість відповідати цим вимогам, оцінюючи добробут тварин на основі чітко визначених і структурованих протоколів для кожного виду та системи виробництва. Лише тоді можна буде гарантувати сертифікацію добробуту по всьому виробничому ланцюжку (Muhammad et al., 2022).

Мета роботи: Аналітичне дослідження зарубіжних наукових літературних джерел щодо ветеринарних та соціально-економічних аспектів проблеми пов'язаної з добробутом великої рогатої худоби, сучасних тенденцій, досвіду та напрямів її вирішення.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведене шляхом вивчення й аналізу англomовних наукових літературних джерел з використанням пошукової платформи Web of Science (Clarivate) та бібліографічних реферативних баз даних ScienceDirect і Scopus (Elsevier), інституційний доступ до яких надано Дніпровським державним аграрно-економічним університетом. Узагальнення інформації проведено спираючись на власний багаторічний досвід викладання дисципліни «Гігієна і добробут тварин» здобувачам вищої освіти та результати наукової співпраці із закордонними колегами.

Результати досліджень. Надійна та правдива оцінка добробуту тварин має включати численні показники, які відображають фізичне, психічне та поведінкове благополуччя. Це вимагає глибокого знання потреб тварин, їх природної поведінки та біологічних функцій. Занепокоєння громадськості змушує тваринницьку галузь рухатися до більш дружніх до добробуту тварин систем виробництва та обробки, які повинні враховувати поведінкові потреби тварин, стійкість, відстежуваність та етичну якість продуктів тваринного походження.

Вимоги до благополуччя та оцінка його стану. Стандарти добробуту тварин можуть містити ряд ключових вимог. Наприклад, Н. J. Blokhuis та співавт. (Blokhuis et al., 2010) розподілили вимоги до добробуту на три основні типи. По-перше, це вимоги, що ґрунтуються на мінімальних стандартах для середовища існування тварини та інших ресурсів, таких як підстилка, простір, якість повітря, температура та доступ до їжі та води. По-друге, це вимоги, засновані на менеджменті, які описують діяльність менеджерів щодо здоров'я тварин. Вони включають вимоги щодо знеболення, перевірки тварин і корму з певною частотою, а також дотримання прийнятих протоколів ветеринарної допомоги та евтаназії. Останні вимоги враховують стан тварин і визначають результати, яких потрібно досягти. Ці вимоги включають показники, пов'язані зі здоров'ям, такі, як наприклад, граничний рівень кульгавості та травм, допустимі показники смертності та мінімально допустима кількість балів, що характеризують стан організму. Ці вимоги були керівними принципами для розробки різних протоколів оцінки добробуту в тваринництві (Krueger et al., 2020).

Вимоги стандартів добробуту тварин передбачають досягнення чотирьох основних цілей (Fraser, 2018). Перша мета, полягає в підтримці базового здоров'я та функціонування організму тварин, що відображається в низькій частоті захворювань і високих показниках виживання, розмноження та росту. Друга – зосереджена на «афективних станах» тварин, особливо для запобігання або мінімізації неприємних станів, таких як біль, страждання та голод, і надання тваринам можливості переживати позитивні стани, такі як комфорт і задоволення. Третя – полягає в тому, щоб надати тваринам можливість проявляти елементи їхньої природної поведінки, особливо типів поведінки, до яких тварини дуже мотивовані, наприклад, прагнення до розмноження. Кінцева мета полягає в тому, щоб надати тваринам доступ до природних елементів середовища, таких як природне світло, перебування на свіжому повітрі. Таке пряме перенесення науки на практику відбувається особливо у випадках, коли інновація спрощує догляд за тваринами, покращує продуктивність або знижує витрати виробництва.

Якщо ми розглядаємо добробут тварин як складний результат, який залежить від поєднання генетичних особливостей тварин, системи утримання та здатності людей керувати тваринами в цій системі, тоді покращення умов добробуту тварин потребує скоординованих дій у всіх цих трьох напрямках (Cojic and Morrell, 2023).

Однобічна оцінка благополуччя тварин (наприклад, вимірювання рівня кортизолу та серотоніну в плазмі крові, або вимірювання коливань частоти серцевих скорочень) не охоплює всіх аспектів цієї проблематики. Отже, рекомендується використовувати протоколи оцінки добробуту, що включають багато його індикаторів, розроблені, як правило, для систем інтенсивного тваринництва (Balivo et al., 2023).

Тварини одного виду мають універсальні потреби, які сформовані еволюційно, незалежно від середовища проживання, систем утримання чи управління, а також генетичного відбору. Це дає змогу використовувати загальну основу для оцінки добробуту за її фізіологічним станом чи проявом поведінки (наприклад, положенням тіла, чистотою, хворобами або травмами, кульгавістю та набряком скакальних суглобів), а також за соціальною взаємодією, іграми та іншою поведінкою, що пов'язана із проблемами в конструкції стійл або в цілому із управлінням (Edwards-Callaway et al., 2017; Butterworth et al., 2018).

У системах, де ферми інтегровані з бійнею, багато показників можна легко оцінити в умовах бійні (Grandin, 2017). Зокрема, важкі травми на тілі та кінцівках (Losada-Espinosa et al., 2021), дають уявлення про ризики пов'язані із передчасним вибракунням і скороченням продуктивного довголіття в умовах господарств. Виявлення заразної і незаразної патології (ознаки перенесених інфекційних хвороб, жирова дистрофія печінки, ацидоз та ін.) можуть відповідно характеризувати епізоотичний стан на фермі та надати цінну інформацію про збалансованість раціонів годівлі тварин. Поява синців, «свіжих» травм, може вказувати на поганий добробут при транспортуванні і в процесі передзабійної витримки, так само як рівень вокалізації, може бути індикатором благополуччя тварин при забої. Вони також можуть бути потенційними маркерами щодо погіршення якості одержаної продукції (Hernandez et al., 2021). Багато ключових показників добробуту можна буде оцінити при забої за допомогою систем камер і програм штучного інтелекту. Ці системи вже розробляються для оцінки стану тіла у великої рогатої худоби (Albornoz et al., 2021).

Поширеною помилкою при розробці ефективної програми аудиту добробуту залишається надмірна довіра до облікових записів, фальсифікація яких дуже поширена. Не завжди підходи до оцінки добробуту можуть бути універсальними, що може залежати від типу підприємства, і вимагає проведення аудиту на місцях (van Eerdenburg et al., 2021).

Причини і наслідки погіршення добробуту. Порушення умов добробуту може проявлятися кількома ознаками, залежно від тяжкості стресора та тривалості його дії. Наприклад, тривале погіршення добробуту може мати глибокі наслідки для тварини, такі як зниження плодючості, скорочення тривалості життя, порушення росту, пошкодження організму, захворювання, імуносупресія та аномалії поведінки. Корисно мати ранні індикатори початкових проблем у сфері добробуту, аби можна було вчасно вжити контрзаходів для запобігання довгостроковому їх впливу на тварин (Cojic and Morrell, 2023).

Стрес виникає, коли дія чинників навколишнього середовища перевищує регуляторні можливості організму, зокрема, коли тварина сприймає цю ситуацію як непередбачувану та неконтрольовану. Двома основними компонентами відповіді на стрес є гіпоталамо-гіпофізарно-надниркова і симпатно-адрено-медулярна система. Тому рівень глюкокортикоїдів у плазмі крові та зміни поведінки широко використовуються як маркери стресу. Залежно від тривалості стрес може бути гострим, який триває протягом хвилин або днів, або хронічним, який триває тижнями або місяцями і, навіть, роками (Martínez-Miró et al., 2016).

Тварини, які піддаються хронічному стресу, як правило, страждають від метаболічних порушень, пов'язаних зі зниженим споживанням корму, негативним енергетичним балансом, підвищеною швидкістю метаболізму та, як наслідок, втратою маси тіла або зниженням темпів росту та порушенням розвитку (Cojic and Morrell, 2023).

Проблеми з утриманням тварин можуть бути пов'язані з недоліками в конструкціях приміщень (наприклад, слизька підлога або помилки в конструкції приміщення для обробки). Двома важливими показниками, які можна оцінити чисельно під час поводження з тваринами, є ковзання та падіння. У разі падіння тварини можуть отримати травми або набутти стресового стану. Комфортність переміщення тварин у приміщенні можна контролювати шляхом підрахунку кількості тварин, повороту назад, зупинки, ухилення або відмови рухатися вперед (Grandin, 2022).

Від типу підлоги залежить здоров'я тварини, особливо ризики розвитку ортопедичних порушень та кульгавості. Будівлі з решічастою підлогою, а також невеликий простір або тверда та слизька поверхня підлоги можуть мати негативний вплив на здоров'я та поведінку, а отже, й

на їх благополуччя. Доступ до чистої питної води та кормів, які відповідають виду та можуть підтримувати його здоров'я, необхідно оцінювати на предмет відповідності вимогам добробуту тварин (Valente and Stilwell, 2022).

Відсутність болю є одним з основних принципів добробуту, так само як і відсутність хвороб. Існує дві групи маркерів добробуту сільськогосподарських тварин, які можна виміряти та які пов'язані зі здоров'ям. До першої групи відносяться фізичні ознаки, включаючи порізи, пошкодження тіла, утворення абсцесів, набряки суглобів, випадання волосся. Інша група складається з фізіологічних показників, які включають рівень кортизолу, знижене споживання корму, імуносупресію, активність надниркових залоз і змінені фізіологічні реакції, наприклад, зниження репродуктивної здатності (Cojic and Morrell, 2023).

Належний стан здоров'я є необхідною вимогою в забезпеченні добробуту тварин, але одного цього недостатньо. Тварина може бути здоровою і вільною від хвороб і все ще проявляти стереотипну (неприродну) поведінку. На кожній фермі необхідно зібрати дані як про смертність, так і про захворюваність усіх видів тварин. Кульгавість (труднощі при переміщенні) відносять до сфери здоров'я, оскільки вона може бути пов'язана або з хворобою, або з недоліками в утриманні (Fulwider et al., 2007).

Будь-який стан, що викликає біль (наприклад, переломи кісток та синці під час обробки та транспортування), або болісні процедури, такі як видалення рогів, відносяться до сфери охорони здоров'я, зазначені у «п'ятій свободі». Застосування анальгетиків для полегшення болю безумовно зменшує стрес (що доводить зниження високого рівня кортизолу в крові). Некваліфікована реалізація процесів оглушення або евтаназії супроводжуються болем у тварин. Існує багато вказівок щодо оцінки ефективності оглушення при забої. Контроль за дотриманням умов утримання та використання знеболюючих засобів після операції не можна оцінити на забійному підприємстві. Більшість доступних на даний момент інструментів лише оцінюють стани, які можуть спричинити біль або дискомфорт (Grandin, 2022).

Стрес знижує молочну продуктивність ВРХ, підвищує вибагливість тварин до умов утримання. Основні зміни, пов'язані зі стресом, включають посилену секрецію глюкокортикоїдів і підвищення активності симпатичної нервової системи, що призводить до біохімічних і фізіологічних змін (Fontoura et al., 2022). Наприклад, у молочних корів, які зазнали впливу соціальних (збільшення щільності поголів'я, конкуренція за корм і перегрупування), фізіологічних (родів і початку лактації) або фізичних (високі чи низькі температури) стрес-факторів, реакції включають зміни в енергетичному балансі та розподілі поживних речовин в організмі (Razzaghi et al., 2023).

Кульгавість є серйозною проблемою для здоров'я та добробуту, пов'язаною зі скороченням часу споживання корму, низькою вгодованістю, погіршення репродуктивної функції та продуктивності, збільшення передчасного вибракування зі стада. Кульгавість має багатофакторну та складну етіологію, що є наслідком взаємодії між умовами утримання, управлінням, живленням та станом тварин. Потенційно важливим фактором, що впливає на поширення кульгавості в стаді, є неможливість доступу до пасовищ в межах запровадженої системи утримання (Arnott et al., 2017).

Хоча екстенсивні системи виробництва, як правило, вважаються більш природними та сприятливими для добробуту, однак вони можуть не забезпечити худобі притулку від поганої погоди, достатньої кількості їжі чи води (за екстремальних кліматичних явищ) або захисту від хижаків (Gallo et al., 2022).

Задоволення харчових потреб за допомогою випасу, використання місцевих порід і зменшення щільності тварин сприятимуть заощадженню енергоресурсів і покращенню екологічної стійкості. Однак використання виключно зелених кормів не може задовольнити метаболічних потреб жуйних тварин. Насправді, пасовищне утримання лише передбачає зменшення, а не відмову від використання концентратів, що пов'язана з ризиком зниження продуктивності та добробуту тварин. Крім того, якщо пасовищем не керують належним чином, тварини можуть постраждати від травм або нестачі поживних речовин.

Не дивлячись на особливу увагу науки та фермерів до добробуту молочних телят, підвищені показники захворюваності та смертності, про які йдеться в літературі, свідчать про те, що все ще існують великі проблеми у розведенні телят, незважаючи на прогрес, досягнутий за останні роки. Розвиток технологій може допомогти у традиційних трудомістких оцінках добробуту та покращити здоров'я та добробут телят на молочних фермах (Silva et al., 2023).

Збагачення середовища існування і підвищення умов добробуту. Турбота про благополуччя тварин не є чимось новим. Тваринники завжди переймалися станом тварин, які

перебували під їх опікою, і намагалися забезпечити їм збереження здоров'я та повноцінне харчування. Проте все більш часто, благополуччя розглядається як щось більше, ніж просто відсутність хвороби чи травми (von Keyserlingk et al., 2009).

Наприклад, відношення тварин до людини залежить від їх попередніх взаємодій. Окрім генетики, хороші стосунки між людиною та твариною є результатом відповідної поведінки тваринників, в тому числі, й рідкісних неприємних взаємодій між людьми та тваринами. Наявність позитивного досвіду та відсутність негативного досвіду, дозволяє коровам розвивати довіру та впевненість у людині. Такий позитивний зв'язок між ВРХ молочних порід та людьми був пов'язаний із підвищенням продуктивності тварин та безпеки на фермі (Barry et al., 2023).

Останнім часом у зв'язку з розвитком досліджень емоційних переживань тварин відбулося зміщення фокуса добробуту тварин: від простого зменшення страждань, що дозволяє уникнути поганого самопочуття, до забезпечення тварин позитивним досвідом. Наразі існує попит на розробку та впровадження позитивних можливостей добробуту для сільськогосподарських тварин, щоб гарантувати, що вони мають прийнятну якість життя. Це передусім пов'язано з постійною стурбованістю суспільства щодо якості життя худоби за промислових технологій, включаючи дійних корів. Оцінка афективного стану тварин є постійною складною проблемою, оскільки немає «золотого стандарту» їх оцінки. Проте, аби мати можливість оцінити успіх заходів, спрямованих на надання можливостей для позитивного добробуту, оцінка афективних станів є обов'язковою (Grandin, 2022).

Одним із шляхів отримання позитивного досвіду тваринами в обмеженому середовищі, є його диверсифікація (збагачення), що покликана сприяти реалізації потреби тварин в дослідженні, вільному переміщенні або ширшому прояві поведінкових реакцій. Стратегії збагачення середовища часто впроваджуються для попередження афективного стану тварин, які набули поширення після досліджень зв'язку між умовами існування тварин та їхнім емоційним досвідом. Ознаки покращення афективних станів були виявлені або після періоду збагачення навколишнього середовища, або у тварин, яких утримували в більш різноманітних стимулюючих умовах порівняно з основними умовами утримання різних видів, включаючи молочних корів та телят (Russell et al., 2023).

Збагачення середовища існування широко впроваджується в галузях тваринництва і має свої переваги від покращення добробуту. Впровадження таких елементів на молочних фермах обмежене, передусім через те, що зв'язок між збагаченням середовища існування і емоційним станом молочних корів є недостатньо дослідженим. Оскільки однією з переваг стратегій збагачення для добробуту в багатьох видів, є саме підвищення емоційного благополуччя.

Інноваційними засобами покращення умов існування, наприклад, можуть бути моторизовані щітки для догляду за молочними коровами. Дослідження чітко демонструють, що корови дуже мотивовані використовувати щітки. Моторизована щітка для догляду може бути прикладом того, як тварина переживає позитивні емоції (von Keyserlingk et al., 2009).

Як повідомляють А. Crump та співавтори (Crump et al., 2019), якщо тварини мали доступ до додаткових ресурсів середовища, вони були більш розслабленими, задоволеними та позитивно зайнятими, ніж у стандартних умовах утримання. Наприклад, тваринам, яким було надано нічний доступ до пасовища, мають більшу тривалість нічного лежання порівняно з коровами, які постійно утримувалися в приміщеннях. Також, корови менше нудьгували та боялися, при наданні додаткових поведінкових можливостей шляхом збагачення середовища (Russell et al., 2023).

Поряд з позитивним впливом на здоров'я ВРХ пасовищних систем у порівнянні з системами постійного утримання, які набувають поширення останнім часом (нижчий рівень кульгавості, патологій копит, уражень скакальних суглобів, маститу, захворювань матки та смертності), а також переваг в реалізації поведінкових реакцій (покращення часу лежання/відпочинку та зниження рівня агресії), потенційними проблемами добробуту за пасовищних систем можуть бути негативний енергетичний баланс та непередбачувані погодні умови (Arnott et al., 2017).

Останнім часом за кордоном набула поширення так звана концепція «позитивного добробуту» (англ. – positive welfare), яка знаходить підтримку серед вітчизняних колег (Petkun et al., 2023). Концепція позитивного добробуту висвітлюється в зарубіжній літературі як спосіб змінити визначення добробуту тварин від зменшення негативного досвіду до посилення позитивного добробуту та до гарного життя. Таким чином, те, як людина концептуалізує та вивчає позитивний добробут, пов'язано з її власними етичними переконаннями. Ця різниця у

сприйнятті відповідає за численні співіснуючі концепції та визначення добробуту, на які впливають етичні погляди різних груп інтересів, включаючи наукове співтовариство (Rault et al., 2020).

Позитивний добробут визнає почуття та антропоморфні терміни (такі як щастя, задоволення), які демонструють прогрес у дослідницькій галузі добробуту тварин. Тим не менш, колективний діалог і спільно створена концепція «позитивного добробуту», дозволяє динамічно розвиватися дослідженням і переносити це на інновації під керівництвом фермерів, необхідні для того, щоб існуюча наука могла зробити вагомий внесок у суспільство (Muhammad et al., 2022).

Економічна складова благополуччя. Аби тварини були продуктивними та приносили власникам належний прибуток, вони повинні мати задовільний стан та бути здоровими. У цьому відношенні фермери, як правило, надають пріоритет запобіганню хворобам і травмам, а також забезпеченню доступу до їжі, води, житла та інших життєвих потреб, тобто турбота, зосереджена на здоров'ї та умовах існування. Насамперед, йдеться про економічну користь та економічну ефективність, особливо щодо боротьби з зоонозами, які впливають як на здоров'я тварин, так і на здоров'я населення.

Споживачі продуктів тваринного походження все більше вимагають високих стандартів благополуччя тварин. Крім того, Європейська комісія та інші організації, такі як Всесвітня організація охорони здоров'я тварин (WOAH, OIE), включили благополуччя тварин як важливий атрибут сталого розвитку сільського господарства. Щоб відповідати цим вимогам, фермери та всі хто займається виробництвом продуктів харчування тваринного походження, повинні створити надійні схеми сертифікації добробуту тварин, які відображатимуть і підтримуватимуть найкращі практики (Valente and Stilwell, 2022).

Зокрема, у продуктах, із позначкою щодо високого рівня добробуту тварин, чітко зазначено вид підстилки та вимоги щодо покращення умов існування тварин. Наприклад, оцінюючи чистоту тварин, швидко можна з'ясувати чи достатня кількість підстилки використовується у господарстві та прийняти відповідні рішення управління. Для великої рогатої худоби чи овець у багатьох програмах високого добробуту передбачено доступ до пасовищ (Crump et al., 2021).

Сегментація ринку означає, що багато роздрібних торговців працюють з постачальниками та встановлюють стандарти добробуту сільськогосподарських тварин у своїх контрактах і проводять регулярні аудити або інспекції приміщень і практики постачальників на основі цих стандартів. Тим не менш, більшість із цих стандартів і заходів, як вважається, спрямовані в першу чергу на забезпечення належного добробуту шляхом мінімізації негативного добробуту, а не на сприяння позитивному добробуту для досягнення «гарного» життя (Muhammad et al., 2022).

Те як люди сприймають цінність тварин, по-різному впливає на їх добробут. Справа не лише у тому, що покращення добробуту тварин призводить до збільшення прибутку, визнання невід'ємної цінності тварин, яке покладає на людей моральну відповідальність за те, щоб тварини не страждали або, принаймні, не страждали без потреби, також може покращити добробут тварин (Rault et al., 2022).

Додаткова інформація суттєво збільшує намір купувати продукти, одержані від тварин із кращим рівнем добробуту. Стурбованість громадськості щодо методів утримання сільськогосподарських тварин не завжди відповідає традиційним моделям попиту та пропозиції. Роль споживачів може бути обмежена вибором між продуктами та послугами і не обов'язково передбачає емоційну участь і вплив на харчові системи через купівельну поведінку (Muhammad et al., 2022).

Водночас є очевидним, що економічна мотивація покращення добробуту тварин у країнах з низьким рівнем доходу, може призвести до позитивних змін для тварин. Наприклад у Південній Африці, тварини, призначені для міжнародної торгівлі, забезпечені кращим добробутом на експортних бійнях порівняно з тваринами на місцевих бійнях або під час традиційного забою на присадибних ділянках (Rault et al., 2022).

Сучасний споживач все більше цікавиться молочними продуктами, отриманими від худоби на пасовищах, які мають кращі поживні властивості, отримані за кращого добробуту тварин та екологічних умов. Зокрема, керуючи системою годівлі тварин в Данії, Норвегії та Швейцарії почали розробку нових здорових молочних продуктів (сирні та масляні продукти з новими смаками та текстурами), фактично це ринок, який набирає обертів і викликає все більший інтерес у всьому світі (Holmquist, 2021).

Ставлення суспільства та методи впливу. Етичні (моральні) передумови свідчать про те, що люди усвідомлюють відповідальність перед тваринами і їх обов'язок піклуватися про них, особливо, запобігати стражданню (Garner, 2011). Страх, біль або стрес тварин можна визначити як переживання негативного або поганого добробуту, і такі переживання тварин слід звести до мінімуму (Johansson-Stenman, 2018).

Фермери віддають перевагу біологічному підходу до сприйняття добробуту тварин, який наголошує на здоров'ї тварин, плодючості та продуктивності. Тоді як зоотехніки, так і міські жителі вважають тварин природними живими істотами, що підкреслює потребу в хорошому психічному благополуччі та необхідності в середовищі, де вони можуть поводитися природно. Наприклад, опитування в США і Великобританії виявили, що споживачі вважають кращі умови життя для сільськогосподарських тварин дуже важливими для хорошого добробуту (Duijvesteijn et al., 2014).

Існує багато досліджень, які вивчають структуру та уявлення зацікавлених сторін про добробут тварин. Стать людини і широке суспільство, як припускають, впливають на різне сприйняття питань добробуту та його показників, оскільки, наприклад, жінки та громадськість, виявляють більшу стурбованість щодо умов благополуччя тварин і негуманних практик господарювання, порівняно з іншими зацікавленими сторонами (Duijvesteijn et al., 2014).

Не зважаючи на те, що більшість споживачів, здається, задоволені якістю та безпекою харчових продуктів, деякі з них залишаються скептичними щодо методів управління та відповідних стандартів, які використовуються у виробництві харчових продуктів. Споживач зацікавлений в тому, щоб знати, що виробники піклуються та забезпечують добробут тварин під час виробничого процесу. Водночас, немає єдиної думки щодо готовності споживачів платити вищу ціну за кращий добробут, а тому вкрай важливим є розгляд неринкових стратегій, таких як аргументи чи діалоги, щоб спільними зусиллями покращити добробут сільськогосподарських тварин (Lusk, 2011).

Згідно з даними Ради харчової етики, суспільство може позитивно впливати на те, як їжа виробляється, розповсюджується та споживається. Громадяни висловлюють свою думку щодо добробуту тварин і звертаються до уряду, посадовців та до інших зацікавлених сторін щодо покращення та підвищення стандартів добробуту тварин (Sørensen and Fraser, 2010).

Кампанії організацій із захисту тварин можуть використовувати засоби масової інформації, аби проілюструвати конкретні аспекти неналежного поводження з сільськогосподарськими тваринами, аби побудувати опозицію до певної практики ведення господарства чи системи, лобювання та тиску на роздрібних торговців, щоб вплинути на тваринництво та стандарти благополуччя тварин (Stafford, 2014).

Споживачі можуть розглядати покращення умов благополуччя тварин, як колективну відповідальність зацікавлених сторін, яка поєднує вмотивовані звинувачення з одного боку, і моральну відповідальність з іншого. Таким чином, споживачі/громадяни можуть використовувати «наказові заяви» (наприклад, «ми хочемо споживати відповідально отримане м'ясо») або «мову провини» (наприклад, такі наративи, як «інтенсивне сільське господарство шкідливе для добробуту» або «стрижка є жахливою для тварин»). За допомогою таких аргументів споживачі/громадяни можуть вимагати від фермерів відповідальності за те, що вони вважають правильним чи неправильним у тваринництві.

Групи із захисту прав тварин висловлюють занепокоєння конкретними методами та системами ферм, докладно описуючи наслідки для добробуту тварин. Вони зосереджуються на тваринах як на розумних істотах і будуть оскаржувати будь-яку практику, яка піддає сільськогосподарських тварин негативному досвіду (Muhammad et al., 2022).

Для досягнення своєї мети організації із захисту тварин висловлюють свою стурбованість, використовуючи слова, пов'язані з відчуттями тварин, «задоволення», «біль», «страждання» та «щастя». Вчені та практикуючі ветеринари вживають такі слова, як «комфорт» і «задоволення», що є основою наукових оцінок позитивного добробуту. Таким чином, саме цінність догляду за тваринами та поводження з ними, формує дискурси та наративи про те, що таке хороший добробут і, зрештою, хороше життя.

Очевидно, що розуміння та важливість добробуту тварин відрізняються для кожної людини, регіону та культури. Добробут тварин є складною та багатогранною темою, яка включає наукові, етичні, економічні, культурні, соціальні, релігійні та політичні виміри, а також нерозривно пов'язана з навколишнім середовищем та здоров'ям людини (Rault et al., 2022).

Майбутнє молочної промисловості може залежати від впевненості споживачів у тому, що до корів, з молока яких одержують молочні продукти, ставляться належним чином. Негативне відношення до систем тваринництва, що не здатні забезпечити належних стандартів добробуту ВРХ, може призвести до того, що споживачі відмовляться купувати продукти від певних категорій виробників.

Висновок

Результати проведеного аналітичного дослідження англomовних наукових літературних джерел свідчать про постійно зростаючу стурбованість науковців і суспільства щодо проблемам та стандартів добробуту в тваринництві, зокрема, в скотарстві. Поняття «добробуту тварин» все більше набуває антропоморфічного характеру, виходячи за рамки «п'яти свобод». Зростає відповідальність зацікавлених сторін щодо високих стандартів добробуту при виробництві продуктів тваринного походження за впливу наукових, професійних та соціально-економічних чинників.

REFERENCES

1. Alborno, R. I., Giri, K., Hannah, M. C. and Wales, W. J. (2021). 'An Improved Approach to Automated Measurement of Body Condition Score in Dairy Cows Using a Three-Dimensional Camera System'; *Anim*; 12(1):72. doi.: 10.3390/ani12010072.
2. Arnott, G., Ferris, C. P. and O'Connell, N. E. (2017) 'Review: welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems'; *Anim*; 11(2):261–273. doi.:10.1017/s1751731116001336.
3. Balivo, A., Sacchi, R. and Genovese, A. (2023). 'The Noble Method in the dairy sector as a sustainable production system to improve the nutritional composition of dairy products: A review'; *Int J Dairy Technol*; 76(2):313–328. doi.: 10.1111/1471-0307.12941.
4. Barry, C., Ellingsen-Dalskau, K., Garmo, R. T., Grønmo Kischel, S., Winckler, C. and Kielland, C. (2023). 'Obtaining an animal welfare status in Norwegian dairy herds – A mountain to climb'; *Front Vet Sci*; 10. doi.:10.3389/fvets.2023.1125860.
5. Blokhuis, H. J., Veissier, I., Miele, M. and Jones, B. (2010). 'The Welfare Quality® project and beyond: Safeguarding farm animal well-being'; *Act Agric Scandinavica; Section A – Anim Sci*; 60(3):129–140. doi.:10.1080/09064702.2010.523480.
6. Butterworth, A., Mench, J. A., Wielebnowski, N. and Olsson, I. A. S. (2018). 'Practical strategies to assess (and improve) welfare'; *Anim Welfare*; 232–250. doi.:10.1079/9781786390202.0232.
7. Cojkic, A. and Morrell, J. M. (2023). 'Animal Welfare Assessment Protocols for Bulls in Artificial Insemination Centers: Requirements, Principles, and Criteria'; *Anim*; 13(5):942. doi.:10.3390/ani13050942.
8. Crump, A., Jenkins, K., Bethell, E. J., Ferris, C. P., Kabboush, H., Weller, J. and Arnott, G. (2021). 'Optimism and pasture access in dairy cows'; *Sci Rep*; 11(1). doi.:10.1038/s41598-021-84371-x.
9. Crump, Jenkins, Bethell, Ferris and Arnott (2019) 'Pasture Access Affects Behavioral Indicators of Wellbeing in Dairy Cows'; *Anim*; 9(11):902. doi.:10.3390/ani9110902.
10. Duijvesteijn, N., Benard, M., Reimert, I. and Camerlink, I. (2014) 'Same pig, different conclusions: stakeholders differ in qualitative behaviour assessment'; *J Agric Env Ethics*; 27(6):1019–1047. doi.:10.1007/s10806-014-9513-z.
11. Edwards-Callaway, L. N., Calvo-Lorenzo, M. S., Scanga, J. A. and Grandin, T. (2017). 'Mobility scoring of finished cattle'; *Vet Clin North America: Food Animal Practice*; 33(2):235–250. doi.:10.1016/j.cvfa.2017.02.006.
12. Fontoura, A. B. P., Javaid, A., Sáinz de la Maza-Escolà, V., Salandy, N. S., Fubini, S. L., Grilli, E. and McFadden, J. W. (2022). 'Heat stress develops with increased total-tract gut permeability, and dietary organic acid and pure botanical supplementation partly restores lactation performance in Holstein dairy cows'; *J Dairy Sci*; 105(9):7842–7860. doi.:10.3168/jds.2022-21820.
13. Fraser, D. (2018) 'Animal welfare'; *Adv Agric Animal Welfare*; 129–143. doi.:10.1016/b978-0-08-101215-4.00007-9.
14. Fulwider, W. K., Grandin, T., Garrick, D. J., Engle, T. E., Lamm, W. D., Dalsted, N. L. and Rollin, B. E. (2007) 'Influence of Free-Stall Base on Tarsal Joint Lesions and Hygiene in Dairy Cows'; *Jf Dairy Sci*; 90(7):3559–3566. doi.:10.3168/jds.2006-793.

15. Gallo, C., Véjar, L., Galindo, F., Huertas, S. M. and Tadich, T. (2022). 'Animal welfare in Latin America: Trends and characteristics of scientific publications'; *Front Vet Sci*; 9. doi:10.3389/fvets.2022.1030454.
16. Garner, R. W. (2011). 'Animal welfare, ethics and the work of the International Whaling Commission'; *J Global Ethics*; 7(3):279–290. doi:10.1080/17449626.2011.635690.
17. Grandin, T. (2017). 'On-farm conditions that compromise animal welfare that can be monitored at the slaughter plant'; *Meat Sci*; 132:52–58. doi:10.1016/j.meatsci.2017.05.004.
18. Grandin, T. (2022). 'Practical Application of the Five Domains Animal Welfare Framework for Supply Food Animal Chain Managers'; *Anim*; 12(20):2831. doi:10.3390/ani12202831.
19. Hernandez, R. O., Romero, M. H. and Sanchez, J. A. (2023) 'Assessment of slaughterhouse-based measures as animal welfare indicators in fattening pigs'; *Front Anim Sci*; 4. doi:10.3389/fanim.2023.1064933.
20. Holmquist, D. D. (2021). 'Milk and Other Dairy Product Trends in Health and Longevity'; *Nutr Food Diet Ageing Longevity*; 193–198. doi: 10.1007/978-3-030-83017-5_10.
21. Johansson-Stenman, O. (2018). 'Animal Welfare and Social Decisions: Is It Time to Take Bentham Seriously?'; *Ecol Econom*; 145:90–103. doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.08.019.
22. Krueger, A., Cruickshank, J., Trevisi, E. and Bionaz, M. (2020). 'Systems for evaluation of welfare on dairy farms'; *J Dairy Res*; 87(S1):13–19. doi:10.1017/s0022029920000461.
23. Losada-Espinosa, N., Estévez-Moreno, L. X., Bautista-Fernández, M., Galindo, F., Salem, A. Z. M. and Miranda-de la Lama, G. C. (2021). 'Cattle welfare assessment at the slaughterhouse level: Integrated risk profiles based on the animal's origin, pre-slaughter logistics, and iceberg indicators'; *Prev Vet Med*; 197. doi:10.1016/j.prevetmed.2021.105513.
24. Lusk, J. L. (2011). 'The market for animal welfare'; *Agric Human Values*; 28(4):561–575. doi:10.1007/s10460-011-9318-x.
25. Martínez-Miró, S., Tecles, F., Ramón, M., Escribano, D., Hernández, F., Madrid, J., Orengo, J., Martínez-Subiela, S., Manteca, X. and Cerón, J. J. (2016). 'Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: an update'; *BMC Vet Res*; 12(1). doi:10.1186/s12917-016-0791-8.
26. Muhammad, M., Stokes, J. E., Morgans, L. and Manning, L. (2022). 'The Social Construction of Narratives and Arguments in Animal Welfare Discourse and Debate'; *Anim*; 12(19):2582. doi: 10.3390/ani12192582.
27. Petkun, H., Martyniuk, O. and Nedosekov, V. (2023). 'Positive welfare indicators in dairy animals'; *One Health Journal*; 1(2):39–44. doi: 10.31073/onehealthjournal2023-II-06.
28. Ponnampalam, E. N. and Holman, B. W. B. (2023). 'Sustainability II: Sustainable animal production and meat processing'; *Lawrie's Meat Sci*; 727–798. doi:10.1016/b978-0-323-85408-5.00001-7.
29. Rault, J.-L., Hintze, S., Camerlink, I. and Yee, J. R. (2020). 'Positive welfare and the like: distinct views and a proposed framework'; *Front Vet Sci*; 7. doi:10.3389/fvets.2020.00370.
30. Rault, J.-L., Sandøe, P., Sonntag, Q. and Stuardo, L. (2022). 'Positive animal welfare: bridging the gap or raising inequalities worldwide?'; *Front Anim Sci*; 3. doi:10.3389/fanim.2022.825379.
31. Razzaghi, A., Ghaffari, M. H. and Rico, D. E. (2023). 'The impact of environmental and nutritional stresses on milk fat synthesis in dairy cows'; *Domestic Anim Endocrinol*; 83:106784. doi:10.1016/j.domaniend.2022.106784.
32. Russell, A. L., Randall, L. V., Kaler, J., Eyre, N. and Green, M. J. (2023). 'Use of qualitative behavioural assessment to investigate affective states of housed dairy cows under different environmental conditions'; *Front Vet Sci*; 10. doi:10.3389/fvets.2023.1099170.
33. Silva, F. G., Conceição, C., Pereira, A. M. F., Cerqueira, J. L. and Silva, S. R. (2023). 'Literature review on technological applications to monitor and evaluate calves' health and welfare'; *Anim*; 13(7):1148. doi:10.3390/ani13071148.
34. Sørensen, J. T. and Fraser, D. (2010). 'On-farm welfare assessment for regulatory purposes: Issues and possible solutions'; *Livestock Sci*; 131(1):1–7. doi:10.1016/j.livsci.2010.02.025.
35. Stafford, K. (2014). 'Sheep veterinarians and the welfare of sheep: No simple matter'; *Small Ruminant Res*; 118(1–3):106–109. doi:10.1016/j.smallrumres.2013.12.008.
36. Valente, D. and Stilwell, G. (2022). 'Applying a new proposed welfare assessment protocol to suckler herds from three different autochthonous breeds'; *Anim*; 12(19):2689. doi:10.3390/ani12192689.
37. van Eerdenburg, F. J. C. M., Di Giacinto, A. M., Hulsén, J., Snel, B. and Stegeman, J. A. (2021). 'A new, practical animal welfare assessment for dairy farmers'; *Anim*; 11(3):881. doi:10.3390/ani11030881.

38. Verbeke, W. (2009). 'Stakeholder, citizen and consumer interests in farm animal welfare'; *Anim Welfare*; 18(4):325–333. doi:10.1017/s0962728600000725.
39. von Keyserlingk, M. A. G., Rushen, J., de Passillé, A. M. and Weary, D. M. (2009). 'Invited review: The welfare of dairy cattle—Key concepts and the role of science'; *J Dairy Sci*; 92(9):4101–4111. doi:10.3168/jds.2009-2326.

WELFARE OF CATTLE FROM THE PERSPECTIVE OF VETERINARY, ECONOMIC AND SOCIAL ASPECTS: A REVIEW

R. V. Mylostyvyi

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro (Ukraine);
e-mail: mylostyvyi.r.v@dsau.dp.ua

Abstract. *This article reviews the foreign literature on cattle welfare. The purpose of this literature review was to reveal the veterinary, economic and social aspects of cattle welfare and to highlight the current state of the problem, global tendencies and solutions. The latest literature resources were reviewed using the world's major scientific reference databases (Web of Science, ScienceDirect, Scopus). A shift in scientific and practical approaches to the perception and assessment of the welfare of productive animals has been identified that goes well beyond just health maintenance, stress prevention or the ability of animals meet the need for natural behaviours. Animal welfare is becoming increasingly anthropometric in content, including concepts such as 'pleasure' or 'happiness'. The concept of 'positive welfare' is becoming a popular in scientific research on animal welfare. Positive tendencies have been identified for the modification of production systems towards the diversification of animal welfare conditions and they are becoming more animal welfare friendly. A growing concern on the part of consumers of livestock products about animal welfare and housing conditions has been identified. Increasingly, this notion is taking on a commercial connotation, which encourages livestock producers to adhere to ethical production standards. However, the rhetoric and loud statements of society about the need to meet high standards of animal welfare do not yet have sufficient economic leverage, as only a small part of society is willing to pay more for better welfare or to consciously refuse to consume products from animals in production systems with poor welfare. This literature review is intended to draw the attention of scientists, farmers and society to the problems associated with the humane treatment of productive animals. Each members of society to find their place in creating better conditions for those who support the nutritional needs of mankind by their existence or at the cost of their own lives.*

Keywords: **animal welfare, cattle, health, housing, environmental diversification, animal protection.**

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-IV-03

ТОКСИКО-БІОХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВПЛИВУ НОВОГО ПРОБІОТИЧНОГО ЗАСОБУ НА ОСНОВІ БАКТЕРІЙ РОДУ *BACILLUS* НА ЛАБОРАТОРНИХ І ЦІЛЬОВИХ ВИДАХ ТВАРИН

Бучковська Г. (ORCID ID 0009-0007-4449-614X), Чечет О. (ORCID ID 0000-0001-5099-5577), Романько М. (ORCID ID 0000-0003-0285-5603), Коваленко В. (ORCID ID 0000-0002-2416-5219), Оробченко О. (ORCID ID 0000-0002-0885-7776), Горбатюк О. (ORCID ID 0000-0002-5316-6122), Герілович А. (ORCID ID 0000-0002-3280-4172), Ушкалов В. (ORCID ID 0000-0001-5694-632X)

Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ (Україна), e-mail: galina.buchkovska11@gmail.com

Резюме. Питання розроблення нових вітчизняних пробіотичних засобів спрямованої імунomodуючої дії є на часі та викликає науковий і практичний інтереси. З метою проведення доклінічних досліджень пробіотичного засобу «Комбіо», що являє собою суміш пробіотичних бактерій *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Enterococcus faecium*, алюмосилікату та інших речовин розробленого колективом авторів ДНДІЛДВСЕ, у за умов низки токсикологічних експериментів на лабораторних (білі щури, кролі) і цільових тваринах (підсвинки) визначали токсико-біохімічні параметри. За результатами дослідження гострої токсичності пробіотичного засобу «Комбіо» показник LD_{50} розрахувати не вдалося, оскільки загибелі лабораторних тварин не було виявлено протягом 14-ти діб після введення; максимальна введена доза засобу (за абсолютною масою) становила 30000,0 мг/кг маси тіла, що дозволяє його віднести до VI класу токсичності – речовини відносно нешкідливі ($LD_{50} > 15000,0$ мг/кг маси тіла), а за ступенем небезпечності до IV класу – малонебезпечних речовин ($LD_{50} > 5000,0$ мг/кг). Пробіотичний засіб «Комбіо» при нанесенні на шкіру (гостра дермальна токсичність) та на слизову оболонку ока кролів у дозах від 750,0 до 3000,0 мг/кг маси тіла не чинить подразнювальної дії, а за ступенем небезпечності його можна віднести до IV класу – малонебезпечних речовин ($LD_{50} > 2500,0$ мг/кг маси тіла). За результатами тривалого перорального згодовування пробіотичного засобу в дозах 1500,0; 7500,0 і 15000,0 мг/кг корму встановлено відсутність гемо-, гепато- та нефротоксичної дії на організм лабораторних тварин за умов підгострого токсикологічного експерименту, а, навпаки, здатність впливати індукуючим чином на метаболічні реакції в організмі білих щурів (за динамікою показників активності гемопоезу та білоксинтезуючої функції печінки, особливо у терапевтичній дозі). Динаміка змін метаболічних показників під час тривалого 60-добового перорального згодовування пробіотику підсвинкам у діапазоні доз свідчить про відсутність гемо-, імуно- та гепатотоксичного його впливу та корелює із такою гематологічних показників, що вказує на відновлення стану неспецифічної резистентності та білкового профілю у організмі експериментальних тварин, та є ознакою посилення метаболічних реакцій та імунної реактивності в організмі свиней. Отримані результати щодо впливу нового засобу «Комбіо» на основі бактерій *Bacillus* spp. у серії експериментів на лабораторних і цільових (підсвинки) видах тварин дозволяють стверджувати про екологічну безпечність досліджуваного пробіотику та перспективність його використання у кінцевому результаті з метою підвищення рівня збереженості тварин та птахів, підвищення приросту маси їх тіла, поліпшення конверсії корму та оптимізації виробництва продукції покращеної якості.

Ключові слова: токсико-біохімічні параметри, пробіотичний засіб, щури, кролі, , екологічна безпечність, метаболізм.

У процесі інтеграції України до міжнародного співтовариства основним завданням аграрної галузі є збільшення обсягів виробництва тваринницької продукції (Kucheruk et al., 2018; Iegorov et al., 2022), причому однією з головних складових тваринницького виробництва є свинарство та птахівництво. Сучасний стан свинарства та птахівництва характеризується оптимізацією собівартості продукції за рахунок розкриття біологічного потенціалу тварин та ресурсозберігаючих технологій виробництва якісної сировини та безпечності тваринницької

продукції. Забезпечення цього обумовлюється пошуком інтенсивних напрямів розвитку, застосуванням новітніх технологій, які забезпечують економію ресурсів та зменшують собівартість продукції. Для реалізації цих вимог необхідно домогтися стабільної епізоотичної ситуації щодо інфекційних захворювань тварин та птахів. Тому, актуальним питанням сучасної ветеринарної медицини є розробка та застосування біологічно ефективних, екологічно безпечних і конкурентоспроможних ветеринарних засобів.

Профілактика бактеріальних захворювань свиней та птахів в Україні є одним із головних завдань, оскільки дозволяє зберегти генофонд та продуктивність. Відомо, що надважливу роль відводять вибору екологічно безпечних антибактеріальних засобів з високими бактерицидними властивостями. Проте, відомо, що використання антибіотиків упродовж тривалого часу може призвести до формування стійкості (резистентності) до них у мікроорганізмів (Landers et al., 2012; Manyi-Loh et al., 2018; Lee et al., 2019; Chechet et al., 2022; Vygovska et al., 2023; Shchur et al., 2023). За умов промислового ведення тваринництва та птахівництва, особливо з використанням органічних технологій виробництва продукції, найбільш економічно вигідним є застосування засобів захисту тварин на основі речовин природного походження з високою антагоністичною дією стосовно збудників інфекційних хвороб та здатних балансувати імунну відповідь. На сьогодні ринок України в основному представлений пробіотиками, до складу яких входять представники нормальної коменсальної мікробіоти (лакто- та біфідобактерій) з антибактеріальними та імуномодуючими властивостями (Milian et al., 2014; Pavlova, 2015; Pitino et al., 2010; Ashraf and Shah, 2014; Romanovych, 2018).

Проте на сучасному етапі розвитку антибактеріальної терапії приділяють надважливу увагу вивченню методів знешкодження бактеріальних інфекцій за допомогою використання непатогенних пробіотичних спороутворювальних мікроорганізмів. Встановлено, що бактерії *Bacillus* spp. є продуцентами широкого спектру біологічно активних сполук – антибіотичних, сполук з бактеріостатичним ефектом, тих, які посилюють неспецифічні фактори імунітету за допомогою активації макрофагів, сприяють прояву комплексної запальної дії і забезпечують знешкодження своїх конкурентів — патогенних мікроорганізмів (Weiß, 2007; Chechet et al., 2021; 2023). Високий антагоністичний потенціал бактерій *Bacillus* spp. щодо інших патогенів зумовлює наукову і виробничу актуальність розробки нових пробіотиків з залученням їх до складу означених бактерій як альтернативи антибіотикам (Shkromada and Dudchenko, 2021; Olha Chechet et al., 2022; 2023).

За промислового скотарства та мінімізації використання антибіотиків у тваринництві *Bacillus* spp., як і *Saccharomyces cerevisiae*, використовуються у кормових добавках з метою покращення перетравності кормів і профілактики захворювань (Kei Taketura et al., 2020; Lucey et al., 2021; Satoshi Koike et al., 2021), що безумовно позначається на збереженості та продуктивності тварин. Більшість наукових публікацій підтверджують ефективність кормових добавок з дріжджів, але досі не отримано переконливих доказів того, що ці добавки корисні для профілактики різних захворювань (Desnoyers et al., 2009). Є дані авторів (Bouchicha et al., 2022), що не виявлено позитивного ефекту від застосування пробіотику (*Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus* spp.) з метою профілактики розвитку кетозу в кіз в термінальній стадії вагітності. Інші автори (Ermakova et al., 2021) свідчать, що застосування пробіотичної культури *Bacillus subtilis* DSM 32424 з питною водою перепелам-несучкам пригнічує проліферацію фекальних стафілококів та сприяє підвищенню вмісту каротиноїдів у жовтку. Одержані результати (Lamari et al., 2021) стосовно ефективності застосування пробіотичної кормової добавки при маститах у корів. Доведено, що бактерії *Bacillus* spp. продукують сполуки з позитивним впливом на фактори специфічного імунітету через підвищення рівня IgA і IgG та інших ланок імунної реактивності (Pavlova, 2015; Cherny and Kulak, 2016; Khariv et al., 2017; Olha Chechet et al., 2022; Lytvynenko et al., 2022).

Отже, зважаючи на існуючі екологічні фактори, актуальною була розробка ефективного пробіотичного засобу на основі мікроорганізмів *Bacillus* spp., за концепцією органічного ведення тваринництва щодо вирощування і утримання свиней застосування якого дозволить забезпечити ефективну профілактику і лікування хвороб, викликаних умовно-патогенними і патогенними мікроорганізмами, через індукцію функціоналу імунокомпетентних клітин органів травлення як складової імунної реактивності цілого організму тварин. Однак, незважаючи на очевидні досягнення в розробці профілактичних і терапевтичних засобів, альтернативних антибіотикам, і навіть багатообіцяючі результати клінічних випробувань, тестування їх екологічної безпечності та біологічного впливу на організм тварин в доклінічних експериментах має принципове значення.

Метою нашої роботи було вивчення токсико-біохімічних параметрів впливу нового пробіотичного засобу «Комбіо» зі спрямованою імунomodуючою дією в експериментах на лабораторних і цільових видах тварин з подальшим застосуванням у птахівництві.

Матеріали і методи досліджень. З метою проведення доклінічних досліджень пробіотичного засобу «Комбіо», що являє собою суміш пробіотичних бактерій *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Enterococcus faecium*, алюмосилікат та інших речовин розробленого колективом авторів Державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (ДНДІЛДВСЕ; м. Київ), у за умов низки токсикологічних експериментів на лабораторних (білі щури, кролі) і цільових тваринах (підсвинки) визначали параметри токсичності.

Визначення параметрів гострої токсичності засобу «Комбіо» проводили за умов одноразового внутрішньошлункового введення на 36 самках нелінійних білих щурів (4–5)-місячного віку і масою (230,0–250,0) г, що утримувались за оптимальних умов віварію (Kotsumbas, 2005; Karkyshchenko, 2010): температура у приміщенні складала $(18 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря (60–70) %, цикл освітлення день-ніч, упродовж експерименту, складав (10–14) год, а також було забезпечено 10-ти разову зміну об'єму повітря в кімнаті віварію за годину. Перед початком досліджень кожну тварину зважували, а з препарату готували суспензію на дистильованій воді. Дози препарату «Комбіо», що вводили, розраховували індивідуально, відповідно до маси кожного щура. За принципом аналогів було сформовано 5 дослідних груп: щурам вводили суспензію засобу в дозах 10000,0; 15000,0; 20000,0; 25000,0 і 30000,0 мг/кг маси тіла (за абсолютною масою) одноразово (доза 10000,0 мг/кг), дворазово (دوزи (15000,0–20000,0) мг/кг) і триразово (دوزи 25000,0 і 30000,0 мг/кг маси тіла) внутрішньошлункове за допомогою стравохідно-шлункового зонду. Щурам контрольної групи за аналогічним регламентом вводили дистильовану воду в об'ємі 2,0 см³. У дослідних і контрольній групах було по 6 щурів (n=6). За клінічним станом дослідних щурів спостерігали упродовж 14 діб. Відмічали можливу появу та розвиток клінічних ознак отруєння, строки загибелі або відновлення до фізіологічної норми. Під час клінічного обстеження щурів звертали увагу на поведінку, реакцію на зовнішні подразники, наявність апетиту, стан шерстного покриву, колір слизових оболонок, частоту дихання та дефекації, зміни кольору фекалій тощо. Після загибелі (діагностичному забої) тварин проводили патологоанатомічний розтин. Класифікацію речовин за токсичністю проводили згідно з СОУ 85.2–37–736:2011 «Препарати ветеринарні. Визначення гострої токсичності» (SOU, 2011). Для встановлення патологоанатомічних змін використовували макроскопічний метод досліджень. Патологоанатомічний розтин виконували за наступною схемою (Zharov et al., 2003): на першому етапі проводили зовнішній огляд, відмічаючи стан шерстного покриву і слизових оболонок; на другому – виконували розтин та огляд порожнин тіла і внутрішніх органів, таких як глотка, трахея, гортань, серце, легені, печінка, селезінка, нирки, шлунок, кишечник, відмічаючи зміни кольору, консистенції, малюнку та форми органів.

Визначення параметрів гострої дермальної токсичності та подразнювальної дії засобу «Комбіо» на шкіру і слизову оболонку ока кролів. Параметри гострої дермальної токсичності засобу досліджували на 20 кролях породи Шиншила, віком (4–5) міс, масою (3,0–3,2) кг. Тварин утримували в стандартних умовах віварію за температури (18–21)^oC, вологості (55–65) %, на стандартному раціоні, що відповідає нормативам. Для проведення досліджень було сформовано одну контрольну та три дослідних групи, по 5 кролів у кожній. За день до початку досліду на передбачуваному місці аплікації у кролів видаляли шерсть, ретельно вистригали її ножицями. Крім того, тваринам були одягнені захисні комірці з метою попередження злизування засобу. Спостереження за дослідними тваринами тривало 14 діб, при цьому враховували загальний стан тварин, характер уражень шкіри в місці аплікації, а також терміни загибелі або видужання тварин. Аплікація засобу «Комбіо» проводили вранці до годівлі тварин шляхом рівномірного нанесення на ділянку шкіри кролів розміром 6×6 см препарату змоченого дистильованою водою. Кролям дослідних груп засіб наносили на шкіру в дозах (за абсолютною масою): I групи – 750,0 мг/кг, II – 1500,0 мг/кг та III – 3000,0 мг/кг маси тіла відповідно. Тваринам контрольної групи за аналогічних умов наносили дистильовану воду. Подразнювальну (шкідливу) дію засобу «Комбіо» на слизову оболонку ока досліджували на 3 кролях. У кон'юнктивальний мішок лівого ока тварин вносили по 0,1 г засобу. Для контролю в праве око тварині вносили по 0,1 мл дистильованої води. Тварин фіксували, відтягували кут кон'юнктивального мішка і протягом 1 хв пальцем перетискали слізно-носовий канал. Після обробки через одну; 24; 48; 72; 96 год та до 14 діб проводили ретельний огляд очей.

Визначення параметрів токсичності засобу «Комбіо» при повторних уведеннях на білих щурах (підгостра токсичність за перорального введення). Підгостру токсичність пробіотичного засобу досліджували на 96 лабораторних статевозрілих щурах-самцях масою (220,0-250,0) г. Засіб «Комбіо» вводили пероральним шляхом (з кормом) протягом 60-ти діб, потім введення завершували і спостерігали за тваринами ще 14 діб. Для досліду за принципом аналогів було сформовано одну контрольну та три дослідні групи по 24 щура у кожній (n=24): тварини контрольної групи споживали корм без додавання засобу, I групи – пероральним шляхом з кормом отримували засіб «Комбіо» у дозі 1500,0 мг/кг корму (терапевтична, відповідно до листівки-вкладки), II – у дозі 7500,0 мг/кг (п'ятикратна) та III – у дозі 15000,0 мг/кг корму (десятикратна) відповідно. Відбір проб крові для гематологічних та біохімічних досліджень проводили за умов тотального знекровлення під легким хлороформним наркозом до згодовування, на 31- і 61-шу добу спочатку згодовування та через 14 діб (на 75-ту добу досліду) після припинення згодовування засобу відповідно.

Визначення параметрів токсичності засобу «Комбіо» при повторних уведеннях на свинях (підгостра токсичність за перорального введення). Підгостру токсичність пробіотичного засобу досліджували на 20 підсвинках масою (35,0–40,0) кг. Засіб «Комбіо» вводили пероральним шляхом протягом 60-ти діб, потім введення завершували і спостерігали за тваринами ще 14 діб. Для досліду за принципом аналогів було сформовано одну контрольну та три дослідні групи по 6 підсвинків у кожній (n=6): тварини контрольної групи споживали корм без додавання засобу, I групи – пероральним шляхом з кормом отримували засіб «Комбіо» у дозі 1500,0 мг/кг корму (терапевтична, відповідно до листівки-вкладки), II – у дозі 7500,0 мг/кг (п'ятикратна) та III – у дозі 15000,0 мг/кг корму (десятикратна) відповідно. Відбір проб крові для гематологічних та біохімічних досліджень проводили натщесерце з підшкірної вени вуха до згодовування, на 31- і 61-шу добу спочатку згодовування та через 14 діб (на 75-ту добу досліду) після припинення згодовування засобу відповідно.

Під час проведення токсикологічних експериментів для годівлі тварин використовували повнораціонний комбікорм для гризунів та свиней відповідно. Тварини мали вільний доступ до води та корму.

У динаміці підгострих токсикологічних експериментів (щоденно) у тварин вивчали інтегральні показники (поведінка тварин, зовнішній вигляд, реакції на зовнішні подразники, споживання води та корму, а також показники, які характеризують функції органів і систем, з використанням загально-прийнятих методів.

Оцінювання функціонального стану організму дослідних тварин у порівнянні з контрольними впродовж експериментів проводили за визначенням клініко-біохімічних показників у крові за загально-прийнятими методиками як описано в довідниках (Danchuk et al., 2013; Vlizlo et al., 2014). У стабілізованій крові тварин визначали: рівень гематокриту, кількість еритроцитів, лейкоцитів та вміст загального гемоглобіну; у сироватці крові – активність індикаторних ензимів аланінамінотрансферази (ALT activity; K. F. 2.6.1.2), аспартатамінотрансферази (AST activity; K. F. 2.6.1.1) і γ-глутілтранспептидази (GGT activity; K. F. 2.3.2.2), рівень загальних протеїнів, альбумінів, сечовини та креатиніну з використанням наборів реактивів виробництва CORMAY (Poland), в свиней – Феруму та Мангану додатково відповідно. Реєстрацію біохімічних показників здійснювали на спектрофотометрі SHIMADZU UV-1800 (Japan).

Результати досліджень обробляли методами варіаційної статистики з використанням пакета програм дисперсійного аналізу (ANOVA) StatPlus 7.6.5.0 (AnalystSoft Inc., США). Вірогідність отриманих результатів оцінювали за критерієм Тьюкі (HSD різниці середніх) за рівня вірогідності 95,0 % ($p < 0,05$).

Маніпуляції над тваринами здійснювали відповідно до існуючих нормативних документів (Стаття 26 Закону України № 5456-VI від 16.10.2012 р.; Council Directive 86/609/EEC of 24 November 1986), що регламентують організацію робіт із використанням експериментальних тварин і дотриманням принципів «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Strasbourg, 1986).

Результати досліджень та їх обговорення. У результаті одноразового внутрішньошлункового введення щурам-самкам пробіотичного засобу «Комбіо» у дозах (за абсолютною масою) 10000,0; 15000,0; 20000,0; 25000,0 і 30000,0 мг/кг маси тіла були отримані наступні результати.

Клінічні спостереження показали, що одноразове внутрішньошлункове введення препарату щурам I; II і III дослідних груп не викликало картини гострого отруєння. Щури були рухливі, добре

реагували на зовнішні подразники, активно споживали корм та воду, тоді як у тварин IV і V дослідних груп протягом першої доби після введення спостерігали незначне пригнічення, яке зникало протягом доби. Загибелі щурів у всіх дослідних групах не спостерігали протягом 14-добового терміну спостереження.

На 15-ту добу досліду проводили евтаназію щурів за допомогою хлороформного наркозу, а потім патологоанатомічний розтин. Зовнішній вигляд трупів лабораторних тварин перед розтином: колір шерстного покриву білий, блискучий, змін видимих слизових оболонок, витікання з ротової (носової) порожнини та ануса не відмічали.

На розтині (відносно контрольної групи) не реєстрували змін слизових оболонок ротової порожнини, трахеї, глотки та стравоходу; у шлунку спостерігали залишки корму; гіперемії підшкірної клітковини не відмічали; серце не збільшене в об'ємі, конусоподібної форми, консистенція міокарду пружна; печінка коричневого кольору, пружної консистенції, не збільшена в об'ємі; селезінка та підшлункова залоза – без змін; нирки коричневого кольору, не збільшені в об'ємі; судини брижі тонкого кишечника не кровонаповнені, ознак запалення в шлунку, тонкому та товстому кишечнику не виявлено.

Отже, за результатами дослідження гострої токсичності пробіотичного засобу «Комбіо» показник LD_{50} розрахувати не вдалося, оскільки загибелі лабораторних тварин не було виявлено протягом 14-ти діб після введення. При цьому максимальна введена доза ветеринарного засобу «Комбіо» (за абсолютною масою) становила 30000,0 мг/кг маси тіла, що дозволяє віднести препарат до VI класу токсичності – речовини відносно нешкідливі ($LD_{50} > 15000,0$ мг/кг маси тіла), а за ступенем небезпечності до IV класу – малонебезпечних речовин ($LD_{50} > 5000,0$ мг/кг), згідно класифікації хімічних речовин СОУ 85.2–37–736:2011.

Встановлено, що під час визначення гострої дермальної токсичності пробіотичного засобу «Комбіо» внаслідок нанесення на шкіру кролів у дозах (750,0–3000,0) мг/кг маси тіла у тварин не спостерігали змін загального стану та апетиту, що свідчить про відсутність токсичного впливу препарату при одноразовому нанесенні на шкіру тварин. Слід також зазначити, що жодна з дослідних тварин не загинула впродовж експерименту. У кролів протягом усього терміну дослідження (14 діб) не було виявлено еритеми, набряку шкіри, утворення кірочок та тріщин на шкірі, що свідчить про відсутність ознак дерматиту та подразнювальної дії на шкіру.

Подразнювальну дію пробіотичного засобу «Комбіо» визначали за наявністю (відсутністю) гіперемії кон'юнктиви, ін'єкцією кровоносних судин, станом склери, рогівки, повік і оцінювали за бальною системою, згідно таблиці 1.

Під час визначення подразнювальної дії засобу «Комбіо» на слизову оболонку ока кролів були одержані наступні результати (табл. 2). Після нанесення засобу на слизову оболонку ока кролів встановлено, що впродовж усього терміну спостережень він не викликав подразнювальної дії, про що свідчили незначна гіперемія та виділення з ока протягом доби після нанесення та відсутність набряку повік. Отже, ветеринарний пробіотичний засіб «Комбіо» при нанесенні на шкіру та на слизову оболонку ока кролів у дозах від 750,0 до 3000,0 мг/кг маси тіла не чинить подразнювальної дії, а за ступенем небезпечності його можна віднести до IV класу – малонебезпечних речовин ($LD_{50} > 2500,0$ мг/кг маси тіла) згідно класифікації СОУ 85.2–37–736:2011.

Таблиця 1

Оцінка подразнювальної дії пробіотичного засобу «Комбіо» на слизову оболонку ока кролів

А. Гіперемія кон'юнктиви та рогівки	
1. Судини ін'єктовані	1 бал
2. Окремі судини погано видно	2 бали
3. Дифузне глибоке почервоніння	3 бали
Б. Набряк повік	
1. Слабкий набряк	1 бал
2. Виражений набряк з частковим виверненням повік	2 бали
3. У результаті набряку око закрите наполовину	3 бали

4. У результаті набряку око закрите більше, ніж наполовину	4 бали
В. Виділення	
1. Мінімальна кількість в кутику ока	1 бал
2. Кількість виділень зволожує повіку	2 бали
3. Кількість виділень зволожує повіку та шкіру навколо	3 бали

У динаміці підгострого токсикологічного експерименту (щоденно) у білих щурів вивчали інтегральні показники (поведінка тварин, зовнішній вигляд, реакції на зовнішні подразники, споживання води та корму, а також показники, які характеризують функції органів і систем, з використанням загально-прийнятих методів. Установлено, що під час дослідження загального клінічного стану щурів дослідних груп суттєвих змін у поведінці та зовнішньому вигляді не виявлено, порівняно з контролем. Протягом всього терміну спостереження (75 діб) тварини та у динаміці згодовування пробіотичного засобу «Комбіо» були активними, мали задовільний апетит, добре реагували на звукові та світлові подразники, у них зберігалась рефлекторна збудливість; порушення дихання, сечовиділення та дефекації не відмічали.

Таблиця 2

**Оцінка подразнювальної дії пробіотичного засобу «Комбіо»
на слизову оболонку ока кролів, у балах (n=3)**

Подразнювальна дія	Термін досліджень, доба													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Оцінка подразнювальної дії препарату на слизову оболонку ока першого кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оцінка подразнювальної дії препарату на слизову оболонку ока другого кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Оцінка подразнювальної дії препарату на слизову оболонку ока третього кроля														
Гіперемія	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Виділення	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Результати дослідження рівня гематологічних показників у крові щурів у динаміці згодовування засобу «Комбіо» наведено в таблиці 3. Результати, наведені у таблиці, свідчили, що під час визначення гематологічних показників крові дослідних щурів патологічних змін, які свідчать про гемотоксичний вплив пробіотичного засобу «Комбіо», у тварин не зареєстровано.

Проте відмічалися зміни гематологічних показників, що вказують на стимулювання еритропоезу в організмі щурів усіх дослідних груп. Так, рівень гематокриту та кількості лейкоцитів не мали вірогідних відхилень протягом усього терміну досліджень, тоді як уміст загального гемоглобіну та кількість еритроцитів у крові тварин на 31-шу добу досліду в I; II і III дослідних групах перевищували за значенням контрольний показник на 7,8 та 6,7%; 10,3 та 8,8% ($p < 0,05$) і 12,4 та 13,5% ($p < 0,05$) відповідно; на 61-шу добу – на 15,5 та 11,0% ($p < 0,05$); 16,6 та 13,2% ($p < 0,05$) і 18,4 та 13,5% ($p < 0,05$) відповідно. Слід зазначити, що показники вмісту загального гемоглобіну і кількості еритроцитів мали тенденцію до підвищення і через 14 діб після припинення згодовування дослідного засобу.

Результати дослідження рівня показників функціонального стану печінки та нирок у

сироватці крові щурів у динаміці згодовування дослідного пробіотику наведено в таблиці 4. З даних таблиці видно, що значення біохімічних показників крові щурів, як контрольної, так і дослідних груп, у динаміці перорального введення та через 14 діб після припинення введення засобу «Комбіо» у дозах 1500,0; 7500,0 і 15000,0 мг/кг корму знаходились у межах фізіологічної норми.

Таблиця 3

Рівень гематологічних показників крові щурів за підгострого перорального введення пробіотичного засобу «Комбіо»: $M \pm m$; $n=6$; * – $p < 0,05$ – відносно контролю

Дослідні групи	Терміни дослідження, доба			
	до згодовування	31-ша доба спочатку згодовування	61-ша доба спочатку згодовування	Через 14 діб після припинення згодовування
Загальний гемоглобін (HGB), г/дм ³				
Контроль	85,49±2,32	87,51±2,35	84,25±2,56	90,32±2,42
1500,0 мг/кг	86,57±2,63	94,32±2,52*	96,46±2,71*	94,55±2,51
7500,0 мг/кг	85,19±2,44	96,49±2,76*	98,21±2,56*	93,41±2,62
15000,0 мг/кг	86,56±2,30	98,37±2,30*	99,75±2,10*	93,02±2,77
Гематокрит (HCT), %				
Контроль	35,10±0,71	36,99±0,82	37,41±0,72	37,14±0,51
1500,0 мг/кг	37,02±0,84	36,54±0,76	37,54±0,85	36,91±0,85
7500,0 мг/кг	36,21±0,78	37,35±0,55	38,65±0,78	36,81±0,63
15000,0 мг/кг	35,19±0,74	38,41±0,83	39,60±0,81	36,93±0,76
Еритроцити (RBC), 10 ¹² /дм ³				
Контроль	9,30±0,32	9,11±0,35	8,99±0,32	9,20±0,31
1500,0 мг/кг	9,29±0,34	9,72±0,22*	9,98±0,28*	9,51±0,24
7500,0 мг/кг	9,26±0,21	9,91±0,27*	10,18±0,31*	9,42±0,34
15000,0 мг/кг	9,27±0,24	9,95±0,31*	10,20±0,26*	9,47±0,25
Лейкоцити (WBC), 10 ⁹ /дм ³				
Контроль	13,40±1,12	13,36±0,52	13,99±0,75	13,20±1,35
1500,0 мг/кг	13,32±1,35	13,34±0,76	13,98±0,62	13,18±0,69
7500,0 мг/кг	13,40±0,62	13,33±0,84	13,27±0,56	13,16±0,83
15000,0 мг/кг	13,27±0,78	13,34±0,61	13,25±0,81	13,21±0,42

Але, слід зазначити, що внаслідок застосування пробіотику в дозах 1500,0; 7500,0 і 15000,0 мг/кг корму на 31-шу добу досліду в сироватці крові щурів реєстрували тенденцію щодо підвищення вмісту загальних протеїнів і альбумінів (у середньому на 4,5% і 8,0%) та зростання вмісту сечовини (у середньому на 14,0%; $p < 0,05$) відповідно відносно контрольних значень показників. На 61-шу добу після початку задавання засобу визначали також тенденцію щодо підвищення вмісту загальних протеїнів (у середньому на 5,1%) та зростання кількості альбумінів і сечовини (у середньому на 13,0% і 12,8%; $p < 0,05$) відповідно. Така сама тенденція зберігалася через 14 діб після припинення задавання засобу.

Отже, отримані результати вказують на індукуючий вплив пробіотичного засобу «Комбіо» на активність гемопоєзу та білоксинтезуючої функції печінки в організмі білих щурів, особливо у терапевтичній дозі. Можна зробити висновок, що багаторазове пероральне згодовування пробіотичного засобу «Комбіо» в дозах 1500,0; 7500,0 і 15000,0 мг/кг корму не чинить гемо-, гепато- та нефротоксичної дії на організм лабораторних тварин за умов підгострого токсикологічного експерименту, а, навпаки, сприяє індукції метаболічних реакцій в організмі білих щурів.

У динаміці підгострого експерименту (щоденно) у свиней вивчали інтегральні показники (поведінка тварин, зовнішній вигляд, реакції на зовнішні подразники, споживання води та їжі), а

також показники, які характеризують функції органів і систем, з використанням загально-прийнятих методів. Під час дослідження загального клінічного стану свиней дослідних груп суттєвих змін у поведінці та зовнішньому вигляді не виявлено, порівняно з контролем. Протягом всього терміну спостереження (75 діб) тварини були активними, мали задовільний апетит, добре реагували на звукові та світлові подразники, у них зберігалась рефлексорна збудливість, порушення дихання, сечовиділення та дефекації не відмічали. Проте слід зазначити наявність підвищеної рухової активності свиней усіх дослідних груп, починаючи з (9-16)-ї доби після початку задавання пробіотичного засобу.

Таблиця 4

Динаміка рівня основних біохімічних показників у сироватці крові щурів за підгострого перорального введення пробіотичного засобу «Комбіо»:
 $M \pm m$; $n=6$; * – $p < 0,05$ – відносно контролю

Дослідні групи	Терміни дослідження, доба			
	до згодовування	31-ша доба спочатку згодовування	61-ша доба спочатку згодовування	Через 14 діб після припинення згодовування
Активність АЛТ, мкмоль/год $\times$ см ³				
Контроль	3,86 $\pm$ 0,25	3,85 $\pm$ 0,24	3,88 $\pm$ 0,29	3,90 $\pm$ 0,18
1500,0 мг/кг	3,87 $\pm$ 0,19	3,88 $\pm$ 0,20	3,87 $\pm$ 0,27	3,92 $\pm$ 0,20
7500,0 мг/кг	3,84 $\pm$ 0,30	3,87 $\pm$ 0,23	3,90 $\pm$ 0,26	3,92 $\pm$ 0,22
15000,0 мг/кг	3,88 $\pm$ 0,21	3,89 $\pm$ 0,27	3,87 $\pm$ 0,17	3,91 $\pm$ 0,26
Активність АСТ, мкмоль/год $\times$ см ³				
Контроль	7,02 $\pm$ 0,35	7,09 $\pm$ 0,24	7,10 $\pm$ 0,27	7,11 $\pm$ 0,28
1500,0 мг/кг	7,05 $\pm$ 0,20	7,10 $\pm$ 0,26	7,07 $\pm$ 0,38	7,10 $\pm$ 0,38
7500,0 мг/кг	7,00 $\pm$ 0,37	7,04 $\pm$ 0,30	6,95 $\pm$ 0,25	7,02 $\pm$ 0,24
15000,0 мг/кг	7,10 $\pm$ 0,22	6,98 $\pm$ 0,24	7,10 $\pm$ 0,28	7,05 $\pm$ 0,13
Загальні протеїни, г/дм ³				
Контроль	72,10 $\pm$ 1,27	73,00 $\pm$ 1,90	73,90 $\pm$ 1,50	73,25 $\pm$ 1,10
1500,0 мг/кг	71,50 $\pm$ 1,70	75,27 $\pm$ 1,23	76,25 $\pm$ 1,91	75,60 $\pm$ 1,50
7500,0 мг/кг	73,20 $\pm$ 1,26	76,70 $\pm$ 1,60	76,94 $\pm$ 1,76	75,28 $\pm$ 1,15
15000,0 мг/кг	73,10 $\pm$ 1,60	76,91 $\pm$ 1,10	79,91 $\pm$ 1,06	75,20 $\pm$ 1,39
Альбуміни, г/дм ³				
Контроль	36,71 $\pm$ 0,91	33,82 $\pm$ 1,45	33,13 $\pm$ 1,90	35,80 $\pm$ 1,36
1500,0 мг/кг	35,02 $\pm$ 0,88	36,62 $\pm$ 1,60	37,54 $\pm$ 1,14*	37,90 $\pm$ 1,00
7500,0 мг/кг	35,58 $\pm$ 0,77	36,83 $\pm$ 1,73	37,42 $\pm$ 1,08*	37,98 $\pm$ 1,05
15000,0 мг/кг	37,15 $\pm$ 0,75	36,16 $\pm$ 1,87	37,34 $\pm$ 1,62*	36,62 $\pm$ 1,20
Креатинін, мкмоль/дм ³				
Контроль	97,25 $\pm$ 2,43	96,93 $\pm$ 2,72	97,73 $\pm$ 2,50	98,32 $\pm$ 2,19
1500,0 мг/кг	98,07 $\pm$ 2,62	97,02 $\pm$ 2,40	98,47 $\pm$ 2,41	97,05 $\pm$ 2,30
7500,0 мг/кг	96,20 $\pm$ 2,48	98,01 $\pm$ 2,36	99,10 $\pm$ 2,33	98,94 $\pm$ 2,28
15000,0 мг/кг	98,36 $\pm$ 2,31	98,31 $\pm$ 2,18	99,80 $\pm$ 2,25	100,08 $\pm$ 2,14
Сечовина, ммоль/дм ³				
Контроль	5,18 $\pm$ 0,15	5,22 $\pm$ 0,16	5,17 $\pm$ 0,12	5,20 $\pm$ 0,12
1500,0 мг/кг	5,12 $\pm$ 0,12	5,78 $\pm$ 0,22*	5,63 $\pm$ 0,16*	5,41 $\pm$ 0,18
7500,0 мг/кг	5,20 $\pm$ 0,12	6,01 $\pm$ 0,22*	5,95 $\pm$ 0,20*	5,37 $\pm$ 0,10
15000,0 мг/кг	5,18 $\pm$ 0,16	6,07 $\pm$ 0,13*	5,91 $\pm$ 0,17*	5,40 $\pm$ 0,17

Результати дослідження гематологічних показників крові свиней у динаміці згодовування пробіотичного засобу «Комбіо» наведено в таблиці 5. Встановлено, що рівень гематологічних показників (гематокрит та кількість лейкоцитів) у свиней до та після згодовування дослідного пробіотику за значенням статистично не змінювались. Проте було визначено вірогідне підвищення вмісту загального гемоглобіну в крові свиней на 31-шу добу після перорального введення засобу «Комбіо» у дозах 1500,0; 7500,0 і 15000,0 мг/кг корму, що по I; II і III дослідних групах складало 12,2; 12,6 і 12,2% ($p < 0,05$); на 61-шу добу – 16,2; 14,3 і 13,4% ($p < 0,05$) відповідно щодо контрольного рівня показника. Таку саму динаміку спостерігали й за кількістю еритроцитів: на 31-шу добу

підвищення показника по I; II і III дослідних групах складало 9,4; 8,5 і 8,0% ($p < 0,05$); на 61-шу – 14,4; 10,9 і 10,2% ($p < 0,05$) відповідно. Слід зазначити, що динаміка змін даних показників залишалась такою й через 14 діб після припинення згодовування засобу «Комбіо». Встановлені зміни гематологічних показників вказують на стимулювання еритропоезу в організмі цільових тварин усіх дослідних груп та відсутність гемотоксичного впливу пробіотичного засобу «Комбіо».

Результати дослідження динаміки показників функціонального стану печінки та нирок у сироватці крові свиней за умов перорального задавання пробіотичного засобу наведено в таблиці 6. Установлено, що внаслідок 60-добового перорального введення засобу «Комбіо» у дозах 1500,0; 7500,0 і 15000,0 мг/кг корму зафіксовано підвищення значень показника загальних протеїнів у сироватці крові свиней відносно їх контрольного рівня на 7,8; 7,6 і 7,3%; Феруму – на 10,8; 6,0 і 6,3% ($p < 0,05$); Мангану – на 10,2; 6,8 і 13,6% ($p < 0,05$) відповідно та концентрації сечовини – на 6,6; 7,6 та 8,1% відповідно.

Аналогічну картину спостерігали і на 61-шу добу досліді: значення показника загальних протеїнів були вищими за контроль на 8,1; 7,6 і 5,8% ($p < 0,05$); Феруму – на 12,0; 6,6 і 10,2% ($p < 0,05$); Мангану – на 14,5; 9,7 і 17,7% ($p < 0,05$) та концентрації сечовини – на 7,4; 7,7 і 9,2% ($p < 0,05$) відповідно. Слід зазначити, що і через 14 діб після припинення введення пробіотичного засобу спостерігали тенденцію до підвищення вищевказаних показників.

Встановлено, що динаміка зміни метаболічних показників корелює із динамікою гематологічних показників, що вказує на відновлення стану неспецифічної резистентності та білкового профілю у організмі експериментальних цільових тварин, та є ознакою посилення метаболічних реакцій та імунної реактивності в організмі свиней.

Значення таких показників навіть після припинення 60-добового споживання ветеринарного засобу «Комбіо» знаходилися у межах їх референтного рівня, що свідчить про відсутність гемо-; імун- та гепатотоксичного впливу дослідного пробіотику на організм експериментальних підсвинків. Результати досліджень узгоджуються з отриманими нами раніше даними щодо тестування аналогічних пробіотичних препаратів «Біомагн» і «Біозапін» на моделі культур тест-мікроорганізмів, простіших, лабораторних тваринах і птиці (Chechet et al., 2021; 2022; 2023), якими доведено їх високу ефективність в технології вирощування курчат-бройлерів у поєднанні з дезінфікуючими засобами та здатність індукувати функціонал ендогенної детоксикаційної системи (за зниженням рівня утворення токсичних метаболітів пуринового обміну: сечової кислоти та креатиніну; нормалізацією процесів переамінування та зниження активності алкалін-фосфатази) та імунобіологічних реакцій (за посиленням еритропоезу та гемоглобіноутворення; індукцією лізоцимної, бактерицидної та фагоцитарної активності) відповідно, що дозволяє розглядати досліджуваний у цієї серії експериментів на лабораторних і цільових (підсвинки) видах тварин пробіотичний засіб як екологічно безпечний та перспективний у кінцевому результаті з метою підвищення рівня збереженості тварин, підвищення приросту маси їх тіла, поліпшення конверсії корму та оптимізації виробництва продукції покращеної якості. Отже, питання розроблення нових вітчизняних пробіотичних засобів спрямованої імуномодулюючої дії є на часі та має наукову і практичну цінність.

Таблиця 5

Рівень гематологічних показників у периферичній крові підсвинків за підгострого перорального введення пробіотичного засобу «Комбіо»:
 $M \pm m$; $n=5$; * – $p < 0,05$ – відносно контролю

Дослідні групи	Терміни дослідження, діб			
	до згодовування	31-ша доба спочатку згодовування	61-ша доба спочатку згодовування	Через 14 діб після припинення згодовування
Загальний гемоглобін (HGB), г/дм ³				
Контроль	136,50 $\pm$ 2,32	127,20 $\pm$ 2,68	125,32 $\pm$ 2,15	131,62 $\pm$ 2,30
1500,0 мг/кг	134,86 $\pm$ 2,63	142,73 $\pm$ 2,08*	145,64 $\pm$ 2,24*	137,12 $\pm$ 2,36
7500,0 мг/кг	135,05 $\pm$ 2,44	143,21 $\pm$ 2,76*	143,23 $\pm$ 2,37*	135,50 $\pm$ 2,78
15000,0 мг/кг	137,52 $\pm$ 2,30	142,68 $\pm$ 2,04*	142,15 $\pm$ 2,78*	135,84 $\pm$ 2,32
Гематокрит (HCT), %				
Контроль	42,05 $\pm$ 0,93	41,10 $\pm$ 0,84	41,45 $\pm$ 0,71	41,93 $\pm$ 0,62
1500,0 мг/кг	41,55 $\pm$ 0,85	41,31 $\pm$ 0,73	41,42 $\pm$ 0,95	41,81 $\pm$ 0,83
7500,0 мг/кг	41,61 $\pm$ 0,77	41,95 $\pm$ 0,78	42,00 $\pm$ 0,96	42,10 $\pm$ 0,98
15000,0 мг/кг	42,09 $\pm$ 0,84	41,03 $\pm$ 0,95	42,34 $\pm$ 0,82	42,01 $\pm$ 0,86

Еритроцити (RBC), $10^{12}/\text{дм}^3$				
Контроль	9,11±0,20	9,08±0,21	8,91±0,23	9,10±0,21
1500,0 мг/кг	9,20±0,35	9,93±0,27*	10,19±0,29*	9,69±0,32
7500,0 мг/кг	9,10±0,22	9,85±0,28*	9,88±0,22*	9,58±0,23
15000,0 мг/кг	9,18±0,24	9,81±0,32*	9,82±0,27*	9,53±0,28
Лейкоцити (WBC), $10^9/\text{дм}^3$				
Контроль	11,40±0,93	11,26±0,93	10,98±0,86	11,21±0,76
1500,0 мг/кг	11,32±0,87	11,30±0,85	10,93±0,93	11,18±0,78
7500,0 мг/кг	11,50±0,82	11,33±0,81	11,17±0,67	11,16±0,94
15000,0 мг/кг	11,27±0,95	11,38±0,72	11,25±0,92	11,24±0,83

Висновки

1. За результатами дослідження гострої токсичності пробіотичного засобу «Комбіо» показник LD_{50} розрахувати не вдалося, оскільки загибелі лабораторних тварин не було виявлено протягом 14-ти діб після введення. При цьому максимальна введена доза ветеринарного засобу «Комбіо» (за абсолютною масою) становила 30000,0 мг/кг маси тіла, що дозволяє віднести препарат до VI класу токсичності – речовини відносно нешкідливі ($LD_{50}>15000,0$ мг/кг маси тіла), а за ступенем небезпечності до IV класу – малонебезпечних речовин ($LD_{50}>5000,0$ мг/кг) відповідно до класифікації СОУ 85.2–37–736:2011.

2. Пробіотичний засіб «Комбіо» при нанесенні на шкіру (гостра дермальна токсичність) та на слизову оболонку ока кролів у дозах від 750,0 до 3000,0 мг/кг маси тіла не чинить подразнювальної дії, а за ступенем небезпечності його можна віднести до IV класу – малонебезпечних речовин ($LD_{50}>2500,0$ мг/кг маси тіла) відповідно до класифікації СОУ 85.2–37–736:2011.

3. За результатами тривалого перорального згодовування пробіотичного засобу «Комбіо» в дозах 1500,0; 7500,0 і 15000,0 мг/кг корму встановлено відсутність гемо-, гепато- та нефротоксичної дії на організм лабораторних тварин за умов підгострого токсикологічного експерименту, а, навпаки, здатність впливати індукуючим чином на метаболічні реакції в організмі білих щурів (за динамікою показників активності гемопоезу та білоксинтезуючої функції печінки, особливо у терапевтичній дозі).

4. Динаміка змін метаболічних показників під час тривалого 60-добового перорального згодовування пробіотичного засобу «Комбіо» підсвинкам у діапазоні доз свідчить про відсутність гемо-, імун- та гепатотоксичного впливу дослідного препарату та корелює із такою гематологічних показників, що вказує на відновлення стану неспецифічної резистентності та білкового профілю у організмі експериментальних цільових тварин, та є ознакою посилення метаболічних реакцій та імунної реактивності в організмі свиней.

Таблиця 6

Динаміка рівня основних біохімічних показників сироватки крові підсвинків за підгострого перорального введення пробіотичного засобу «Комбіо»:
 $M \pm m$; $n=5$; * – $p<0,05$ – відносно контролю

Дослідні групи	Терміни дослідження, діб			
	до згодовування	31-ша доба спочатку згодовування	61-ша доба спочатку згодовування	Через 14 діб після припинення згодовування
Активність АЛТ, мкмоль/год×см ³				
Контроль	0,93±0,04	0,95±0,01	0,94±0,02	0,94±0,03
1500,0 мг/кг	0,92±0,05	0,93±0,03	0,92±0,04	0,93±0,05
7500,0 мг/кг	0,93±0,02	0,94±0,05	0,92±0,02	0,92±0,04
15000,0 мг/кг	0,92±0,04	0,93±0,05	0,94±0,05	0,93±0,02
Активність АСТ, мкмоль/год×см ³				
Контроль	1,25±0,15	1,24±0,02	1,25±0,05	1,25±0,04
1500,0 мг/кг	1,24±0,05	1,25±0,08	1,26±0,08	1,27±0,01

7500,0 мг/кг	1,24±0,02	1,25±0,03	1,26±0,03	1,22±0,02
15000,0 мг/кг	1,25±0,04	1,26±0,02	1,25±0,04	1,27±0,05
Активність ГГТ, мкмоль/год×см ³				
Контроль	0,30±0,02	0,34±0,02	0,31±0,01	0,32±0,06
1500,0 мг/кг	0,32±0,02	0,30±0,01	0,28±0,02	0,29±0,03
7500,0 мг/кг	0,28±0,01	0,35±0,02	0,33±0,02	0,30±0,06
15000,0 мг/кг	0,30±0,01	0,37±0,03	0,28±0,03	0,31±0,03
Загальні протеїни, г/дм ³				
Контроль	59,01±1,72	60,14±1,08	60,55±1,02	60,21±1,50
1500,0 мг/кг	58,91±1,70	64,85±1,21*	65,47±1,70*	62,32±1,02
7500,0 мг/кг	59,11±1,23	64,73±1,05*	65,15±1,05*	61,94±1,04
15000,0 мг/кг	58,99±1,56	64,51±0,90*	64,05±1,84*	61,05±1,91
Ферум, мкмоль/дм ³				
Контроль	23,62±0,65	22,81±0,45	23,27±0,48	23,26±0,65
1500,0 мг/кг	23,58±0,52	25,29±0,48*	26,07±0,55*	24,95±0,54
7500,0 мг/кг	23,02±0,63	24,18±0,56*	24,81±0,46*	24,73±0,52
15000,0 мг/кг	23,21±0,56	24,25±0,58*	25,65±0,57*	24,28±0,45
Манган, мкмоль/дм ³				
Контроль	0,63±0,03	0,59±0,02	0,62±0,02	0,58±0,02
1500,0 мг/кг	0,61±0,03	0,65±0,03*	0,71±0,03*	0,63±0,03
7500,0 мг/кг	0,61±0,02	0,63±0,03*	0,68±0,03*	0,60±0,03
15000,0 мг/кг	0,62±0,01	0,67±0,03*	0,73±0,04*	0,63±0,02
Сечовина, ммоль/дм ³				
Контроль	6,18±0,16	6,20±0,13	6,22±0,17	6,17±0,16
1500,0 мг/кг	6,12±0,13	6,61±0,14*	6,68±0,15*	6,53±0,17
7500,0 мг/кг	6,20±0,13	6,67±0,11*	6,70±0,11*	6,52±0,15
15000,0 мг/кг	6,18±0,11	6,70±0,14*	6,79±0,14*	6,50±0,13

5. Отримані результати щодо токсико-біохімічних параметрів впливу нового засобу «Комбіо» на основі бактерій *Bacillus* spp. у серії експериментів на лабораторних і цільових (підсвинки) видах тварин дозволяють стверджувати про екологічну безпечність досліджуваного пробіотику та перспективність його використання у кінцевому результаті з метою підвищення рівня збереженості тварин та птахів, підвищення приросту маси їх тіла, поліпшення конверсії корму та оптимізації виробництва продукції покращеної якості.

REFERENCES

1. Ashraf, R. and Shah, N. P. (2014). 'Immune system stimulation by probiotic microorganisms', *Crit Rev Food Sci Nutr*; 54 (7):938–956. doi.:10.1080/10408398.2011.619671.
2. Bouchicha, A. E. B., Mimoune, N., Djouadi, S., Kalem, A., Kaidi, R. and Khelef, D. (2022). 'Probiotic effect on reserve mobilization in late stage pregnancy in goats', *Veterinarska stanica*; 53(1):105-109. doi.:10.46419/vs.53.1.2.
3. Chechet, O. M., Haidei, O. S., Andriashchuk, V. O., Horbatiuk, O. I., Kovalenko, V. L., Musiiets, I. V., Ordynska, D. O., Skliar, V. V., Gutyj, B. V. and Krushelnyska, O. V. (2022). 'Results of monitoring studies of caecal samples with animal contents for antimicrobial resistance in 2021', *Sci Mess LNUVMB; Ser: Vet Sci*; 24(106):128–135. doi.:10.32718/nlvvet10620. [in Ukrainian].
4. Chechet, O. M., Kovalenko, V. L., Haidei, O. S., Horbatiuk, O. I., Kravtsova, O. L., Andriashchuk, V. O., Musiiets, I. V. and Ordynska, D. O. (2022). 'Vyznachennia antahonistychnoi aktyvnosti probiotychnoho preparatu «Biozapin» [Determination of the antagonistic activity of the probiotic drug "Biozapin"]', *Visn Sumskoho natsionalnogo ahrar un-tu. Ser: Vet med*; 2(57):61–68. doi.:10.32845/bsnau.vet.2022.2.8. [in Ukrainian].
5. Chechet, O. M., Kovalenko, V. L., Horbatiuk, O. I., Kuriata, N. V., Buchkovska, H. A., Musiiets, I. V., Shalimova, L. V., Ordynska, D. O., Balanchuk, L. V., Shchur, N. V. and Tohachynska, L. V. (2023). 'Vyznachennia chutlyvosti do antybakterialnykh preparativ shtamiv *Bacillus* spp. z

vysokym rivnem antahonistychnoi aktyvnosti dlia vyhotovlennia probiotyviv [Determination of sensitivity to antibacterial preparations of strains of *Bacillus* spp. with a high level of antagonistic activity for the production of probiotics], *Biologhiia tvaryn*; 25(2):23–32. doi:10.15407/animbiol25.02.023. [in Ukrainian].

6. Cherny, N. and Kulak, V. (2016). 'The resistance and productivity of rabbits at use of probiotic 'Evitaliya' in terms of regulatory climate', *Sci Mess LNUVMBT; Ser: Vet Sci*; 18(2/66): 192–196. doi:10.15421/nvlvet6639. [in Ukrainian].

7. Council Directive 86/609/EEC of 24 November 1986 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States regarding the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. (1986). *Official Journal of the European Communities L 358*; 1-29.

8. Danchuk, V. V., Nishchemenko, M. P., Peleno, R. A., Romanko, M. Ye., Ushkalov, V. O. and Karpovskiy, V. I. (2013). 'Handbook of general and special methods of blood research of farm poultry', Lviv: SPOLOM. [in Ukrainian].

9. Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Bertin, G., DuvauxPonter, C. and Sauvant, D. (2009). 'Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants', *J Dairy Sci*; 92:1620–1632. doi:10.3168/jds.2008-1414.

10. Ermakova, L. P., Nozdrin, G. A., Tishkov, S. N., Novik, Y. V., Gotovchikov, N. A. and Mensh, I. K. (2021). 'Effects of a probiotic containing *Bacillus subtilis* on the gut microflora, yolk quality and blood lipid concentrations of laying Pharaoh quails', *Veterinarska stanica*; 52(3):297-306. doi:10.46419/vs.52.3.1.

11. European convention for the protection of vertebrate animals used for experimental and other scientific purposes. (1986). Council of Europe. Strasbourg, 1986; 53.

12. Iegorov, B., Kananykhina, O. and Turpurova, T. (2022). 'Probiotic feed additives in fattening agricultural animals', *Grain Prod Mixed Fodders*; 21 (4):25–31. doi:10.15673/gpmf.v21i4.2250.

13. Karkyshchenko, N. N. and Hrachev, S. V. (2010). 'Rukovodstvo po laboratornym zhyvotnym y alternatyvnym modeliam v byomedytsynskykh yssledovaniakh [Guide to laboratory animals and alternative models in biomedical research]', M.: Profyl – 2C; 358. [in Ukrainian].

14. Kei Takemura, Hiroyuki Shingu, Kentaro Ikuta, Shigeru Sato and Shiro Kushibiki. (2020). 'Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on growth performance, plasma metabolites and hormones, and rumen fermentation in Holstein calves during pre- and post-weaning periods', *Anim Sci J*; 91(1):08 June 2020 Collections. doi:10.1111/asj.13402.

15. Khariv, M., Gutty, B., Ohorodnyk, N., Vishchur, O., Khariv, I., Solovodzinska, I., Mudrak, D., Grymak, C. and Bodnar, P. (2017). 'Activity of the T- and B-system of the cell immunity of animals under conditions of oxidation stress and effects of the liposomal drug', *Ukr J Ecol*; 7 (4):536–541. doi:10.15421/2017_157.

16. Kotsiumbas I. Ya. (2005). 'Doklinichni doslidzhennia veterynarnykh likarskykh zasobiv [Preclinical studies of veterinary medicinal products]', Lviv : Triada plus; 134–147. [in Ukrainian].

17. Kucheruk, M. D., Zasekin, D. A. and Dymko, R. O. (2018). 'Microbiological and sanitaryhygienic significance of intestinal eubiosis in agricultural animals', *Ukr Ecol J*; 8 (2):287–293. doi:10.15421/2018_340. Available at: <https://www.ujecology.com/abstract/microbiologicaland-sanitaryhygienic-significance-of-intestinal-eubiosis-in-agriculturalanimals-1264.html>. [in Ukrainian].

18. Lamari, I., Mimoune, N. and Khelef, D. (2021). 'Effect of feed additive supplementation on bovine subclinical mastitis', *Veterinarska stanica*; 52 (4). doi:10.46419/vs.52.4.12.

19. Landers, T. F., Cohen, B., Wittum, T. E. and Larson, E. L. (2012). 'A review of antibiotic use in food animals: perspective, policy, and potential', *Public Health Rep*; 127(1):4-22. doi:10.1177/003335491212700103.

20. Lee, N. Y., Ko, W. C. and Hsueh, P. R. (2019). 'Nanoparticles in the treatment of infections caused by multidrug-resistant organisms', *Front Pharmacol*; 10:1153. doi:10.3389/fphar.2019.01153.

21. Lytvynenko, V., Ushkalov, V., Romanko, M., Melnyk, V. and Orobchenko, O. (2022). 'Clinical and biochemical assessment of a probiotic feed supplement application on calves', *Bulgarian J Vet Med (BJVM)*; ISSN 1311-1477. doi:10.15547/bjvm.2444.

22. Lucey, P. M., Lean, I. J., Aly, S. S., Golder, H. M., Block, E., Thompson, J. S. and Rossow, H. A. (2021). 'Effects of mannan-oligosaccharide and *Bacillus subtilis* supplementation to preweaning Holstein dairy heifers on body weight gain, diarrhea, and shedding of fecal pathogens', *J Dairy Sci*; Published - Apr 2021; 104. doi.:10.3168/jds.2020-19425.
23. Manyi-Loh, C., Mamphweli, S., Meyer, E. and Okoh, A. (2018). 'Antibiotic use in agriculture and its consequential resistance in environmental sources: potential public health implications', *Molecules*; 23(4):795. doi.:10.3390/molecules23040795.
24. Milian, V. O., Kharkhota, M. A. and Nechypurenko, O. O. (2014). 'Study of probiotic properties of strains of *Bacillus* spp. 1.1. and *B. amyloliquefaciens* UKM B-5113', *ScienceRise*; 5 (1/5):15–22. doi.:10.15587/2313-8416.2014.32023. [in Ukrainian].
25. Natalia Shchur, Olha Chechet, Tetiana Mazur, Oleksandr Martyniuk, Olga Gorbatiuk, Halyna Buchkovska, Iryna Musiets, Diana Ordynska, Olena Finkova, Larisa Moskalenko, Tetiana Ponomaryova-Gerasimyuk, Maksym Lusta and Vitalii Nedosekov. (2023). 'Prevalence and Antimicrobial Resistance of *Campylobacter* Isolated from Animals and Poultry in Ukraine', *Adv Anim Vet Sci*; 11(5): 852–863. doi.:10.17582/journal.aavs/2023/11.5.852.863.
26. Olha Chechet, Svitlana Shulyak, Vyacheslav Kovalenko, Maryna Romanko and Olha Haidei. (2022). 'The effect of complex application of symbiotic and biocidal preparations on the metabolic status of broiler chickens' blood', *Sci Horiz*; 25(12):19–31. doi.:10.48077/scihor.25(12).2022.19-3. [in Ukrainian].
27. Pavlova, I. (2015). 'Effect of probiotics on doxycycline disposition in gastrointestinal tract of poultry', *Bulgar J Vet Med*; 18 (3):248–257. doi.:10.15547/bjvm.908.
28. Pitino, I., Randazzo, C. L., Mandalari, G., LoCurto, A., Faulks, R. M., Le Marc, Y., Bisignano, C., Caggia, C. and Wickham, M. S. J. (2010). 'Survival of *Lactobacillus rhamnosus* strains in the upper gastrointestinal tract', *Food Microbiol*; 27 (8):1121–1127. doi.:10.1016/j.fm.2010.07.019.
29. 'Preparaty veterynarni. Vyznachennia hostroi toksychnosti [Veterinary drugs. Determination of acute toxicity]'. (2011). SOU 85.2-37-736:2011. [Chynnyi vid 2011-05-01]. Kyiv: Minahropolityky Ukrainy; 16. [in Ukrainian].
30. Romanovych, M. M. (2018). 'The dynamics of humoral protection factors in broilers under the conditions of probiotic preparations application', *Sci Mess LNUVMBT; Ser: Vet Sci*; 20(83):264–267. doi.:10.15421/nvlvet8352. [in Ukrainian].
31. Satoshi Koike, Machiho Ueno, Nobuhisa Ashida, Tomokazu Imabayashi and Yasuo Kobayashi. (2021). 'Effect of *Bacillus subtilis* C-3102 supplementation in milk replacer on growth and rumen microbiota in preweaned calves', *Anim Sci J*; 26 July 2021. doi.:10.1111/asj.13580.
32. Shkromada, O. I. and Dudchenko, Y. A. (2021). 'Study of the antimicrobial activity of probiotic strains of *Bacillus*', *Bull SNAU; Ser: Vet Med*; 4 (55):38–43. doi.:10.32845/bsnau.vet.2021.4.6. [in Ukrainian].
33. Stattia 26 Zakonu Ukrainy № 5456-VI vid 16.10.2012 r. 'Pro zakhyst tvaryn vid zhorstokoho povodzhennia'.
34. Vlizlo, V. V., Slivinska, L. H., Maksymovych, I. A., Leno, M. I. and Halias, V. L. (2014). 'Laboratory diagnostics in veterinary medicine: A guide', Lviv: Afisha. [in Ukrainian].
35. Vygovska, L., Ushkalov, V., Chechet, O., Gerilovych, A. and Romanko, M. (2023). 'The Problem of Resistance Control: A Possible Alternative to Antimicrobials in Veterinary Medicine', *Int J Zool Anim Biol*; 6(2):000471. doi.:10.23880/izab-16000471.
36. Weiß, C. H. (2007). 'StatSoft, Inc., Tulsa, OK.: Statistica, version 8.AStA', *Adv Stat Analysis*; 91 (3):339–341. doi.:10.1007/s10182-007-0038-x.
37. Zharov, A. V., Yvanov, Y. V. and Strelnykov, A. P. (2003). 'Vskrytye y patomorfologhycheskaia dyahnostyka boleznei zhyvotnykh [Autopsy and pathomorphological diagnosis of animal diseases]', M.: Kolos; 400. [in Ukrainian].

TOXICOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF THE INFLUENCE OF THE NEW PROBIOTIC BASED ON *BACILLUS* BACTERIA ON LABORATORY AND TARGET SPECIES OF ANIMALS

G. Buchkovska, O. Chechet, M. Romanko, V. Kovalenko, O. Orobchenko, O. Horbatiuk, A. Gerilovych, and V. Ushkalov

State Scientific and Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv (Ukraine), e-mail: galina.buchkovska11@gmail.com

Abstract. *The issue of developing new probiotics with targeted immunomodulatory action is timely and demonstrates the scientific and practical interest. In order to carry out preclinical studies of the probiotic agent "Combio", which is a mixture of probiotic bacteria *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Enterococcus clausii*, aluminosilicate and other substances developed by the team of authors of SSRILDVSE, under the conditions of a series of toxicological experiments on laboratory (white rats, rabbits) and target animals (pigs) were determined toxico-biochemical parameters. According to the results of the study of the acute toxicity of the "Combio" probiotic, the LD50 indicator could not be calculated, since the death of laboratory animals was not detected within 14 days after administration; the maximum administered dose of the preparation (by absolute weight) was 30,000.0 mg/kg of body weight, which allows it to be assigned to toxicity class VI - substances are relatively harmless ($LD_{50} > 15,000.0$ mg/kg of body weight), and according to the degree of danger to IV class - low-hazardous substances ($LD_{50} > 5000.0$ mg/kg). When applied to the skin (acute dermal toxicity) and the mucous membrane of the eye of rabbits in doses from 750.0 to 3000.0 mg/kg of body weight, the probiotic "Combio" does not have an irritating effect, and according to the degree of danger, it can be classified as IV class – low-hazardous substances ($LD_{50} > 2500.0$ mg/kg of body weight). According to the results of long-term oral feeding of a probiotic agent in doses of 1500.0; 7500.0 and 15000.0 mg/kg feed was found to have no hemo-, hepato- and nephrotoxic effect on laboratory animals under the conditions of a subacute toxicological experiment, and, on the contrary, the ability to induce an inducing effect on metabolic reactions in the body of white rats (according to the dynamics of indicators activity of hematopoiesis and protein-synthesizing function of the liver, especially in a therapeutic dose). The dynamics of changes in metabolic indicators during long-term 60-day oral feeding of probiotics to pigs in the dose range indicates the absence of hemo-; of its immuno- and hepatotoxic effects and correlates with the hematological indicators, which indicates the recovery of the state of non-specific resistance and protein profile in the body of experimental animals, and is a sign of increased metabolic reactions and immune reactivity in the body of pigs. The obtained results regarding the effect of the new tool "Combio" based on bacteria *Bacillus* spp. in a series of experiments on laboratory and target (pigs) species of animals, it is possible to assert the ecological safety of the studied probiotic and the prospects of its use in the final result with the aim of increasing the level of preservation of target animals (pigs), increasing their body weight, improving feed conversion and optimizing pig production products of improved quality.*

Key words: toxico-biochemical parameters, probiotic agent, rats, rabbits, pigs, ecological safety, metabolism.

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-IV-04

УДК 351.779/504.064

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-IV-05

ОСОБЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ В УМОВАХ ВІЙНИ З РФ ЗАХОДІВ З ДЕРЖАВНОГО КОНТРОЛЮ (НАГЛЯДУ) У СФЕРІ ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

¹Ушкалов А. В. (ORCID ID: 0000-0001-8317-7909), ²Божидай І. І. (ORCID ID 0000-0003-2227-219X)

¹Головне управління Держпродспоживслужби України в Харківській області, м. Харків (Україна); e-mail: vetdocman@gmail.com;

²Державний біотехнологічний університет, м. Харків (Україна); e-mail: bogiday@ukr.net

Резюме. На цей час система державного контролю (нагляду) у сфері безпечності харчових продуктів та ветеринарної медицини забезпечує гарантії щодо безпеки продуктів тваринного походження, харчових продуктів рослинного походження, призначених для споживання людьми, а також кормів для годівлі тварин. Об'єкти санітарного нагляду можуть бути джерелом небезпечних факторів хімічного, мікробіологічного та радіологічного забруднення, що становить загрозу для здоров'я людини та тварин. Враховуючи міжнародні зобов'язання з боку України, впроваджено державні моніторингові програми щодо харчових продуктів та кормів, які реалізуються на засадах оцінки ризиків. Згідно Планів державного моніторингу на 2022 рік Головним управлінням Держпродспоживслужби України в Харківській області здійснені планові відбори зразків харчових продуктів тваринного та рослинного походження, кормів для тварин та переслані для лабораторних досліджень за хіміко-токсикологічними, мікробіологічними, радіологічними показниками, а також щодо залишків ветеринарних препаратів. За умов військової агресії продемонстрована адаптація до змін зовнішніх негативних факторів і як результат дотримання вимог як вітчизняного законодавства так і міжнародних угод в цілому.

Ключові слова: державний контроль, харчові продукти, корми, державний моніторинг, безпечність.

Вступ. Відповідно до Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, Україна взяла на себе зобов'язання щодо охорони життя і здоров'я людей та тварин, запобігання поширенню на територію держави небезпечних інфекційних захворювань, вчасного реагування на спалахи небезпечних інфекційних хвороб (Розпорядження Кабінету міністрів України. № 1416-р.; ред. 2019 р.).

Розв'язання проблеми забезпечення належного рівня біологічної безпеки та біологічного захисту в Україні потребує міжсекторального співробітництва та поетапного створення єдиної системи біологічної безпеки та біологічного захисту за принципом «єдине здоров'я» і неможливе без залучення значних інтелектуальних і фінансових ресурсів, впровадження ефективних управлінських рішень і підтримки з боку держави, територіальних громад та міжнародної спільноти (Розпорядження Кабінету міністрів України від 27 листопада 2019 р. № 1416-р.; ред. 2019р.).

Кабінетом Міністрів України ухвалено розпорядження від 27 листопада 2019 року схвалення Стратегії забезпечення біологічної безпеки та біологічного захисту за принципом «єдине здоров'я» на період до 2025 року та затвердження плану заходів щодо її реалізації (Розпорядження Кабінету міністрів України від 27 листопада 2019 р. № 1416 р.; ред. 2019 р.).

Одним із основних завдань ветеринарної медицини у контексті реалізації систем продовольчої безпеки є виявлення та мінімізація загроз і ризиків, пов'язаних з неконтрольованим використанням антибактеріальних препаратів, пестицидів, речовин хімічного захисту, радіонуклідів та чинників харчових токсикоз-інфекцій.

У загальному комплексі проблем забезпечення продовольчої безпеки окреме місце займає моніторинг усієї продукції агропромислового виробництва, у тому числі тваринницької, за показниками якості та безпечності (Gadzalo, 2017).

Так, з 2014 року по теперішній час Держпродспоживслужба України реалізує державну політику у галузі ветеринарної медицини, сферах безпечності та окремих показників якості харчових продуктів та кормів, санітарного та епідемічного благополуччя населення; організовує, здійснення у межах повноважень, передбачених законодавством, державний нагляд (контроль) щодо дотримання вимог безпечності та окремих показників якості харчових продуктів, дотримання вимог санітарного законодавства, здоров'я та благополуччя тварин (Постанова Кабінету міністрів № 667; ред. 2022 р.).

З метою сприяння експорту української продукції тваринного походження, зокрема до країн ЄС, необхідністю гармонізації нормативно-правових актів з питань ветеринарної медицини та безпечності харчових продуктів до вимог ЄС та СОТ, контролю залишкової кількості ветеринарних препаратів (в тому числі антибіотиків) запроваджено щорічні державні плани моніторингу, а саме: залишків ветеринарних препаратів та забруднюючих речовин у живих тваринах, необроблених харчових продуктах тваринного походження і кормах; харчових продуктів рослинного походження; рибних продуктів; кормів для тварин (Наказ Державного комітету ветеринарної медицини України № 577, 2010 р.).

Невиконання вимог директиви Ради 96/23/ЄС від 29 квітня 1996 р., щодо заходів контролю окремих речовин та їх залишкового вмісту в живій худобі та продуктах тваринного походження, призведе до невиконання однієї з умов виходу продуктів українського виробництва на міжнародний ринок, в тому числі в Євросоюз, а також недотримання вимог Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом (Закон України №4029-VI, 2011р.).

Мета роботи – провести аналіз забезпечення виконання державного моніторингу по Харківській області у 2022 році.

Матеріали і методи дослідження. Відбір зразків для потреб моніторингу в 2022 р. проводили на території Харківської області на виконання наказів Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів від 10 грудня 2021 р. № 808 «Про затвердження Плану державного моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах і необроблених харчових продуктах тваринного походження на 2022 рік», від 10 грудня 2021 р. № 809 «Про затвердження Плану державного моніторингу харчових продуктів рослинного походження у 2022 році», 30 грудня 2021 р. № 641 «Про затвердження Плану державного моніторингу рибних продуктів на 2021 рік».

Державний моніторинг проводився компетентним органом з метою:

- 1) визначення пріоритетних напрямів державної політики у сфері харчових продуктів та кормів, здоров'я та благополуччя тварин;
- 2) розроблення заходів з недопущення обігу небезпечних харчових продуктів та кормів;
- 3) визначення загального рівня забруднення харчових продуктів та кормів залишками пестицидів та ветеринарних препаратів, іншими забруднюючими речовинами (Закон України № 2042-V III; ред. 2022 р.).

Державний моніторинг передбачає збирання, системний аналіз та оцінку: інформації щодо безпечності харчових продуктів та кормів, здоров'я та благополуччя тварин, зокрема щодо виявлення в харчових продуктах і кормах залишків ветеринарних препаратів, пестицидів та забруднюючих речовин, а також формування відповідних баз даних (Закон України № 2042-V III; ред. 2022 р.).

Порядок відбору зразків та їх перевезення (пересилання) до уповноважених лабораторій для цілей державного контролю регламентовано наказом Мінагрополітики та продовольства України від 11.10.2018 р. № 490 «Про затвердження Порядку відбору зразків та їх перевезення (пересилання) до уповноважених лабораторій для цілей державного контролю та Форми акту відбору зразків» (Наказ Мінагрополітики та продовольства України № 490; ред. 2018 р.).

Відбір зразків полягає у відборі двох юридично та аналітично ідентичних зразків (крім випадків, коли це неможливо здійснити через недостатню кількість відповідного матеріалу або внаслідок того, що харчові продукти є швидкопсувними), один з яких направляється компетентним органом до уповноваженої лабораторії для проведення основного лабораторного дослідження (випробування), а другий вручається оператору ринку і

зберігається ним на випадок проведення арбітражного лабораторного дослідження (випробування) (Закон України № 2042-V III; ред. 2022 р.).

Відбір зразків проводився без попередження оператора ринку або уповноваженої ним особи, що засвідчувалося у акті відбору зразків, який складався у двох примірниках за формою, встановленою законодавством. Усі примірники підписуються посадовою особою Держпродспоживслужби України, яка відбирала зразки, та присутніми при відборі оператором ринку або уповноваженою ним особою. Один примірник акту залишався у посадової особи, яка здійснила відбір зразків та склала акт, другий - вручався оператору ринку або уповноваженій ним особі (Наказ Мінагрополітики та продовольства України № 490; ред. 2018 р.).

У роботі застосовані наступні наукові методи досліджень: теоретичний пошук, аналіз і синтез, узагальнення та порівняльний аналіз статистичних даних.

Результати та їх обговорення. На виконання наказу Держпродспоживслужби України від 10.12.2021 р. № 808 «Про затвердження Плану державного моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах і необроблених харчових продуктах тваринного походження на 2022 рік» Головним управлінням Держпродспоживслужби України в Харківській області затверджено (Далі – Головне управління) План державного моніторингу залишків ветеринарних препаратів та забруднювачів у живих тваринах і необроблених харчових продуктах тваринного походження на 2022 р. у Харківській області (<http://surl.li/fqhfr>).

Для визначення загального рівня контамінації харчових продуктів тваринного походження залишками пестицидів та ветеринарних препаратів, іншими забруднюючими речовинами (синтетичні стероїди, антибактеріальні субстанції, антгельмінтики, кокцидіостатики, нестероїдні наркотичні речовини та інші) у 2022 році по Харківській області було заплановано відібрати та направити для проведення досліджень до уповноваженої лабораторії 889 зразків, в тому числі: яловичини (м'ясо, печінка, сеча) – 86, свинини (м'ясо, печінка, сеча) – 110, птиця (м'ясо курей, печінка) – 553, риба жива – 31, молоко (ВРХ) – 56, яйце куряче – 37, мед – 16 відповідно.

З метою забезпечення об'єктивності та неупередженості, дотримання умов міжнародних договорів України, відбір зразків, в повному обсязі згідно Плану охоплює тваринницькі господарства розміщені на всіх адміністративно-територіальних одиницях (районах) Харківської області.

Відповідно до Закону України «Про ветеринарну медицину» максимально допустимий рівень залишків токсикантів та інших забруднювачів у кормах, живих тваринах та неїстівних продуктах тваринного походження, перевищення якого може негативно вплинути на здоров'я тварин та людини, встановлюється ветеринарно-санітарними заходами або, якщо такі показники в заходах не існують, встановлюється на рівнях, рекомендованих відповідними міжнародними організаціями (Закон України № 2498-XII; ред. 2022 р.).

Більшість господарств, в яких планувалося здійснювати моніторингові відбори зразків, знаходились в окупованих районах або визнаних, як «особливо небезпечні території» (СФГ «Моноліт», Ізюмський р-н; ТОВ АФ «ЛАН», Ізюмський р-н; ТОВ «ПК «Нова», Ізюмський р-н; ПП «МПК «Борки», Куп'янський р-н; СК «Восток», Ізюмський р-н; ПАТ «Куп'янський МКК», ПСП «Надія», Куп'янський р-н; ТОВ АФ «Шанс», Чугуївський р-н; ПП ППП «Раздольне», Чугуївський р-н; СВК з виробництва яловичини, Куп'янський р-н; ПРАТ АК «Слобожанський», Чугуївський р-н; ТОВ АФ ім. Гагаріна, Чугуївський р-н; ДП ДГ «Пантелеймонівське», Куп'янський р-н; СТОВ «Червоний партизан», Куп'янський р-н; ТОВ «Агросервіс ЛТД», Чугуївський р-н; ДП «ДГ Гонтарівка», Чугуївський р-н; СЗАТ «Ізюм риба», Ізюмський р-н; ТОВ «Білдінг Сервіс», Чугуївський р-н та багато інших), й можливість здійснити відбори була відсутня. Також, необхідно зазначити, що у деяких господарствах поголів'я знищено внаслідок військової агресії (наприклад, у ДП ДГ «Кутузівка» Харківського району знищено щонайменше 1800 голів ВРХ).

Головним управлінням, як територіальним органом компетентного органу країни-експортера, було забезпечено виконання Плану, із зменшеною кількістю зразків, що узгоджено з Центральним апаратом Держпродспоживслужби України.

Статистичний аналіз кількості зразків різних видів продуктів із різних районів Харківської області, досліджених щодо безпечності в межах державного моніторингу за 2022 рік наведений у таблиці 1.

Таблиця 1

Кількість відібраних проб з метою виконання Плану моніторингу харчових тваринного походження залишками пестицидів та ветеринарних препаратів, іншими забруднюючими речовинами (із змінами)

Назва зразка	План на 2022 р.	План на 2022 р. з урахуванням змін	Виконання	Відхилення виконання/план	
				+ / - одиниць	%
Яловичина	86	8	8	-78	-90,7
Свинина	110	21	21	-89	-80,9
Птиця	553	56	56	-497	-89,8
Риба	31	0	0	-31	0
Молоко	56	8	8	-48	-85,7
Яйця	37	3	3	-34	-91,9
Мед	16	0	0	-16	0

Відбори проб здійснилися у операторів ринку, які не припинили діяльність/знаходились в умовно безпечних територіях.

З метою підвищення рівня безпечності харчових продуктів рослинного походження, задоволення суспільної потреби у безпечних харчових продуктах у 2017 р. було впроваджено Державний моніторинг харчових продуктів рослинного походження, який і по теперішній час здійснюється згідно затвердженого Плану.

Спеціалісти Головного управління проводять оцінку стану забруднення харчових продуктів рослинного походження хімічними (токсичними) елементами, фосфорорганічними сполуками, хлорорганічними сполуками, мікотоксинами, радіонуклідами, піретроїдами та пестицидами.

Пестициди, стимулятори росту, мінеральні добрива можуть забруднювати харчові продукти при використанні їх у сільському господарстві для обробки рослин та внаслідок забруднення ґрунту, води, атмосферного повітря та надходити в організм людини. Також продукти, що забруднені радіонуклідами понад допустимі рівні, у харчуванні використовувати не можна, а потрібно направляти на промислову переробку або дезактивувати.

Згідно затвердженого Плану відбір зразків проводиться в сільськогосподарських підприємствах Харківської області, які спеціалізуються на вирощуванні зернових культур (пшениця, кукурудза, соняшник, ріпак) та в операторів ринку, які здійснюють обіг таких харчових продуктів рослинного походження як овочі та фрукти (буряк, морква, капуста, картопля, яблука, груші). Відібрані зразки доставляються до акредитованої та уповноваженої на виконання досліджень для цілей державного контролю випробувальної лабораторії – Харківська державна регіональна лабораторія Держпродспоживслужби України. Відповідно до Плану термін відбору зразків харчових продуктів рослинного походження мав здійснюватися у (3–4) кварталах 2022 р. в усіх адміністративно-територіальних одиницях (районах) Харківської області (таблиця 2).

Таблиця 2

Кількість відібраних проб з метою виконання Плану державного моніторингу харчових продуктів рослинного походження по Харківській області на 2022 р. (із змінами)

№ з/п	Група харчових продуктів рослинного походження	План на 2022 р.	План на 2022 р. (із змінами)	Виконання	Відхилення виконання/план	
					+ / -	%

		Всього зразків	Всього зразків		одиниць	
1	Пшениця	40	16	16	-24	-60
2	Ріпак	3	2	2	-1	-33,3
3	Кукурудза	27	12	12	-15	-55,5
4	Соняшник	28	11	11	-17	-39,3
5	Картопля	10	2	2	-8	-20
6	Капуста	10	3	3	-7	-30
7	Морква	20	6	6	-14	-30
8	Буряк столовий	10	2	2	-8	-20
9	Яблука	10	2	2	-8	-20
10	Груші	8	2	2	-6	-25

Враховуючи той факт, що внаслідок військової агресії здійснити відбори харчових продуктів рослинного походження в кількості, яка була затверджена Планом не було можливості Головним управлінням, було забезпечено виконання Плану, із зменшеною кількістю зразків, що узгоджено з Центральним апаратом Держпродспоживслужби України в повному обсязі.

Державний контроль за виробництвом та обігом рибних продуктів включає планові та позапланові інспектування суден та інших потужностей щодо дотримання оператором ринку гігієнічних та інших встановлених законодавством вимог до виробництва та обігу рибних продуктів, у тому числі до їх розвантаження, зберігання, транспортування та реалізації (Закон України № 2042-V III; ред. 2022 р.).

У 2021 році та по нинішній час Держпродспоживслужбою України впроваджено та забезпечується виконання державного моніторингу рибних продуктів, а саме: морської риби охолодженої/мороженої, в т.ч. морські аквакультури, риби та рибопродуктів копчених, консервів (пресервів) рибних, ракоподібних. Моніторингові лабораторні дослідження відібраних харчових продуктів здійснюються на наступні показники: органолептичні показники, TVB-N (летюча основа азоту), гістамін, ртуть, свинець, кадмій, олово, бензо(а)пірен, мікробіологічні та паразитологічні показники.

Головним управлінням відбори рибних продуктів згідно затверджених наказів здійснювалися на підприємствах – виробниках рибної продукції, операторів ринку роздрібної торгівлі, тощо.

При вивозі (пересиланні) рибних продуктів з митної території України до країн Європейського союзу, продукція супроводжується Офіційним сертифікатом здоров'я тварин для ввезення в Євросоюз живої риби, живих ракоподібних і продуктів тваринного походження від цих тварин, призначених для споживання людиною, оформлює посадова особа – державний ветеринарний інспектор Головного управління.

Відповідно положення розділу II вищезгаданого сертифікату оператор ринку має виконувати гарантії щодо живих тварин та продуктів з них, якщо вони аквакультурного походження, передбачених планами по залишкам, представленими відповідно до ст. 29 Директиви ради ЄС №96/23 від 1996 р., тому при плануванні державного моніторингу, приділяється увага, щодо підприємств, які є експортерами рибної продукції, в тому числі і до країн Європейського Союзу (Директива ради ЄС №96/23; 1996 р.).

Згідно затвердженого Плану державного моніторингу рибних продуктів на 2022 р. по Харківській області з урахуванням специфіки підприємств – виробників та суб'єктів господарювання, які здійснюють роздрібну торгівлю було заплановано відібрати риби і рибопродуктів копчених 14 зразків (на показники гістамін, ртуть, бензо(а)пірен, мікробіологічні критерії), консерви (пресерви) рибні – 2 зразки (мікробіологічні критерії). Відбір зразків ракоподібних не планувався.

Враховуючи той факт, що деякі суб'єкти господарювання, в тому числі підприємства – виробники (експортери) були на час здійснення відбрав зразків на територіях де проходили бойові дії чи які були окуповані (наприклад, у Куп'янському районі Харківської області) та/або не

проводили діяльність на час воєнної агресії (деякі підприємства у самому місті Харків) було прийнято рішення щодо здійснення відборів зразків згідно Плану з урахуванням змін. Зміни кількості зразків не торкнулися консервів (пресервів) рибних, оскільки підприємство – виробник (експортер) територіально знаходиться в умовно безпечному районі, де безпосередньо не проводяться бойові дії, хоча, воно і зазнало деяких ушкоджень внаслідок військової агресії.

Для проведення моніторингових лабораторних досліджень Компетентним органом було уповноважено на проведення лабораторних досліджень для цілей державного контролю (державного моніторингу) Державний науково дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи (м. Київ).

Таблиця 3

Кількість відібраних проб з метою виконання Плану державного моніторингу риби та рибних продуктів по Харківській області на 2022 р. (із змінами)

Назва зразка	План на 2022 р.	План на 2022 р. (із змінами)	Виконання	Відхилення виконання/план	
				+ / - одиниць	%
Риба та рибопродукти копчені	14	4	4	-10	-28,5
Консерви (пресерви) рибні	4	Не змінювалось	4	-	100

Лабораторні дослідження (випробування) відібраних зразків об'єктів проводились у строки, передбачені відповідними методами (методиками) досліджень (випробувань).

Згідно отриманих результатів лабораторних досліджень одного зразка скумбрії холодного копчення (патрана) за вмістом гістаміну (п-9 мг/мк) він не відповідав вимогам (результати випробувань 419,94; 445,74; 438,39; 459,42; 391,65; 428,37; 430,37; 435,28; 437,80) наказу Міністерства охорони здоров'я України «Про затвердження Мікробіологічних критеріїв для встановлення показників безпечності харчових продуктів» від 19.07.2012 р. № 548, що являє собою обґрунтовану підозру, щодо невідповідності. Враховуючи цей факт мав відбутися позаплановий захід державного контролю, з метою перевірки дотриманням оператором ринку законодавства про харчові продукти та корми, здоров'я та благополуччя тварин та відповідності їх діяльності вимогам щодо (Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 548; ред. 2012 р.):

1) гігієни;

2) плану коригувальних дій, розробленого та впровадженого оператором ринку за результатами попередніх перевірок;

3) інцидентів, пов'язаних з безпечністю харчових продуктів та/або кормів. (Закон України № 2042-V III; ред. 2022 р.).

Але позапланових захід державного контролю не було здійснено відповідно до постанови Кабінету міністрів України від 13 березня 2022 р. № 303 «Про припинення проведення планових та позапланових заходів державного нагляду (контролю) і державного ринкового нагляду на період воєнного стану, введеного Указом Президента України від 24 лютого 2022 р., № 64 «Про введення воєнного стану в Україні», тож заходи стосовно інцидентів, пов'язаних з безпечністю харчових продуктів не були здійснені (Указ Президента № 64, 2022 р.).

Висновок

Суттєве відхилення у кількості зразків за різними Планами спричинено впливом негативних зовнішніх факторів, а адаптація Держпродспоживслужби України до динамічних змін соціально-економічного середовища, в даному випадку, можна розглядати як фактор ефективної діяльності Головного управління Держпродспоживслужби України в Харківській області та Держпродспоживслужби України в цілому. Ефективність забезпечення державного контролю (нагляду) в сфері безпечності харчових продуктів та ветеринарної медицини, навіть в нестабільних соціально-політичних умовах, дозволяє на належному рівні підтримувати вимоги

до безпечності та якості харчових продуктів, здоров'я людей через здоров'я та благополуччя тварин, в контексті імплементації принципу «Єдине здоров'я».

Перспективи подальших досліджень. Майбутні моніторингові заходи мають бути направлені розширення переліку показників, в тому числі задля реалізації державної політики в контексті реалізації системи продовольчої безпеки за принципом «Єдине здоров'я».

REFERENCES

1. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine 'On the approval of the Strategy for ensuring biological safety and biological protection based on the "one health" principle for the period until 2025 and the approval of the plan of measures for its implementation'. (2019). [Rozporiadzhennia Kabinetu ministriv Ukrainy 'Pro skhvalennia Stratehii zabezpechennia biolohichnoi bezpeky ta biolohichnoho zakhystu za pryntsyptom «iedyne zdorovia» na period do 2025 roku ta zatverdzhennia planu zakhodiv shchodo yii realizatsii' vid 27 lystopada 2019 r. No 1416-r]. Rezhym dostupu: [<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1416-2019-%D1%80#Text>] [in Ukrainian].
2. Gadzalo, Y. M. (2017). 'Solving the food security problem of Ukraine in the context of the implementation of the joint strategy of the OIE, WHO and FAO "one health"; *Vet Med*; (103):5-7. [VYRISHENNA PROBLEMY PRODOVOLCHOI BEZPEKY UKRAINY V KONTEKSTI REALIZATSII SPILNOI STRATEHII MEB, VOOZ TA FAO; 'YEDYNE ZDOROVIA'; *Vet Med*; (103):5-7. <http://www.jvm.kharkov.ua/sbornik/103/01.pdf>]. [in Ukrainian].
3. Order of the State Committee of Veterinary Medicine of Ukraine, 'On approval of the State Monitoring Plan for residues of veterinary drugs and pollutants in live animals and unprocessed food products of animal origin' 24.12.2010 No 577 [Nakaz Derzhavnoho komitetu veterynarnoi medytsyny Ukrainy «Pro zatverdzhennia Planu derzhavnoho monitorynhu zalyshkiv veterynarnykh preparativ ta zabrudniuvachiv u zhyvykhtvarynakhineobroblenykhkharchovykhproduktakhtvarynnopokhodzhennia» , 24.12.2010 No 577]. Rezhym dostupu: [<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0577668-10#Text>] [in Ukrainian].
4. Law of Ukraine 'About the national targeted economic program for monitoring residues of veterinary drugs and pollutants in live animals, products of animal origin and feed, as well as in food products controlled by the veterinary service, for the years 2010-2015: 04.06.2009 No 1446-VI (17.05.2012)' [Zakon Ukrainy «Pro Zahalnoderzhavnu tsilovu ekonomichnu prohramu provedennia monitorynhu zalyshkiv veterynarnykh hpreparativ ta zabrudniuiuchykh rehovyn u zhyvykh tvarynakh, produktakh varynnoho pokhodzhennia i kormakh, a takozh u kharchovykh produktakh, pidkontrolnykh veterynarnii sluzhbi, na 2010 - 2015 roky» 04.06.2009 No 1446-VI (17.05.2012); Rezhym dostupu: [<http://surl.li/fqhfk>] [in Ukrainian].
5. 'Law of Ukraine 'On state control over compliance with the legislation on food products, feed, animal by-products, animal health and welfare'. (2017). [Zakon Ukrainy «Pro derzhavnyi kontrol za dotrymanniam zakonodavstva pro kharchovi produkty, kormy, pobichni produkty varynnoho pokhodzhennia, zdorovia ta blahopoluchchia tvaryn» No 2042-V III vid 18.05.2017 r. zi zminamy No 2246-IX 27.05.2022]. Rezhym dostupu: [<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19#Text>] [in Ukrainian].
6. Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine from "On approval of the Procedure for the selection of samples and their transportation (forwarding) to authorized laboratories for the purposes of state control and the Form of the act of selection of samples" 11.10.2018 No 490 [Nakaz Minahropolityky ta prodovolstva Ukrainy vid «Pro zatverdzhennia Poriadku vidboru zrazkiv ta yikh perevezennia (peresylannia) do upovnovazhenykh laboratorii dlia tsilei derzhavnoho kontroliu ta Formy akta vidboru zrazkiv» 11.10.2018 No 490]. Rezhym dostupu: [<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1464-18#Text>] . [in Ukrainian].
7. Monitoring of residual quantities. State Production and Consumer Service. [Monitorynhzalyshkovykhkilkostei. Derzhprodspozhyvsluzhba]. Rezhymdostupu: <http://surl.li/fqhfrj/>. [in Ukrainian].
8. Law of Ukraine 'On Veterinary Medicine'. (1992). [Zakon Ukrainy 'Pro veterynarnumedytsynu' No 2498-XII vid 25.06.1992 zi zminamy No 2246-IX vid 27.05.2022]. Rezhym dostupu: [<https://xn--80aagahqwyibe8an.com/ukrajiny-zakony/zakon-ukrajini-pro-veterinarnu-meditsynu.html>] (in Ukrainian).
9. EU Council Directive No 96/23 of 1996 [DyrektyvaradyYeS №96/23 vid 1996 roku] Rezhym dostupu:

https://consumerhm.gov.ua/images/Documents/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8_2.pdf.

10. Order of the Ministry of Health of Ukraine 'On Approval of Microbiological Criteria for Establishing Food Safety Indicators'; dated July 19, 2012 No 548 [Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy 'Pro zatverdzhennia Mikrobiolohichnykh kryteriiv dlia vstanovlennia pokaznykiv bezpechnosti kharchovykh produktiv' vid 19.07.2012 No 548] Rezhym dostupu: [<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1321-12#Text>] [in Ukrainian].

11. Decree of the President of Ukraine dated February 'On the introduction of martial law in Ukraine'; 24, 2022 No 64 [Ukaz Prezydenta Ukrainy 'Provedenniavoiennohostanu v Ukraini' vid 24 liutoho 2022 roku No 64]. Rezhym dostupu: [<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/668/2021#Text>] [in Ukrainian].

12. Current issues regarding provision of state control in the field of food safety and veterinary medicine.

13. Ushkalov, A. V. (2023). 'Current issues regarding the provision of state control in the field of food safety and veterinary medicine'; *Materials of the international scientific and practical conference 'Food and environmental security in the conditions of war and post-war reconstruction: challenges for Ukraine and the world dedicated to the 125th anniversary of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine'*; 587-590. [Aktualni pytannia shchodo zabezpechennia derzhavnogo kontroliu v sferi bezpechnosti kharchovykh produktiv ta veterynarnoi medytsyny; Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii 'Prodovolcha ta ekolohichna bezpeka v umovakh viiny ta povoiennoi vidbudovy: vyklyky dlia Ukrainy ta svitu' prysviacheno 125-richchiu Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy; 587-590.]. [in Ukrainian].

FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF STATE CONTROL (OVERSIGHT) MEASURES IN THE FIELD OF FOOD SECURITY IN THE KHARKIV REGION DURING THE WAR WITH RUSSIA

A. Ushkalov, and I. Bozhydai*

Biotechnological University, Kharkiv (Ukraine);
e-mail: bogiday@ukr.net*

Abstract. *Currently, the system of state control (supervision) in the field of food safety and veterinary medicine provides guarantees regarding the safety of products of animal origin, food products of plant origin intended for human consumption, as well as feed for feeding animals. Objects of sanitary supervision can be a source of dangerous factors of chemical, microbiological and radiological pollution that pose a threat to human and animal health. Taking into account international obligations on the part of Ukraine, state monitoring of food products and feed, which are carried out on the basis of risk assessment, has been implemented. According to the State Monitoring Plans for 2022, the Main Department of the State Production and Consumer Service in Kharkiv Region carried out planned sampling of samples of food products of animal and plant origin, animal feed and sent them for laboratory tests for chemical-toxicological, microbiological, radiological criteria, as well as for residues of veterinary drugs. Under the conditions of military aggression, adaptation to changes in external negative factors and as a result of compliance with the requirements of both domestic legislation and international agreements as a whole has been demonstrated.*

Keywords: state control, food products, fodder, state monitoring, safety.

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-IV-05

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-IV-06

APPLICATION OF PCR AND PCR-BASED TECHNIQUES IN VETERINARY MEDICINE

^{1,2}A. Gerilovych* (ORCID ID 0000-0002-3280-4172), ¹O. Chechet (ORCID ID 0000-0001-5099-5577), ¹V. Kovalenko (ORCID ID 0000-0002-2416-5219), ¹M. Sushko (ORCID ID 0000-0003-2723-9903), ¹M. Romanko (ORCID ID 0000-0003-0285-5603), ²I. Korovin (0000-0003-4009-346X) and ³I. Gerilovych

¹State Scientific and Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv (Ukraine); e-mail: antger2011@gmail.com;

²One Health Institute, NGO, Kharkiv (Ukraine);

³National Scientific Center 'Institute for Experimental and Clinical Veterinary Medicine', Kharkiv (Ukraine)

Abstract. *New tests for detection and typing of animal pathogens are developed for the practice of veterinary medicine. The careful systematization is needed to determine the place of molecular-based tools' application in the existing system of epizootological and epidemiological surveillance.*

Today, molecular genetic tests, including PCR, are used in veterinary medicine and agriculture for the following purposes:

- surveillance and diagnosis of infectious and some invasive diseases,*
 - typing of animal pathogens, study of their eco-geographic features, drift of genetic variability and evolution,*
 - research of molecular mechanisms of the immune response and the host-pathogen interactions,*
 - quality and safety control of agricultural products, including food and fodder,*
 - control of the quality and safety of genetic resources of animals,*
 - control of the circulation of pathogens in environmental objects,*
 - analysis of the origin and certification of breeds of productive and non-productive animals,*
- etc.*

The application of molecular genetic methods of monitoring and early diagnosis is regulated by the Manual and Code of the World Organization for Animal Health (WOAH), the Program for the Global Control of Infectious Diseases of the World Health Organization, the instructional documents on the monitoring of infectious diseases of animals and the control of the safety of agricultural products of the FAO. A large number of tests based on molecular diagnostic methods are recommended for use in infectious disease control programs, both emergent and economically significant, in the USA, Canada and the countries of the European Union. This paper summarise current PCR-based developments scope and ways of their implementation into veterinary medicine practice.

Key words: DNA, PCR-detection, RNA, surveillance, veterinary medicine,

Introduction. The growing level of development of agricultural production, biotechnology and bio-industry, transport communications and foreign trade relations in the modern World brings the problems of food and biological safety to the agenda. Their solution is impossible without the involvement of reliable means of surveillance, forecasting and early diagnosis of emergent and economically significant infections, including zoonotic diseases. Risks' and threats' reduction is based on the integration of such fundamental disciplines as genetics and molecular biotechnology into the practice of humane and veterinary medicine, as well as requiring of One Health approach implementation.

The developments in molecular biology provided possibility to create and apply a numerous of tests and diagnostic tools concerning animal and human infectious and parasitic diseases. These tools are based on the detection, typing and mapping of the genome of their agents using polymerase chain reaction (PCR), methods of hybridization with specific probes, plasmid and gene mapping, as well as sequencing methods (determining the nucleotide sequence of the genomes of micro- and

macro-organisms) and phylogenetic analysis (determining the origin and kinship of pathogens), which are becoming increasingly available in the World (Whelan et al., 2001; Lucchini, 2003; Remenyi et al., 2014; McGinnis et al., 2016; Laiho et al., 2016; Springer et al., 2021).

The biggest attention today is concentrated around molecular diagnostic methods. Among them, PCR has already become routine in various modifications, hybridization methods with specific probes, and even the sequencing method is becoming more and more accessible among the world's veterinary community. Even next generation sequencing involves in the veterinary research practices.

New tests for detection and typing of pathogens, which are proposed for practical implementation in veterinary medicine, always require final systematization and determination of their place in the existing system of epizootological and epidemiological surveillance and diagnostics. The aim of this paper to perform analysis of the main current achievements in PCR development and application in veterinary practice, demonstrate its perspectives and future development ways. The essential literature sources were analysed to analyse the existing experience and baselines for PCR and other molecular tests' application

Areas of application of PCR in veterinary medicine.

Today, molecular genetic tests are used in veterinary medicine and agricultural research in following areas:

- surveillance and diagnosis of infectious and some invasive diseases,
- typing and genetic passporting of animals, studying their ecological and geographical features, the drift of genetic variability and evolution,
- research of molecular mechanisms of the immune response and host-pathogen interactions' study,
- quality and safety control of agricultural products, including food and feed-stuff, and their raw components,
- quality and safety control of animal genetic resources (semen, oocytes, embryos),
- control of the circulation of pathogens in environmental objects,
- analysis of the origin and certification of breeds of productive and non-productive animals, etc. (Guan, 2016; Springer, 2021).

Indirect evidence of the effectiveness and expediency of the use of molecular genetic tests is the steadily growing volume of their implementation in the world. In the last decades, investments in their development have grown from USD 300 million to USD 6.2 billion (EMBO site reports, 2006-2020).

PCR in veterinary laboratory diagnostics. What place should PCR take today in the practice of veterinary laboratory diagnostics? Since this method is responsible for direct detection of the pathogen, it can be indirectly compared with the methods of pathogens' antigens or their direct isolation of infectious diseases' agents.

Talking about the comparison of classic microbiological tests with PCR, the latter is clearly inferior to the culture method. This is primarily due to the nature of bacterial pathogens. Prokaryotic organisms have a complex genomic organization, which excludes the infectivity of their genomic material in case of non-viability of the pathogen. The described circumstance reduces the value of PCR as a diagnostic test for bacterial infections. The only exclusions in this are application of PCR in non-cultivated agents' detection and using of mRNA screening, which involves the detection of viable forms based on the presence of such an important element of their reproduction as information RNA. cDNA copies from its matrices can be detected by PCR against the background of previous destruction in DNA extracts by appropriate RNase-free enzymes. Alive microorganisms produce mRNAs, and its detection is evidence of the pathogen's viability, and this allows successful detection of vital forms by PCR. This test has been described in the scientific literature for a long time, but due to its time and human capacity consuming, it is not popular either among researchers and insufficient for practical application (Mahbubani et al., 1991; Rijpens and Herman, 2002; Phillips et al., 2018).

It makes sense to use PCR as an appropriate test for screening of materials potentially containing pathogens of a bacterial nature, including environmental specimens (*B. anthracis*, *Leptospira* agents according to the OIE/WOAH, 2008-2022) and pathological materials (suspected regarding the agents of brucellosis, listeriosis, salmonellosis, shigatoxigenic *Escherichia coli* according to the OIE/WOAH, 2008-2019).

In this context, genetic resources should be included in a separate group of controlled objects. Their control requires a systematic approach. In particular, at the stage of selection and before preservation of sperm, ova and embryos, animals should be tested according to recommended methods, and products may be screened by PCR for factors such as *Brucella* and *Chlamydia*

transmitted to animals via these materials. In the case of detection of the DNA of the mentioned pathogens, the effectiveness of the tests must be proven by classical methods, however, for the entire time of the study, the mentioned materials must undergo 'quarantine', which excludes trade, import-export and transport operations in relation to these genetic resources (WOAH, 2020).

Bacterial agents' detection. The place of PCR and other molecular diagnostic methods in bacterial diseases control can also be defined as an indispensable component in the system of identification and typing of pathogens after isolation and characterization by microbiological techniques. Among the diseases controlled by the WOAH, this situation is described in relation to the following agents: *B. anthracis*, *Chlamydia*, *Mycoplasma*, *Leptospira*, *Mycobacteria*, *Pasteurella* and other bacterial pathogens (WOAH, 2022). In addition, it is an important tool for the indication and identification of difficult-to-cultivate or new diseases agents, when pathogen detection methods are non-available.

Viral pathogens' detection. A different situation exists concerning viral infections. Viral pathogens are carriers of genetic material that has infectious properties. This circumstance explains the diagnostic value of the fact of their genome detection in biomaterials, using different tools including PCR. This statement does not exclude the acceptance of the 'gold standards' of animal viral disease diagnostics, such as isolation in cell cultures, chicken embryos and serological identification in neutralization test, immunofluorescence, etc., but significantly expands the authority and effectiveness of the group of methods of molecular diagnostics and molecular epizootology.

PCR is the prescribed (recommended) test for diagnosis of bluetongue, infectious bovine rhinotracheitis and African horse sickness, as well as an alternative in the diagnostic system for bovine leukaemia, African swine fever and other viral emergent diseases.

The analysis of existing WOAH-recommended protocols demonstrates diagnostics value of PCR concerning animal vesicular diseases, rabies, bluetongue, Aujeszky's disease, highly pathogenic avian influenza, Newcastle disease, Gumboro disease, avian infectious bronchitis, infectious laryngotracheitis, infectious bovine rhinotracheitis, viral diarrhea, classical and African swine fever, transmissible gastroenteritis of pigs and others.

PCR was described as the fast test for the detection of *Pseudorabies virus* (Aujeszky's disease agent) in viral hosts (Hu et al., 2015). The importance of the PCR test was highlighted concerning decomposition or bacterial contamination, as a result of which the possibility of using virological tests is excluded. An important characteristic of PCR in screening for viral transmission is the possibility of using it as a discriminating test for the introduction of virus vaccines containing genetically marked strains of *Pseudorabies virus*. This protocol was developed and validated by different authors, including us, concerning Aujeszky's disease virus. These tools are targeted for indication of the gE gene of *Pseudorabies virus*. In terms of sensitivity, the indicated test is several times superior to the existing methods for detecting viral antigens and/or isolation of the causative agent.

Bluetongue is one of the few diseases of viral aetiology, where PCR is the WOAH-prescribed test. This applies primarily to animal and animal-originated specimens, including the objects of International trade. The available literature also contains information on the effective use of the test to type *Bluetongue virus* by serotype. At the same time, most scientists recognize the priority role of protocols based on classical PCR, preferring them in comparison to real-time PCR, precisely the protocols for PCR in the gel version are summarized in the WOAH Diagnostic Test Manuals (Xu et al., 2019; van Rijn and Boonstra, 2021).

PCR is also the test of the first priority group concerning infectious bovine rhinotracheitis (IBR). The value of PCR as a diagnostic test is manifested in the ability to more effectively detect the virus in comparison with virological methods, the ability to test materials unsuitable for virological examinations, which are available in small quantities or have undergone decomposition, in the frames of the active and passive surveillance of IBR, especially concerning bovine-originated genetic resources. In addition, with the help of PCR, it is possible to carry out more in-depth studies on the typing of the causative agent. At the same time, there are diagnostic protocols capable of differentiating *Bovine herpesviruses* into serotypes (1, 4, 5) and subtypes (1.1, 1.2), providing more opportunities for a balanced and targeted organization of health and preventive measures in the area of spread of infection (Schyns et al., 1999; Kamiyoshi et al., 2008; Yu et al., 2022).

PCR provides special opportunities in the context of scientific research of RNA-containing viruses, in particular, such as the causative agents of Newcastle disease, highly pathogenic avian influenza, bovine viral diarrhea, border disease and classical swine fever, rabies and porcine

respiratory-reproductive syndrome (Sullivan and Akkina, 1995; Alexander, 2008; Mari et al., 2015; Martínez-Bautista et al., 2018; Liang et al., 2019; Liu et al., 2022; Mao et al., 2022).

Thus, in the case of Newcastle disease, PCR is used for the purpose of monitoring of virus-carrying in wild avifauna, indication and identification of the causative agent in the materials received for virological research, as well as identification of selected isolates of the virus. PCR in Newcastle disease is also used for the purpose of patho- and genotyping of the virus. For this, the target genes for detection are fusion protein (F) and nucleoprotein (NP) genes. At the same time, the molecular diagnostics tools, such as sequencing and RFLP analysis, can successfully replace time-consuming and long-term classical tests in vitro and in vivo, that are associated with a number of biological risks. Mentioned tests make it possible to determine the genotypic characteristics, and play a key role in the study of possible ways of virus' introduction to the population of susceptible species.

In the case of highly pathogenic avian influenza, there are two alternative diagnostic systems that complement each other – virological and molecular genetic testing (PCR plays the key role in this workflow of virus detection). In this case, virological methods take a leading place, but at the same time, they are laborious and require a lot of time. On their basis, an official final diagnosis is established. In order to accelerate the means and tools of the response mechanism in monitoring and rapid diagnosis of influenza, their alternative is molecular genetic techniques. The vertical of molecular diagnostics of influenza is formed from three successive stages. At the first stage, pathogens of type A are identified. If RNA of virus is presented in the specimen, at the second stage, the probable belonging of the circulating virus to the highly pathogenic subtypes (H5 and H7, either H9) is required. Samples positive for RNA of these viral groups are subject to even more in-depth research in terms of sequencing the area of the hemagglutinin gene cleavage site. These tests make it possible, firstly, to establish the level of pathogenicity of the virus based on the amino acid sequence of its cleavage site, and, secondly, to determine its origin when compared with other strains and isolates of the virus. An integral component of molecular diagnosis and monitoring of influenza is its differential diagnosis from Newcastle disease, which can also be performed using PCR (Alexander, 2008; Das et al., 2008; Iqbal et al., 2014).

In particular, only sequencing and other deeper tests are essential to differentiate vaccine and epizootic variants of the viruses of Avian infectious bronchitis and Gumboro (infectious bursal) disease. PCR-RFLP is the basis of such differentiation in infectious laryngotracheitis of poultry, geese enteritis and a number of other infections (Jackwood, 2004; Jackwood, 2012; Gowthaman et al., 2020; Mo et al., 2022).

Returning to viral infections of ruminants, it is necessary to note the important role of PCR in the control of Bovine diarrhea (BVD) and border disease (BD). Molecular genetic methods for these infections control are used as screening tests for identification of their agents, and also, given the significant genetic diversity of virus populations, for their genotyping (Mari et al., 2016).

With regard to such debatable and important diseases as African swine fever (ASF) and classical swine fever (CSF), the perception of molecular genetic methods developed for their screening is too ambiguous in the world. In particular, despite existing modifications of the real-time PCR method for ASF virus detection, only one of them has been legalized according to the WOAH Manual. In addition, as we personally managed to verify, it was significantly inferior to methods based on classical PCR in terms of sensitivity. As for classical swine fever, the molecular diagnosis of this disease is not limited to the means of virus detection, but there is also a need for genotyping of CSF virus, which once again determines the place of classic PCR as the main test (Frant et al., 2022; Nishi et al., 2022).

The role of PCR in the control system of genetic resources of cattle, along with the detection protocols of chlamydial DNA, and DNA and RNA of viruses, is an important tool in interrupting the epizootic chain in congenial viruses of cattle and *Chlamydia* (Teankum et al., 2007; El-Mohamady et al., 2020).

PCR plays an important role in the diagnosis of rabies. This test allows you to effectively examine any types of materials, including those that have undergone natural fermentation and decomposition, in which the virus is localized extracellularly, in secretions and excreta, dense (bone and cartilage) tissues. PCR is also a tool for the amplification of variable regions of virus' genes for the purpose of their sequencing and genotyping of the virus (Singh et al., 2017).

In case of porcine respiratory-reproductive syndrome (PRRS), PCR as a screening test is low effective, because of instability of viral genet material in the specimens, and even more so, it is not suitable for diagnosis. However, it has not the last role in determining the genotype of circulating viruses, which allows to adjust immunoprophylactic regimens (Young et al., 2010).

An important aspect of PCR application in the pig diseases' control system is the study of circoviral infection. As shown by the studies conducted with the help of the diagnostic system developed by us, the percentage of affected animals in the farms of our state is quite large. This makes it necessary to tighten control over imported animals and their products, because they are the source of the virus entering and spreading on the territory of Ukraine (Rudova et al., 2022).

Biotechnological control systems are an important practical aspect of the application of molecular genetic tests. Due to the significant expressivity of these methods, they are suitable for screening of contamination of raw materials for the manufacture of immunobiological preparations, control of finished products with mycoplasmas and viral agents (the control of live vaccines for cattle for contamination with *Bovine diarrhea virus* and vaccines against swine diseases for circoviral contamination is especially critical). At the same time, molecular genetic testing makes it possible to effectively investigate the authenticity of breeding strains of production strains and to investigate other passport characteristics of them.

If we have more or less described the role of molecular diagnostic tools above, then we have not touched on the question of its tools recognized in the world at all. Today, the market for real-time PCR offers is rapidly developing. On the one hand, this trend is evaluated positively, because the developers declare the high sensitivity and specificity of the tests, greater expressivity compared to the classic version, and many other advantages (van Kuppeveld et al., 1994; Uphoff et al., 2011; Uryvaev et al., 2012).

Comparative efficacy of PCR modifications in veterinary medicine. The analysis of scientific and technical references on PCR application in veterinary medicine, several aspects should be highlighted.

First, considering the price of the equipment and the cost of the reaction itself, it is safe to say that traditional PCR will have a winning position in comparison to real-time PCR for a long time. Secondly, the reliability of the test is determined by its presence in the current recommendations of the WOA, FAO or WHO. At the same time, there are no equals to traditional tests, because direct citations in the Manual about real-time PCR are only for African swine fever, avian influenza and a few other diseases. Third, the capabilities inherent in real-time PCR for routine diagnosis, screening, and monitoring work are simply unnecessary. The speed mostly consists only in the absence of the need to put electrophoresis step, and the higher sensitivity is accompanied by increased risks of contamination of materials. The only exception to this is rapid-indication techniques, which take place without elongation. At the same time, it can be compensated for by increasing cycles, nested modification, or involving primers flanking short products.

Among all the areas of practical application of quantitative PCR, only the need to screen products and feeds for the content of genetically modified components deserves attention, and that only because acceptable levels of the content of these components and their derivatives have been established for these products. Quantitative characteristics of detected products are of great importance in scientific research on pathogenesis and immunogenesis, which are simply unnecessary in practice.

During scientific research, genotypic and pathotype characteristics of animal viruses are established by DNA analysis methods, for which PCR is a tool for developing material for study. Fragments for RFLP, sequencing and other tests are prepared by PCR.

World and national trends of molecular diagnostics development. World leaders in the production of goods and services for the needs of laboratory diagnostics in veterinary and human medicine (Phizer, IDVet, IDEXX, Invitrogen, Sigma, Eppendorf, etc.) currently offer more than 20,000 different products (diagnostic test kits and related products) for molecular genetic research and infectious diseases' diagnostics.

The development and implementation of molecular genetic diagnostic tests currently is the priority vector for most international programs supporting scientific grants in the fields of biological safety, agricultural sciences, and veterinary medicine: Horizon 2020, and Horizon-Europe by European Union, the G-7 Global Partnership Program, the Program for Joint Biological Research of the US Department of State and Biological threat reduction programs of the US Department of Defence. The total fund of financing under these programs is 3-5 billion US dollars per year.

The application of molecular genetic methods in the system of veterinary laboratory diagnostics began in 1990s. In particular, in Ukraine the first methods for the detection of DNA of the bovine leukaemia virus (NSC 'IECVM', 1997) and RNA of the classical swine fever virus (IVM, 2001) were developed in the veterinary scientific institutions of the National Academy for Agrarian Sciences

of Ukraine. Later, the State Research and Control Institute of Biotechnology (SSCIBMS) (2005), the State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary Expertise (SSRILDVSE) (2012) and the Ukrainian Agricultural Product Quality Laboratory of NULES (2007) joined this work.

Scientists in different Ukrainian veterinary establishments (universities and research institutions) developed and registered in Ukraine over 30 PCR- and real-time PCR-based test kits for the diagnosis of tuberculosis, chlamydia, avian and swine flu, leukemia, infectious rhinotracheitis, bovine viral diarrhea, circovirus infection pigs, Aujeszki's disease, Marek's disease, Newcastle disease, mycoplasmosis of pigs etc. In addition, more than 60 methods for the detection of RNA and DNA of animal pathogens using PCR have been developed and tested (including detection of DNA of the African swine fever virus, 8 species of mycoplasma, 4 species of *Brucella*, RNA of the bluetongue virus and genetic material of other causative agents of viral sparrows of poultry, pigs, cattle), which are used in scientific and scientific and innovative activities of the Institute. Also, non-commercial recombinant vector controls were constructed for PCR detection of the genetic material of bluetongue viruses, Schmallenberg disease, African swine fever, avian influenza, and porcine reproductive and respiratory syndrome. Today, most of these developments are adapted to the real-time PCR format.

PCR-based research achievements. On the basis of molecular genetic methods, in-depth studies of the genotypic variability of the causative agents of highly pathogenic avian influenza (H5 and H7), Newcastle disease, reproductive and respiratory syndrome of pigs, circovirus infection of pigs, bovine leukemia, viral diarrhea of cattle, tuberculosis, animal brucellosis, thanks to which the spectrum of circulating genotypes, the origin of the specified viruses and bacteria from the countries of Central Europe and Russia was established. A fundamentally new genotype of poultry paramyxoviruses (13th) was described in cooperation with SEPRL (USDA, US) (Goraichuk et al., 2016). In total, about 270 virus strains and more than 200 bacterial strains have been characterized, as a result of which their passport data has been supplemented with molecular genetic characteristics. These strains are used for the development of effective domestic innovative import-substituting means of monitoring, diagnosis and prevention of emergent and economically significant infectious diseases of animals.

Scientists of the IVM of the National Academy for Agrarian Sciences of Ukraine have developed methods for detecting the genetic material of swine viruses, DNA of African swine fever, pathogenic *Leptospira*, causative agents of dysentery and chicken infectious bronchitis virus using PCR. SSCIBMS's scientists have developed methods for detecting DNA (RNA) of the causative agents of salmonellosis, porcine reproductive and respiratory syndrome, bovine viral diarrhea, rabies, and carnivores' distemper. Together with the scientists of the NSC IECVM developed a technique for detecting the genetic material of the causative agent of bird flu using the innovative method of isothermal PCR (Pyskun et al., 2019; Rudova et al., 2022; Sytiuk et al., 2022).

Research on the genotypic variability of the CSF virus, circoviruses, and Aujeszki's disease viruses was also conducted at IVM. A phylogenetic analysis of the rabies virus (jointly with SSCIBMS), the African swine fever, was carried out at the National Institute of Veterinary Medicine. Scientists of SSCIBMS carried out a phylogenetic analysis of the porcine reproductive-respiratory syndrome virus.

Recommendations for cattle and pig genetic resources quality and safety control were developed, based on screening of mycoplasmal, chlamydial and viral contamination using PCR, under order of the Ministry of Agrarian Policy of Ukraine.

Next Generation Sequencing was implemented for detection and phylogenetic study of different viral and bacterial species (Kovalenko et al., 2019; Bolotin et al., 2021; Sapachova et al., 2021; Tarasov et al., 2022).

Nucleic acid amplification techniques are often more sensitive than the mentioned methods of PCR-based detection and considerably faster than pathogen culture, improving diagnostic efficiency in the study of vector-borne diseases, including zoonotic pathogens (Korber et al., 2017).

In routine diagnostic settings, real-time quantitative PCR (qPCR) is often used due to increased sensitivity and speed as compared to conventional PCR. Additionally, real-time qPCR allows quantification by the gene copy numbers of the given pathogen or cycle threshold (Ct) values and can therefore also be useful for monitoring the course of infection (Che et al., 2019). However, it should be kept in mind that detection of DNA does not necessarily indicate that viable pathogens are present, and false-positive results may be obtained after successful treatment (Kuleš et al., 2017).

Adaptations of the real-time qPCR method include quantitative PCR (qPCR), which allows detection and quantification of rare target sequences by partitioning the sample into many parallel PCR reactions, thus improving test sensitivity. This technique has recently been successfully applied

for *B. burgdorferi* s.l. identification in patient blood, which was previously hindered by extremely low numbers of circulating *Spirochaetes* (Das et al., 2020).

Aside from singleplex PCRs, multiplex assays may be used as screening tests. For example, multiplex assays combining real-time qPCR detection of *A. phagocytophilum* with *Ehrlichia* spp. or *B. burgdorferi* s.l. are available (Courtney et al., 2004; Reller et al., 2018), while a broad-panel system for the simultaneous detection of nine tick-borne pathogens is currently available for research use only (Buchan et al., 2019).

Recently, multiplex PCR followed by electrospray ionisation mass spectrometry (PCR/ESI-MS) has been used to diagnose early *B. burgdorferi* s.s., *Ehrlichia* spp. and *R. rickettsii* as well as *A. phagocytophilum* infections (Eshoo, 2010; 2012). This technique provides the advantage of identifying and genotyping pathogens in a short time, but it was only adopted by a few hospitals in Europe and was discontinued by the manufacturer in 2017, probably due to economic reasons (Özenci et al., 2017).

The rather new and perspective for further implementation is application of the isothermal (LAMP) PCR in field surveillance. This test doesn't need specific equipment and less time/conditions consuming solution for screening of the animal diseases agents in different specimens (Zhao et al., 2020).

Loop-mediated isothermal amplification (LAMP) is a novel nucleic acid amplification method, which amplifies DNA/RNA with high specificity, sensitivity and rapidity under isothermal condition (Notomi et al., 2000). It has already found wide application in RNA virus detection, such as *Foot-and-mouth disease virus* (Dukes et al., 2006), *Swine vesicular disease virus* (Blomstrom et al., 2008), *Taura syndrome virus* (Kiatpathomchai, 2007), and H5N1 *Avian influenza virus* (Imai et al., 2007).

Conclusions

Therefore, molecular genetic tests, especially PCR, today play a significant role in the active and passive case and syndromic surveillance systems, laboratory diagnostics, biotechnological control, however, like any method, it requires qualified and justified application.

At the same time, it is necessary first of all to be guided by the current requirements and recommendations of the World Organization for Animal Health (WOAH), and in the case of zoonotic diseases – of the World Health Organization (WHO). In view of the instrumental capabilities, the need for implementation and the meaning of the applied tests, there is a need for a wide implementation of molecular diagnostic methods, which, when used in practical institutions, should be based on traditional PCR, and to ensure proper scientific progress, relevant scientific centers and institutions should be provided with the support of the state by means of real-time detection and DNA analysis (sequencing).

REFERENCES

1. Remenyi, R., Qi, H., Su, S. Y., Chen, Z., Wu, N. C., Arumugaswami, V., Truong, S., Chu, V., Stokelman, T., Lo, H. H., Olson, C. A., Wu, T. T., Chen, S. H., Lin, C. Y., and Sun, R. (2014). 'A comprehensive functional map of the hepatitis C virus genome provides a resource for probing viral proteins'; *mBio*; 5(5):e01469-14. doi:10.1128/mBio.01469-14.
2. McGinnis, J., Laplante, J., Shudt, M., and George, K. S. (2016). 'Next generation sequencing for whole genome analysis and surveillance of influenza A viruses'; *J Clin Virol: Offic Public Pan American Society Clin Virol*; 79:44–50. doi:10.1016/j.jcv.2016.03.005.
3. Laiho, J. E., Oikarinen, S., Oikarinen, M., Larsson, P. G., Stone, V. M., Hober, D., Oberste, S., Flodström-Tullberg, M., Isola, J., and Hyöty, H. (2015). 'Application of bioinformatics in probe design enables detection of enteroviruses on different taxonomic levels by advanced in situ hybridization technology'; *J Clin Virol: Offic Public Pan American Society Clin Virol*; 69:165–171. doi:10.1016/j.jcv.2015.06.085.
4. Whelan, S., Liò, P., and Goldman, N. (2001). 'Molecular phylogenetics: state-of-the-art methods for looking into the past'; *Trends Genetic: TIG*; 17(5):262–272. doi:10.1016/s0168-9525(01)02272-7.
5. Lucchini V. (2003). 'AFLP: a useful tool for biodiversity conservation and management'; *Comptes Rendus Biol*; 326(1): S43–S48. doi:10.1016/s1631-0691(03)00026-x.
6. Springer, A., Glass, A., Probst, J., and Strube, C. (2021). 'Tick-borne zoonoses and commonly used diagnostic methods in human and veterinary medicine'; *Parasitol Res*; 120(12):4075–4090. doi:10.1007/s00436-020-07033-3.

7. Guan, H., Zhang, J., Xiao, Y., Sha, D., Ling, X., and Kan, B. (2016). 'Evaluation of PCR Based Assays for the Improvement of Proportion Estimation of Bacterial and Viral Pathogens in Diarrheal Surveillance'; *Front Microbiol*; 7:386. doi:10.3389/fmicb.2016.00386.
8. Mahbubani, M. H., Bej, A. K., Miller, R. D., Atlas, R. M., DiCesare, J. L., and Haff, L. A. (1991). 'Detection of bacterial mRNA using polymerase chain reaction'; *BioTechniq*; 10(1):48–49.
9. Phillips, S., Vodstrcil, L. A., Huston, W. M., Lawrence, A., Timms, P., Chen, M. Y., Worthington, K., McIver, R., Bradshaw, C. S., Garland, S. M., Tabrizi, S. N., and Hocking, J. S. (2018). 'Detection of Chlamydia trachomatis mRNA using digital PCR as a more accurate marker of viable organism'; *Europ J Clinic Microbiol Infect Dis: Offic Public Europ Society Clinic Microbiol*; 37(11):2117–2122. doi:10.1007/s10096-018-3347-y
10. Rijpens, N. P., and Herman, L. M. (2002). 'Molecular methods for identification and detection of bacterial food pathogens'; *J AOAC Int*; 85(4):984–995.
11. OIE/WOAH Terrestrial Manual online, 2022, available at: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-manual-online-access/>.
12. OIE/WOAH Terrestrial Code online, 2022, available at: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/>.
13. Hu, L., Lin, X. Y., Yang, Z. X., Yao, X. P., Li, G. L., Peng, S. Z., and Wang, Y. (2015). 'A multiplex PCR for simultaneous detection of classical swine fever virus, African swine fever virus, highly pathogenic porcine reproductive and respiratory syndrome virus, porcine reproductive and respiratory syndrome virus and pseudorabies in swines'; *Polish J Vet Sci*; 18(4):715–723. doi:10.1515/pjvs-2015-0093.
14. Xu, Q., Ge, J., Li, M., Sun, E., Zhou, Y., Guo, Y., Wu, D., and Bu, Z. (2019). 'PCR-based reverse genetics strategy for bluetongue virus recovery'; *Virol J*; 16(1):151. doi:10.1186/s12985-019-1261-2.
15. van Rijn, P. A., and Boonstra, J. (2021). 'Critical parameters of real time reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) diagnostics: Sensitivity and specificity for bluetongue virus'; *J Virol Methods*; 295:114211. doi:10.1016/j.jviromet.2021.114211.
16. Yu, Z., Zhao, Z., and Chen, L. (2022). 'Development of a droplet digital PCR assay to detect bovine alphaherpesvirus 1 in bovine semen'; *BMC Vet Res*; 18:125. doi:10.1186/s12917-022-03235-2.
17. Schynts, F., Baranowski, E., Lemaire, M., and Thiry, E. (1999). 'A specific PCR to differentiate between gE negative vaccine and wildtype bovine herpesvirus type 1 strains'; *Vet Microbiol*; 66(3):187–195. doi:10.1016/s0378-1135(99)00008-5.
18. Kamiyoshi, T., Murakami, K., Konishi, M., Izumi, Y., and Sentsui, H. (2008). 'The presence of a deletion sequence in the BHV-1 UL49 homolog in a live attenuated vaccine for infectious bovine rhinotracheitis (IBR)'; *Vaccine*; 26(4):477–485. doi:10.1016/j.vaccine.2007.11.037.
19. Mao, Q., Ma, S., Schrickel, P. L., Zhao, P., Wang, J., Zhang, Y., Li, S., and Wang, C. (2022). 'Review detection of Newcastle disease virus'; *Front Vet Sci*; 9:936251. doi:10.3389/fvets.2022.936251.
20. Alexander D. J. (2008). 'Avian influenza – diagnosis'; *Zoonos Public Health*; 55(1):16–23. doi:10.1111/j.1863-2378.2007.01082.x.
21. Liang, H., Geng, J., Bai, S., Aimuguri, A., Gong, Z., Feng, R., Shen, X., and Wei, S. (2019). 'TaqMan real-time PCR for detecting bovine viral diarrhea virus'; *Polish J Vet Sci*; 22(2):405–413. doi:10.24425/pjvs.2019.129300.
22. Liu, H., Shi, K., Zhao, J., Yin, Y., Chen, Y., Si, H., Qu, S., Long, F., and Lu, W. (2022). 'Development of a one-step multiplex qRT-PCR assay for the detection of African swine fever virus, classical swine fever virus and atypical porcine pestivirus'; *BMC Vet Res*; 18(1):43. doi:10.1186/s12917-022-03144-4.
23. Sullivan, D. G., and Akkina, R. K. (1995). 'A nested polymerase chain reaction assay to differentiate pestiviruses'; *Virus Res*; 38(2-3):231–239. doi:10.1016/0168-1702(95)00065-x.
24. Martínez-Bautista, N. R., Sciutto-Conde, E., Cervantes-Torres, J., Segura-Velázquez, R., Mercado García, M. C., Ramírez-Mendoza, H., Trujillo Ortega, M. E., Delgadillo Alvarez, J., Castillo-Juárez, H., and Sanchez-Betancourt, J. I. (2018). 'Phylogenetic analysis of ORF5 and ORF7 of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus and the frequency of wild-type PRRS virus in México'; *Transboundary Emerging Dis*; 65(4):993–1008. doi:10.1111/tbed.12831.
25. Mari, V., Losurdo, M., Lucente, M. S., Lorusso, E., Elia, G., Martella, V., Patruno, G., Buonavoglia, D., and Decaro, N. (2016). 'Multiplex real-time RT-PCR assay for bovine viral diarrhea virus type 1, type 2 and HoBi-like pestivirus'; *J Virol Methods*; 229:1–7. doi:10.1016/j.jviromet.2015.12.003.

26. Das, A., Spackman, E., Thomas, C., Swayne, D. E., and Suarez, D. L. (2008). 'Detection of H5N1 high-pathogenicity avian influenza virus in meat and tracheal samples from experimentally infected chickens'; *Avian Dis*; 52(1):40–48. doi:10.1637/8093-082107-Reg.
27. Iqbal, M., Reddy, K. B., Brookes, S. M., Essen, S. C., Brown, I. H., and McCauley, J. W. (2014). 'Virus pathotype and deep sequencing of the HA gene of a low pathogenicity H7N1 avian influenza virus causing mortality in Turkeys'; *PloS one*; 9(1):e87076. doi:10.1371/journal.pone.0087076.
28. Jackwood, M. W. (2012). 'Review of infectious bronchitis virus around the world'; *Avian Dis*; 56(4):634–641. doi:10.1637/10227-043012-Review.1.
29. Gowthaman, V., Kumar, S., Koul, M., Dave, U., Murthy, T. R. G. K., Munuswamy, P., Tiwari, R., Karthik, K., Dhama, K., Michalak, I., and Joshi, S. K. (2020). 'Infectious laryngotracheitis: Etiology, epidemiology, pathobiology, and advances in diagnosis and control - a comprehensive review'; *Vet Quarterly*; 40(1):140–161. doi:10.1080/01652176.2020.1759845.
30. Mo, J., Angelichio, M., Gow, L., Leathers, V., and Jackwood, M. W. (2022). 'Quantitative real-time PCR assays for the concurrent diagnosis of infectious laryngotracheitis virus, Newcastle disease virus and avian metapneumovirus in poultry'; *J Vet Sci*; 23(2):e21. doi:10.4142/jvs.21153.
31. Jackwood, D. J. (2004). 'Recent trends in the molecular diagnosis of infectious bursal disease viruses'; *Anim Health Res Rev*; 5(2):313–316. doi:10.1079/ahr200490.
32. Frant, M. P., Gal-Cisoń, A., Bocian, Ł., Ziętek-Barszcz, A., Niemczuk, K., and Szczotka-Bochniarz, A. (2022). 'African Swine Fever (ASF) Trend Analysis in Wild Boar in Poland (2014-2020)'; *Anim: Open Access J MDPI*; 12(9):1170. doi:10.3390/ani12091170.
33. Nishi, T., Okadera, K., Fukai, K., Yoshizaki, M., Nakasui, A., Yoneyama, S., and Kokuho, T. (2022). 'Establishment of a Direct PCR Assay for Simultaneous Differential Diagnosis of African Swine Fever and Classical Swine Fever Using Crude Tissue Samples'; *Viruses*; 14(3):498. doi:10.3390/v14030498.
34. El-Mohamady, R. S., Behour, T. S., and Rawash, Z. M. (2020). 'Concurrent detection of bovine viral diarrhoea virus and bovine herpesvirus-1 in bulls' semen and their effect on semen quality'; *Int J Vet Sci Med*; 8(1):106–114. doi:10.1080/23144599.2020.1850197.
35. Teankum, K., Pospischil, A., Janett, F., Brugnera, E., Hoelzle, L. E., Hoelzle, K., Weilenmann, R., Zimmermann, D. R., Gerber, A., Polkinghorne, A., and Borel, N. (2007). 'Prevalence of chlamydiae in semen and genital tracts of bulls, rams and bucks'; *Theriogenol*; 67(2):303–310. doi:10.1016/j.theriogenology.2006.07.012.
36. Singh, R., Singh, K. P., Cherian, S., Saminathan, M., Kapoor, S., Manjunatha Reddy, G. B., Panda, S., and Dhama, K. (2017). 'Rabies - epidemiology, pathogenesis, public health concerns and advances in diagnosis and control: a comprehensive review'; *Vet Quarterly*; 37(1):212–251. doi:10.1080/01652176.2017.1343516.
37. Young, B., Dewey, C., Poljak, Z., Rosendal, T., and Carman, S. (2010). 'Clinical signs and their association with herd demographics and porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) control strategies in PRRS PCR-positive swine herds in Ontario'; *Canadian J Vet Res = Rev Canadienne Recherche Veterinaire*; 74(3):170–177.
38. Rudova, N., Buttler, J., Kovalenko, G., Sushko, M., Bolotin, V., Muzykina, L., Zinenko, O., Stegnyy, B., Dunaiev, Y., Sytiuk, M., Gerilovych, A., Drown, D. M., Bortz, E., and Solodiantkin, O. (2022). 'Genetic Diversity of Porcine Circovirus 2 in Wild Boar and Domestic Pigs in Ukraine'; *Viruses*; 14(5):924. doi:10.3390/v14050924.
39. Uryvaev, L. V., Dedova, A. V., Dedova, L. V., Ionova, K. S., Parasjuk, N. A., Selivanova, T. K., Bunkova, N. I., Gushina, E. A., Grebennikova, T. V., and Podchernjaeva, R. J. (2012). 'Contamination of cell cultures with bovine viral diarrhoea virus (BVDV)'; *Bull Exp Biol Med*; 153(1):77–81. doi:10.1007/s10517-012-1648-1.
40. van Kuppeveld, F. J., Johansson, K. E., Galama, J. M., Kissing, J., Bölske, G., van der Logt, J. T., and Melchers, W. J. (1994). 'Detection of mycoplasma contamination in cell cultures by a mycoplasma group-specific PCR'; *App Env Microbiol*; 60(1):149–152. doi:10.1128/aem.60.1.149-152.1994.
41. Uphoff, C. C., and Drexler, H. G. (2011). 'Detecting mycoplasma contamination in cell cultures by polymerase chain reaction'; *Methods Molec Biol*; (Clifton, N.J.); 731:93–103. doi:10.1007/978-1-61779-080-5 8.
42. Goraichuk, I., Sharma, P., Stegnyy, B., Muzyka, D., Pantin-Jackwood, M. J., Gerilovych, A., Solodiantkin, O., Bolotin, V., Miller, P. J., Dimitrov, K. M., and Afonso, C. L. (2016). 'Complete Genome Sequence of an Avian Paramyxovirus Representative of Putative New Serotype 13'; *Genome Announcements*; 4(4):e00729-16. doi:10.1128/genomeA.00729-16.

43. Pyskun, A., Ukhovskiy, V., Pyskun, O., Nedosekov, V., Kovalenko, V., Nychyk, S., Sytiuk, M., and Iwaniak, W. (2019). 'Presence of Antibodies Against *Leptospira interrogans* Serovar *hardjo* in Serum Samples from Cattle in Ukraine'; *Polish J Microbiol*; 68(3):295–302. doi:10.33073/pjm-2019-031.
44. Sytiuk, M. P., Bezymennyy, M. V., Halka, I. V., Uhovskyy, V. V., Muzykina, L. M., Lavalley, M., Nychyk, S. A., Nedosekov, V. V., Howard, M. W., and Bortz, E. (2022). 'Seroprevalence of Enzootic Teschen Disease in the Wild Boar Population in Ukraine'; *Vector Borne Zoonotic Dis*; (Larchmont, N.Y.); 22(2): 138–147. doi:10.1089/vbz.2021.0063.
45. Tarasov, O., Kovalenko, G., Muzykina, L., Bezymennyy, M., Bortz, E., and Drown, D. M. (2022). 'Genome Sequence of *Erysipelothrix* sp. Strain Poltava, Isolated from Acute Septic Erysipelas of Swine in Ukraine'; *Microbiol Res Announcements*; 11(8):e0043822. doi:10.1128/mra.00438-22.
46. Bolotin, V., Kovalenko, G., Marchenko, N., Solodiankin, O., Rudova, N., Kutsenko, V., Bortz, E., Gerilovych, A., and Drown, D. M. (2021). 'Complete Genome Sequence of *Brucella abortus* 68, Isolated from Aborted Fetal Sheep in Ukraine'; *Microbiol Res Announcements*; 10(10):e01436-20. doi:10.1128/MRA.01436-20.
47. Sapachova, M., Kovalenko, G., Sushko, M., Bezymennyy, M., Muzyka, D., Usachenko, N., Mezhenyskyi, A., Abramov, A., Essen, S., Lewis, N. S., and Bortz, E. (2021). 'Phylogenetic Analysis of H5N8 Highly Pathogenic Avian Influenza Viruses in Ukraine, 2016-2017'; *Vector Borne Zoonotic Dis*; (Larchmont, N.Y.); 21(12):979–988. doi:10.1089/vbz.2021.0031.
48. Kovalenko, G., Ducluzeau, A. L., Ishchenko, L., Sushko, M., Sapachova, M., Rudova, N., Solodiankin, O., Gerilovych, A., Dagdag, R., Redlinger, M., Bezymennyy, M., Frant, M., Lange, C. E., Dubchak, I., Mezhenyskyi, A. A., Nychyk, S., Bortz, E., and Drown, D. M. (2019). 'Complete Genome Sequence of a Virulent African Swine Fever Virus from a Domestic Pig in Ukraine'; *Microbiol Res Announcements*; 8(42):e00883-19. doi:10.1128/MRA.00883-19.
49. Korber, F., Zeller, I., Grünstäudl, M., Willinger, B., Apfalter, P., Hirschl, A. M., and Makristathis, A. (2017). 'SeptiFast versus blood culture in clinical routine - A report on 3 years experience'; *Wiener Klinische Wochenschrift*; 129(11-12):427–434. doi:10.1007/s00508-017-1181-3.
50. Li, C., Chen, X., Wen, R., Ma, P., Gu, K., Li, C., Zhou, C., Lei, C., Tang, Y., and Wang, H. (2022). 'Immunocapture Magnetic Beads Enhanced the LAMP-CRISPR/Cas12a Method for the Sensitive, Specific, and Visual Detection of *Campylobacter jejuni*'; *Biosensors*; 12(3):154. doi:10.3390/bios12030154.
51. Kuleš, J., Potocnakova, L., Bhide, K., Tomassone, L., Fuehrer, H. P., Horvatić, A., Galan, A., Guillemin, N., Nižić, P., Mrljak, V., and Bhide, M. (2017). 'The Challenges and Advances in Diagnosis of Vector-Borne Diseases: Where Do We Stand?'; *Vector Borne Zoonotic Dis*; (Larchmont, N.Y.); 17(5):285–296. doi:10.1089/vbz.2016.2074.
52. Das, S., Hammond-McKibben, D., Guralski, D., Lobo, S., and Fiedler, P. N. (2020). 'Development of a sensitive molecular diagnostic assay for detecting *Borrelia burgdorferi* DNA from the blood of Lyme disease patients by digital PCR'; *PloS one*; 15(11):e0235372. doi:10.1371/journal.pone.0235372.
53. Courtney, J. W., Kostelnik, L. M., Zeidner, N. S., and Massung, R. F. (2004). 'Multiplex real-time PCR for detection of *Anaplasma phagocytophilum* and *Borrelia burgdorferi*'; *J Clin Microbiol*; 42(7):3164–3168. doi:10.1128/JCM.42.7.3164-3168.2004.
54. Reller, M. E., and Dumler, J. S. (2018). 'Development and Clinical Validation of a Multiplex Real-Time Quantitative PCR Assay for Human Infection by *Anaplasma phagocytophilum* and *Ehrlichia chaffeensis*'; *Tropic Med Infect Dis*; 3(1):14. doi:10.3390/tropicalmed3010014.
55. Buchan, B. W., Jobe, D. A., Mashock, M., Gerstbrein, D., Faron, M. L., Ledebor, N. A., and Callister, S. M. (2019). 'Evaluation of a Novel Multiplex High-Definition PCR Assay for Detection of Tick-Borne Pathogens in Whole-Blood Specimens'; *J Clin Microbiol*; 57(11):e00513-19. doi:10.1128/JCM.00513-19.
56. Eshoo, M. W., Crowder, C. D., Li, H., Matthews, H. E., Meng, S., Sefers, S. E., Sampath, R., Stratton, C. W., Blyn, L. B., Ecker, D. J., and Tang, Y. W. (2010). 'Detection and identification of *Ehrlichia* species in blood by use of PCR and electrospray ionization mass spectrometry'; *J Clin Microbiol*; 48(2):472–478. doi:10.1128/JCM.01669-09.
57. Eshoo, M. W., Crowder, C. C., Rebman, A. W., Rounds, M. A., Matthews, H. E., Picuri, J. M., Soloski, M. J., Ecker, D. J., Schutzer, S. E., and Aucott, J. N. (2012). 'Direct molecular detection and genotyping of *Borrelia burgdorferi* from whole blood of patients with early Lyme disease'; *PloS one*; 7(5):e36825. doi:10.1371/journal.pone.0036825.
58. Özenci, V., Patel, R., Ullberg, M., and Strålin, K. (2018). 'Demise of Polymerase Chain Reaction/Electrospray Ionization-Mass Spectrometry as an Infectious Diseases Diagnostic Tool'; *Clinic Infect Dis: Offic Public Infect Dis Society of America*; 66(3):452–455. doi:10.1093/cid/cix743.

59. Zhao, K., Hu, R., Ni, J., Liang, J., He, X., Du, Y., Xu, Y., Zhao, B., Zhang, Q., and Li, C. (2020). 'Establishment of a porcine parvovirus (PPV) LAMP visual rapid detection method'; *J Virol Methods*; 284:113924. doi:10.1016/j.jviromet.2020.113924.
60. Notomi, T., Okayama, H., Masubuchi, H., Yonekawa, T., Watanabe, K., Amino, N., and Hase, T. (2000). 'Loop-mediated isothermal amplification of DNA'; *Nucleic Acids Res*; 28(12):E63. doi:10.1093/nar/28.12.e63.
61. Aebischer, A., Wernike, K., Hoffmann, B., and Beer, M. (2014). 'Rapid genome detection of Schmallenberg virus and bovine viral diarrhoea virus by use of isothermal amplification methods and high-speed real-time reverse transcriptase PCR'; *J Clin Microbiol*; 52(6):1883–1892. doi:10.1128/JCM.00167-14.
62. Blomström, A. L., Hakhverdyan, M., Reid, S. M., Dukes, J. P., King, D. P., Belák, S., and Berg, M. (2008). 'A one-step reverse transcriptase loop-mediated isothermal amplification assay for simple and rapid detection of swine vesicular disease virus'; *J Virol Methods*; 147(1):188–193. doi:10.1016/j.jviromet.2007.08.023.
63. Kiatpathomchai, W., Jareonram, W., Jitrapakdee, S., and Flegel, T. W. (2007). 'Rapid and sensitive detection of Taura syndrome virus by reverse transcription loop-mediated isothermal amplification'; *J Virol Methods*; 146(1-2):125–128. doi:10.1016/j.jviromet.2007.06.007.
64. Imai, M., Ninomiya, A., Minekawa, H., Notomi, T., Ishizaki, T., Van Tu, P., Tien, N. T., Tashiro, M., and Odagiri, T. (2007). 'Rapid diagnosis of H5N1 avian influenza virus infection by newly developed influenza H5 hemagglutinin gene-specific loop-mediated isothermal amplification method'; *J Virol Methods*; 141(2):173–180. doi:10.1016/j.jviromet.2006.12.004.

ЗАСТОСУВАННЯ ПЛР ТА МЕТОДИК НА ЇЇ ОСНОВІ У ВЕТЕРИНАРНІЙ МЕДИЦИНІ

^{1,2}Герілович А.*, ¹Чечет О., ¹Коваленко В., ¹Сушко М., ¹Романько М.,
²Коровін І., ³Герілович І.

¹Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ (Україна); e-mail: antger2011@gmail.com*

²ГО «Інститут єдиного здоров'я», м. Харків (Україна);

³ННЦ «Інститут експериментальної та клінічної ветеринарної медицини», м. Харків (Україна)

Резюме. Для практики ветеринарної медицини розроблені нові тести для виявлення та диференціації патогенів тварин. Необхідна ретельна систематизація молекулярних засобів для визначення їх місця застосування в існуючій системі епізоотологічного та епідеміологічного нагляду.

Сьогодні молекулярно-генетичні тести, в тому числі ПЛР, використовуються у ветеринарній медицині та сільському господарстві в наступних цілях:

- моніторинг та діагностика інфекційних та деяких інвазійних захворювань,
- диференціації збудників інфекційних захворювань тварин, вивчення їх еколого-географічних особливостей, дрейфу генетичної мінливості та еволюції,
- дослідження молекулярних механізмів імунної відповіді та взаємодії хазяїн-патоген,
- контроль якості та безпечності сільськогосподарської продукції, в тому числі харчових продуктів і кормів,
- контроль якості та безпечності генетичних ресурсів тварин,
- контроль за циркуляцією патогенів у об'єктах навколишнього середовища,
- аналіз походження та сертифікація порід продуктивних і непродуктивних тварин тощо.

Застосування молекулярно-генетичних методів моніторингу та ранньої діагностики регламентується Інструкцією та Кодексом Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин (ВООЗТ, WOAH), Програмою глобального контролю за інфекційними хворобами Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), інструктивними документами з моніторингу інфекційних хвороб тварин і контролю безпечності сільськогосподарської продукції FAO. Велика кількість тестів, заснованих на методах молекулярної діагностики, рекомендовані для використання в програмах контролю інфекційних захворювань тварин, як нових, так і економічно значущих, у США, Канаді та країнах Європейського Союзу. У статті узагальнено сучасні масштаби розробок на основі ПЛР та шляхи їх впровадження у практику ветеринарної медицини.

Ключові слова: ДНК, ПЛР-детекція, РНК, моніторинг, ветеринарна медицина/

One Health Journal. 2023. Том 1. Номер 4

РАДІАЦІЙНА СИТУАЦІЯ НА ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ УКРАЇНИ В ПОСТЧОРНОБИЛЬСЬКИЙ ПЕРІОД З 2013 ПО 2022 РОКИ

*Малімон З. В. (ORCID ID 0000-0002-8616-3198), Кочетова Г. С. (ORCID ID 0000-0003-3234-1355), Гусак Л. М. (ORCID ID 0000-0001-7570-2574), Шуляк С. В. (ORCID ID 0000-0001-8501-1750)

Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ (Україна); e-mail: *z_malimon@ukr.net

Резюме. Метою аналізу радіологічних досліджень було визначення актуальних проблем щодо безпечності харчових продуктів, кормів, рослинної лікарської сировини тощо, одержаних з радіоактивно забруднених територій внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції. Матеріалом для аналізу була звітна документація Регіональних державних лабораторій Державної служби з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів Житомирської, Волинської, Рівненської, Чернігівської областей, Центральної випробувальної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Київській області та м. Києві за період з 2013 по 2022 рр. Проведено аналіз щодо забрудненості харчових продуктів, кормів, рослинної лікарської сировини тощо радіонуклідами ^{137}Cs та ^{90}Sr . Фахівцями регіональних державних лабораторій Держпродспоживслужби було проведено 12 797 892 радіологічних досліджень, при цьому у 3 372 зразках виявлено перевищення допустимих рівнів ^{137}Cs та у 10 випадках перевищення ДР ^{90}Sr . Основним дозоутворюючим радіонуклідом, який має значний вплив у формуванні дози внутрішнього опромінення населення встановлено ^{137}Cs . Забруднення ^{90}Sr харчових продуктів, кормів, рослинної лікарської сировини має поодинокий характер. Виявлено, що найбільшу частку перевищень допустимих рівнів радіонукліду ^{137}Cs становлять харчові продукти лісового походження (гриби, ягоди) – 62,1 %, молоко – 22,7 %, м'ясо диких тварин складає 8,3 %, корма – 1,8 %, рослинна лікарська сировина – 0,8 % від загальної кількості позитивних зразків за вказаний період. Отже, проаналізувавши результати радіологічних досліджень за останні десять років, слід зазначити, що і на сьогоднішній день подальше проведення радіологічного контролю харчових продуктів кормів тощо на радіоактивно забруднених територіях є доцільним та потребує подальшого здійснення заходів протирадіаційного захисту, встановлених чинним національним законодавством.

Ключові слова: радіонукліди ^{137}Cs і ^{90}Sr , радіоактивно забруднені зони, харчові продукти лісового походження, корми, рослинна лікарська сировина.

Якість і безпечність харчових продуктів та забезпечення населення України в постчорнобильський період екологічно чистою продукцією є особливо актуальною (Kotelevich, 2019). Актуальним питанням сьогодні є забезпечення якісними й безпечними продуктами населення на радіоактивно забруднених територіях, внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС), що є запорукою здоров'я майбутніх поколінь (Supreme Council of Ukraine, 1991; Likhtarev, 1996; IAEA. 2011; Fesenko, 2013).

Україна у 1986 р. пережила одну з найбільших радіаційних аварій за всю історію розвитку ядерної енергетики. Внаслідок аварії на Чорнобильській атомній електростанції в навколишнє середовище було викинуто велику кількість довгоживучих радіонуклідів ^{90}Sr (період піврозпаду 29 років), ^{137}Cs (30 років), які являють особливу небезпеку натеper та на довгі роки в майбутньому для всього живого, тому ця аварія одержала статус глобальної катастрофи у світі.

Природні умови регіонів, які потрапили до зони радіаційного забруднення, а це близько 3,5 млн. га лісів, сприяють посиленій міграції штучних радіоактивних речовин у навколишньому середовищі. Тому одним із найважливіших завдань загальної системи досліджень міграції радіонуклідів в біосфері є вивчення процесів у трофічних ланцюгах за наявності

сільськогосподарських, лісових рослин та продуктивних сільськогосподарських тварин. Споживання продуктів рослинного та тваринного походження, забруднених радіоактивними речовинами, є головним чинником формування дози внутрішнього опромінення людини. Радіоактивні речовини можуть потрапляти в організм через споживання продуктів лісу, таких як: гриби, ягоди, дичина, а також через споживання продуктів, які виробляються у підсобних господарствах безпосередньо населенням. Проінформованість населення про радіологічний стан довкілля в постчорнобильський період і надходження радіонуклідів по ланцюгу ґрунт → рослина → тварина → людина, а також обізнаність людей щодо ефективних засобів індивідуального захисту актуально і на сьогодні (Romanchuk, 2015).

Метою нашої роботи було проаналізувати результати радіологічних досліджень харчових продуктів, кормів, рослинної лікарської сировини тощо щодо вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr на радіаційно забруднених територіях з 2013 по 2022 рр. Визначити критичні дозоутворюючі харчові продукти та встановити їх динаміку.

Матеріали та методи досліджень. Під час аналізу застосовувались: звітність радіологічних відділів регіональних державних лабораторій Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, загальноприйняті статистично-аналітичні методи обробки результатів досліджень, радіометричні та гама-бета- спектрометричні методи визначення радіонуклідів.

Результати досліджень. Фахівцями державних лабораторій Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів (Держпродспоживслужби України) постійно проводиться радіологічні дослідження харчових продуктів, кормів тощо щодо відповідності допустимим рівням радіонуклідів згідно чинних нормативно правових актів.

За період з 2013 по 2022 рр. проведено аналіз результатів радіологічних досліджень щодо забрудненості харчових продуктів, кормів, рослинної лікарської сировини тощо радіонуклідами ^{137}Cs та ^{90}Sr у областях, віднесених до зон радіоактивного забруднення: Житомирській, Волинській, Рівненській, Чернігівській, Київській. За результатами аналізу встановлено, що фахівцями державних лабораторій Держпродспоживслужби за останні десять років було проведено 12 797 892 радіологічних дослідження харчових продуктів та кормів тощо на вміст вище зазначених радіонуклідів. При цьому, у 3 372 зразках виявлено перевищення допустимих рівнів (ДР) ^{137}Cs та у 10 зразках перевищення ДР ^{90}Sr .

Кількість перевищень допустимих рівнів радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у харчових продуктах, кормах тощо у областях віднесених до зон радіоактивного забруднення за період 2013–2022 рр. надана у таблиці 1.

За даними таблиці видно, що з 2013 по 2022 рр. спостерігається чітка тенденція до зменшення кількості зразків з перевищенням ^{137}Cs усіх видів харчових продуктів, кормів тощо. Винятком є 2017 р. за кількістю позитивних зразків, що обумовлено збільшенням кількості радіологічних досліджень зразків у Рівненській і Київській областях за цей рік, порівняно з усіма зазначеними роками.

У 2013 р. зафіксовано найбільшу кількість перевищень ДР ^{137}Cs – 615 зразків, що складає майже 0,1% випадків від загальної кількості досліджених зразків у цьому році. У 2021 р. кількість зразків з перевищенням ДР ^{137}Cs була найменшою і становила 0,01 % випадків (128 зразків), якщо не враховувати 2022 рік, коли кількість зразків з перевищенням ДР ^{137}Cs становила 0,006 % (67 зразків). Проте дані результати можна вважати непоказовими оскільки загальна кількість досліджених зразків у 2022 році була теж найменшою за весь період досліджень, що імовірно пов'язано з воєнними діями в Україні.

Перевищення ДР радіонукліду ^{90}Sr встановлено у 2013 р. у 3 зразках кормів (Київська область), у 2014 р. – 4 зразках кормів (Київська область), одному зразку рослинної лікарської сировини та одному зразку кісток диких тварин (Чернігівська область), у 2016 р. – одному зразку рослинної лікарської сировини (Чернігівська область).

Таблиця 1

Кількість перевищень допустимих рівнів радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у харчових продуктах, кормах, рослинній лікарській сировині тощо (за період 2013–2022 рр.)

Рік	Загальна кількість досліджень на вміст радіонуклідів $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ у областях	Кількість зразків з перевищенням ДР ^{137}Cs / ^{90}Sr у областях	Області, віднесені до зон радіоактивного забруднення									
			Житомирська		Волинська		Рівненська		Чернігівська		Київська	
			Кількість зразків	З них перевищень	Кількість зразків	З них перевищень	Кількість зразків	З них перевищень	Кількість зразків	З них перевищень	Кількість зразків	З них перевищень
2013	1285368	615/3	285562	292	61916	63	94326	201	192894	13	650670	46/3
2014	1261787	441/6	286773	267	60110	51	86383	101	185233	5/2	643288	17/4
2015	1221646	437	275645	287	64378	56	78031	68	182206	3	621386	23
2016	1152658	346/1	272412	242	45444	44	61392	49	192474	3/1	580936	8
2017	1684104	518	265571	232	43104	69	150581	77	183717	8	1041131	132
2018	1389189	343	252954	201	26268	45	100788	52	172934	10	836245	35
2019	1374729	293	266278	174	28347	44	104118	7	182258	3	793728	65
2020	1115215	184	210183	90	19686	24	106975	23	147112	6	631259	41
2021	1230318	128	217465	47	19369	22	63330	11	143305	3	786849	45
2022	1082878	67	183558	22	23640	15	124204	11	99655	1	651821	18
Всього	12797892	3372/10	2516401	1854	392262	433	970128	600	1681788	55/3	7237313	430/7

Дані таблиці 1 свідчать, що радіонуклід ^{137}Cs складає основну частину дози внутрішнього опромінення мешканців радіоактивно забруднених територій. Забруднення ^{90}Sr харчових продуктів та кормів має поодинокий характер.

Як наголошують вчені (Gudkov, 2012; Romanchuk, 2019), нині і в майбутньому ^{137}Cs , як і раніше, залишатиметься основним радіонуклідом, що впливає на стан здоров'я людей, які проживають в цих районах.

Аналізуючи звітності радіологічних відділів регіональних державних лабораторій Держпродспоживслужби за останні десять років, встановлено найбільшу кількість перевищення допустимих рівнів ^{137}Cs у: харчових продуктах лісового походження – 2094 зразків, молоці – 767 зразків, м'ясі диких тварин – 280 зразків, кормах – 62, зразках лікарських травах – 26. При цьому перевищення ^{90}Sr зафіксовано у 7 випадках кормів, 2 зразках лікарських трав, 1 зразку кісток диких тварин відповідно.

Отже, найбільшу частку перевищень допустимих рівнів радіонукліду ^{137}Cs становлять харчові продукти лісового походження – 62,1% від загальної кількості позитивних результатів, яких було виявлено 3372 зразки за період 2013-2022 рр., що надійшли з регіонів, віднесених до зон радіоактивного забруднення в наслідок аварії на ЧАЕС. Частку перевищень допустимих рівнів радіонукліду ^{137}Cs у молоці, м'ясі диких тварин, харчових продуктах лісового походження, рослинна лікарська сировина та кормах у областях віднесених до зон радіоактивного забруднення за період 2013–2022 рр. показано на рисунку 1.

Згідно даних діаграми з 2013 по 2022 рр. найбільшу частку перевищень допустимих рівнів радіонукліду ^{137}Cs складають лісові гриби та ягоди. Так у 2014 р. виявлено 210 позитивних випадки цих продуктів лісу, що становить найменшу частку – 47,6 % від загальної кількості всіх перевищень ^{137}Cs (441 випадок) за цей рік, а найбільшу частку перевищень – 84,4 % (108 випадків) лісових грибів та ягід виявлено у 2021 р., при цьому загальна кількість перевищень за рік зареєстрована у 128 випадках.

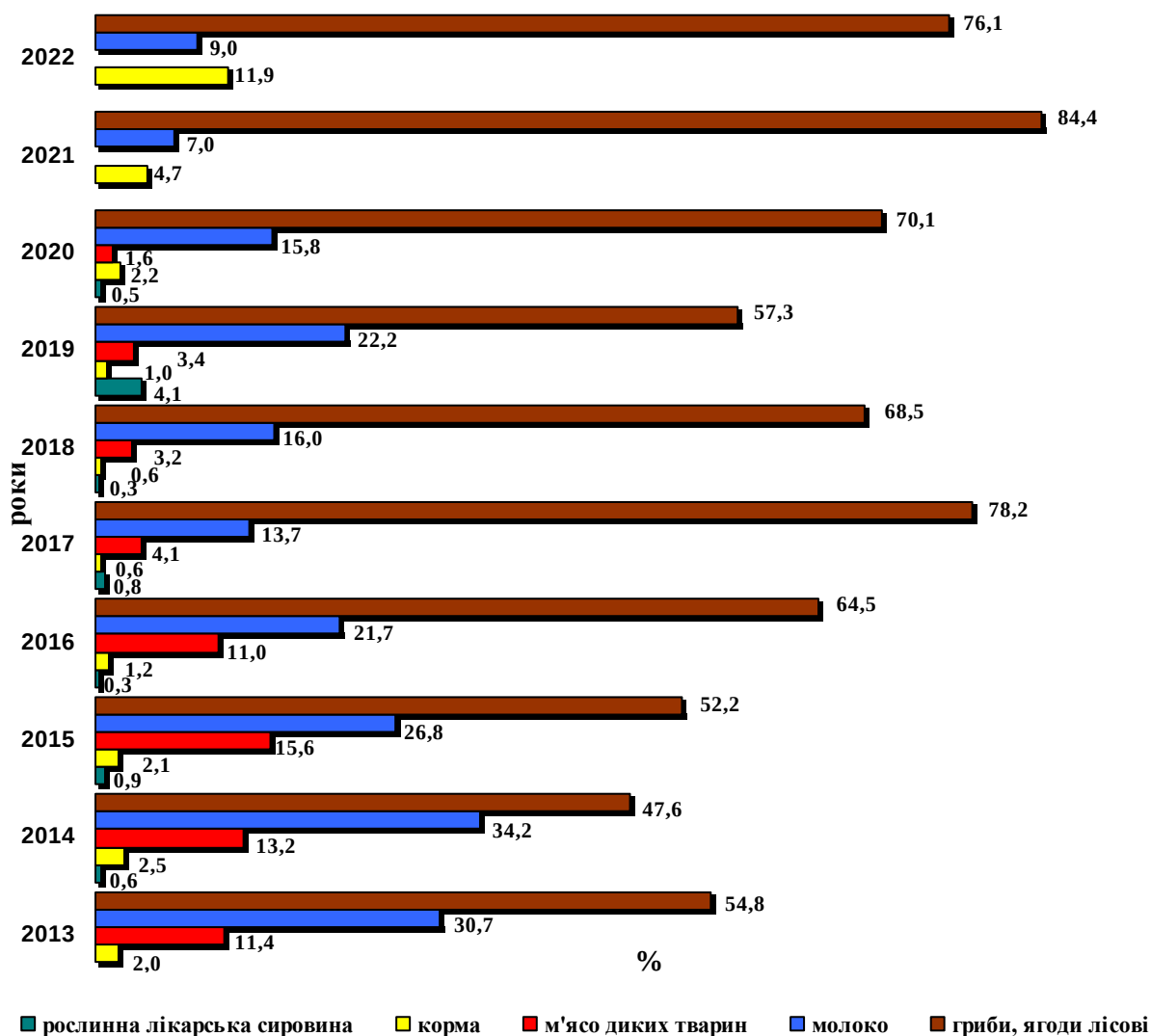


Рисунок 1. Частки перевищень допустимих рівнів радіонукліду ^{137}Cs у областях віднесених до зон радіоактивного забруднення з 2013 по 2022 рр.

Отже, у 2014 році з 47,6 % перевищень ^{137}Cs у лісових грибах і ягодах, 32 % зафіксовано у Житомирській, 9,0 % у Волинській, 4,1% у Рівненській, 1,4 % у Київській, 1,1 % у Чернігівській областях. Відповідно у 2021 році з 84,4 % перевищень ДР ^{137}Cs у лісових грибах і ягодах 35,2 % припадає на Київську область, 33,6 % на Житомирську, 14,8 % на Волинську, 0,8 % на Чернігівську. Коливання частки перевищень ДР ^{137}Cs у лісових грибах і ягодах по рокам залежить від природних умов, які сприяють посиленій міграції штучних радіонуклідів у регіонах, які потрапили до зони забруднення. Проте частка лісових грибів та ягід у балансі забруднених радіонуклідами харчових продуктів, рослинної лікарської сировини, кормів впродовж останніх десяти років (2013–2022 рр.), залишається значною.

Перевищення ДР ^{90}Sr у лісових грибах та ягодах у зазначеному періоді не виявлено.

На другому місці – молоко за часткою перевищень допустимих рівнів радіонукліду ^{137}Cs , що складає 22,7 % від загальної кількості позитивних результатів досліджень за останні десяти років. За результатами досліджень встановлено найменшу частку перевищень ДР ^{137}Cs у

молоці в 2021 р. – 7 % (9 випадків) від загальної кількості перевищень (128 випадків) за цей рік, які виявлено у Рівненській області. 34,2 % (151 випадок) – це найбільша частка перевищень ^{137}Cs у молоці, яку зафіксовано у 2014 році від загальної кількості позитивів (441 випадок), з яких 17,2% виявлено у Житомирській області, 16,1 % у Рівненській та 0,9 % у Волинській.

Поліський регіон, один з найбільш постраждалих в наслідок аварії на ЧАЕС, отже, в цих районах за рахунок тваринницької продукції до організму людини надходить 80 % ^{137}Cs (Kotelevich, 2017; Malimon, 2020).

М'ясо диких тварин за часткою перевищень допустимих рівнів радіонуклідів ^{137}Cs за вказаний вище період складає 8,3% від всіх позитивних випадків, проте у 2021 та 2022 роках перевищень ДР ^{137}Cs не було виявлено. Найменшу частку перевищень вказаного радіонукліду в м'ясі диких тварин встановлено у 2020 році, а саме 0,9 % (3 випадки) у Житомирській області від всіх позитивних 184 випадків за цей рік, а в 2015 році зафіксовано найбільшу частку перевищень ^{137}Cs – 15,6 % (68 випадків) від загальних 437 позитивних випадків. Отже з 15,6 % перевищень ^{137}Cs , 11,9 % припадає на Житомирську область, 3,2 % на Київську та 0,5 % – Рівненську відповідно. У 2014 році за результатами досліджень виявлено один випадок перевищення ДР ^{90}Sr у кістках диких тварин у Чернігівській області.

Спираючись на проаналізовані нами дані, а також висновки інших науковців (Gupta et al., 2018) вивчення динаміки вмісту радіонуклідів у м'ясі повинно проводитись на постійній основі, що дасть можливість постійно оновлювати існуючі наукові бази даних, а також забезпечить вживання заходів щодо зниження кількості небезпечних радіонуклідів у м'ясі.

Корма відіграють велику роль у ланцюгу рослина → тварина → людина. За даними аналізу результатів досліджень частка перевищень допустимих рівнів радіонуклідів ^{137}Cs в кормах за період з 2013 по 2022 рр. складає 1,8% від всіх позитивних випадків. У 2017 р. встановлено всього 518 позитивних випадків за рік і з них 3 випадки перевищення допустимих рівнів радіонуклідів ^{137}Cs в кормах, також у 2018 році виявлено 2 випадки при загальній кількості перевищень 343, що склало однакову за ці два роки частку перевищень – 0,6 %, яка є найменшою за десять останніх років, при цьому всі позитивні випадки зафіксовано у Волинській області. Найбільшу частку перевищень ^{137}Cs в кормах встановлено у 2022 році – 11,9 % (8 випадків) від всіх позитивних зразків (67) за цей рік, з яких 7,4 % виявлено у Рівненській області, 4,5 % у Волинській. Слід відзначити, що в кормах виявлено перевищення ДР ^{90}Sr у трьох випадках у 2013 р. і чотирьох у 2014 р. в Київській області.

Перевищення допустимих рівнів радіонуклідів ^{137}Cs зафіксовано у рослинній лікарській сировині (субстанції), що використовується для виготовлення лікарських засобів і становить 0,8 % від загальної кількості перевищень. За період з 2013 по 2022 роки перевищення допустимих рівнів радіонуклідів ^{137}Cs у рослинній лікарській сировині не встановлено у 2013, 2021 та 2022 рр. Найменший відсоток перевищень ^{137}Cs встановлено в 2016 р. один позитив (Чернігівська область) та 2018 р. один позитив (Житомирська область), що становить по 0,3% від загальної кількості перевищень 346 і 343 випадки відповідно по рокам. Найбільшу частку перевищень ^{37}Cs в рослинній лікарській сировині встановлено у 2019 р. – 4,1% (12 випадків) від всіх перевищень 293 зразки. У рослинній лікарській сировині виявлено перевищення ДР ^{90}Sr по одному випадку в 2014 і 2016 рр. у Чернігівській області.

Гарантом безпеки харчової продукції, кормів, рослинної лікарської сировини тощо в постчорнобильський період в Україні залишається система моніторингових радіологічних досліджень (Chechet et al., 2023).

Висновки

Проведено аналіз результатів радіологічних досліджень харчових продуктів, кормів, рослинної лікарської сировини тощо за період з 2013 по 2022 рр. Встановлено, що спостерігається тенденція до зменшення кількості зразків з перевищенням ДР ^{137}Cs усіх видів харчових продуктів та кормів тощо.

За вказаний період критичними дозоутворюючими харчовими продуктами є лісові гриби та ягоди, які займають найбільшу частку – 62,1 % випадків від загальної кількості всіх позитивних зразків, також забруднене радіонуклідом ^{137}Cs молоко – 22,7 % і корми – 1,8 %, які спостерігаються постійно на протязі останніх десяти років. Динаміка виявлення зразків продуктів харчування, кормів та рослинної лікарської сировини із перевищенням ДР ^{137}Cs вказує на те, що на територіях радіаційного забруднення постійно існує загроза внутрішнього опромінення місцевого населення довгоживучим радіонуклідом.

Доведено, що протягом досліджуваного періоду забруднення ^{90}Sr харчових продуктів, кормів тощо, має поодинокий характер.

Отже, вміст радіонуклідів у лісових грибах, ягодах, молоці, дичині, кормах, рослинній лікарській сировині, в забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС регіонах в більшості випадків значно перевищує допустимі рівні, що формує великі дози внутрішнього опромінення і негативно впливає на стан здоров'я населення, тому проведення подальшого радіологічного контролю є актуальним і на сьогоднішній день.

Перспективи подальших досліджень. Питання моніторингових радіологічних досліджень харчових продуктів, кормів тощо, а також вчасне інформування населення потребує постійної уваги, тому наші подальші дослідження будуть присвячені здійсненню радіологічного контролю продуктів і сировини у забруднених внаслідок аварії на ЧАЕС регіонах, як одного з дійових заходів протирадіаційного захисту населення.

REFERENCES

1. Likhtarev, I. A., Kovgan, L. N., Vavilov, S. E., Gluvchinsky, R. R., Perevoznikov, O. N., Litvinets, L. N., Anspaugh, L. R., Kercher, J. R. and Bouville, A. (1996). 'Internal exposure from food contaminated after the Chernobyl accident'; *Health Physics*; 70(3):297-317. doi.:10.1097/00004032-199603000-00001.
2. Fesenko, S., Jacob, P., Ulanovsky, A., Chupov, A., Bogdevich, I., Sanzharova, N., Kashparov, V., Panov, A. and Zhuchenka, Y. (2013). 'Justification of remediation strategies in the long term after the Chernobyl accident'; *J Environ Radioact*; 119:39–47. doi.:10.1016/j.jenvrad.2010.08.012.
3. Gudkov, I. M. and Kashparov, V. O. (2012). 'Aktual'ni zavdannja i problemy sil'skogospodars'koi' radioekologii' cherez chvert stolittja pislja avarii' na Chornobyl's'kij AES' [Actual problems and problems of agricultural radioecology in a quarter century after the Chernobyl disaster]; *Visn ZhNAEU [Bulletin of ZNAMEU]*; 1(1): 27–36.
4. Gupta, D. K., Schulz, W., Steinhäuser, G. and Walther, C. I. (2018). 'Radiostrontium transport in plants and phytoremediation'; *Environ Sci Pollut Res*; Springer. doi.:10.1007/s11356-018-3088-6.
5. IAEA. (2011). Radiation protection and safety of radiation sources : international basic safety standards : general safety requirements. – Interim edition. Part 3 No. GSR Part 3 (Interim) [WWW Document]; *Int At Energy Agency, Vienna*. http://wwwpub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/p1531interim_web.pdf.
6. Kotelevych, V. A. (2019). 'Actual problems of quality and safety of food products in the context of providing food security in the Zhytomyr region'; *Sci Mess LNUVMBT; Ser: Vet Sci*; 21(93):155–159. doi.: 10.32718/nlvvet9327.
7. Kotelevich, V. A. (2017). 'Veterinary and sanitary assessment of food quality and safety in Zhytomyr region'; *Sci Mess LNUVMBT; Ser: Vet Sci*; 19(78):58–61. doi.:10.15421/nlvvet7812.
8. Malimon, Z., Salata, V., Kochetova, G., Prokopenko, T. and Gusak, L. (2020). 'Analysis of radiouclide contamination of forestry products on the territory of Ukraine 2013– 2019'; *Sci Mess LNUVMBT; Ser: Vet Sci*; 22(97):47–51. doi.: 10.32718/nlvvet9709.
9. Romanchuk, O., Lopatiuk, Y. and Kovalchuk, S. (2019). 'Evaluation of the content of ^{137}Cs radionuclide in food products of forest origin of residents of radioactively contaminated territories in the long-term period after the chernobyl accident'; *Sci Horiz*; 11(84):108–112. doi.:10.33249/2663-2144-2019-84-11-108-112.
10. Romanchuk, L. D. (2015). 'Radioekologichna ocinka formuvannja dozovogo navantazhennja u meshkanciv sil's'kyh terytorij Polissja Ukrai'ny' [Radioecological assessment of the formation of the dose load of the inhabitants of the rural territories of the Polissya of Ukrainian]; *Zhytomyr, Polissja*; 300.
11. Supreme Council of Ukraine. (1991). 'On legal regime of territories contaminated as a result of the Chernobyl disaster'; The Law of Ukraine promulgated by Supreme Council Decree 795-12 from 28.02.91 [in Ukrainian]; *Bull Supreme Counc Ukr*; 16:199.
12. Chechet, O., Shulyak, S., Kobish, A., Malimon, Z. and Omelchun, Yu. (2023). 'Monitoring of contaminants chemical and biological origin in feed for productive and non- product animals in 2021 in Ukraine'; *One Health Journal*; 1(2):17-25. doi.:10.31073/onehealthjournal2023-II-03.

RADIATION SITUATION IN THE CONTAMINATED TERRITORIES OF UKRAINE IN THE POST-CHORNOBYL PERIOD FROM 2013 TO 2022

Z. Malimon*, H. Kochetova, L. Gusak, and S. Shuliak

State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary-Sanitary Expertise, Kyiv (Ukraine); e-mail: z_malimon@ukr.net*

Abstract. *The aim of analysis of radiological researches was determination of issues of the day in relation to the unconcern of food foods, forage, medical digister and others like that, got from radioactively muddy territories as a result of accident on the Chornobyl' nuclear power plant. Material for an analysis was current documentation of the Regional state laboratories of Government service on questions the unconcern of food foods and defence of consumers of Zhytomyr, Volyn, Rivne, Chernihiv areas, Central proof-of-concept state laboratory of Government service of Ukraine on questions the unconcern of food foods and defence of consumers in the Kyiv area and Kyiv for period from 2013 to 2022. An analysis is conducted in relation to muddiness of food foods, forage, medical digister and others like that radionuclide ^{137}Cs and ^{90}Sr . By the specialists of regional state laboratories of Government service of Ukraine on questions the unconcern of food foods and defence of consumers it was conducted 12 797 892 radiological researches, here in 3 372 standards, exceeding of possible levels is educed ^{137}Cs and in 10 cases of exceeding of possible level ^{90}Sr . Basic dose-forming radionuclide that has considerable influence in forming of dose of internal irradiation of population it is set ^{137}Cs . Contamination is ^{90}Sr food foods, forage, medical digister has single character. It is educed that most part of exceeding of possible levels radionuclide ^{137}Cs present food foods of forest origin (mushrooms, berries) – 62.1, milk – 22.7, meat of wild animals folds – 8.3, stern – 1.8, herbal medicinal raw materials – 0.8 from the total number of positive samples for the specified period. Thus, analysing results of radiological research over the past ten years, it should be noted that even today, further radiological control of food products, fodder, etc. in radioactively contaminated territories is expedient and requires further implementation of anti-radiation protection measures established by current national legislation.*

Keywords: radionuclide ^{137}Cs and ^{90}Sr , radioactively polluted zones, forest originated food, stern, medical digister.

DOI: 10.31073/onehealthjournal2023-IV-07

Журнал заснований 25 жовтня 2022 р. Державним науково-дослідним інститутом з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи та Громадською організацією “Інститут Єдиного Здоров’я”. Видання зареєстроване Міністерством юстиції України, Свідоцтво КВ № 25382-15322Р від 10.01.2023 р. Включено до Переліку наукових фахових видань України (Категорія «Б») для ветеринарних наук (наказом МОН України № 768 від 20 червня 2023 р.). Матеріали номера схвалено редколегією до друку 05.12.2023 р. Видається чотири рази на рік, щоквартально.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

УДК 636.09:614:606

ISSN (print) 2786-7420

ISSN (online) 2786-7439

One Health Journal. Збірник наукових праць. Том 1. Номер 4. – Харків, **Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи та ГО “Інститут Єдиного Здоров’я”, 2023 – 80 стор.**

SCIENTIFIC EDITION

УДК 636.09:614:606

ISSN (print) 2786-7420

ISSN (online) 2786-7439

One Health Journal. Collected papers. Volume 1. Number 4. - Kharkov, **State Scientific and Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertize and One Health Institute, NGO, 2023 – 80 pages.**

Підписано до друку 05.12.2023

Формат 84x108/32

Папір офсетний. Друк офсетний.

Умов. друк. арк. – 9,3 Облік. від арк. – 7,0

Наклад 300 прим. Зам. №05-12/23

Віддруковано:

«ФОП Напольська А.В.»

Виписка з ЄДР ЮО та ФОП

№ 2 480 000 0000 152491 від 01.10.2013 р.

м. Харків вул. Я.Мудрого (був. Петровського), 34

т.: 700-42-81