

НАУКОВИЙ ВІСНИК ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ

Збірник наукових праць

Випуск 2 (200) 2025

УДК 636.09(062.552):378.4(477.41) БНАУ

Н 34

Науковий вісник ветеринарної медицини = Scientific Journal of Veterinary Medicine: збірник наукових праць.
№ 2 (200) 2025. Білоцерківський національний аграрний університет. Біла Церква: БНАУ, 2025. 163 с. Doi 10.33245

Засновник, редакція, видавець і виготовлювач:
Білоцерківський національний аграрний університет (БНАУ)

Збірник розглянуто і затверджено до друку рішенням Вченої ради БНАУ
(Протокол № 11 від 27.11.2025 р.)

Збірник наукових праць «Науковий вісник ветеринарної медицини» («Scientific Journal of Veterinary Medicine») є фаховим виданням, що включено до Переліку наукових фахових видань України категорії «Б» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1643 від 28.12.2019 р.) і є продовженням «Вісника Білоцерківського державного аграрного університету», започаткованого 1992 року. Збірник представлено на порталі Національної бібліотеки України ім. В.І. Вернадського, включено до міжнародних наукометричних баз: *Index Copernicus*, *Google Scholar*, *Crossref*, *DOAJ*.

Періодичність виходу збірника «Науковий вісник ветеринарної медицини» – двічі на рік.

Редакційна колегія:

Головний редактор – **Рубленко М.В.**, академік НААН, д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Заступник головного редактора – **Царенко Т.М.**, канд. вет. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Члени редакційної колегії:

Бевз О.С., канд. вет. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Влізлю В.В., д-р вет. наук, проф., академік НААН, Інститут біології тварин НААН, Україна
Вілчек С., д-р наук, проф., Університет ветеринарної медицини та фармацевтики, Кошице, Словачка Республіка

Власенко С.А., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Вовкотруб Н.В., канд. вет. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Гугоннар М., д-р філософії, Національна ветеринарна школа VetAgro Sup, Ліон, Франція
Духницький В.Б., д-р вет. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Ільницький М.Г., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Кільбович З., д-р габіл., проф., Вроцлавський університет природничих наук, Вроцлав, Польща
Козій В.І., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Коцюмбас І.Я., д-р вет. наук, проф., академік НААН, ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок, Львів, Україна

Куб'як К. Й., д-р вет. наук, проф., Вроцлавський природничий університет, Вроцлав, Польща
Леблон А., д-р філософії, проф., Національна ветеринарна школа VetAgro Sup, Ліон, Франція
Лясота В.П., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Малюк М.О., д-р вет. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Мартіно С., д-р наук, проф., Національна ветеринарна школа VetAgro Sup, Ліон, Франція
Мисак А.Р., д-р вет. наук, проф., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, Львів, Україна

Мойжішова Я., д-р габіл., проф., Університет ветеринарної медицини та фармацевтики, Кошице, Словачка Республіка

Неджвеч А., д-р філософії, доц., Вроцлавський університет природничих наук, Вроцлав, Польща
Ніжанський В., д-р габіл., проф., Вроцлавський університет природничих наук, Вроцлав, Польща
Рубленко І.О., д-р вет. наук, Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Рубленко С.В., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Сара Вуд., професор, доктор філософії, лікар вет. медицини, Західний коледж ветеринарної медицини, Saskatoon, Saskatchewan, Канада

Сахнюк В.В., д-р вет. наук, проф., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна
Селкук Х.Б., д-р філософії, проф., Університет Афійон Косатепе, Афійон-Карахісар, Туреччина
Слівінська Л.Г., д-р вет. наук, проф., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, Львів, Україна

Сорока Н.М., д-р вет. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Стефанік В.Ю., д-р вет. наук, проф., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького, Львів, Україна

Стравський Я.С., д-р вет. наук, ст. наук. співроб., Тернопільський Національний медичний університет імені І.Я. Горбачевського МОЗ України, Тернопіль, Україна

Томко М., д-р філософії, проф., Університет ветеринарної медицини та фармацевтики, Кошице, Словачка Республіка

Уховський В.В., д-р вет. наук, ст. наук. співроб., Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, Київ, Україна

Ушкалов В.О., д-р вет. наук, проф., Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ, Україна

Хицька О.А., канд. вет. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Шаганенко В.С., канд. вет. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Коректор англійських текстів – **Марчук В.В.**, канд. пед. наук, доц., Білоцерківський НАУ, Біла Церква, Україна

Editorial board:

Editor-in-chief – **Rublenko M.V.**, D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Deputy Editor-in-chief – **Tsarenko T.M.**, PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Editorial Board Members:

Bevz O.S., Candidate of Veterinary Sciences, Ass. Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine

Vlizio V.V., D.Sc., Prof., Academician of NAAS, Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology S.Z. Gzhytskogo, Lviv, Ukraine

Vilcek S., D.Sc., Prof., University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Kosice, Slovak Republic

Vlasenko S.A., D.Sc., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Vovkotrub N.V. Candidate of Veterinary Sciences, Ass. Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine

Hugonnard M., PhD, National Veterinary School VetAgro Sup, Lyon, France

Dukhnytskyj V.B., D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Ilitsky M.G., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Kielbowicz Z., D. habil, Prof., Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland

Koziy V.I., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Kotsymbas I.Ya., D.Sc., Prof., Academician of NAAS, State Research Control Institute of veterinary medicinal products and feed additives (SCIVP), Lviv, Ukraine

Kubiak K., D.Sc., Prof., Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland

Leblond A., PhD, Prof., National Veterinary School VetAgro Sup, Lyon, France

Lyasota V.P., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Malyuk M.O. Doctor of Veterinary Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Martino S., D.Sc., Prof., National Veterinary School VetAgro Sup, Lyon, France

Mysak A.R., D.Sc., Prof., Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology S.Z. Gzhytskogo, Lviv, Ukraine

Mojzisova J., D. habil., Prof., University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Kosice, Slovak Republic

Niedźwiedz A., PhD, Ass. Prof., Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland

Nizanski W., D. habil, Prof., Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland

Rublenko I.O., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Rublenko S.V., D.Sc., Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Dr. Sarah Wood (MSc, DVM, PhD, Dipl. ACVP), Western College of Veterinary Medicine, Saskatoon, Saskatchewan, Canada

Sakhniuk V.V., D.Sc., Prof., Corresponding Member NAAS, Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Selcuk H.B., PhD, Prof., Afyon Kocatepe University, Afyonkarahisar, Turkey

Slivinska L.G., D.Sc., Prof., Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology S.Z. Gzhytskogo, Lviv, Ukraine

Soroka N.M., D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Stefanyk V.Yu., D.Sc., Prof., Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology S.Z. Gzhytskogo, Lviv, Ukraine

Stravskiy Ya.S., D.Sc., senior researcher, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, Ternopil, Ukraine

Tomko M., PhD, Prof., University of Veterinary Medicine and Pharmacy, Kosice, Slovak Republic

Ukhovskiy V.V., Dr. Habil., Prof., State Scientific and Research Institute of Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine

Ushkalov V.O., D.Sc., Prof., National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Hitska O.A. Candidate of Veterinary Sciences, Ass. Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine

Shahnenko V., Candidate of Veterinary Sciences, Ass. Professor, Bila Tserkva National Agrarian University, Ukraine

Proofreader of English texts – **Marchuk V.V.**, PhD, Ass. Prof., Bila Tserkva NAU, Bila Tserkva, Ukraine

Адреса редакції: Білоцерківський національний аграрний університет, Соборна площа, 8/1, м. Біла Церква, 09117, Україна, e-mail: redakciaviddil@ukr.net.

ЗМІСТ

АКУШЕРСТВО І БІОТЕХНОЛОГІЯ ВІДТВОРЕННЯ

Случ О.В., Власенко С.А. Сприятливі фактори для виникнення кістозу в яєчниках у корів	6
---	---

ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

Хамед М.А.К., Алдавімі Ф.А.А.-К.Х., Махді Х.Т., Салманм А.Д., Мухаммед Х.А., Маджид М.В. Виявлення перехресного забруднення та неправильного маркування у зразках молока з міських ринків Кербели	19
Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Тишківський М.Я. Мікробіологічна стабільність свинини під впливом органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот ..	26

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

Кассіч В.Ю., Ушкалов В.О., Ушкалов А.В. Інфекційні хвороби, що спричиняють патології репродуктивної системи (частина 2)	36
Марченко М.М., Колечко А.В. Сучасні методи діагностики та профілактики хвороби Гамборо	47
Поручинський Б.А., Бойко П.К. Вивчення специфічності імунної ешерихіозної сироватки	59
Романишина Т.О., Лахман А.Р., Галатюк О.Є., Бегас В.Л. Патогенетичні механізми взаємодії вірусу АЧС з імунною системою та їх значення для епізотології та біобезпеки тваринництва	65
Соколенко С.В., Фаріонік Т.В. Використання пробіотичної кормової добавки «Субтіформ» у годівлі цуценят	79
Тирсін Р.В., Царенко Т.М., Білик С.В., Гончаренко В.П., Савченко М.О., Шевченко М.В., Пантелєєнко О.В., Довгаль О.В. Клініко-епізотологічна характеристика спалаху дизентерії свиней у промисловому господарстві	87
Теор В.С. Епізотологічний аналіз поширеності коронавірусу котів в Україні	99

ПАРАЗИТАРНІ ХВОРОБИ

Литвиненко О.П., Мірошніченко О.І., Яненко У.М., Піщанський О.В., Алексєєва Г.Б., Куликова В.В., Київська Г.В., Матвієнко О.В., Тогачинська Л.В. Динаміка поширення аргульозу риб на території України за період 2022–2024 роки	108
---	-----

ФІЗІОЛОГІЯ, ПАТОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ І МОРФОЛОГІЯ

Козій В.І., Лук'яненко К.Є., Кошелєв О.В., Порошинська О.А., Козій Н.В., Шмаюн С.С. Сучасні наукові уявлення про відчуття, почуття та свідомість у тварин	114
---	-----

ФАРМАКОЛОГІЯ І ТОКСИКОЛОГІЯ

Шаганенко В.С., Рубленко С.В., Шаганенко Р.В., Козій Н.В., Авраменко Н.В., Антіпов А.А., Гончаренко В.П., Соловійова Л.М. Фармакологічна ефективність інсектицидних засобів за контролю зоофільних мух на молочно-товарній фермі	127
--	-----

ХІРУРГІЯ ТА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ

Альбозахрі Дж.М.К., Худаєр А.М. Аутологічна трансплантація шкіри з використанням водного екстракту лаврового листа (<i>Laurus nobilis</i> L.)	145
Шевченко С.М., Чемеровський В.О., Тодосюк Т.П., Рубленко М.В. Динаміка гематологічних та біохімічних показників у свиней з використанням фібрину, збагаченого тромбоцитами, за герніотомії об'ємних гриж	151

CONTENT

OBSTETRICS AND REPRODUCTIVE BIOTECHNOLOGY

- Sluch O., Vlasenko S.** Certain factors in the development of ovarian cysts in cows6

VETERINARY HYGIENE, SANITATION AND EXAMINATION

- Hameed M.A.K., Aldawmy F.A.A-K.K., Mahdi H.T., Salman A.D., Muhammed H.A., Majeed M.W.** Detection of Cross-Contamination and Mislabeling in Milk Samples from Karbala City Markets19
- Yakubchak O., Tyshkivska N., Tyshkivsky M.** Microbiological stability of pork under the influence of organic feed mixture based on humic acids26

MICROBIOLOGY, EPISOOTOLOGY AND INFECTIOUS DISEASES

- Kassich V., Ushkalov V., Ushkalov V.** Infectious diseases causing pathologies of the reproductive system (part 2)36
- Marchenko V., Kolehko A.** Modern methods of diagnosis and prevention of gumboro disease47
- Poruchynsky B., Boyko P.** Study of the immune Esherychia serum specificity59
- Romanishina T., Lakhman A., Galatiuk O., Behas V.** Pathogenetic Mechanisms of ASFV–Host Immune System Interaction and Their Implications for Epizootiology and Livestock Biosecurity65
- Sokolenko S., Farionik T.** Use of the probiotic feed supplement “Subtiform” in feeding puppies79
- Tyrsin R., Tsarenko T., Bilyk S., Goncharenko V., Savchenyuk M., Shevchenko M., Panteleenko O., Dovgal O.** Clinical and epizootological characteristics of an outbreak of swine dysentery in an industrial farm87
- Tieor V.** Epizootological analysis of the cats coronavirus prevalence in Ukraine99

PARASITIC DISEASES

- Lytvynenko O., Miroshnichenko O., Yanenko U., Pishchanskyi O., Aliekseieva G., Kyivska G., Kulykova V., Matviienko O., Karpulenko M., Togachynska L.** Dynamics of the Argulosis spread in fish in Ukraine for the period 2022–2024108

PHYSIOLOGY, PATHOLOGICAL PHYSIOLOGY AND MORPHOLOGY

- Koziy V., Lukyanenko K., Kosheliev O., Poroshynska O., Kozii N., Shmayun S.** Contemporary scientific perspectives on sensations, feelings, and consciousness in animals114

PHARMACOLOGY AND TOXICOLOGY

- Shahanenko V., Rublenko S., Shahanenko R., Kozii N., Avramenko N., Antipov A., Goncharenko V., Solovyova L.** Pharmacological efficacy of insecticides for the control of zoophilous flies on a dairy farm127

SURGERY AND ANESTHESIOLOGY

- Albozachri J.M.K., Khudaier A.M.** Autologous skin transplantation using water extract of bay leaves (*Laurus nobilis* L.)145
- Shevchenko S., Chemerovskiy V., Todosiuk T., Rublenko M.** Dynamics of hematological and biochemical parameters in pigs using platelet-enriched fibrin during herniotomy of large hernias151

АКУШЕРСТВО І БІОТЕХНОЛОГІЯ ВІДТВОРЕННЯ

УДК 636.209:618.11:616-08

Окремі фактори виникнення кістозу яєчників у корів

Случ О.В. , Власенко С.А. 

Білоцерківський національний аграрний університет



E-mail: dep.reproduction@btsau.edu.ua



Случ О.В., Власенко С.А. Окремі фактори виникнення кістозу яєчників у корів. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 6–18.

Sluch O., Vlasenko S. Certain factors in the development of ovarian cysts in cows. *Nauk. visn. vet. med.*, 2025. № 2. PP. 6–18.

Рукопис отримано: 12.09.2025 р.

Прийнято: 25.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-6-18

В структурі гінекологічних хвороб корів кісти яєчників становлять велику частку і зумовлюють значну проблему для репродуктологів, включаючи недостатність теоретичних трактувань етіопатогенетичних механізмів їх розвитку та практичні аспекти низької терапевтичної ефективності. Метою досліджень було визначити поширеність кіст яєчників у корів та сприятливі фактори для їх виникнення. Матеріалом слугували неплідні корови голштинської породи. Діагностику кіст проводили трансректальною пальпацією та ультразвуковим скануванням яєчників. Фолікулярну кісту встановлювали за фолікулярних структур з порожниною діаметром більше 20 мм за відсутності жовтого тіла. Лютеїнові кісти ідентифікували за меншими розмірами порожнини та стінкою, товщиною 3 і більше мм.

Встановлено, що середньорічний показник частоти виникнення кіст у корів становив 15,6 % із сезонними коливаннями від 7,7 % наприкінці літа до 23,1 % наприкінці весни. Найчастіше виникають фолікулярні кісти, які діагностували у 53,7 % випадків. Лютеальні кісти були виявлені у 29,2 % корів, а кісти жовтого тіла – у 17,1 % самок з ураженими яєчниками. Встановлено достовірне ($p < 0,05$) підвищення розвитку фолікулярних кіст в корів з продуктивністю 7500–8900 кг у 2,7 раза порівняно з коровами із нижчими надоями. 72,7 % таких корів були високопродуктивними. За лютеальних кіст аналогічна різниця була незначною – 15,8 %. У 82 % випадків вони розвиваються під час другого–третього лактаційного періоду. У більшості випадків, фолікулярні кістозні утворення формувалися в яєчниках впродовж другого і третього місяців після родів – 34,5 та 27,3 % відповідно. В більш тривалі терміни ця патологія виникала лише у 18,2 % корів. Лютеальні кісти, навпаки, розвивалися у 47,3 % ($p < 0,05$) хворих самок впродовж 91–120-ти діб та у 26,3 % за 121-шу та більше діб. За другий–третій місяці після родів лютеїнізація неовульованих фолікулів відбулася лише у 16,4 % хворих корів. Отже, на розвиток фолікулярних або лютеальних кіст в яєчниках корів одні й ті самі чинники мають різний вплив.

Ретроспективний аналіз виявив, що 86,4 % корів з фолікулярними кістами та 78,9 % з лютеальними – мали ускладнений перебіг пуерперію. У корів з фолікулярною кістою найпоширенішою патологією була субінволюція, яка виникала у 45,4 % випадків. За лютеальної кісти найбільша кількість корів, а саме у 47,3 %, хворіли у післяродовому періоді на метрит. Відповідно до форм кіст у 13,6 та 10,5 % корів пуерперій був ускладнений субклінічним кетозом. Також у першій групі у 9,1 % самок перед виникненням фолікулярних кіст діагностували гіпофункціональний стан яєчників.

Ключові слова: корови, неплідність, фолікулярна кіста, лютеїнова кіста, рівень продуктивності, лактація, субінволюція, метрит, кетоз, ультразвукова діагностика.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. В структурі гінекологічних хвороб корів кісти яєчників становлять велику частку і зумовлюють значну проблему для репродуктологів, включаючи недостатність теоретичних трактувань етіопатогенетичних механізмів їх розвитку та практичні аспекти низької терапевтичної ефективності. За численними даними [1, 2], поширеність кістозу яєчників варіює від 6 до 19 % з піком захворюваності між 14 та 40 добами після отелення [3]. Зокрема, фолікулярну кісту визначали у 6,3 %, а лютеїнову кісту – у 3,3 % випадках [4]. За іншими даними [5], фолікулярну кісту діагностують у 15,3 %, а лютеальну – у 1,2 % неплодних корів.

За гістологічною характеристикою кісти являють собою патологічне порожнинисте утворення, заповнене рідиною та утворені в яєчнику з фолікулярних або лютеїнових структур. Особливістю цих кіст є їх гормонзалежність та гормональна активність. Фолікулярна кіста зумовлює високий рівень в крові естрогенів, внаслідок чого проявляється німфоманія – подовження стадії збудження з одночасним скороченням стадії зрівноваження статевого циклу [6]. Спостерігаються ознаки статевої охоти кожні 2–5 діб, розслаблення крижово-сідничних зв'язок, набряк вульви, тривалі та ясні виділення з піхви, часте ревіння, агресивність. Поступово клітини застарілої кісти втрачають здатність повноцінного стероїдогенезу та починають продукувати велику кількість тестостерону, що індукує процеси маскулінізації із змінами фенотипної характеристика та змінами сексуальної поведінки самки. Лютеальна кіста виникає з фолікулярної у випадку перетворення її клітин у лютеоцити. Вони починають продукувати прогестерон, внаслідок чого у корів спостерігається стійка анафродизія. Кістою жовтого тіла у корів називають утворення, що виникає спонтанно після перетворення фолікулярних клітин у лютеальні та містить порожнину з рідиною діаметром більше 7 мм. Такі утворення у більшості випадків зникають самостійно перед настанням наступної стадії збудження статевого циклу, але у деяких випадках вони можуть перетворюватися в лютеальну кісту.

В яєчнику можуть формуватися і нестероїдогенні кісти, які є гормонально неактивними, не впливають на нормальний естральний цикл, і можуть виникати разом із жовтим тілом.

Слід зазначити, що однозначного трактування характеристики кіст яєчників у корів

до сьогодні немає [7]. Раніше кісти яєчників визначали як збільшені ановуляторні фолікулоподібні структури (діаметром більше 25 мм), які зберігаються впродовж 10 або більше діб. Інші дослідники [8] визначали їх як фолікулярноподібну структуру діаметром щонайменше 17 мм, яка зберігається в яєчнику більше 6-ти діб за відсутності жовтого тіла. Нещодавно кістами стали вважати ановуляторні структури яєчників з порожниною діаметром більше 20 мм за відсутності жовтого тіла. Різниця між фолікулярними та лютеїновими кістами полягає в тому, що стінка фолікулярної кісти менше 3 мм, а лютеїнової – більше 3 мм [9]. Водночас, в інших публікаціях [10] автори наполягають на необхідності враховувати час зберігання кісти в яєчнику впродовж щонайменше 10-ти діб. Цим ствердженням суперечать дані [7], що кісти в середньому зберігаються впродовж 13 діб, але можуть бути наявними менше 10 діб. Фолікулярна хвиля у корів з кістами яєчників займає від 13 до 19 діб, тимчасом у нормально функціонуючих яєчниках вона відбувається кожні 8,5 діб. Кісти часто діагностують за відсутності чітких клінічних ознак, тому термін кістозна хвороба яєчників більше не здається доречним і його слід замінити терміном кістозний фолікул яєчників, який не обов'язково означає стан захворювання.

В генезі кістозу яєчників у корів основою є ендокринні порушення [11]. Зокрема, розвиток фолікулярних кіст відбувається на тлі недостатньої секреції лютеїнізуючого гормону під час статевої охоти, який є індуктором овуляції та забезпечує формування й підтримання функціонування жовтого тіла, внаслідок нечутливості гіпоталамо-гіпофізарної системи на естрогенну стимуляцію. Внаслідок цього овуляція стінки фолікула не відбувається, а сам фолікул трансформується в кістозне утворення. Також причиною може бути застосування гормональних препаратів в неадекватно великих дозах або їх низька якість. Останні дослідження [12] встановили, що в порушеннях вертикальної осі нейро-ендокринної регуляції значну роль відіграють розлади дугоподібних нейронів Kiss1, які є ключовими регуляторами вивільнення гонадотропін-рилізінг-гормону (GnRH) та модуляції гіпоталамо-гіпофізарно-гонадного зв'язку. Вони проєктуються до нервових закінчень GnRH у серединному узвишші, регулюючи пульсуючу секрецію лютеїнізуючого гормону (LH) через складну взаємодію між частотою імпульсів GnRH та гонадотропа-

ми гіпофіза. Також є дані [13], що висока експресія експресії мРНК фактор росту судин великої рогатої худоби (VEGFA)-164, VEGFA-164b та рецепторів VEGF (VEGFR1 та VEGFR2) в текальних клітинах фолікулів може блокувати процес овуляції. При цьому їх підвищення спостерігається після тривалого впливу прогестерону.

Частіше кісти яєчників діагностують у дійних корів, тимчасом у корів м'ясного напрямку продуктивності захворювання виникає надзвичайно рідко. У післяотельний період до 45-ї доби кісти реєструються значно частіше, ніж упродовж лактації. Здебільшого, 70 % із них зникають без лікарської допомоги [14]. Відновлення статевих циклів у корів, у яких розвивались фолікулярні кісти яєчника перед першою післяродовою овуляцією, відбувається приблизно у 60 %, тимчасом у корів з цією патологією після першої овуляції лише 20 % корів відновлюють статеву циклічність без лікування. Автори [15] зазначають, що кісти не статичні утворення, а тому можуть ущільнюватися, лютеїнізуватися або піддаватися атрезії.

Кісти яєчника можуть розвиватися будь-якої пори року та у будь-якому віці, проте найчастіше вони з'являються взимку у корів 3–7 лактації. У 83,8 % неплідних корів з кістами яєчників вони реєструються впродовж перших чотирьох місяців після родів, їх розвиток у 2,4 раза частіше відмічають у тварин з подовженою попередньою лактацією більше 391-ї доби і зростає у 2,1–2,9 раза, починаючи з четвертої, п'ятої лактації [1, 16]. Серед корів з кістозними утвореннями, найвища частота (62,07 %) кіст яєчників була зареєстрована у віковій групі 5–7 років, далі йшли старше 7 років (36,21 %) та 3–5 років (20,0 %). Найвища захворюваність була серед корів третього або наступних родів (70,69 %), потім других пологів (29,31 %), і жодного випадку не спостерігалось у першородних корів. Із загальної кількості 36,21 % були кістами фолікулярного типу та 63,79 % кістами лютеїнового типу. Правий яєчник мав більшу частоту кісти (51,72 %), потім лівий яєчник (36,21 %) і двосторонні (12,07 %) [17].

Хоча причина кіст яєчників до сьогодні однозначно невідома, їх розвиток часто пов'язаний зі спадковістю, високою продуктивністю, віком, тривалістю лактації, вгодованістю, сезонністю та згодовуванням кормів, багатих на фітоестрогени (конюшини, суданки) [18]. Сприятливими чинниками можуть бути відсутність моціону, дефіцит вітамінів і мікроелементів (йоду, каротину),

надлишок білка у раціоні або загальна його незбалансованість. Водночас стрес, бактеріальні інфекції матки, менеджмент технології відтворення (застосування гормональних препаратів), різке зниження ваги тіла в післяотельному періоді, також можуть слугувати факторами, що сприяють розвитку цієї патології [14].

Сезонність має значний вплив на рівень захворюваності на кістоз яєчників, причому вищі показники захворюваності спостерігалися взимку та навесні (71,66 %); тимчасом 28,33 % випадків цієї патології було виявлено влітку та восени ($P < 0,05$) [19].

Корови з кістозом частіше мають клінічний мастит (32,2 % проти 21,9 %), субклінічний кетоз (25,4 % проти 19,7 %), ендометрит < 42 діб після овуляції (20,7 % проти 11,6 %) та ендометрит > 42 діб після овуляції (5,5 % проти 2,9 %), ніж корови із здоровими яєчниками (коефіцієнт шансів 1,68–1,99, $p < 0,05$). Хворі корови частіше мали втрату кондиції тіла понад 0,25 бала від сухостійного періоду до першого огляду після отелення порівняно з коровами без кіст (64,2 % проти 50,9 %, $p < 0,05$). Крім того, корови з кістозом частіше народжували близнюків (до отелення: 3,9 % проти 1,3 % після отелення, $p < 0,05$). Рецидивні кісти частіше виявляли у тварин з кістами, діагностованими до 42-ї доби після отелення ніж після цього терміну (17,7 % проти 11,8 %, $p < 0,05$). Кістоз яєчників частіше виявляли у корів з більш ніж двома лактаціями (> 2 : 56,4 %) проти 2: 25,4 % проти 1: 18,2 %) та у корів, які отелилися восени (30,0 % восени проти 24,9 % навесні проти 24,3 % влітку проти 20,8 % взимку) [20].

Існує певний зв'язок кістоутворення з іншими хворобами. Зокрема розвитку кіст передували, здебільшого, гіпофункція яєчників та ановуляторні цикли. Іноді під час дослідження корів впродовж 5–8 діб після осіменіння виявляли дрібні фолікулярні кісти, які швидко розсмоктувалися (транзитні кісти) [15]. За порушення рубцевого травлення, яке визначали за вмістом білка та сечовини у молоці, відбувалося підвищення частоти кістозного переродження яєчників майже у два рази. Водночас відмічали зниження частоти відновлення фолікулогенезу з дозріванням домінантного фолікула і його овуляції після втрати кістою функціональної активності (самовиліковування) на 19,4 %, порівняно з тваринами без порушення рубцевого травлення [21]. Частота виникнення кіст яєчників у корів збільшується за низького енергетичного балансу в перехідний

період і розвитку кетозу. З окремих досліджень [22] було зроблено висновок, що підвищена захворюваність на патології яєчників та рівень вибраковування неплідних корів залежали від рівня жирової дистрофії печінки і показником відкладення жиру у ній 60 % або вище.

Зважаючи на значну поширеність та дисгормональне походження, кістоз яєчників створює складну проблему для інтенсивної репродукції молочного стада. Діагностику кіст яєчників у корів виконують за допомогою комбінації анамнезу, клінічних симптомів, трансректальної пальпації, ультразвукового дослідження та аналізу плазми або молока на прогестерон [18]. Основною клінічною ознакою є порушення статевої циклічності, багаторазові безрезультатні осіменіння або анеструс [9]. Пальпаторно відрізнити фолікулярну кісту від лютеальної досить важко. В першому випадку частіше відчувається флуктуація, а лютеальні кісти більш щільної консистенції, що досить суб'єктивно. Єдиною об'єктивною ознакою є наявність або відсутність на ехограмах кіст сірого кольору стінки товщиною не менше 3 мм. Деякі автори ще вирізняють кісту жовтого тіла. Проте варто зазначити, що в перші 45 діб після овуляції анехогенний вміст у жовтому тілі виявляється майже у 70 % тварин. Вміст прогестерону в крові корів із жовтими тілами з порожниною, вірогідно, не відрізняється від тварин із компактними жовтими тілами [14].

Для диференціації лютеїнових та фолікулярних кіст розроблений метод з використанням кольорової доплерівської ультрасонографії. Встановлено, що за площі кровотоку 0,19 см² кіста має лютеїнове походження. Крім цього, концентрація прогестерону в крові більше 1 нг/мл характеризує лютеїнову кісту, а всі інші структури з меншою кількістю цього гормону вважаються фолікулярними [10].

Щодо патогенезу кістозу яєчників у корів, то відомо [19], що в сироватці крові хворих корів визначається низька концентрація глюкози, інсуліну та сечовини, а також високий рівень кортизолу. Також спостерігається підвищення відсотка сегментоядерних нейтрофілів у 1,15 раза, дисбаланс біохімічних показників крові, порушення співвідношення між кальцієм та фосфором на тлі підвищення рівня глюкози на 16,9 %. Ці результати досліджень можуть слугувати додатковим діагностичним та прогностичним тестом за патології яєчників у корів [23]. Цікавим є повідомлення про підвищений вміст кортизолу та прозапальних цитокінів (IL-6, IL-1 β та TNF- α)

у сироватці крові хворих корів, що вказує на наявність системного запального процесу за розвитку кіст в яєчниках [19, 24]. Звичайно, цих даних не вистачає для визначення чіткого уявлення про патогенетичні механізми розвитку кіст в яєчниках, що утруднює розробку ефективних методів лікування.

На сьогодні основними методами лікування кістозного захворювання яєчників у молочних корів є застосування гормональних препаратів, а саме: гонадотропін-рилізінг-гормон (ГнРГ), хоріонічний гонадотропін людини (ХГЛ) та простагландин F_{2альфа} в різних послідовних комбінаціях і дозах [18]. Раніше рекомендувалося за можливості мануальне розчавлення кісти, проте впродовж останніх кількох років у клінічній практиці часто зустрічаються окремі або комбінаційні препарати ХГЛ, ГнРГ, прогестерон та простагландини. Інші методи лікування включають блокатор рецепторів естрогену кломіфену цитрат та трансвагінальну аспірацію кістозних фолікулів під контролем ультразвукового дослідження. Серед різних запропонованих методів лікування OvSynch видається найбільш логічним підходом, проте рівень заплідненості після терапії OvSynch низький, як і за інших гормональних методів лікування. Успіх терапії визначається багатьма змінними, такими як термін персистенції кістозних фолікулів та початок терапії, оскільки патологічні зміни, що виникають після персистенції кістозного фолікулу, потребують певного часу для спонтанного одужання. Можна зробити висновок, що кістоз яєчників у корів легко діагностувати, проте, незважаючи на численні терапевтичні варіанти, досягнення запліднення хворих корів потребує тривалого часу [7, 9, 25]. Експериментально доведено, що використання інтравагінальних прогестеронових імплантів у схемі OvSynch зумовлювали підвищення рівня прогестерону в крові корів, що негативно впливало на результативність гормональної схеми [26]. Окремі повідомлення [27] вказують на перевагу ефективності гомеопатії над застосуванням гормональних препаратів.

Отже, з проведеного аналізу джерел літератури випливає, що кістоз яєчників у корів досить поширена гінекологічна патологія, що зумовлює довготривалу втрату фертильності, значні економічні збитки для молочних ферм та не має відповідного протоколу ефективного лікування. Також не визначені чіткі критерії підвищеного ризику розвитку оваріальних кістозних утворень, що ускладнює розробку системної профілактики.

Мета дослідження полягала у визначенні окремих сприяючих факторів, за яких підвищується ризик виникнення фолікулярних та лютеальних кіст в яєчниках корів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводили на базі молочної ферми НДЦ БНАУ. Матеріалом слугували неплідні корови голштинської породи, віком 2–8 років, з продуктивністю 6100–8900 кг.

Прогностично за сприятливі фактори, що впливають на частоту виникнення кіст яєчників у корів, вважали пори року, рівень їх продуктивності, кількість лактацій, термін від родів, післяродову акушерську патологію та кетоз під час пуерперію.

Для встановлення поширеності кістозних уражень яєчників у корів проводили чотириразову гінекологічну диспансеризацію молочного стада. Діагностику кіст проводили трансректальною пальпацією та ультразвуковим скануванням яєчників за допомогою приладу УЗД Tringa Linear Vet. За фолікулярних кіст відмічали кулястоподібну форму збільшеного в розмірах яєчника та пальпували поверхнєве тонкостінне флукууюче утворення. За лютеїнових кіст яєчники були округлої форми, неоднорідної консистенції, дещо збільшених у розмірах, в товщі тканин пальпувалися невеликі товстостінні флукууючі порожнини. На ехограмах яєчників кісти візуалізувалися у вигляді ехонегативних колоподібних ділянок, різних розмірів, з рівною стінкою, різної товщини (рис. 1). Реєстрували як поодинокі кісти, так і множинні. Загалом, діагноз "Фолікулярна кіста" ста-

вили за виявлення в яєчнику фолікулярних структур з порожниною діаметром більше 20 мм за відсутності жовтого тіла. Лютеїнові кісти ідентифікували за меншими розмірами порожнини та стінкою, товщиною 3 і більше мм (рис. 2).

Для визначення впливу рівня продуктивності, кратності лактацій, періоду формування кіст в яєчниках після родів, наявності кетозу, акушерської і гінекологічної патології в анамнезі на виникнення кістозних уражень яєчників використовували інформаційну базу програмної системи управління молочним стадом "Інтесел Орсек".

Результати дослідження. Поширеність кіст яєчників у корів впродовж року визначали за результатами проведеної чотириразової гінекологічної диспансеризації (рис. 3).

Як видно з даних рис. 3, середньорічний показник частоти виникнення кіст в яєчниках корів становив 15,6 % з вираженими сезонними коливаннями. Найбільшу кількість хворих корів реєстрували наприкінці весни – 23,1 % з послідовним зниженням до мінімального показника 7,7 % до кінця літа. 3 листопада спостерігалось поступове підвищення рівня захворюваності корів з 14,3 до 17,6 % – у лютому. Отже, найчастіше кісти яєчників формуються у весняну пору року.

Структурний розподіл кістозних утворень за морфофункціональною характеристикою визначали, враховуючи дані інформаційної бази системи управління молочним стадом "Інтесел Орсек" за трирічний період (рис. 4).

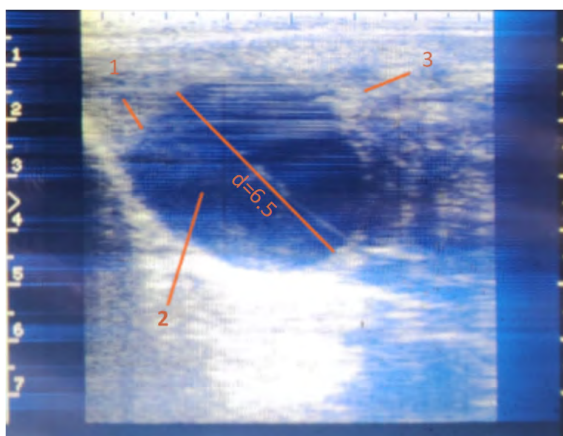


Рис. 1. Ехограма яєчника корови з фолікулярною кістою:

1 – стінка кісти; 2 – порожнина кісти з ехонегативним умістом; 3 – тканина яєчника.

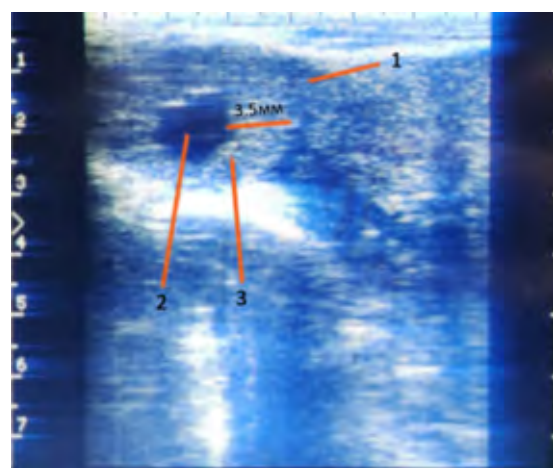


Рис. 2. Ехограма яєчника корови з лютеальною кістою:

1 – тканина яєчника; 2 – порожнина кісти з ехонегативним умістом; 3 – стінка кісти.

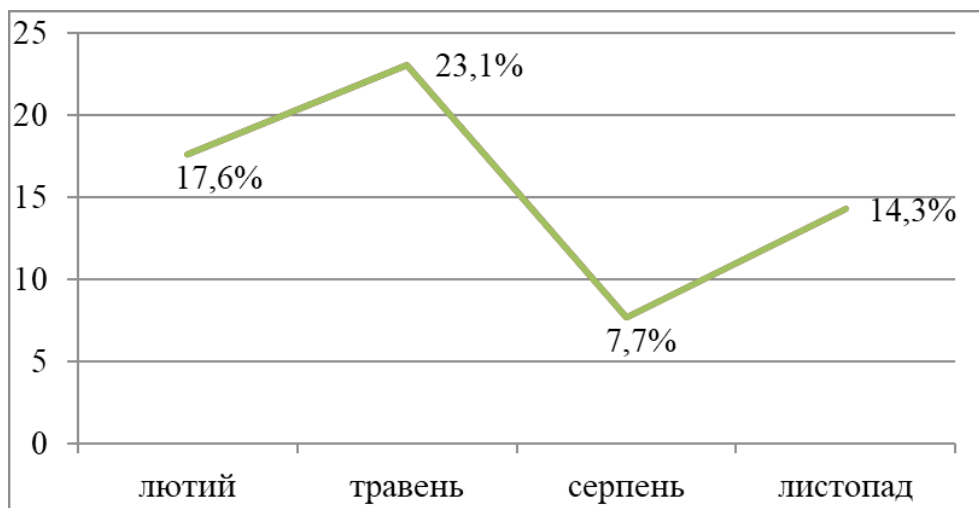


Рис. 3. Сезонний прояв кістозу яєчників у корів.

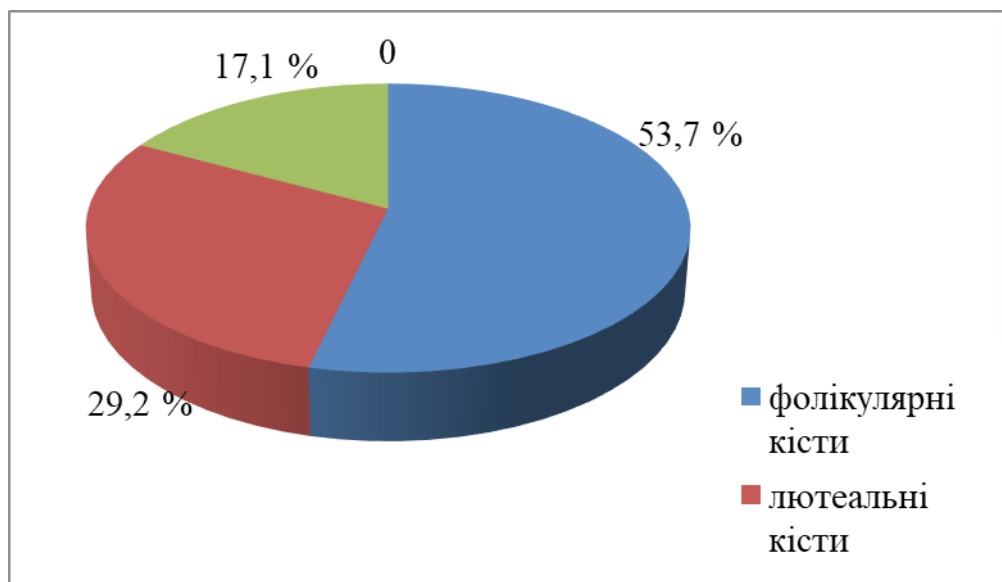


Рис. 4. Форми кіст яєчників у корів, %

Впродовж зазначеного терміну було виявлено 41 випадок утворення кіст в яєчниках неплідних корів. У 22-х самок, що становив 53,7 %, діагностували фолікулярні утворення, у 19-ти, або 46,3 % – лютеальні, з яких 17,1 % припадало на кісти жовтого тіла. Отже, ймовірність розвитку кіст фолікулярного чи лютеального генезу була майже однаковою. Однак, якщо розглядати кісту жовтого тіла, як результат структурної деградації персистентного жовтого тіла, а не як наслідок лютеїнізації ановуляторних фолікулів, то можна стверджувати, що фолікулярні кісти формуються в гонадах у корів в 1,8 раза частіше, аніж люте-

альні (53,7 % проти 29,2 %). При цьому, в усіх корів з лютеальною кістою та кістою жовтого тіла спостерігалася анафродизія. Серед корів з фолікулярною кістою ознаки німфоманії проявлялися у 6-ти самок, тобто у 27,3 %. В інших корів реєстрували дво-трикратні безрезультативні осіменіння.

Наступним етапом досліджень було визначити фактори, які підвищують ризик розвитку кіст в яєчниках. Зокрема, була визначене процентне співвідношення корів з кістами яєчників з різною продуктивністю, кратністю лактацій та у різний термін після родів. Отримані результати наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Чинники, за яких підвищується ризик розвитку кістозу яєчників у корів, %

№	Показник	Кісти яєчників			
		фолікулярні, n=22		лютеїнові, n=19	
		n	%	n	%
1	Продуктивність:				
	6100 – до 7500 кг 7500 – 8900 кг	6 16	27,3 72,7*	8 11	42,1 57,9
2	Лактація: перша	1	4,5	2	10,5
	друга	10	45,6**	6	31,7*
	третя	8	36,4**	3	15,8
	четверта	2	9,0	4	21,0
	п'ята	1	4,5	4	21,0
3	Період після родів:				
	30–60 діб	12	34,5	2	10,6
	61–90 діб	6	27,3	3	15,8
	91–120 діб	2	9,1	9	47,3*
	< 121 доби	2	9,1	5	26,3

Примітка: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ відносно найменших показників в групах з різною формою кіст.

Встановлено достовірне ($p < 0,05$) підвищення розвитку фолікулярних кіст у 2,7 раза в корів з продуктивністю 7500–8900 кг порівняно з коровами із нижчими надоями. 72,7 % таких корів були високопродуктивними. За лютеальних кіст аналогічна різниця була незначною – 15,8 % (42,1 % проти 57,9 %).

Серед корів з фолікулярним кістозом найбільша частка припадала на тварин з першою та п'ятою лактаціями – 4,5 %. Достовірно ($p < 0,01$) більша кількість корів з ураженими гонадами була з другою – 45,6 % та третьою – 36,4 % лактаціями. На четвертій лактації спостерігалася різке зниження кількості хворих самок до 9 %. Щодо корів з лютеальними кістозними утвореннями, то встановлено, що достовірно більша ($p < 0,05$) їх частина була серед корів з другою лактацією – 31,7 %. Водночас, за збільшення числа їх лактаційних періодів, процентна частка була майже однаковою від 15,8 до 21,0 %.

У більшості випадків, фолікулярні кістозні утворення формувалися в яєчниках впродовж другого і третього місяців після родів – 34,5 та 27,3 % відповідно. В більш тривалі терміни ця патологія виникала лише у 18,2 % корів. Лютеальні кісти, навпаки, розвивалися у 47,3 % ($p < 0,05$) хворих самок впродовж 91–120-ти діб та у 26,3 % – за 121-ту та більше діб. За другий–третій місяці після родів лютеїнізація неовульованих фолікулів відбулася лише у 16,4 % хворих корів.

Отже, на розвиток фолікулярних або лютеальних кіст в яєчниках корів одні й ті самі чинники мають різний вплив. Зокрема,

ризик формування фолікулярних кіст підвищується у високопродуктивних корів, за другої–третьої лактації, впродовж другого–третього місяців після родів. На розвиток лютеальних кіст вплив високої продуктивності не спостерігався. Третину їх випадків реєстрували у корів з другою лактацією, а інші – за третьої–п'ятої лактації майже в однаковій кількості. Також, відмінним є те, що лютеальні утворення розвивалися в яєчниках у корів в більш пізні терміни після родів, а саме через три–чотири місяці після них.

Відомо [28–30], що підґрунтям для розвитку гінекологічної патології у корів часто стають акушерські та інші хвороби в післяродовому періоді. Тому ми визначили їх роль у виникненні кістозних уражень яєчників, провівши ретроспективний анамнестичний аналіз перебігу пуерперію у корів з фолікулярними та лютеальними кістами, результати якого подані на рис. 5.

За отриманими даними, 86,4 % корів з фолікулярними кістами та 78,9 % – з лютеальними мали ускладнений перебіг пуерперію. У корів з фолікулярною кістою найпоширенішою патологією була субінволюція, яка виникала у 45,4 % випадків. За лютеальної кісти найбільша кількість корів, а саме у 47,3 %, хворіли у післяродовому періоді на метрит. Відповідно до форм кіст у 13,6 та 10,5 % корів пуерперій був ускладнений субклінічним кетозом. Також у першій групі у 9,1 % самок перед виникненням фолікулярних кіст діагностували гіпофункціональний стан яєчників.

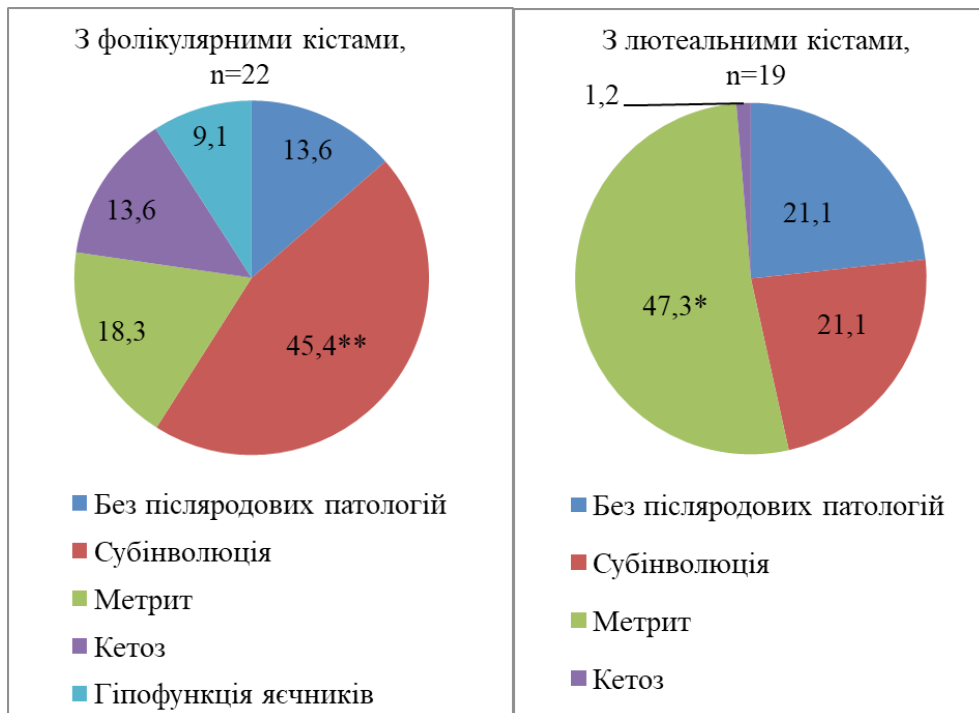


Рис. 5. Частота патологій в післяродовому періоді та гіпофункція яєчників в анамнезі корів з кістозом, %:

* – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ відносно кількості корів без післяродових патологій.

Отже, кістоз яєчників у корів має статистично достовірний зв'язок з післяродовими субінволюцією та метритом в анамнезі.

Обговорення. За отриманими результатами власних досліджень було встановлено, що частота кістозних уражень яєчників у корів сягала 15,6 %. Ці дані узгоджуються з більшістю літературних повідомлень [5, 9, 31]. Хоча є дані, які свідчать про досить значну різницю в поширеності зазначеної патології – від 3,8 % [4] до 23 % [32]. Звичайно, такі розбіжності пов'язані, насамперед, з технологічними особливостями кожної ферми та різними композиціями сприятливих факторів для її розвитку. Щодо сезонних коливань, то ми виявили суттєву різницю частоти виникнення кістозу з максимальною кількістю у травні та мінімальною наприкінці літа. Окремі дослідники [1] не виявляли такої залежності. На наш погляд, сезонні коливання пов'язані зі значною поширеністю післяродової акушерської патології у корів наприкінці зими та на початку весни і, які, як виявилось в наших дослідженнях та дослідженнях інших авторів [32], слугували етіопатогенетичним підґрунтям для подальшого розвитку кістозу яєчників.

В літературних джерелах дослідники зазвичай акцентують увагу на проблематику фолікулярних кіст, тому інформації про співвідношення розвитку різних форм кістозних утворень досить мало. Ми виявили, що фолікулярні кісти утворюються в яєчниках у більшій половині хворих корів, а лютеальні – у третини самок. Ці дані відрізняються від повідомлень [5], в яких вказано, що фолікулярну кісту діагностували у 15,3 %, а лютеальну – у 1,2 % неплодних корів. Третю форму кіст, а саме кісти жовтого тіла ми не розглядали як класичне кістозне утворення, а відносили до патології "Персистентне жовте тіло", зважаючи на його певні етапи структурних змін.

Загалом, в генезі кістозних утворень в яєчниках основна роль належить розладам в динаміці виділення гіпофізарних гормонів, зокрема лютеїнізуючого гормону та рецепторної забезпеченості фолікулярних клітин. Фолікулярна кіста формується як наслідок порушення овуляції домінантного фолікула через відсутність передовуляторного викиду максимальної кількості лютеїнізуючого гормону. Натомість, лютеїнові кісти утворюються з везикулярних фолікулів, які через рецепторну чутливість до лютеїнізуючого гормону

зазнали лютеїнізації. Отже, клітини фолікулярних кіст залишаються активними продуцентами естрогенів, а клітини лютеальних кіст – прогестерону. Відповідно до цього, за фолікулярних кіст спостерігається німфоманія або анеструс, а за лютеїнових кіст – анафродизія.

Наші дослідження підтвердили літературні дані [1, 2, 7], що за високої продуктивності у корів підвищується ризик утворення фолікулярних кіст в їх яєчниках. Встановлено, що частота їх виникнення збільшується у 2,7 раза. Також фолікулярні кісти формувалися, здебільшого, впродовж 60–90 діб після родів і, в більшості випадків, другої–третьої лактацій. Ці результати повністю узгоджуються з літературними даними [1, 8, 9, 31]. На нашу думку, ці сприятливі фактори пов'язані між собою і загалом відображають механізми ендокринних порушень за інтенсивного лактопоезу. Адже відомо [33], що у високопродуктивних корів на другому–третьому місяцях після родів виникає пролактинемія. Також друга та третя лактації є періодами найвищої продуктивності корів. Високий рівень пролактину у цей період гальмує синтез фолікулостимулювального та лютеїнізуючого гормонів, зменшуючи їх уміст в крові майже вдвічі, що власне і порушує і фолікулогенез, і овуляцію домінантного фолікула.

Виникнення лютеїнових кіст, за результатами наших досліджень, не залежало від рівня продуктивності корів. Спостерігається лише збільшення їх частоти до 31,7 % під час другої лактації.

Важливим, на нашу думку, результатом є виявлений статистично достовірний зв'язок між післяродовими хворобами у корів та віддаленою перспективою утворення кіст в їх гонадах. Зокрема, за фолікулярних кіст основною акушерською патологією була післяродова субінволюція. Відомо [34], що за її розвитку спостерігається значне зниження рівня прогестерону та тестостерону, яке свідчить про повне гальмування стероїдогенезу та наслідкові порушення в системі регуляції ендокринними залозами, початковими ланками якої є гіпоталамус і гіпофіз. Усі ці розлади пов'язані з інтоксикаційним станом організму самки, зумовленим всмоктуванням продуктів розпаду лохій з матки. Вірогідно такий патогенетичний алгоритм і стає підґрунтям для ановуляторних статевих циклів в перспективі та підвищеного ризику формування фолікулярних кіст. Водночас, майже у половини корів з лютеїновими кістами ретроспективно спостерігався післяродовий

метрит. За останніми даними [35, 36], порушення ендокринної сигналізації та рецептивності ендометрію, що виникають під час гострого запалення матки, є результатом клітинних процесів імунної реакції на інфекцію та зумовлюють тривалу дисфункцію яєчників і формування лютеїнових кіст на третьому–четвертому місяцях після родів.

Висновки. 1. Поширеність кістозу яєчників у неплідних корів становить 15,6 % та має сезонні коливання: від 7,7 % влітку до 23,1 % весною. Найчастіше виникають фолікулярні кісти, які діагностували у 53,7 % випадків. Лютеальні кісти були виявлені у 29,2 % корів, а кісти жовтого тіла – у 17,1 % самок з ураженими яєчниками.

2. Сприятливі фактори та динаміка розвитку фолікулярних чи лютеальних кіст мають відмінності. Ризик виникнення фолікулярних кістозних утворень зростає у 2,7 раза за продуктивності 7500–8900 кг, аніж за менших надоїв. У 82 % випадків вони розвиваються під час другого–третього лактаційного періоду, впродовж 30–90-ї доби після родів. Формування лютеальних кіст не має вираженого зв'язку з рівнем продуктивності та кратністю лактацій, окрім першої, під час якої спостерігається найменша кількість зазначеної форми патології – 10 %. У 47,3 % корів вони виникали через три–чотири місяці після родів.

3. Етіологічним підґрунтям для кістозоутворень в яєчниках у корів можна вважати післяродову акушерську патологію. Зокрема, 86,4 % корів з фолікулярними кістами та 78,9 % – з лютеальними мали ускладнений перебіг пуерперію. При цьому фолікулярні кісти найчастіше (45,4 %) утворювалися після субінволюції, а лютеїнові кісти в 47,3 % випадках – після запалення матки. Також за різної форми кіст у 13,6 та 10,5 % корів пуерперій був ускладнений субклінічним кетозом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рошка Ф.Г., Краєвський А.Й. Частота кістозного переродження яєчників у високопродуктивних корів. Вісник Сумського національного аграрного університету. Ветеринарна медицина. 2014. Вип. 6 (35). С. 185–187. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_vet_2014_6_53.
2. Epidemiological description of cystic ovarian disease in Argentine dairy herds: risk factors and effects on the reproductive performance of lactating cows / L. Cattaneo et al. Reproduction in Domestic Animals. 2014. Vol. 49. P. 1028–1033. DOI:10.1111/rda.12432.
3. Yimer N., Haron A.W., Yusoff R. Determination of ovarian cysts in cattle with poor reproductive

performance using ultrasound and plasma progesterone profile. *Veterinary Medicine – Open Journal*. 2018. Vol. 3. P. 1–9. DOI:10.17140/VMOJ-3-126.

4. Сушко О.Б. Співвідношення різних форм оваріальних дисфункцій у корів високопродуктивних молочних стад. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки*. 2018. Вип. 99. С. 203–209. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tneconn_2018_99_34.

5. Пелих К.Є., Федоренко С.Я. Поширеність кіст яєчників у корів за їх неплідності. *Ветеринарія, технології тваринництва та природокористування*. 2019. № 3. С. 225–229. DOI:10.31890/vtp.2019.03.30.

6. Abraham F. An overview on functional causes of infertility in cows. *Journal of Fertilization: In vitro – IVF-Worldwide, Reproductive Medicine, Genetics & Stem Cell Biology*. 2017. Vol. 5. Issue 2. 1000203 p. DOI:10.4172/2375-4508.1000203.

7. Ovarian cysts in dairy cows: old and new concepts for definition, diagnosis and therapy / K. Jeengar et al. *Animal Reproduction*. 2014. Vol. 11. P. 63–73. URL: <https://www.animal-reproduction.org/article/5b5a6042f7783717068b4668/pdf/animreprod-11-2-63.pdf>

8. Silvia W.J., Hatler T.B., Nugent A.M., Laranja da Fonseca L.F. Ovarian follicular cysts in dairy cows: an abnormality in folliculogenesis. *Domestic Animal Endocrinology*. 2002. Vol. 23. P. 167–177. DOI:10.1016/S0739-7240(02)00154-6.

9. Borş S.I., Borş A.O. Ovarian cysts, an anovulatory condition in dairy cattle. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2020. Vol. 82. No. 10. P. 1515–1522. DOI:10.1292/jvms.20-0381.

10. Cystic ovarian disease in dairy cattle: diagnostic accuracy when using B-mode and color Doppler ultrasound / Z.B. Turner et al. *Journal of Dairy Science*. 2023. Vol. 106. No 5. P. 3411–3420. DOI:10.3168/jds.2022-22498.

11. Santos J.E.P., Bisinotto R.S., Ribeiro E.S. Mechanisms underlying reduced fertility in anovular dairy cows. *Theriogenology*. 2016. Vol. 86. P. 254–262. DOI:10.1016/j.theriogenology.2016.04.038.

12. Yeo S.H., Colledge W.H. The role of Kiss1 neurons as integrators of endocrine, metabolic, and environmental factors in the hypothalamic-pituitary-gonadal axis. *Frontiers in Endocrinology*. 2018. Vol. 9. 188 p. DOI:10.3389/fendo.2018.00188.

13. Contribution of the VEGF system to the follicular persistence associated with bovine cystic ovaries / A.F. Stassi et al. *Theriogenology*. 2019. Vol. 138. P. 52–65. DOI:10.1016/j.theriogenology.2019.07.002.

14. Лотоцький В. Кістоз яєчників корів. Молоко і ферма. 2017. № 3 (40). С. 2–3. URL: <https://milkua.info/uk/post/kistoz-aecnikiv-koriv>.

15. Effects of parity on postpartum fertility parameters in Holstein dairy cows / M.A. Elmetwally et al. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*. 2016. Vol. 9. P. 91–99. DOI:10.9790/2380-0908029199.

16. Nelson, S.T., Martin, A.D., Østerås, O. Risk factors associated with cystic ovarian disease in

Norwegian dairy cattle. *Acta Vet Scand*. 2010. Vol. 52. 60 p. DOI:10.1186/1751-0147-52-60.

17. Chauhan J.H., Hadiya K.K., Dhami A.J. Prevalence, risk factors and differential diagnosis of cystic ovarian degeneration in crossbred cows. *Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*. 2019. Vol. 15. No. 1. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20203497300>.

18. Abera Fekata D. Review on ovarian cysts in dairy cattle, its treatment and prevention. *International Journal of Education & Applied Sciences Research*. 2022. Vol. 9. Issue 1. P. 1–16. DOI:10.5281/zenodo.7090356.

19. Investigation on diagnosis and metabolic profile of ovarian cysts in dairy cows / N. Mimoune et al. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2017. Vol. 23 (4). P. 579–586. DOI:10.9775/kvfd.2017.17394.

20. Prasse M.E., Gundling N., Hoedemaker M. Retrospective analysis of ovarian cysts in dairy cows. Part 1: risk factors. *Tierärztliche Umschau*. 2011. Vol. 66 (2). P. 51–55. URL: <https://www.researchgate.net/publication/285955981>.

21. Краєвський А.Й., Захарченко В.А., Краєвський С.А., Рошка Ф.Г. Частота виникнення кіст та втрата ними функціональної активності за різного стану рубцевого травлення. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Ветеринарна медицина*. 2016. Вип. 6 (38). С. 205–208. URL: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5529/1/55.pdf>.

22. Tanemura K., Ohtaki T., Ono M., Tsumagari S. Development of ovarian diseases in dairy cows with a history of fatty liver, and their prognosis. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2016. Vol. 78 (5). P. 755–760. DOI:10.1292/jvms.14-0637.

23. Рожка Ф.Г., Краєвський А.Й. Біохімічні та морфологічні параметри обґрунтування діагностики кіст яєчників у корів. *Український часопис ветеринарних наук*. 2019. Т. 10. № 4. С. 51–55. URL: <https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/926>.

24. Wmb N., Gam S. Treatment of ovarian cysts in buffaloes with emphasis to echotexture analysis. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*. 2015. Vol. 2. DOI:10.15406/JDVAR.2015.02.0003.

25. Effect of Double-Ovsynch and Presynch-Ovsynch on postpartum ovarian cysts and inactive ovary in high-yielding dairy cows / Z. Li et al. *Frontiers in Veterinary Science*. 2024. Vol. 11. DOI:10.3389/fvets.2024.1348734.

26. Ambrose D., Colazo M., Gobikrushanth M. Fate of cystic ovarian follicles, clinical responses, and pregnancy in dairy cows subjected to Ovsynch and timed artificial insemination, with or without an intravaginal progesterone device. *Clinical Theriogenology*. 2025. Vol. 17. DOI:10.58292/CT.v17.12189.

27. Ovarian disorders treatment in dairy cows with infertility / D.M. Muratbayev et al. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 2018.

Vol. 6 (10). P. 436–442. DOI:10.17582/journal.aavs/2018/6.10.436.442.

28. Плахотнюк І.М., Ордин Ю.М., Івасенко Б.П. Відновлення відтворної функції у корів за субклінічного кетозу. Науковий вісник ветеринарної медицини. 2020. № 2. С. 21–27. DOI:10.33245/2310-4902-2020-160-2-21-27.

29. Зубков О.О. Структура та поширеність поліорганної патології корів післяродового періоду. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. 2017. Т. 19. № 82. С. 145–147. DOI:10.15421/nvlvet8230.

30. The structure of gonadal dysfunctions in cows with chronic gynecological pathologies / S. Sidashova et al. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences. 2024. Vol. 26 (116). P. 10–19. DOI:10.32718/nvlvet11602.

31. Motta R.G., Martins L.S.A., Medeiros G.S., Chiogna V.J. Prevalence of ovarian cysts in production high cows under containment system and diet total. Revista de Ciências Agroveterinárias. 2019. Vol. 18. No. 4. P. 519–525. DOI:10.5965/223811711832019519.

32. Pesántez J.L., Ortiz O., Hernández-Cerón J. Incidence of ovarian follicular cysts and their effect on reproductive performance in dairy cows: a case study in Mexico. Archivos de Medicina Veterinaria. 2016. Vol. 48 (3). P. 289–291. DOI:10.4067/S0301-732X2016000300007.

33. Власенко С.А. Динаміка концентрації пролактину в крові корів після родів за різної продуктивності. Ветеринарна медицина: міжвідомчий тематичний науковий збірник. Харків, 2013. № 97. С. 313–314. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/514>.

34. Safonov V. Hormonal and Biochemical Parameters Analysis of the Yeld Cows Blood. International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research. 2022. Vol. 6 (2). P. 103–111. DOI:10.29329/ijiaar.2022.451.4.

35. Uterine infection: linking infection and innate immunity with infertility in the high-producing dairy cow / J.J. Bromfield et al. Journal of Animal Science. 2015. Vol. 93 (5). P. 2021–2033. DOI:10.2527/jas.2014-8496.

36. From Infection to Infertility: Diagnostic, Therapeutic, and Molecular Perspectives on Postpartum Metritis and Endometritis in Dairy Cows / R. Kasimanickam et al. Animals. 2025. Vol. 15 (19). 2841 p. DOI:10.3390/ani15192841.

REFERENCES

1. Roshka, F.G., Kraevsky, A.Y. (2014). Chastota kistoznoho pererodzhennia yaiechnykh u vysokoproduktyvnykh koriv [Frequency of cystic ovarian degeneration in high-yielding cows]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. Vetrynarna medytsyna [Veterinary Medicine]. Issue 6 (35), pp. 185–187. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vsna_vet_2014_6_53. (In Ukrainian).

2. Cattaneo, L., Signorini, M.L., Bertoli, J., Bartolomé, J.A., Gareis, N.C., Díaz, P.U., Bó, G.A.,

Ortega, H.H. (2014). Epidemiological description of cystic ovarian disease in Argentine dairy herds: risk factors and effects on the reproductive performance of lactating cows. Reproduction in Domestic Animals. Vol. 49, pp. 1028–1033. DOI:10.1111/rda.12432.

3. Yimer, N., Haron, A.W., Yusoff, R. (2018). Determination of ovarian cysts in cattle with poor reproductive performance using ultrasound and plasma progesterone profile. Veterinary Medicine – Open Journal, Vol. 3, pp. 1–9. DOI:10.17140/VMOJ-3-126.

4. Sushko, O.B. (2018). Spivvidnoshennia riznykh form ovarialnykh dysfunktsii u koriv vysokoproduktyvnykh molochnykh stad [Correlation of different forms of ovarian dysfunction in cows of high-yielding dairy herds]. Tavriyskyi naukovyi visnyk [Tavria Scientific Bulletin]. Silskohospodarski nauky [Agricultural Sciences]. Issue 99, pp. 203–209. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tvveconn_2018_99_34. (In Ukrainian).

5. Pelykh, K.Ye., Fedorenko, S.Ya. (2019). Poshyrenist kist yaiechnykh u koriv za yikh neplidnosti [Prevalence of ovarian cysts in cows during their infertility]. Vetrynariia, tekhnolohii tvarynnystva ta pryrodokorystuvannia [Veterinary Medicine, Animal Husbandry Technologies and Environmental Management]. no. 3, pp. 225–229. DOI:10.31890/vtpp.2019.03.30. (In Ukrainian).

6. Abraham, F. (2017). An overview on functional causes of infertility in cows. Journal of Fertilization: In vitro – IVF-Worldwide, Reproductive Medicine, Genetics & Stem Cell Biology, Vol. 5, Issue 2, 1000203 p. DOI:10.4172/2375-4508.1000203.

7. Jeengar, K., Chaudhary, V., Kumar, A., Raiya, S., Gaur, M., Purohit, G.N. (2014). Ovarian cysts in dairy cows: old and new concepts for definition, diagnosis and therapy. Animal Reproduction. Vol. 11, pp. 63–73. Available at: https://www.animal-reproduction.org/article/5b5a_6042f7783717068b4668/pdf/animreprod-11-2-63.pdf

8. Silvia, W.J., Hatler, T.B., Nugent, A.M., Laranja da Fonseca, L.F. (2002). Ovarian follicular cysts in dairy cows: an abnormality in folliculogenesis. Domestic Animal Endocrinology. Vol. 23, pp. 167–177. DOI:10.1016/S0739-7240(02)00154-6.

9. Borş, S.I., Borş, A.O. (2020). Ovarian cysts, an anovulatory condition in dairy cattle. Journal of Veterinary Medical Science, Vol. 82, no. 10, pp. 1515–1522. DOI:10.1292/jvms.20-0381.

10. Turner, Z.B. (2023). Cystic ovarian disease in dairy cattle: diagnostic accuracy when using B-mode and color Doppler ultrasound. Journal of Dairy Science, Vol. 106, no. 5, pp. 3411–3420. DOI:10.3168/jds.2022-22498.

11. Santos, J.E.P., Bisinotto, R.S., Ribeiro, E.S. (2016). Mechanisms underlying reduced fertility in anovular dairy cows. Theriogenology, Vol. 86, pp. 254–262. DOI:10.1016/j.theriogenology.2016.04.038.

12. Yeo, S.H., Colledge, W.H. (2018). The role of Kiss1 neurons as integrators of endocrine, metabolic, and environmental factors in the hypothalamic-pituitary-gonadal axis. Frontiers in Endocrinology. Vol. 9, 188 p. DOI:10.3389/fendo.2018.00188.

13. Stassi, A.F., Gasser, F., Velázquez, M.M.L. (2019). Contribution of the VEGF system to the follicular persistence associated with bovine cystic ovaries. *Theriogenology*, Vol. 138, pp. 52–65. DOI:10.1016/j.theriogenology.2019.07.002.
14. Lototsky, V. (2017). Kistoz yaiechnykh koriv [Ovarian cysts in cows]. *Moloko i ferma [Milk and Farm]*, no. 3 (40), pp. 2–3. Available at: <https://milkua.info/uk/post/kistoz-aecnikiv-koriv>. (In Ukrainian).
15. Elmetwally, M.A., Montaser, A., Elsadany, N., Bedir, W., Hussein, M. (2016). Effects of parity on postpartum fertility parameters in Holstein dairy cows. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, Vol. 9, pp. 91–99. DOI:10.9790/2380-0908029199.
16. Nelson, S.T., Martin, A.D., Østerås, O. (2010). Risk factors associated with cystic ovarian disease in Norwegian dairy cattle. *Acta Vet Scand*. Vol. 52, 60 p. DOI:10.1186/1751-0147-52-60.
17. Chauhan, J.H., Hadiya, K.K., Dhami, A.J. (2019). Prevalence, risk factors and differential diagnosis of cystic ovarian degeneration in crossbred cows. *Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, Vol. 15, no. 1. Available at: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20203497300>.
18. Abera Fekata, D. (2022). Review on ovarian cysts in dairy cattle, its treatment and prevention. *International Journal of Education & Applied Sciences Research*, Vol. 9, Issue 1, pp. 1–16. DOI:10.5281/zenodo.7090356.
19. Mimoune, N., Kaidi, R., Azzouz, M.Y., Zenia, S., Benaissa, M.H., England, G. (2017). Investigation on diagnosis and metabolic profile of ovarian cysts in dairy cows. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. Vol. 23 (4), pp. 579–586. DOI:10.9775/kvfd.2017.17394.
20. Prasse, M.E., Gundling, N., Hoedemaker, M. (2011). Retrospective analysis of ovarian cysts in dairy cows. Part 1: risk factors. *Tierärztliche Umschau*. Vol. 66 (2), pp. 51–55. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/285955981>.
21. Kraevsky, A.Y., Zakharchenko, V.A., Kraevsky, S.A., Roshka, F.G. (2016). Chastota vynyknennia kist ta vtrata nymy funktsionalnoi aktyvnosti za riznogo stanu rubtsevoho travlennia [Frequency of cysts and their loss of functional activity in different states of cicatricial digestion]. *Visnyk Sums'koho natsionalnoho aharnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]*. *Veterynarna medytsyna [Veterinary Medicine]*. Issue 6 (38), pp. 205–208. Available at: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/5529/1/55.pdf>. (In Ukrainian).
22. Tanemura, K., Ohtaki, T., Ono, M., Tsumagari, S. (2016). Development of ovarian diseases in dairy cows with a history of fatty liver, and their prognosis. *Journal of Veterinary Medical Science*, Vol. 78 (5), pp. 755–760. DOI:10.1292/jvms.14-0637.
23. Rozhka, F.G., Kraevsky, A.Y. (2019). Biokhimichni ta morfolohichni parametry obgruntuvannia diahnozy kist yaiechnykh u koriv [Biochemical and morphological parameters of substantiation of diagnostics of ovarian cysts in cows]. *Ukrainskyi chasopys veterynarnykh nauk [Ukrainian Journal of Veterinary Sciences]*, Vol. 10, no. 4, pp. 51–55. Available at: (In Ukrainian).
24. Wmb, N., Gam, S. (2015). Treatment of ovarian cysts in buffaloes with emphasis to echotexture analysis. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research*, Vol. 2. DOI:10.15406/JDVAR.2015.02.0003.
25. Li, Z., Luan, S., Yan, L. (2024). Effect of Double-Ovsynch and Presynch-Ovsynch on postpartum ovarian cysts and inactive ovary in high-yielding dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*. Vol. 11. DOI:10.3389/fvets.2024.1348734.
26. Ambrose, D., Colazo, M., Gobikrushanth, M. (2025). Fate of cystic ovarian follicles, clinical responses, and pregnancy in dairy cows subjected to Ovsynch and timed artificial insemination, with or without an intravaginal progesterone device. *Clinical Theriogenology*. Vol. 17. DOI:10.58292/CT.v17.12189.
27. Muratbayev, D.M., Tokayev, Z.K., Akhmetzhanov, O.N., Ygieva, A.S., Mukhamadieva, N.N. (2018). Ovarian disorders treatment in dairy cows with infertility. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, Vol. 6 (10), pp. 436–442. DOI:10.17582/journal.aavs/2018/6.10.436.442.
28. Plahotniuk, I.M., Ordin, Yu.M., Ivasenko, B.P. (2020). Vidnovlennia vidtvornoï funktsii u koriv za subklinichnoho ketozu [Restoration of reproductive function in cows during subclinical ketosis]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]*. no. 2, pp. 21–27. DOI:10.33245/2310-4902-2020-160-2-21-27. (In Ukrainian).
29. Zubkov, O.O. (2017). Struktura ta poshyrenist poliorhannoi patolohii koriv pisliarodovoho periodu [Structure and prevalence of multiorgan pathology of cows in the postpartum period]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny [Scientific Bulletin of the S. Z. Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine]*. Vol. 19, no. 82, pp. 145–147. DOI:10.15421/nvlvet8230. (In Ukrainian).
30. Sidashova, S., Guttyj, B., Ilchysyn, M., Todoruk, V., Martyshuk, T. (2024). The structure of gonadal dysfunctions in cows with chronic gynecological pathologies. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences*. Vol. 26 (116), pp. 10–19. DOI:10.32718/nvlvet11602.
31. Motta, R.G., Martins, L.S.A., Medeiros, G.S., Chiogna, V.J. (2019). Prevalence of ovarian cysts in production high cows under containment system and diet total. *Revista de Ciências Agroveterinárias*. Vol. 18, no. 4, pp. 519–525. DOI:10.5965/223811711832019519.
32. Pesántez, J.L., Ortiz, O., Hernández-Cerón, J. (2016). Incidence of ovarian follicular cysts and their effect on reproductive performance in dairy cows: a case study in Mexico. *Archivos de Medicina Veterinaria*. Vol. 48 (3), pp. 289–291. DOI:10.4067/S0301-732X2016000300007.
33. Vlasenko, S.A. (2013). Dynamika kontsenratsii prolaktynu v krovi koriv pislia rodiv za riznoi

produktivnosti [Dynamics of prolactin concentration in the blood of cows after childbirth at different productivity]. *Veterynarna medytsyna: mizhvidomchyi tematychnyi naukovi zbirnyk* [Veterinary medicine: interdepartmental thematic scientific collection]. Kharkiv, no. 97, pp. 313–314. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/514>. (In Ukrainian).

34. Safonov, V. (2022). Hormonal and Biochemical Parameters Analysis of the Yeld Cows Blood. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, Vol. 6 (2), pp. 103–111. DOI:10.29329/ijiaar.2022.451.4.

35. Bromfield, J.J., Santos, J.E., Block, J., Williams, R.S., Sheldon, I.M. (2015). Uterine infection: linking infection and innate immunity with infertility in the high-producing dairy cow. *Journal of Animal Science*, Vol. 93 (5), pp. 2021–2033. DOI:10.2527/jas.2014-8496.

36. Kasimanickam, R., Bhowmik, P., Kastelic, J., Ferreira, J., Kasimanickam, V. (2025). From Infection to Infertility: Diagnostic, Therapeutic, and Molecular Perspectives on Postpartum Metritis and Endometritis in Dairy Cows. *Animals*. Vol. 15 (19), 2841 p. DOI:10.3390/ani1519 2841.

Certain factors in the development of ovarian cysts in cows

Sluch O., Vlasenko S.

Within the structure of gynecological diseases in cows, ovarian cysts account for a large proportion and pose a considerable problem for theriogenologists, including insufficient theoretical interpretation of the etiopathogenetic mechanisms underlying their development and the practical issue of low therapeutic efficacy. The aim of our study was to determine the prevalence of ovarian cysts in cows and the predisposing factors for their occurrence. The material comprised infertile Holstein cows. Diagnosis of cysts was performed by transrectal palpation and ultrasonographic scanning of the ovaries. A follicular cyst was diagnosed when a follicular structure with a fluid-filled cavity greater than 20 mm in diameter was present in the absence of a corpus luteum. Luteal

cysts were identified by a smaller cavity and a wall thickness of ≥ 3 mm.

It was found that the average annual incidence of cysts in cows was 15.6 %, with seasonal fluctuations from 7.7 % in late summer to 23.1 % in late spring. Follicular cysts were the most common, diagnosed in 53.7 % of cases. Luteal cysts were found in 29.2 % of cows, and cystic corpora lutea in 17.1 % of females with affected ovaries. A significant increase ($p < 0.05$) in the development of follicular cysts was observed in cows producing 7,500–8,900 kg of milk – 2.7 times higher compared with cows with lower yields; 72.7 % of such cows were high-producing. For luteal cysts, the analogous difference was minor – 5.8 %. In 82 % of cases, luteal cysts developed during the second to third lactation. In the majority of cases, follicular cystic formations developed in the ovaries during the second and third months postpartum – 34.5 % and 27.3 %, respectively; at longer intervals this pathology occurred in only 18.2 % of cows. Conversely, luteal cysts developed in 47.3 % ($p < 0.05$) of affected females within 91–120 days and in 26.3 % after ≥ 121 days. During the second to third month postpartum, luteinisation of non-ovulated follicles occurred in only 16.4 % of affected cows. Thus, the same factors exert different effects on the development of follicular versus luteal ovarian cysts in cows.

Retrospective analysis revealed that 86.4 % of cows with follicular cysts and 78.9 % with luteal cysts had a complicated puerperium. In cows with follicular cysts, the most common pathology was subinvolution, occurring in 45.4 % of cases. In cows with luteal cysts, the highest proportion – 47.3 % – suffered from metritis in the postpartum period. According to cyst type, 13.6 % and 10.5 % of cows, respectively, experienced a puerperium complicated by subclinical ketosis. In addition, in the first group, 9.1 % of females were diagnosed with ovarian hypofunction prior to the onset of follicular cysts.

Keywords: cows, infertility, follicular cyst, luteal cyst, milk yield level, lactation, subinvolution, metritis, ketosis, ultrasonographic diagnosis.



Copyright: Случ О.В., Власенко С.А. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ORCID iD:

Случ О.В.

Власенко С.А.

<https://orcid.org/0009-0001-7488-9610>

<https://orcid.org/0000-0002-1291-1085>



ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

UDC 637.1:614.31:006.063:504.5(567)

**Detection of Cross-Contamination and Mislabeling
in Milk Samples from Karbala City Markets****Hameed M.A.K.¹ , Aldawmy F.A.A-K.K.² , Mahdi H.T.¹ ,
Salman A.D.³ , Muhammed H.A.¹ , Majeed M.W.⁴**¹ *University of Kerbala / College of Veterinary Medicine, Karbala*² *Alamal College for Specialized Medical Sciences, Karbala*³ *University of Al-Ameed / College of medicine, Karbala*⁴ *Veterinary Teaching Hospital in Karbala Governorate, Iraqi Ministry of Agriculture, Karbala* E-mail: Hayder.t@uokerbala.edu.iq

Хамед М.А.К., Алдавмі Ф.А.А.-К.К., Мах-ді Х.Т., Салман А.Д., Мухаммед Х.А., Маджид М.В. Виявлення перехресного забруднення та неправильного маркування у зразках молока з міських ринків Кербели. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 19–25.

Hameed M.A.K., Aldawmy F.A.A-K.K., Mahdi H.T., Salman A.D., Muhammed H.A., Majeed M.W. Detection of Cross-Contamination and Mislabeling in Milk Samples from Karbala City Markets. *Nauk. visn. vet. med.*, 2025. № 2. PP. 19–25.

Рукопис отримано: 20.07.2025 р.

Прийнято: 04.08.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-19-25

This study investigates milk authenticity in Karbala's local markets by assessing mislabeling and cross-contamination using PCR-based species identification targeting the *Cytochrome b* (*Cyt b*) gene. Results revealed discrepancies between labeled and actual milk content, with products marketed as pure buffalo or goat milk frequently containing undeclared cow DNA. These findings indicate widespread dairy fraud, likely driven by economic incentives to substitute cheaper milk types. Additionally, cross-contamination due to poor hygiene practices in small-scale dairy operations was evident, as some samples contained traces of multiple species. The prevalence of adulterated milk raises serious concerns regarding consumer deception, economic fairness, and public health—particularly for individuals with allergies or religious dietary restrictions. This study underscores the urgent need for stricter regulatory enforcement, improved testing protocols, and better hygiene standards in Iraq's dairy industry to ensure product authenticity and food safety.

Keyword: cross-contamination, mislabeling, food safety, PCR analysis, counterfeiting, labeling.

Introduction. Food authenticity and safety are major concerns in the dairy industry, where mislabeling and cross-contamination can lead to economic fraud, allergic reactions, and religious or ethical violations (Di Pinto *et al.*, 2018). In regions like Karbala, where dairy products from cows, sheep, goats, and buffaloes are widely consumed, ensuring accurate labeling

is crucial for consumer trust and public health. However, weak regulatory enforcement and a lack of routine testing may allow adulterated or misrepresented products to enter the market (Kamal *et al.*, 2021).

The global dairy industry has faced numerous cases of fraudulent practices, including the substitution of high-value milk (e.g., buffalo or

goat) with cheaper alternatives (e.g., cow milk) (Dalmasso *et al.*, 2011). Such practices not only deceive consumers but also undermine fair trade and food safety standards. To combat this, molecular techniques such as Polymerase Chain Reaction (PCR) have been widely adopted for species identification due to their high sensitivity and specificity in detecting even trace amounts of foreign DNA (Ghoshal and Gaur 2020). PCR-based methods target species-specific mitochondrial or nuclear DNA sequences, allowing for reliable differentiation between milk sources (Everitt and Cozzolino 2021).

In this **study**, we collected raw milk samples from cows, sheep, goats, and buffaloes sold in Karbala’s local markets and subjected them to PCR analysis to detect potential mislabeling or cross-contamination. Given the increasing demand for dairy products in Iraq, verifying milk authenticity is essential to ensure compliance with labeling regulations and prevent fraudulent practices. Our findings contribute to the broader effort to enhance food safety standards in local markets, protecting consumers and promoting fair trade. Additionally, this research highlights the need for routine PCR-based testing in food control laboratories to enforce stricter quality assurance measures.

Materials and methods of research. A total of 200 canned milk samples were collected from four milk production facilities in Karbala Governorate, including its districts and sub-districts. The facilities were categorized into four types based on workforce size, comprising: Al-hur milk production Factory (18 workers), Al-Hussynia milk production Factory (22 workers) and Al-hyndia Milk production Factory 3 (30 workers),

The Samples were taken from various production stages, beginning with direct

milking of animals, followed by milk transfer to processing machinery, and finally, ending at canning or labeling stages in cans of bottled beverages. The animals in the studied factories were distributed as follows: 66, 82, 46, and 43 animals to Al-hur, Ain-Tumor, Al-hyndia and Al-Hussynia Milk Production Factory respectively, while the average amount of milk daily production was 49, 55, 28, and 20 liters per factory in corresponding order. Samples were collected at three important stages: directly from the animal (pre-machine), after going through common milking machines, and after canning procedure. Cytochrome c was identified by PCR to allow for species-specific identification and contamination testing.

The milk samples were analyzed using Polymerase Chain Reaction (PCR) technique to detect contamination resulting from different animals like of cow, buffalo, goat and sheep milk through cytochrome c gene variation analysis table 1.

DNA was extracted from the samples following the manufacturer's standard protocol for the extraction kit, (addbiotissue DNA extraction kit/ Korea). The extracted samples were then stored at an appropriate temperature (-20°C) until PCR analysis was conducted.

Results. For cow milk samples, before machine processing, all thirteen samples were confirmed to be pure, with no contamination detected. After passing through the machine, contamination was observed in two out of thirteen samples, where traces of sheep cytochrome c were identified. Following the canning process, further contamination was detected, with four additional cow milk samples found to contain sheep cytochrome c, indicating increased cross-species mixing during packaging, on the other hand.

Table 1 – Distribution of milk samples for cytochrome c detection and contamination analysis in Al-Hur

Al-Hur	Cow			Sheep			Buffalo		
	Positive	Negative	Total	Positive	Negative	Total	Positive	Negative	Total
Before Machine	13	0	13	10	0	10	10	0	10
After Machine	11	2	13	9	1	10	8	2	10
After Canning	9	4	13	8	2	10	8	2	10
Statistical analysis	$\chi^2 = 4.73$, df = 2, p = 0.094			$\chi^2 = 2.222$, df = 2, p = 0.32			$\chi^2 = 2.308$, df = 2, p = 0.315		

Agarose gel electrophoresis (1.5 %) was performed to amplify the cytochrome **c** gene, with the gel run at 100 V for 1 hour. DNA fragments were visualized using a ladder ranging from 100 bp to 1500 bp for size comparison. Distinct bands were observed at approximately **555 bp** (sheep), **471 bp** (cattle), and **124 bp** (buffalo), corresponding to species-specific amplification of the cytochrome **c** gene. The results confirm successful PCR amplification, with clear differentiation between species based on fragment size.

Discussion. The results of this study highlight the presence of mislabeling and cross-contamination in milk samples collected from Karbala's local markets, raising concerns about dairy product authenticity and food safety. Using PCR-based species identification, we detected discrepancies between labeled and actual milk sources, particularly in products claimed to be pure buffalo or goat milk, which occasionally contained cow milk DNA. This aligns with findings from other regions in Iraq, where dairy fraud has been reported due to economic incentives favoring cheaper milk substitutes (Al-Dabbas *et al.*, 2020).

In Iraq, the lack of stringent regulatory enforcement contributes to the prevalence of mislabeled dairy products. A study conducted in Baghdad found that nearly 30% of commercially sold milk samples were adulterated with undeclared species (Hassan and Al-Kaabi, 2019), reinforcing the need for improved monitoring systems. Our findings in Karbala further support this trend, suggesting that milk adulteration is not an isolated issue but rather a systemic problem affecting multiple regions in Iraq.

Cross-contamination may also occur during milk collection, transportation, or processing, particularly in small-scale dairy operations where hygiene standards are not strictly followed. A study in southern Iraq (Al-Mossawi *et al.*,

2021) noted that shared equipment and improper cleaning protocols frequently lead to unintentional mixing of milk from different species. Our PCR results support this observation, as some samples exhibited traces of multiple species, indicating possible cross-contamination rather than deliberate fraud. The table 1, showed the cow milk samples distribution a non-significant change in cytochrome c detection positivity rates across the different sampling stages was observed ($\chi^2 = 4.73$, $df = 2$, $*p^* = 0.094$) and it was consisted with (Allothman *et al.*, 2018), and for sheep milk :No statistically significant difference in the proportion of positive samples before processing, after the machine, and after canning was found ($\chi^2 = 2.222$, $df = 2$, $*p^* = 0.32$) this study was agreement with (Foschino *et al.*, 2021). As well as , for Buffalo milk: The statistical analysis indicated that the sampling position did not have a significant effect on the test outcome for buffalo milk ($\chi^2 = 2.308$, $df = 2$, $*p^* = 0.315$) the study was agreement with (Yadav *et al.*, 2022).

The table 2 showed the cow milk samples distribution: A statistically significant reduction in cytochrome c detection positivity rates across the sampling stages was observed ($\chi^2 = 7.636$, $df = 2$, $*p^* = 0.021$), indicating that the processing steps had a measurable effect on the milk and it was consisted with (Gomes *et al.*, 2021). and for sheep milk: Similarly, a significant difference in the proportion of positive samples was found for sheep milk ($\chi^2 = 7.5$, $df = 2$, $*p^* = 0.02$), confirming that the sampling position is a critical factor influencing the test outcome this study was agreement with (Pazzola *et al.*, 2018). As well as , for Buffalo milk: In contrast to the other species, the statistical analysis for buffalo milk indicated that the effect of sampling position was not statistically significant at the 95% confidence level ($\chi^2 = 3.938$, $df = 2$, $*p^* = 0.139$) the study was agreement with (Claeys *et al.*, 2013).

Table 2 – Distribution of milk samples for cytochrome c detection and contamination analysis in Ain-Tumor

Ain-Tumor	Cow			Sheep			Buffalo		
	Positive	Negative	Total	Positive	Negative	Total	Positive	Negative	Total
Before Machine	14	0	14	15	0	15	12	0	12
After Machine	11	3	14	12	3	15	11	1	12
After Canning	8	6	14	9	6	15	9	3	12
Statistical analysis	$\chi^2 = 7.636$, $df = 2$, $p = 0.021$			$\chi^2 = 7.5$, $df = 2$, $p = 0.02$			$\chi^2 = 3.938$, $df = 2$, $p = 0.139$		

The table 3 showed showed the cow milk samples distribution: No statistically significant difference in cytochrome c detection rates across the various sampling positions was observed for cow milk ($\chi^2 = 2.2$, $df = 2$, $*p^* = 0.33$), suggesting the processing stages did not substantially alter the measured parameter and it was consisted with (Xing *et al.*, 2020). and for sheep milk: A trend towards a reduction in positive samples was noted in sheep milk, but this change was not found to be statistically significant at the conventional 5% level ($\chi^2 = 4.727$, $df = 2$, $*p^* = 0.091$) this study was agreement with (Balthazar *et al.*, 2017). As well as for Buffalo milk: Similar to the results for cow milk, the effect of the sampling position on test outcomes for buffalo milk was determined to be non-significant ($\chi^2 = 2.25$, $df = 2$, $*p^* = 0.324$) the study was agreement with (El-Habbab *et al.*, 2020).

The table 4 for all species: No statistical analysis could be performed for cow, sheep, or buffalo milk, as no variation in cytochrome

c detection was observed across any of the sampling stages ($\chi^2 = NS$, $df = NS$, $*p^* = NS$) the study was aggrement with (Lucey, 2015).

The economic implications of milk mislabeling are significant, as consumers often pay premium prices for high-value milk (e.g., buffalo or goat milk) only to receive cheaper alternatives. This not only deceives consumers but also disadvantages honest producers who comply with labeling regulations. Moreover, individuals with allergies or religious dietary restrictions may unknowingly consume prohibited milk types, posing health and ethical concerns. Species-specific primers were designed to differentiate between animal species, and samples were examined to verify the presence of any undeclared adulteration or contamination in the packaged products. Species-specific primers were designed to differentiate between animal species, and samples were examined to verify the presence of any undeclared adulteration or contamination in the packaged products. (Al-Zubaidy and Salih, 2022).

Table 3 – Distribution of milk samples for cytochrome c detection and contamination analysis in Al-hyndia

Al-hyndia	Cow			Sheep			Buffalo		
	Positive	Negative	Total	Positive	Negative	Total	Positive	Negative	Total
Before Machine	11	0	11	13	0	13	9	0	9
After Machine	10	1	11	11	2	13	8	1	9
After Canning	9	2	11	9	4	13	7	2	9
Statistical analysis	$\chi^2 = 2.2$, $df = 2$, $p = 0.33$			$\chi^2 = 4.727$, $df = 2$, $p = 0.091$			$\chi^2 = 2.25$, $df = 2$, $p = 0.324$		

Table 4 – Distribution of milk samples for cytochrome c detection and contamination analysis in Al-Hussynia

Al-Hussynia	Cow			Sheep			Buffalo		
	Positive	Negative	Total	Positive	Negative	Total	Positive	Negative	Total
Before Machine	13	0	13	14	0	14	11	0	11
After Machine	13	0	13	14	0	14	11	0	11
After Canning	13	0	13	14	0	14	11	0	11
Statistical analysis	$\chi^2 = NS$, $df = NS$ $p = NS$			$\chi^2 = NS$, $df = NS$ $p = NS$			$\chi^2 = NS$, $df = NS$ $p = NS$		

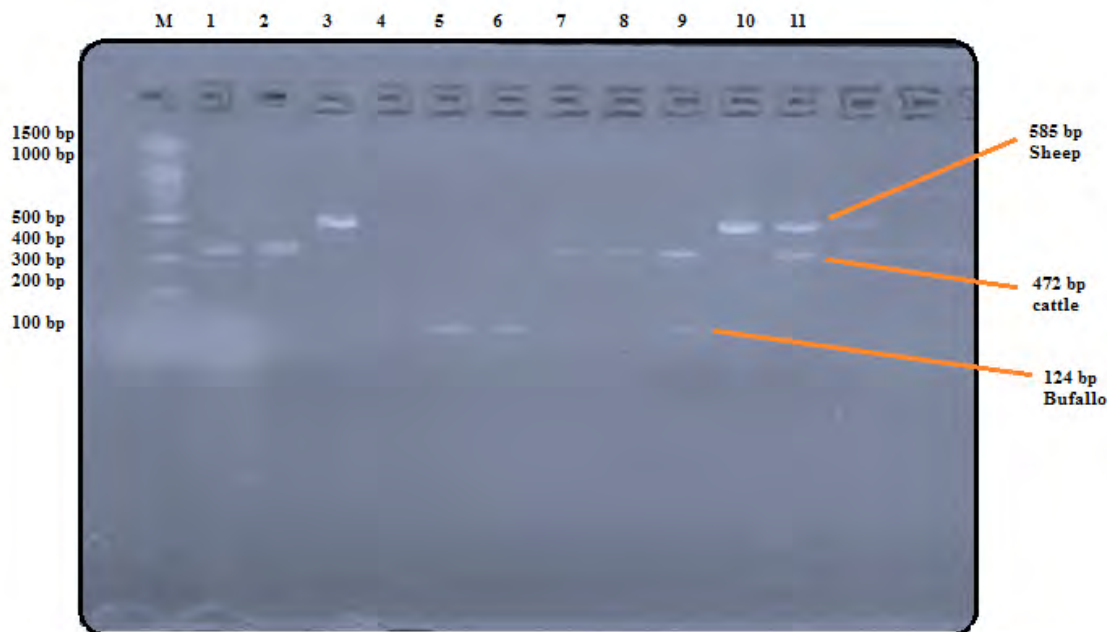


Figure 1. Agarose gel electrophoresis (1.5 %) of cytochrome *c** gene amplification products. **Lane M:** DNA ladder (100–1500 bp). **Lanes 1–11:** PCR amplicons from milk samples. Species-specific bands are indicated: sheep (585 bp), cattle (471 bp), and buffalo (124 bp). Electrophoresis conditions: 100 V, 1 hour.

Conclusion. This study provides evidence of cross-contamination, adulteration, and mislabeling in milk samples from Karbala City markets. Accordingly, based on these results, there are some of recommendations. First of all, regular and surprise checks of milk and its products sold in consumer markets should be improved by the obligatory application of new powerful analytical methods-PCR and spectroscopy-for

the detection of adulteration and identification of animal species. Additionally, a transparent labeling policy needs to be implemented that will definitely and unambiguously indicate all types of milk used in a product and/or other additives. Finally, further studies are recommended to determine the prevalence of certain adulterants and to create low-cost, rapid detection kits that are applicable at the point of sale.

REFERENCES

1. Abdel-Rahman, S.M., Ahmed, M.M., El-Hady, S.A. (2015). Detection of adulteration and identification of cow's milk in buffalo's and goat's milk using PCR-RFLP technique. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 13 (2), pp. 127–131.
2. Al-Dabbas, M.M., Al-Shuhaib, M.B.S., Aljobouri, A.M. (2020). Detection of cow milk adulteration in buffalo milk using PCR-based assay: A study in Iraqi markets. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, 34 (2), pp. 345–351.
3. Ali, M.E., Hashim, U., Mustafa, S., Che Man, Y.B. (2012). Swine-specific PCR-RFLP assay targeting mitochondrial cytochrome b gene for semiquantitative detection of pork in commercial meat products. *Food Chemistry*, 133 (2), pp. 575–582.
4. Al-Mossawi, L.H., Al-Fatlawi, H.Y., Kadhim, A.H. (2021). Cross-contamination risks in small-scale dairy processing units in southern Iraq. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 52 (1), pp. 78–89.
5. Alothman, M., Hogan, S.A., Hennessy, D., Dillon, P., Kilcawley, K.N., O'Donovan, M., O'Callaghan, T.F. (2018). The “grass-fed” milk story: understanding the impact of pasture feeding on the composition and quality of bovine milk. *Foods*, 8 (9), 350 p.
6. Al-Zubaidy, R.S., Salih, M.A. (2022). Ethical and health implications of milk fraud in Iraq: Consumer awareness and regulatory challenges. *Journal of Food Ethics and Policy*, 7 (1), pp. 45–60.
7. Balthazar, C.F., Pimentel, T.C., Ferrao, L.L., Almada, C.N., Santillo, A., Albenzio, M., Silva, M.C. (2017). Sheep milk: physicochemical characteristics and relevance for functional food development. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16 (2), pp. 247–262.

8. Charlebois, S., Sterling, B., Haratifar, S., Naing, S.K. (2014). Comparison of global food traceability regulations and requirements. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13 (5), pp. 1104–1123.
9. Claeys, W.L., Cardoen, S., Daube, G., De Block, J., Dewettinck, K., Dierick, K., Herman, L. (2013). Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Food Control*, 31 (1), pp. 251–262.
10. Claeys, W.L., Cardoen, S., Daube, G., De Block, J., Dewettinck, K., Dierick, K., Herman, L. (2013). Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits. *Food Control*, 31 (1), pp. 251–262.
11. Cottenet, G., Blancpain, C., Golay, P.A. (2011). Simultaneous detection of cow and buffalo milk in mozzarella cheese by real-time PCR assay. *Food Chemistry*, 124 (1), pp. 362–366. DOI:10.1016/j.foodchem.2010.06.044
12. Dalmasso, A., Civera, T., La Neve, F., Bottero, M.T. (2011). Simultaneous detection of cow and buffalo milk in mozzarella cheese by Real-Time PCR assay. *Food Chemistry*, 124 (1), pp. 362–366.
13. Di Pinto, A., Marchetti, P., Mottola, A., Bozzo, G., Bonerba, E., Tantillo, G. (2018). A PCR-based assay for the detection of animal species in dairy products: Implications for food authenticity and safety. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (3), pp. 986–992. DOI:10.1007/s13197-017-3016-7
14. Donia, E., Furton, K. G., Macchiavelli, A. (2020). Milk fraud in the Middle East: Implications for consumer health and religious dietary laws. *Journal of Food Composition and Analysis*, 85, 103331 p.
15. El-Habbab, M.S., Asfour, H.A.E., El-Bagoury, A.M.H. (2020). A comparative study on the composition and quality of buffalo's and cow's milk from different areas in Egypt. *Bulletin of the National Research Centre*. 44 (1), pp. 1–8.
16. Ellis, D.I., Brewster, V.L., Dunn, W.B., Allwood, J.W., Golovanov, A.P., Goodacre, R. (2012). Fingerprinting food: Current technologies for the detection of food adulteration and contamination. *Chemical Society Reviews*. 41 (17), pp. 5706–5727.
17. Everitt, H., Cozzolino, D. (2021). A review of the analytical methods used for milk and dairy products authenticity. *Food Control*, 127.
18. Everstine, K., Spink, J., and Kennedy, S. (2013). Economically motivated adulteration (EMA) of food: Common characteristics of EMA incidents. *Journal of Food Protection*, 76 (4), pp. 723–735. DOI:10.4315/0362-028X.JFP-12-399
19. Foschino, R., Picozzi, C., Borghi, M. (2021). Hygiene and safety in milk production and processing. In *The Microbiological Quality of Food*. Woodhead Publishing, pp. 233–256.
20. Ghoshal, G., Gaur, M. (2020). Advanced targeted and non-targeted analytical techniques for detection of food adulteration. *Journal of AOAC International*, 103 (4), pp. 881–889.
21. Lucey, J.A. (2020). Raw milk consumption: Risks and benefits. *Nutrition Today*, 55 (2), pp. 70–77.
22. Gomes, F., Henriques, M., Silva, S. (2021). Milk quality and safety: towards a conceptual framework for evaluating microbial contamination. *Current Opinion in Food Science*, 39, pp. 21–27.
23. Hassan, F.G., Al-Kaabi, W.J. (2019). Adulteration and mislabeling of dairy products in Baghdad markets: A molecular and chemical assessment. *Journal of Food Safety and Quality in Iraq*, 10 (3), pp. 112–120.
24. Kamal, M., Karabasanavar, N., Kumar, D., Singh, R.P. (2021). Rapid detection of milk adulteration using advanced molecular techniques: Challenges and opportunities. *Food Control*, 125. DOI:10.1016/j.foodcont.2021.107919
25. Kumar, A., Kumar, R.R., Sharma, B.D., Gokulakrishnan, P., Mendiratta, S.K., Sharma, D. (2015). Identification of species origin of meat and meat products on the DNA basis: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 55 (10), pp. 1340–1351.
26. Lucey, J.A. (2015). Milk protein aggregates: Properties and applications. In *Milk Proteins*. Academic Press, pp. 269–295.
27. Manning, L., Soon, J.M. (2016). Food safety, food fraud, and food defense: A fast evolving literature. *Journal of Food Science*, 81 (4), pp. 823–834.
28. Nascimento, C.F., Santos, P.M., Pereira-Filho, E.R., Rocha, F.R. (2017). Recent advances on determination of milk adulterants. *Food Chemistry*. 221, pp. 1232–1244.
29. Oliver, S.P., Jayarao, B.M., Almeida, R.A. (2005). Foodborne pathogens in milk and the dairy farm environment: Food safety and public health implications. *Foodborne Pathogens and Disease*. 2 (2), pp. 115–129.
30. Pazzola, M., Vacca, G.M., Dettori, M.L., Rocchigiani, A.M., Luridiana, S., Carcangiu, V. (2018). Changes in milk protein fractionation and cheesemaking properties of sheep milk during lactation. *Journal of Dairy Science*, 101 (10), pp. 8804–8813.
31. van Ruth, S.M., Huisman, W., Luning, P.A. (2017). Food fraud vulnerability and its key factors. *Trends in Food Science and Technology*, 67, pp. 70–75.
32. Xing, R.R., Hu, R.R., Han, J.X., Deng, T.T., Chen, Y. (2020). Development of a universal and simplified ddRAD library preparation approach for SNP discovery and genotyping in angiosperm plants. *Plant Methods*, 16 (1), pp. 1–12.
33. Yadav, H., Sharma, R., Singh, P.K., Mal, G. (2022). Buffalo Milk: Composition, Value Addition and Public Health Concerns. *Indian Journal of Animal Sciences*, 92 (2), pp. 135–142.

Виявлення перехресного забруднення та неправильного маркування у зразках молока з міських ринків Кербели

Хамед М.А.К., Алдаві Ф.А.А.-К.Х., Махді Х.Т., Салман А.Д., Мухаммед Х.А., Маджид М.В.

У статті досліджується справжність молока на місцевих ринках Кербели, оцінюючи неправильне маркування та перехресне забруднення за допомогою ПЛР-ідентифікації видів, спрямованої на ген цитохрому b (Cyt b). Результати виявили розбіжності між маркованим та фактичним вмістом молока, причому продукти, що продають як чисте буйволине або козяче молоко, часто містять незадекларовану коров'ячу ДНК. Ці висновки свідчать про поширене шахрайство з молочною продукцією, ймовірно, зумовлене економічними стимулами для заміни дешевших

видів молока. Крім того, перехресне забруднення через погану гігієнічну практику на дрібних молочних підприємствах було очевидним, оскільки деякі зразки містили сліди кількох видів. Поширеність фальсифікованого молока викликає серйозні занепокоєння щодо обману споживачів, економічної справедливості та громадського здоров'я, особливо для людей з алергією або релігійними дієтичними обмеженнями. Це дослідження підкреслює нагальну потребу в суворішому контролі, вдосконаленні протоколів тестування та підвищенні гігієнічних стандартів в молочній промисловості Іраку для забезпечення справжності продукції та безпеки харчових продуктів.

Ключові слова: перехресне забруднення, неправильне маркування, безпека харчових продуктів, ПЛР-аналіз, підробка, маркування.



Copyright: Hameed M.A.K. et al. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**ORCID iD:**

Hameed M.A.K.

<https://orcid.org/0000-0001-8076-3371>

Aldawmy F.A.A.-K.K.

<https://orcid.org/0000-0001-8845-5357>

Mahdi H.T.

<https://orcid.org/0000-0002-1288-8591>

Salman A.D.

<https://orcid.org/0009-0001-5880-9051>

Muhammed H.A.

<https://orcid.org/0000-0001-7594-8283>

ВЕТЕРИНАРНА ГІГІЄНА, САНІТАРІЯ ТА ЕКСПЕРТИЗА

УДК 614.31:637.5:636.085/.087

**Мікробіологічна стабільність свинини
під впливом органічної кормової суміші,
виготовленої на основі гумінових кислот****Якубчак О.М.** , **Тишківська Н.В.** , **Тишківський М.Я.** ¹ Національний університет біоресурсів і природокористування України² Білоцерківський національний аграрний університет³ ДП “Київоблстандартметрологія”

Тишківська Н.В. E-mail: natalya_tyshkivska@ukr.net



Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Тишківський М.Я. Мікробіологічна стабільність свинини під впливом органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 26–35.

Yakubchak O., Tyshkivska N., Tyshkivsky M. Microbiological stability of pork under the influence of organic feed mixture based on humic acids. *Nauk. visn. vet. med.*, 2025. № 2. PP. 26–35.

Рукопис отримано: 13.09.2025 р.

Прийнято: 26.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-26-35

У статті наведено результати експериментального дослідження впливу згодовування поросяткам органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот, на мікробіологічні показники свинини під час зберігання в охолоджену вигляді. Метою роботи було визначити динаміку змін контамінації м'яса КМАФАнМ та умовно-патогенними мікроорганізмами впродовж 4 діб зберігання за температури 0 -1 °С. Дослідження проводили на 600 поросятках контрольної та дослідної груп, утримуваних в однакових умовах. Тварини дослідної групи впродовж 60 діб отримували питну воду з додаванням органічної кормової суміші, виготовленої на основі гумінових кислот (Greenat) у дозі 2 л/т води. Після завершення відгодівлі та забою для мікробіологічного аналізу відбирали зразки м'язової тканини від 10 свиней дослідної та 10 свиней контрольної груп. Мікробіологічні дослідження зразків м'яса здійснювали відповідно до чинних стандартів, проводили підрахунок кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), інші види бактерій ідентифікували методом MALDI-TOF на мас-спектрометрі Bruker MALDI, цим методом ідентифікували патогенні бактерії *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* та дріжджі роду *Rhodotorula spp.*

На початку дослідження рівень контамінації м'язової тканини мезофільною аеробною та факультативно-анаеробною мікрофлорою (КМАФАнМ) був практично однаковим у контрольній та дослідній групах: $1,9 \times 10^2 \pm 0,54$ КУО/г та $1,7 \times 10^2 \pm 0,48$ КУО/г відповідно, що свідчить про однорідність вихідних умов.

У подальші дні зберігання (3–4 доба) спостерігається поступове зростання кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у м'язовій тканині тварин обох груп, що свідчить про активізацію росту мікрофлори в умовах зберігання.

Абсолютні значення КМАФАнМ зростали в обох групах, темп наростання мікробного обсіменіння виявився вірогідно вищим у контролі ($p < 0,05$), тимчасом у дослідній групі зафіксовано лише тенденцію до зростання ($p < 0,1$). Ці результати узгоджуються з гіпотезою про антимікробну дію гумінових кислот, які можуть впливати як на склад кишкової мікрофлори, так і якість м'язової тканини як субстрату для мікроорганізмів після забою.

Ключові слова: гумінові кислоти, свинина, мікробіологічна безпечність, зберігання, кормова добавка, КМАФАнМ, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Одним із пріоритетних напрямів сучасного тваринництва та харчової промисловості є забезпечення стабільної якості та мікробіологічної безпечності м'яса без застосування хімічних консервантів, антибіотиків чи штучних стимуляторів. Особливого значення набувають дослідження, спрямовані на використання природних речовин у годівлі тварин, здатних позитивно впливати на фізіологічні процеси, стан імунної системи та мікрофлору, а також покращувати стабільність м'ясної продукції під час зберігання.

Серед таких речовин важливе місце займають гумінові кислоти – природні поліелектроліти з високою біологічною активністю, які демонструють антиоксидантні, сорбційні, антимікробні та імуномодулюючі властивості. Їх використання у годівлі тварин, зокрема свиней, досліджується в контексті підвищення продуктивності, покращення конверсії корму та зменшення токсичного навантаження на організм.

Результати досліджень на інших видах тварин свідчать, що додавання органічних кормових сумішей, виготовлених на основі гумінових кислот до раціону може покращувати хімічний склад м'язової тканини, зокрема підвищувати вміст білка та знижувати частку жиру, а також підвищувати антиоксидантну стійкість і органолептичні властивості м'яса [2]. Це дає підстави припускати, що подібний ефект може проявлятися і у свиней, впливаючи на мікробіологічну стабільність м'яса під час зберігання. Вони також сприяють покращенню органолептичних показників курятини, антиоксидантні властивості покращують окислювальну стабільність м'яса під час зберігання. Вплив гумінових кислот на жирнокислотний склад може бути однією з причин того, що м'ясо має більш сприятливий вплив на здоров'я споживачів.

У ряді досліджень [1–3] встановлено, що введення гумінових речовин до раціону свиней сприяє зниженню кількості патогенної мікрофлори в кишечнику, покращенню гематологічних та біохімічних показників, зниженню рівня оксидативного стресу. Однак, вплив гумінових кислот на мікробіологічні характеристики м'яса саме під час зберігання залишається недостатньо вивченим.

Деякі автори (Marcinčák S. et al., 2023) стверджують, що гумінові речовини можуть опосередковано впливати на окислювальну стабільність м'яса, зменшуючи утворення продуктів перекисного окислення ліпідів, та, ймовірно, стримувати ріст мікроорганізмів завдяки залишковій дії [4–6]. Проте кількість

таких досліджень обмежена, що визначає необхідність подальшого вивчення цієї теми.

У зв'язку з цим постає актуальне завдання – дослідити вплив включення гумінових кислот до раціону поросят на мікробіологічну стабільність свинини під час зберігання, що має важливе значення як з позиції безпечності харчових продуктів, так і з погляду економіки виробництва.

Метою дослідження було визначити динаміку мікробіологічних показників свинини, отриманої від поросят, до раціону яких включали гумінові кислоти, у процесі зберігання м'яса в охолоджену вигляді за температури 0 – -1 °C впродовж 4 діб.

Матеріал і методи дослідження. Мікробіологічні дослідження проводили в Експертному центрі діагностики та лабораторного супроводу “Біолайтс” (Атестат акредитації № 201864). Зразки м'язової тканини відбирали від свиней, вирощених на базі свиногомплексу ТОВ “Агропрайм Холдинг” із використанням органічної кормової суміші на основі гумінових кислот.

Для дослідження відбирали зразки м'язової тканини від свиней дослідної та контрольної груп (по 10 голів у кожній) після завершення відгодівлі. Поросята дослідної групи у період з 28-добового віку до переведення у групу відгодівлі отримували питну воду з додаванням органічної кормової суміші на основі гумінових кислот (препарат Greenat) у дозі 2 л/т води. Отже, досліджуване м'ясо походило від тварин, які в ранній період вирощування споживали гумінову добавку.

Відбір зразків здійснювали відповідно до “Порядку відбору зразків продукції тваринного, рослинного і біотехнологічного походження для проведення досліджень” (затвердженого наказом Департаменту ветеринарної медицини № 83 від 14.06.2002 р.). Після забою туші свиней піддавали охолодженню у холодильній камері за температури 0 – -1 °C за відносної вологості повітря 85 %, з метою досягнення температури в товщі м'язів не вище +1 – -1 °C відповідно до ДСТУ 7158:2010 [7]. У таких умовах відбувався також процес дозрівання м'яса, що тривав до 48 годин відповідно до ветеринарно-санітарних вимог.

Від кожної туші відбирали по одній пробі м'яса (вагою 800 г) з найдовшого м'яза спини в ділянці 7–12 грудного хребців. Після цього кожну з проб розділяли на 4 рівних частини і поміщали для зберігання в холодильну камеру за температури 0 – -1 °C.

Досліджували охолоджену свинину відповідно до показників наведених у таблиці 1.

Таблиця 1 – Мікробіологічні показники свинини

Назва показника	охладжена	Метод контролю
КМАФАМ, КУО в 1 г, не більше	1×10^3	Згідно з ДСТУ 8446:2015
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> в 25 г	Не дозволено	Згідно з ДСТУ EN 12824
БГКП (коліформи) в 0,01 г	–	Згідно з ГОСТ 21237
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г	Не дозволено	Згідно з ДСТУ ISO 11290-1 ДСТУ ISO 11290-2

Визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) у зразках м'яса проводили за допомогою підрахунку колоній, що вирости на твердому поживному середовищі після інкубації за температури 30 °C впродовж 72 годин [8].

Виявлення бактерій *Salmonella spp.* та *Listeria monocytogenes* здійснювали через висівання зразків на відповідні поживні середовища з подальшою ідентифікацією методом MALDI-TOF мас-спектрометрії [9–10].

Для підвищення достовірності результатів за остаточний показник мікробного обсіменіння приймали середнє арифметичне значення, розраховане за результатами аналізу проб, відібраних від п'яти туш тварин контрольної та дослідної груп під час забою.

Ідентифікацію мікроорганізмів методом MALDI-TOF на мас-спектрометрі Bruker MALDI здійснювали через відбирання зразків ізольованих колоній з чашки Петрі об'ємом 1–2 мкл за допомогою петлі і круговими рухами наносили рівномірно тонким шаром бактеріальну масу безпосередньо на поверхню луночки чіпа. Після висихання на зразок наносили розчин матриці для MALDI-TOF – α -ціано-4-гідроксикоричної кислоти, розчиненої в 50 % ацетонітрилі з додаванням 2,5 % трихлороцтової кислоти в об'ємі 1 мкл на лунки металеві мішені (чіпа). Після висихання та кристалізації проб мішені поміщали в камеру мас-спектрометра.

Для отримання одиничного мас-спектра використовували 100 лазерних імпульсів із частотою 60 Гц. Реєстрацію проводили в діапазоні мас 1000–20000 m/z, фіксуючи лише позитивні іони. Загальний спектр формували як суму 100 пострілів, а з кожної лунки чіпа отримували фінальний спектр через сумування 6 одиничних спектрів (загалом 600 імпуль-

сів). Мас-спектри реєстрували у лінійному режимі без застосування рефлектрона [10].

Результати дослідження. Мікробіологічні показники м'яса є одним із ключових критеріїв його безпечності та придатності до споживання. Особливе значення має кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), яка слугує загальним індикатором мікробного обсіменіння. Саме ці показники є базовими за встановлення строків зберігання м'яса в охолоджену вигляді та визначення ефективності застосування профілактичних чи функціональних кормових добавок.

Результати дослідження КМАФАнМ м'язової тканини свиней дослідної та контрольної груп впродовж 4 діб зберігання за температури від 0 до -1 °C за відносної вологості повітря 85 % наведено в таблиці 1.

На початку дослідження кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ) у м'язовій тканині була практично однаковою у контрольній та дослідній групах – $1,9 \times 10^2 \pm 0,54$ КУО/г та $1,7 \times 10^2 \pm 0,48$ КУО/г відповідно, що свідчить про однорідність вихідних умов.

Мікробіологічні показники свинини, зокрема КМАФАнМ обумовлюються комплексом чинників, до яких належать умови годівлі та утримання свиней [11], рівень стресу перед забоєм [6], особливості хімічного складу м'язової тканини, а також санітарно-гігієнічні умови на виробництві [12] та низка інших технологічних аспектів.

Зберігання свинини на 2 добу вказує на незначне зростання загального бактеріального обсіменіння (табл. 2) у зразках дослідної та контрольної груп, проте значення відповідають вимогам національного стандарту України [7].

Таблиця 2 – Вплив згодовування гумінових кислот на мікробіологічні показники м'яса свиней під час зберігання

Показник	Доба від забою	Дослідна група (n=10)	Контрольна група (n=10)
КМАФАнМ, КУО/г	1	$1,9 \times 10^2 \pm 0,54$	$1,7 \times 10^2 \pm 0,48$
	2	$2,10 \times 10^2 \pm 0,64$	$2,21 \times 10^2 \pm 0,71$
	3	$2,58 \times 10^2 \pm 0,72$	$2,66 \times 10^2 \pm 0,84$
	4	$2,87 \times 10^2 \pm 0,64$	$3,28 \times 10^2 \pm 0,56^*$
БГКП (коліформи) в 0,01 г	1–4	Не виявлено	Не виявлено
<i>Salmonella spp.</i> у 25 г	1–4	Не виявлено	Не виявлено
<i>Listeria monocytogenes</i> у 25 г	1–4	Не виявлено	Не виявлено

Примітка: * $p < 0,05$.

Підвищення рівня загального бактеріального обсіменіння на другу добу зберігання є очікуваним явищем і зумовлено низкою чинників. Після забою й охолодження м'ясо залишається біологічно активним середовищем, багатим на воду, білки та поживні речовини, що створює сприятливі умови для розмноження мікроорганізмів [13]. Крім того, у перші 24–48 годин зберігання відбувається поступове припинення анаеробних процесів у тканинах, стабілізація температурного режиму в товщі м'язів та перехід мікрофлори до фази активного росту. За умови дотримання температурного режиму (0 – -1 °C) зростання бактеріальної чисельності зазвичай відбувається повільно; проте, відповідно до відомих закономірностей розвитку мікрофлори м'яса, приблизно на другу добу після забою мікроорганізми переходять до активнішого розмноження, що проявляється у зростанні показників КМАФАнМ [14].

У подальші дні зберігання (3–4 доба) спостерігається поступове зростання кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів у м'язовій тканині тварин обох груп. Зокрема, у контрольній групі рівень КМАФАнМ на 3-ю добу досягав $2,66 \times 10^2$ КУО/г, на 4-ту – $3,28 \times 10^2$ КУО/г, що свідчить про активізацію росту мікрофлори в умовах зберігання. У дослідній групі ці показники були нижчими ($2,58 \times 10^2$ та $2,87 \times 10^2$ КУО/г відповідно), що підтверджує позитивну динаміку щодо стримування бактеріального обсіменіння.

Хоча абсолютні значення КМАФАнМ зростали в обох групах, темп наростання мікробного обсіменіння виявився вірогідно вищим у контролі ($p < 0,05$), тимчасом у дослідній групі зафіксовано лише тенденцію до зростання ($p < 0,1$). Ці результати узгоджуються з гіпотезою про антимікробну дію гумінових кислот, які можуть впливати як на

склад кишкової мікрофлори, так і якість м'язової тканини як субстрату для мікроорганізмів після забою.

Важливим критерієм мікробіологічної безпечності м'яса є відсутність патогенної та санітарно-індикаторної мікрофлори, зокрема *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* та бактерій групи кишкової палички (БГКП). У межах дослідження здійснено мікробіологічний контроль на наявність зазначених збудників у м'язовій тканині тварин контрольної та дослідної груп у період зберігання (1–4 доба після забою).

За результатами дослідження, у всіх зразках м'яса, відібраних з туш свиней обох груп, патогенні мікроорганізми *Salmonella spp.* та *Listeria monocytogenes* не були виявлені у кількості 25 г, що відповідає вимогам [7]. Бактерії групи кишкової палички не виявлено у 0,01 г зразка, що свідчить про високий санітарний рівень отриманої продукції та належне дотримання ветеринарно-санітарних вимог під час вирощування, забою та обробки тварин.

Відсутність зазначених патогенів у дослідній групі додатково підтверджує безпечність застосування органічної кормової суміші на основі гумінових кислот у годівлі поросят, що узгоджується з даними інших авторів про здатність гумінових речовин модулювати мікробіоту кишечника та знижувати бактеріальне навантаження [13, 14].

Отже, результати свідчать про санітарну придатність м'яса для вживання та потенційне подовження його терміну зберігання, за умови належного дотримання температурного режиму.

З метою всебічної характеристики мікробіологічних змін у свинині залежно від тривалості зберігання, було проведено визначення родового складу психротрофної мікрофлори, яка потенційно може домінувати у процесі охолодженого зберігання м'яса.

В обох групах виявлено переважання психротрофної мікрофлори, характерної для м'яса, що зберігається в умовах холодильника.

Acinetobacter spp. була найпоширенішою у свинині дослідної групи (41,5 %) також суттєво представлена в контрольній групі (18,4 %, рис. 1–2).

У дослідній групі *Acinetobacter spp.* виявлялася найчастіше (41,5 %), що може свідчити про конкурентне пригнічення більш агресивної мікрофлори або про особливості формування постзайної мікробіоти за наявності гумінових кислот. У контрольній групі їх частка була нижчою (18,4 %), але

супроводжувалася наявністю інших потенційно небезпечних родів (*Yersinia spp.*, *Carnobacterium spp.*; рис. 2). Саме тому, подальші дослідження доцільно спрямувати на видову ідентифікацію *Acinetobacter* та оцінку її значення у збереженні мікробіологічної стабільності м'яса.

Pseudomonas spp., яка зазвичай є головним агентом, що здатна зумовлювати псування, виявлена у свинині у невеликій кількості (1,2 % – дослідна; 2,8 % – контрольна).

У контрольній групі спостерігається більша різноманітність умовно-патогенної мікрофлори, включаючи *Klebsiella spp.*, *Streptococcus spp.*, *Yersinia spp.*, *Proteus spp.*

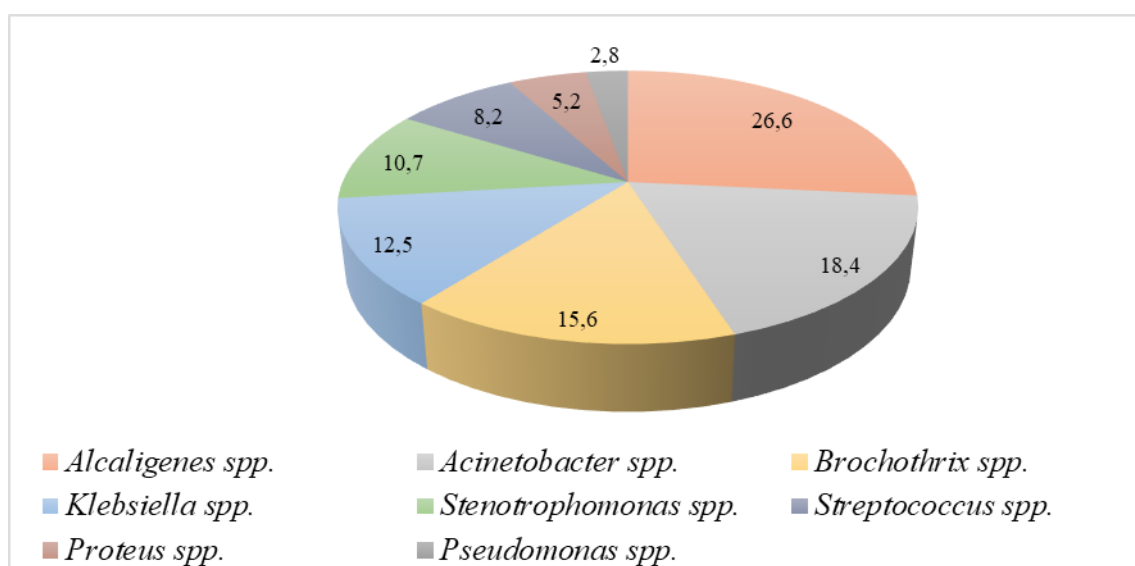


Рис. 1. Мікробіологічні показники свинини контрольної групи на першу добу зберігання.

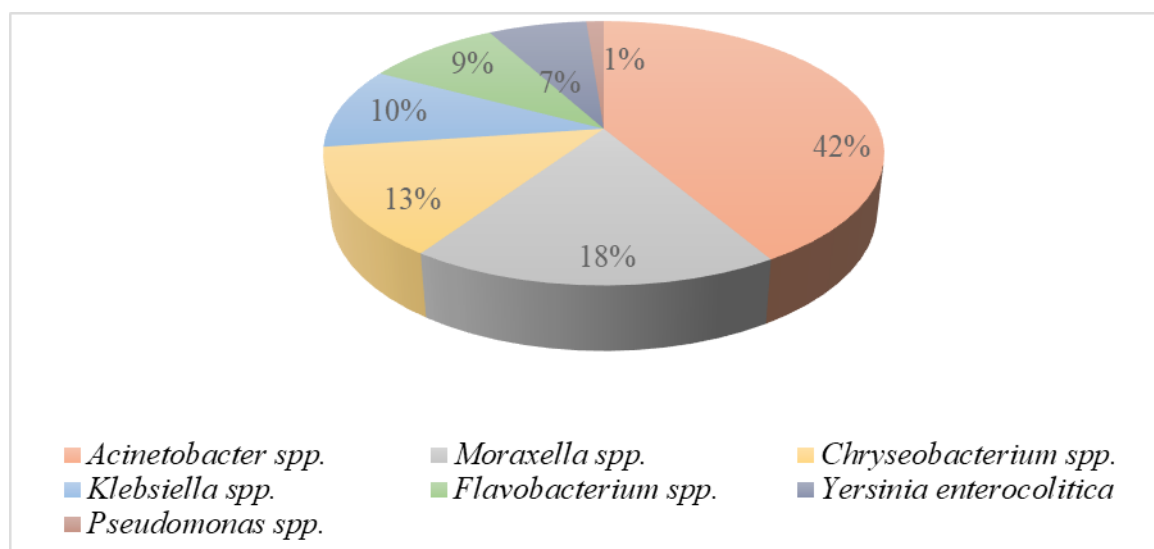


Рис. 2. Мікробіологічні показники свинини дослідної групи на першу добу зберігання.

Свинина дослідної групи характеризується вищою концентрацією бактерій екологічного походження (наприклад, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*), що може свідчити про менший рівень фекального або патогенного обсіменіння.

У контрольній групі спостерігається більша наявність умовно-патогенних мікроорганізмів, що потенційно вказує на вищу ймовірність мікробіологічного псування.

Наявність *Yersinia enterocolitica* в контрольній групі потребує особливої уваги,

адже цей психротрофний патоген здатен виживати за холодильного зберігання.

У результаті дослідження мікробіологічного складу свинини дослідної та контрольної груп на третю добу охолодженого зберігання за температури 0–1 °C встановлено виражене домінування бактерій роду *Pseudomonas* spp. у обох групах. Зі збільшенням терміну зберігання простежено тенденцію до зростання відносної чисельності *Pseudomonas* spp., *Serratia* spp. та *Photobacterium* spp., тимчасом вміст *Acinetobacter* spp. та *Psychrobacter* spp. поступово знижувався (рис. 3–4).

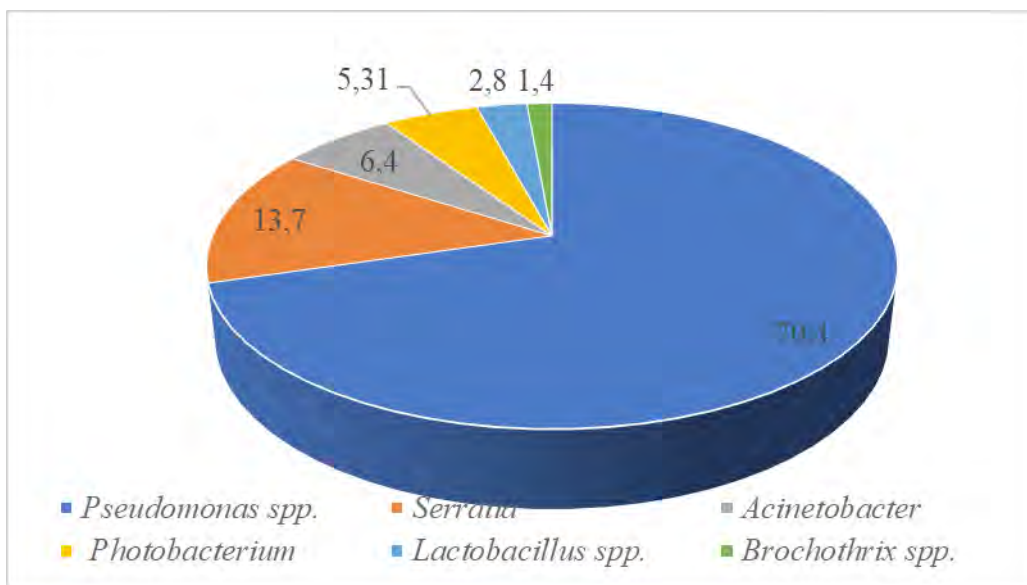


Рис. 3. Мікробіологічні показники свинини дослідної групи на третю добу зберігання за температури +4 °C.

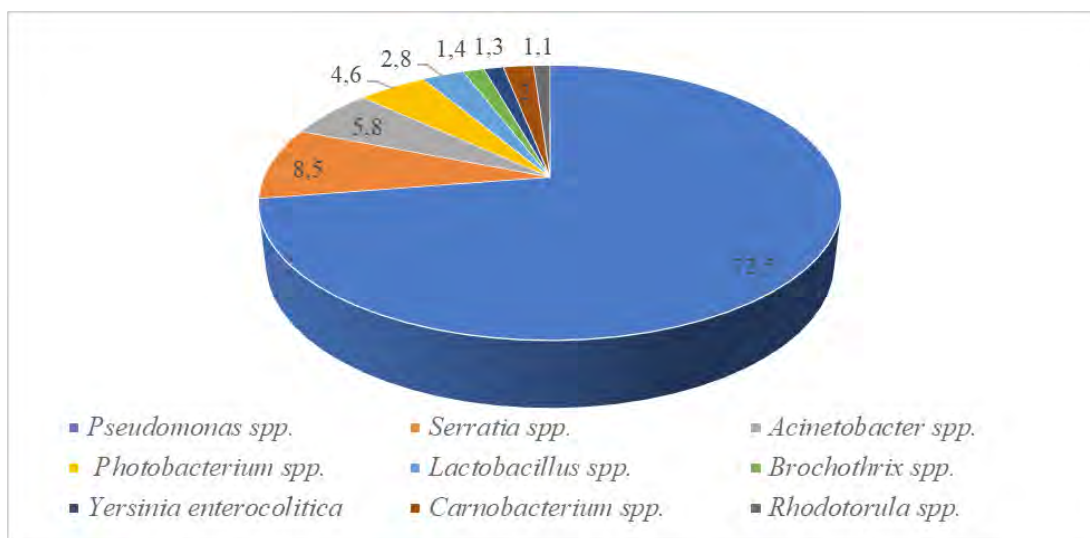


Рис. 4. Мікробіологічні показники свинини контрольної групи на третю добу зберігання за температури +4 °C.

На третю добу зберігання у м'ясі дослідної групи переважали п'ять основних родів бактерій: *Pseudomonas spp.* – 70,4 %, *Serratia spp.* – 13,74 %, *Acinetobacter spp.* – 6,4 %, *Photobacterium spp.* – 5,31 %, *Lactobacillus spp.* – 2,8 %, *Brochothrix spp.* – 1,4 %.

Ці мікроорганізми типові для охолодженого м'яса й здебільшого належать до психротрофної мікрофлори, відповідальної за поступове погіршення органолептичних властивостей м'яса.

У контрольній групі мікробіологічний профіль був подібним, з невеликим переважанням *Pseudomonas spp.* (72,5 %) та *Acinetobacter spp.* (5,8 %), однак додатково було виявлено низку небажаних контамінантів, зокрема: *Yersinia enterocolitica* – 1,3 %, це потенційно патогенний психротроф, що є небезпечним для здоров'я споживача; *Carnobacterium spp.* – 2,0 %, молочнокислі бактерії, здатні модифікувати органолептичні властивості, а дріжджі роду *Rhodotorula spp.* – 1,1 %, утворюють червоні пігментні плями, що погіршує зовнішній вигляд м'яса (рис. 4).

Розвиток непігментованих дріжджів цього роду призводить до появи біло-сірого нальоту, що також вважається дефектом.

М'ясо дослідної групи демонструє стабільніший мікробіологічний профіль, без ознак контамінації патогенними чи пігментованими дріжджами, що може бути свідченням захисного ефекту органічної кормової суміші на основі гумінових кислот.

У контрольній групі виявлення *Yersinia enterocolitica* та *Rhodotorula spp.* свідчить про вищий ризик мікробіологічної нестабільності, що може обмежувати термін зберігання м'яса та впливати на його безпечність і якість.

Обговорення. Застосуванню гумінових кислот у тваринництві присвячено низку наукових праць, у яких основну увагу приділено покращенню приростів, підвищенню імунного статусу тварин, засвоюваності корму та загальній продуктивності [1, 4–6, 13, 14–17]. Натомість у нашому дослідженні акцент було зроблено на аналізі мікробіологічної стабільності свинини, отриманої від тварин, до раціону яких включали органічну кормову суміш на основі гумінових кислот.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що включення до раціону поросят органічної кормової суміші на основі гумінових кислот позитивно вплинуло на мікробіологічні показники свинини, зокрема на загальну бактеріальну контамінацію у проце-

сі зберігання в охолодженому вигляді. Впродовж чотиридобового періоду зберігання за температури від 0 до -1°C у м'ясі дослідної групи спостерігалася тенденція до зростання ($p < 0,1$) кількості мезофільної аеробної та факультативно-анаеробної мікрофлори (КМА-ФАНМ), водночас у контрольній групі наростання мікробного обсіменіння виявилось вірогідно вищим ($p < 0,05$), що може свідчити про покращену мікробіологічну стабільність м'яса.

Виявлені роди мікроорганізмів у м'ясі дослідної групи були типовими для охолодженого м'яса: *Pseudomonas spp.*, *Serratia spp.*, *Photobacterium spp.*, *Acinetobacter spp.*, *Lactobacillus spp.* та *Brochothrix spp.* Проте у контрольній групі додатково виявлено *Yersinia enterocolitica*, *Carnobacterium spp.* та дріжджі роду *Rhodotorula*, що свідчить про вищий рівень мікробіологічної нестабільності й потенційної небезпеки.

Результати вказують, що згодовування органічної кормової суміші на основі гумінових кислот, ймовірно, сприяє зниженню бактеріального навантаження на рівні кишкового тракту, що, зокрема, може зменшувати контамінацію м'яса під час забою. Ці висновки узгоджуються з даними інших авторів щодо модулюючого ефекту гумінових речовин на мікробіоту та їх антимікробної дії (Disetlthe et al., 2018; Dönmez et al., 2020).

Крім того, відсутність патогенних мікроорганізмів у дослідній групі підтверджує безпечність використання досліджуваної кормової суміші. Враховуючи значення мікробіологічних показників у визначенні якості та терміну зберігання м'яса, результати дослідження є перспективними для подальшого впровадження гумінових речовин у системи годівлі свиней з метою підвищення безпечності харчової продукції.

У подальших дослідженнях доцільно розширити спектр визначуваних мікроорганізмів, а також провести комплексну оцінку органолептичних і фізико-хімічних показників м'яса за умов довшого зберігання, з метою повного розуміння впливу гумінових речовин на стабільність та якість свинини.

Висновки. 1. Включення органічної кормової суміші на основі гумінових кислот до раціону поросят сприяло зниженню загального бактеріального навантаження у свинині після забою, що проявлялося у достовірно нижчих показниках КМАФАНМ під час зберігання ($p < 0,05$).

2. Початкова кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікро-

організмів у м'язовій тканині дослідної та контрольної груп була практично однаковою, що підтверджує однорідність вихідного матеріалу, однак у подальші дні зберігання у дослідній групі спостерігалось стримування росту мікрофлори.

3. Мікробіологічний профіль свинини дослідної групи характеризувався переважанням сапрофітної психротрофної мікрофлори (*Pseudomonas spp.*, *Serratia spp.*, *Photobacterium spp.*), тимчасом у контрольній виявляли також умовно-патогенні мікроорганізми (*Yersinia enterocolitica*, *Rhodotorula spp.*), що свідчить про підвищену мікробіологічну стабільність продукції за використання гумінових речовин у годівлі свиней.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ji F., McGlone J.J., Kim S.W. Effects of dietary humic substances on pig growth performance, carcass characteristics, and ammonia emission. *J Anim Sci.* 2006. 84 (9). P. 2482–2490. DOI:10.2527/jas.2005-206.
2. Humic Substances as a Feed Supplement and the Benefits of Produced Chicken Meat / S. Marcinčák et al. *Life (Basel).* 2023. 13 (4). 927 p. DOI:10.3390/life13040927.
3. Bai H.X., Chang Q.F., Shi B.M., Shan A.S. Effects of fulvic acid on growth performance and meat quality in growing-finishing pigs. *Livestock Science.* 2013. Vol. 158. Issue 1–3. P. 118–123. ISSN 1871-1413. DOI:10.1016/j.livsci.2013.10.013.
4. Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs / Q. Wang et al. *Livestock Science.* 2008. Vol. 117. Issue 2–3. P. 270–274. DOI:10.1016/j.livsci.2007.12.024.
5. Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Тишківський М.Я. Продуктивність та показники крові телят різних вікових груп у разі застосування кормової суміші на основі гумінових кислот. *Науковий вісник ветеринарної медицини.* 2024. № 2. С. 102–112. DOI:10.33245/2310-4902-2024-192-2-102-112
6. Isbrandt R., Wiegard M., Meemken D., Langkabel N. Impact of procedures and human-animal interactions during transport and slaughter on animal welfare of pigs: a systematic literature review. *Animals (Basel).* 2022. 12 (23). 3391 p. DOI:10.3390/ani12233391.
7. ДСТУ 7158:2010. М'ясо. Свинина в тушах і півтушах. Технічні умови. [Чинний від 2011-07-01]. Київ: Держспожив-стандарт. 2011. 10 с.
8. ДСТУ 8446:2015. Продукти харчові. Методи визначення кількості мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів. [Чинний від 2017-07-01]. Київ: Держспожив-стандарт. 2015. 18 с.
9. Biswas S., Rolain J.-M. Use of MALDI-TOF mass spectrometry for identification of bacteria that are difficult to culture, *Journal of Microbiological Methods.* 2013. Vol. 92. Issue 1. P. 14–24. DOI:10.1016/j.mimet.2012.10.014.
10. Тишківська Н.В., Тишківська А.М. Використання MALDI-TOF маспектрометрії у ветеринарній мікології. *Науковий вісник ветеринарної медицини.* 2019. № 2. С. 20–28. DOI:10.33245/2310-4902-152-2-20-28.
11. Microbiological Quality of Pig Carcasses in a Slaughterhouse under Risk-Based Inspection System / L.G. Cavaleiro et al. *Foods.* 2022. 11 (24). 3986 p. DOI:10.3390/foods11243986.
12. Betic N., Lazic I.B., Nastasijevic I. Biological hazards in the pork Chain Continuum: Risk Mitigation Strategy. *Meat Technology.* 2019. Vol. 60. Issue 2. P. 106–120. DOI:10.18485/meattech. 2019.60.2.5
13. Disetlhe A.R., Marume U., Mlambo V., Hugo A. Effects of dietary humic acid and enzymes on meat quality and fatty acid profiles of broiler chickens fed canola-based diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 2018. Vol. 31 (10). P. 1627–1634. DOI:10.5713/ajas.17.0806.
14. Dönmez N., Ayral P.A., Kahraman N.S. Effects of dietary humic substances on performance, carcass traits, meat quality, and some blood parameters in broiler chickens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences.* 2020. Vol. 44 (4). P. 770–779. DOI:10.3906/vet-2001-86
15. Effect of Broilers Chicken Diet Supplementation with Natural and Acidified Humic Substances on Quality of Produced Breast Meat / M. Hudák et al. *Animals.* 2021. 11. 1087 p. DOI:10.3390/ani11041087
16. Stronskyi I.Y., Simonov M.R., Stronskyi Y.S. The shelf life of pork depends on its quality and microbial and non-microbial meat destructors *Scientific Messenger LNUVMB. Veterinary sciences.* 2024. Vol. 26. No. 114. P. 3–9. DOI:10.32718/nvvet11401
17. Performance and ileal histomorphology of rats treated with humic acid preparations / S. Yasar et al. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2002. 86 (7–8). P. 257–264. DOI:10.1046/j.1439-0396.2002.00383.x.

REFERENCES

1. Ji, F., McGlone, J.J., Kim, S.W. (2006). Effects of dietary humic substances on pig growth performance, carcass characteristics, and ammonia emission. *J Anim Sci.*, 84 (9), pp. 2482–2490. DOI: 10.2527/jas.2005-206.
2. Marcinčák, S., Semjon, B., Marcinčáková, D. (2023). Humic Substances as a Feed Supplement and the Benefits of Produced Chicken Meat. *Life (Basel)*. 13 (4), 927 p. DOI:10.3390/life 13040927.
3. Bai, H.X., Chang, Q.F., Shi, B.M., Shan, A.S. (2013). Effects of fulvic acid on growth performance and meat quality in growing-finishing pigs. *Livestock Science*, Vol. 158, Issue 1–3, pp. 118–123. ISSN 1871-1413. DOI:10.1016/j.livsci.2013.10.013.

4. Wang, Q., Chen, Y.J., Yoo, J.S. (2008). Effects of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livestock Science*, Vol. 117, Issue 2–3, pp. 270–274. DOI:10.1016/j.livsci.2007.12.024.
5. Yakubchak, O.M., Tyshkivska, N.V., Tyshkivskiy, M.Ya. (2024). Produktivnist ta pokaznyky krovi teliat riznykh vikovykh hrup u razi zastosuvannya kormovoi sumishi na osnovi huminovyykh kyslot [Productivity and blood parameters of calves of different age groups when using a feed mixture based on humic acids]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny* [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine], no. 2, pp. 102–112. DOI:10.33245/2310-4902-2024-192-2-102-112 (In Ukrainian).
6. Isbrandt, R., Wiegard, M., Meemken, D., Langkabel, N. (2022). Impact of procedures and human-animal interactions during transport and slaughter on animal welfare of pigs: a systematic literature review. *Animals (Basel)*, 12 (23), 3391 p. DOI:10.3390/ani12233391.
7. DSTU 7158:2010. Miaso. Svyynyna v tushakh i pivtushakh. Tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 2011-07-01] [DSTU 7158:2010. Meat. Pork in carcasses and half-carcasses. Technical conditions. [Valid from 2011-07-01]]. Kyiv: Derzhspozhyv-standart, 2011, 10 p. (In Ukrainian).
8. DSTU 8446:2015. Produkty kharchovi. Metody vyznachennia kilkosti mezofilnykh aerobnykh ta fakultativno-anaerobnykh mikroorhanizmiv. [Chynnyi vid 2017-07-01] [DSTU 8446:2015. Food products. Methods for determining the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms. [Valid from 2017-07-01]]. Kyiv: Derzhspozhyv-standart, 2015, 18 p. (In Ukrainian).
9. Biswas, S., Rolain, J.-M. (2013). Use of MALDI-TOF mass spectrometry for identification of bacteria that are difficult to culture, *Journal of Microbiological Methods*, Vol. 92, Issue 1, pp. 14–24. DOI:10.1016/j.mimet.2012.10.014.
10. Tyshkivska N.V., Tyshkivska A.M. (2019). Vykorystannia MALDI-TOF masspektrometrii u veterynarii mikolohii [The use of MALDI-TOF mass spectrometry in veterinary mycology]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny* [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine], no. 2, pp. 20–28. DOI:10.33245/2310-4902-152-2-20-28. (In Ukrainian).
11. Cavalheiro, L.G., Gené, L.A., Coldebella, A. (2022). Microbiological Quality of Pig Carcasses in a Slaughterhouse under Risk-Based Inspection System. *Foods*, 11 (24), 3986 p. DOI:10.3390/foods11243986.
12. Betic, N., Lazic, I. B., Nastasijevic, I. (2019). Biological hazards in the pork Chain Continuum: Risk Mitigation Strategy. *Meat Technology*, Vol. 60, Issue 2, pp. 106–120. DOI:10.18485/meattech.2019.60.2.5
13. Disetlhe, A.R., Marume, U., Mlambo, V., Hugo, A. (2018). Effects of dietary humic acid and enzymes on meat quality and fatty acid profiles of broiler chickens fed canola-based diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, Vol. 31 (10), pp. 1627–1634. DOI:10.5713/ajas.17.0806.
14. Dönmez, N., Ayrar, P.A., Kahraman, N.S. (2020). Effects of dietary humic substances on performance, carcass traits, meat quality, and some blood parameters in broiler chickens. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, Vol. 44 (4), pp. 770–779. DOI:10.3906/vet-2001-86.
15. Hudák, M., Semjon, B., Marcinčáková, D. (2021). Effect of Broilers Chicken Diet Supplementation with Natural and Acidified Humic Substances on Quality of Produced Breast Meat. *Animals*, 11, 1087 p. DOI:10.3390/ani11041087.
16. Stronskyi, I.Y., Simonov, M.R., Stronskyi, Y.S. (2024). The shelf life of pork depends on its quality and microbial and non-microbial meat destructors. *Scientific Messenger LNUVMB. Veterinary sciences*, Vol. 26, no. 114, pp. 3–9. DOI:10.32718/nvlvet11401.
17. Yasar, S., Gokcimen, A., Altuntas, I. (2002). Performance and ileal histomorphology of rats treated with humic acid preparations. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 86 (7-8), pp. 257–264. DOI:10.1046/j.1439-0396.2002.00383.x.
- Microbiological stability of pork under the influence of organic feed mixture based on humic acids**
- Yakubchak O., Tyshkivska N., Tyshkivsky M.**
- The article presents the results of an experimental study on the feeding piglets effect with an organic feed mixture based on humic acids on the microbiological parameters of pork during chilled storage. The aim of the study was to determine the dynamics of changes in meat contamination by total viable count (TVC) and opportunistic microorganisms during 4 days of storage at 0...–1 °C.
- The experiment was conducted on 600 piglets of control and experimental groups kept under identical housing and feeding conditions. For 60 days, animals of the experimental group received drinking water supplemented with an organic feed mixture based on humic acids (Greenat) at a dose of 2 L/t of water. After fattening and slaughter, muscle tissue samples were collected from 10 pigs of the experimental group and 10 pigs of the control group for microbiological analysis.
- Microbiological studies of meat samples were carried out according to current standards. The total viable count (TVC) of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms was determined, while other bacterial species were identified using the MALDI-TOF mass spectrometry method (Bruker MALDI). This method allowed the identification of pathogenic bacteria *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, and yeasts of the genus *Rhodotorula spp.*
- At the beginning of the study, the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms (TVC) in muscle tissue was almost the same

in both groups: $1.9 \times 10^2 \pm 0.54$ CFU/g in the control and $1.7 \times 10^2 \pm 0.48$ CFU/g in the experimental group, indicating the uniformity of the initial conditions.

During subsequent storage days (3–4 days), a gradual increase in the number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms was observed in both groups, indicating activation of microbial growth under storage conditions.

Absolute TVC values increased in both groups; however, the rate of microbial growth was significantly higher in the control group ($p < 0.05$), where-

as only a tendency toward increase was noted in the experimental group ($p < 0.1$). These results support the hypothesis regarding the antimicrobial effect of humic acids, which may influence both the composition of intestinal microflora and the quality of muscle tissue as a substrate for microorganisms after slaughter.

Keywords: humic acids, pork, microbiological safety, storage, feed additive, KMAFAnM, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*.



Copyright: Якубчак О.М., Тишківська Н.В., Тишківський М.Я.
© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Якубчак О.М.

<https://orcid.org/0000-0002-9390-6578>

Тишківська Н.В.

<https://orcid.org/0000-0003-4937-1390>

Тишківський М.Я.

<https://orcid.org/0000-0003-0826-5276>

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК: 619:616.981.55/616-084

Інфекційні хвороби, що спричиняють патології репродуктивної системи (частина 2)

Кассіч В.Ю.¹ , Ушкалов В.О.² , Ушкалов А.В.³ ¹ Сумський національний аграрний університет² Національний університет біоресурсів та природокористування України³ Харківська регіональна державна лабораторія Держпродспоживслужби

E-mail: Кассіч В.Ю. kassich_v_u@ukr.net; Ушкалов В.О. ushkalov63@gmail.com;

Ушкалов А.В. vetdocman@gmail.com



Кассіч В.Ю., Ушкалов В.О., Ушкалов А.В.
Інфекційні хвороби, що спричиняють патології репродуктивної системи (частина 2). Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 36–46.

Kassich V.Yu., Ushkalov V.O., Ushkalov V.A. Infectious diseases causing pathologies of the reproductive system (part 2). Nauk. visn. vet. med., 2025. № 2. PP. 36–46.

Рукопис отримано: 07.05.2025 р.

Прийнято: 21.05.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-36-46

Однією з характерних ознак багатьох інфекційних захворювань у тварин є ураження органів репродуктивної системи. Такі патології часто призводять до порушення репродуктивної функції, що проявляється в абортах, затримці виходу посліду, запальних процесах, зокрема метритах, вульвовагінітах, маститах, а також формуванні неповноцінного або нежиттєздатного приплоду у самиць. У самців, відповідно, спостерігаються орхіти, баланопостити та інші запальні ураження статевих органів. Подібні ускладнення обумовлені тропізмом (селективною здатністю) збудників інфекцій до тканин репродуктивної системи. Отже, значна частина репродуктивних порушень у тварин має інфекційну природу, що потребує своєчасної діагностики, профілактики та комплексного лікування для збереження відтворювального потенціалу поголів'я. Серед інфекційних хвороб, що мають суттєвий вплив на репродуктивне здоров'я сільськогосподарських тварин, особливу небезпеку становлять вірусні інфекції. Зокрема, інфекційний ринотрахеїт великої рогатої худоби (ІРТ ВРХ), репродуктивно-респіраторний синдром свиней (РРСС), парвовірусна та цирковірусна інфекції свиней, а також ринопневмонія коней – це захворювання, що часто супроводжуються значними порушеннями у функціонуванні репродуктивної системи. Ураження, спричинені цими вірусами, нерідко призводять до абортів, мертворождень, народження слабкого або нежиттєздатного приплоду, а також до інших патологій, таких як порушення статевого циклу, ендометрити та безпліддя. Тропізм зазначених вірусів до тканин репродуктивних органів є ключовим чинником у розвитку таких ускладнень, що потребує дієвих заходів профілактики, діагностики та біобезпеки у тваринництві. Ефективна діагностика та диференціація інфекційних захворювань тварин, особливо тих, що уражують репродуктивну систему, ґрунтується насамперед на використанні сучасних лабораторних методів дослідження. З метою запобігання поширенню таких захворювань та мінімізації їх впливу на продуктивність і відтворення тварин, впроваджують комплекси протиепізоотичних заходів. Вони включають санітарно-гігієнічні дії, ізоляцію хворих особин, дезінфекцію приміщень, контроль за переміщенням тварин, а також регулярне ветеринарне спостереження. Крім того, широке застосування мають лікувально-профілактичні засоби, зокрема використання протівірусних пре-

паратів, імуномодуляторів та імунобіологічних засобів. Такий комплексний підхід дозволяє не лише своєчасно виявляти інфікованих тварин, а й ефективно контролювати перебіг інфекційного процесу, знижуючи ризики масового ураження та втрат у господарстві.

Ключові слова: інфекційний ринотрахеїт великої рогатої худоби (ІРТ ВРХ), репродуктивно-респіраторний синдром свиней (РРСС), парвовірусна інфекція свиней, цирковірусна інфекція свиней, ринопневмонія коней.

Постановка проблеми та аналіз останніх джерел. Вірусні захворювання становлять суттєву загрозу здоров'ю та благополуччю тварин, спричиняючи широкий спектр клінічних проявів, включаючи респіраторні, шлунково-кишкові, неврологічні та репродуктивні розлади. Це може призвести до захворюваності та смертності уражених тварин, що спричиняє зниження продуктивності. Крім того, деякі вірусні інфекції можуть мати довгострокові наслідки, такі як хронічне ослаблення, імуносупресія та підвищена сприйнятливість до вторинних інфекцій. Наявність вірусних захворювань у популяціях тварин також може створювати проблеми для спостереження за захворюваннями, діагностики та лікування, що потребує негайного втручання для запобігання спалахам та пом'якшення їхнього впливу на благополуччя тварин [1].

Вірусні захворювання тварин мають масштабний економічний вплив, який виходить далеко за межі окремих фермерських господарств і охоплює галузі аграрного виробництва, а іноді й національні економіки загалом. Спалахи таких інфекцій можуть зумовлювати суттєве зниження продуктивності: сповільнення приросту живої маси, порушення репродуктивної функції та підвищену смертність серед поголів'я. Як наслідок – фермери зазнають значних прямих фінансових втрат. Окрім цього, збільшуються непрямі витрати, пов'язані з діагностикою, лікуванням, проведенням профілактичних заходів, а також з утилізацією загинилих або заражених тварин.

Додатковим чинником негативного впливу є торговельні наслідки. Наявність вірусних інфекцій у країні або регіоні може призвести до запровадження експортних обмежень, втрати ринків збуту, зниження конкурентоспроможності аграрної продукції на міжнародному рівні. У результаті порушується стабільність у ланцюгах постачання – від виробництва кормів до переробки та розподілу тваринницької продукції, що в кінцевому

підсумку впливає на зайнятість і добробут мешканців сільських територій, загрожуючи економічній рівновазі регіонів [1].

Автори у своїй роботі представили результати обстеження ВРХ у 13 регіонах України, де виявлено циркуляцію герпесвірусу типу 1 у 33,8 % тварин. Дослідження акцентує увагу на клінічних проявах ІРТ та необхідності впровадження ефективних заходів контролю [2].

За результатами наукової роботи авторами висвітлено вплив ІРТ на продуктивність великої рогатої худоби та міжнародну торгівлю. Розглядаються епідеміологічні аспекти, шляхи передачі вірусу та заходи контролю [3].

Науковці у своїй статті представили ретроспективний аналіз поширеності вірусу репродуктивно-респіраторного синдрому свиней у Бразилії за 13-річний період. Було досліджено понад 2000 зразків тканин та біологічних рідин із різних штатів країни. Метою було визначення хронології циркуляції вірусу, оцінка його молекулярної стабільності, а також простеження впливу заходів контролю. Автори виявили, що хоча репродуктивно-респіраторний синдром свиней був виявлений лише у поодиноких випадках, результати свідчать про його потенційно приховану циркуляцію, що підкреслює потребу в системному моніторингу та розширенні діагностичних програм [4].

У оглядовій статті, що аналізує вісім відомих парвовірусів свиней (PPV1–PPV8) PPV1 відомий як збудник синдрому SMEDI (абревіатура з англійської, що включає: S – Stillbirths (мертвонародження), M – Mummification (муміфікація плодів), E – Embryonic Death (ембріональна загибель), D – Infertility (безпліддя) I – Infertility (повторюється для повного акроніму)), тимчасом патогенність нових штамів (PPV2–PPV8) ще недостатньо вивчена. Автори підкреслюють необхідність подальших досліджень для з'ясування ролі цих вірусів у клінічних синдромах у свиней [5].

Також дослідники у своїй роботі провели огляд сучасного стану знань про цирковіру-

сну інфекцію свиней типу 3 (PCV3) – новий вірус, що викликає занепокоєння у свинарстві. PCV3 був вперше виявлений у 2016 році і з того часу зареєстрований у багатьох країнах світу. Його наявність зафіксована як у клінічно здорових, так і хворих свиней, що ускладнює визначення його ролі у виникненні захворювань. PCV3 виявлений у багатьох країнах, включаючи Бразилію, Китай, Угорщину, Аргентину, Колумбію та інші, що свідчить про його широке географічне розповсюдження та потенційну загрозу для світового свинарства. Незважаючи на наявні дані, багато аспектів, таких як шляхи передачі, механізми патогенезу та ефективні методи контролю інфекції залишаються невідомими. Автори закликають до проведення подальших досліджень для глибшого розуміння PCV3 та розробки стратегій захисту від нього [6].

За дослідження ринопневмонії коней науковці зосередили увагу на здатності вірусу зумовлювати не лише респіраторні симптоми, а також аборти та важкі неврологічні розлади. Описано патогенез інфекції, зокрема фазу віремії та ураження центральної нервової системи, що призводить до розвитку мієлоенцефалопатії (ЕМ). Робота також висвітлює генетичні чинники вірусу, труднощі діагностики та обмежену ефективність наявних методів лікування і профілактики. Автор наголошує на важливості раннього виявлення інфекції та біозахисту як ключових заходів у стримуванні поширення захворювання [7].

Інфекційні хвороби тварин, зокрема інфекційний ринотрахеїт великої рогатої худоби (ІРТ ВРХ), репродуктивно-респіраторний синдром свиней (РРСС), парвовірусна та цирковірусна інфекції свиней, а також ринопневмонія коней, мають суттєвий негативний вплив на репродуктивну функцію тварин. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин (WOAH), Європейського органу з безпеки харчових продуктів (EFSA) та Продовольчої і сільськогосподарської організації ООН (FAO), ці захворювання характеризуються високим рівнем тропізму до репродуктивних органів, що призводить до абортів, мертвонароджень, безпліддя та порушень статевого циклу. Ефективна діагностика і профілактика цих захворювань є важливою складовою ветеринарного контролю та біобезпеки в тваринництві [8–13].

Вірусні захворювання тварин становлять серйозну загрозу як для здоров'я тварин, так і економіки аграрного сектору. Їх багатфакторний вплив охоплює зниження продук-

тивності, погіршення репродуктивних показників, загибель поголів'я та значні фінансові втрати, зумовлені витратами на лікування, профілактику та обмеження у торгівлі. Наведені дослідження свідчать про широке поширення таких вірусів як герпесвірус великої рогатої худоби, вірус репродуктивно-респіраторного синдрому свиней, парвовіруси та цирковірус, а також про складність діагностики і необхідність подальших досліджень. Успішне контролювання вірусних інфекцій потребує системного підходу, що включає моніторинг, раннє виявлення, впровадження ефективних заходів біозахисту та удосконалення вакцинопрофілактики.

Метою роботи було здійснення комплексного аналізу сучасної наукової літератури, нормативної бази та емпіричних даних щодо вірусних хвороб, які призводять до патологій репродуктивної системи у тварин. Особливу увагу зосереджено на вивченні етіологічних агентів, механізмів розвитку хвороб, клінічних проявів, епізоотологічних особливостей, а також наслідків для продуктивності та репродуктивного здоров'я сільськогосподарських тварин. Дослідження має на меті узагальнити наявні дані для формування обґрунтованих підходів до діагностики, профілактики та контролю вірусних інфекцій репродуктивної системи у тваринницьких господарствах.

Матеріали та методи дослідження. У процесі роботи використано міждисциплінарний підхід із залученням джерел різного типу. Проводили аналіз публікацій із провідних наукових журналів, що стосуються ветеринарної медицини, вірусології та репродуктології. Опрацьовано нормативно-правові документи України, які регламентують заходи з профілактики, діагностики та контролю вірусних інфекційних захворювань тварин. Крім того, використовували міжнародні бази даних (зокрема, WOAH, EFSA, FAO), офіційну статистику та онлайн-ресурси, що містять актуальну інформацію про поширення збудників, сучасні методи лабораторної діагностики. Інформацію систематизовано та критично проаналізовано з метою визначення актуальних тенденцій та прогалин у дослідженні зазначеної проблематики.

Результати досліджень. Нині на молокотоварних фермах України широко поширена інфекційна хвороба великої рогатої худоби герпесвірусної етіології – інфекційний ринотрахеїт – пустульозний вульвовагініт – інфекційний пустульозний епідидиміт (ІРТ-ІПВ-ІПБ ВРХ) [13].

Інфекційний ринотрахеїт ВРХ (*Rhinotracheitis infectiosa bovinum*, пухирковий висип, інфекційний вульвовагініт, інфекційний некротичний ринотрахеїт, інфекційний риніт, червоний ніс, інфекційний катар верхніх дихальних шляхів) – це гостро перебігаюча контагіозна хвороба ВРХ, що характеризується ураженням дихальних шляхів, лихоманкою, загальним пригніченням та кон'юнктивітом. У маточного поголів'я проявляється пустульозний вульвовагініт та баланопостит. У тільних корів та нетелей трапляються аборти, у телят – ураження респіраторної системи, енцефаліти та генералізовані системні патології [13].

Типовими ознаками ІРТ-ІПВ в молокотоварних господарствах є перегули та масове прогресуюче непліддя яке, за відсутності проведення протиепізоотичних оздоровчих заходів, може досягати 70 % по стаду. Хворобу відносять до групи пневмоентеритів – мультифакторних хвороб молодняку ВРХ. Дуже часто ІРТ перебігає в асоціації з вірусними та бактеріальними інфекціями та/або ускладнюється умовно-патогенною мікрофлорою [14].

Інфекційний ринотрахеїт та пустульозний вульвовагініт довго вважали окремими захворюваннями. Генітальну форму бичачого герпесу вперше описав Бюхнер у 1841 р. у Центральній Європі, а респіраторну форму – Ф. М. Пономаренко в Україні у 1940 р. під назвою «заразний катар верхніх дихальних шляхів». Хвороба спричиняє значні економічні збитки через високу захворюваність, вимушений забій, летальність (до 12 %), втрату маси, зниження надоїв (на 25 %), аборти та порушення репродуктивної функції. Збудник – ДНК-вірус альфагерпесвірус-1 (BoHV-1), має тропізм до епітелію слизових оболонок верхніх дихальних шляхів і статевих органів, виявляють у вагінальних виділеннях, спермі, сечі та абортіваних плодах [14–15].

Хворіє лише велика рогата худоба, особливо 10–20-добові телята та молодняк на відгодівлі. Джерелом інфекції є хворі та вірусоносії, зокрема бугаї-плідники, які заражають корів через сперму. Зараження відбувається аерогенним, контактним шляхом та через парування. Поширенню хвороби сприяють скупчене утримання та вільне парування. Летальність становить 19–22 %, а плід корови надзвичайно чутливий до вірусу, що призводить до абортів (5–10 % випадків). Основним проявом хвороби є непліддя, яке може досягати 70 % по стаду без протиепізоотичних заходів [16].

Інкубаційний період хвороби триває від 2 до 21 доби і залежить від форми перебігу. За респіраторної форми у молодняку спостерігаються підвищення температури, гіперемія слизових оболонок, кашель, риніт і ринотрахеїт, висока смертність (до 40 % за гострого перебігу). Генітальна форма у корів і бугаїв проявляється пустульозним вульвовагінітом, орхітом, баланопоститом, ускладнюється маститами, абортами та імпотенцією. Кератокон'юнктивна форма характеризується запаленням кон'юнктиви та рогівки, можливе помутніння рогівки. Нервова форма у телят до 6 місяців супроводжується депресією, атаксією, паралічами і летальністю. Шкірна форма спостерігається у бугаїв і проявляється дерматитом, облісінням, зниженням якості сперми [19].

Під час розтину загинувших тварин спостерігають такі зміни: за респіраторної форми – катаральне запалення слизових, емфізему легень, пінисту рідину в трахеї та бронхах, бронхопневмонію. За генітальної форми на ранніх стадіях – гіперемія та крововиливи на слизових піхви в корів і препуція в бугаїв, на пізніх – вузликівий вестибуловагініт, ендометрит, сальпінгіт у корів, баланопостит та орхіт у бугаїв. За нервової форми – набряк мозкових оболонок, крововиливи в мозку, ураження печінки. Гістологічно – лімфоцитарна інфільтрація в селезінці та серці, мононуклеарні клітини в тканинах [19].

Захворювання на ІРТ встановлюють комплексно на підставі епізоотологічних даних, клінічних ознак хвороби, патолого-анатомічних змін і результатів лабораторних досліджень [17].

Для серологічної діагностики відбирають парні проби сироватки: першу – на початку захворювання, другу – через 21 добу. Сироватку зберігають замороженою (не більше 1 місяця). В лабораторії діагноз встановлюють методами РІФ, ІФА, ПЛР, РНГА, РДП. Виявлення антигену вірусу ІРТ у патологічному матеріалі та спермі проводять за допомогою цих методів або електронної мікроскопії. Позитивний діагноз встановлюють за 4-кратного приросту титрів антитіл у парних пробах сироватки або виявлення антитіл у діагностичних титрах: РА – 1:16 і вище, РН – 1:4 і вище, ІФА – 1:100 і вище, РНГА – 1:16 і вище. Диференціальна діагностика передбачає виключення зл�якісної катаральної гарячки, чуми великої рогатої худоби, вірусної діареї та кампілобактеріозу [17–20].

Профілактика ІРТ включає дотримання ветеринарно-санітарних правил, контроль

за закупівлею тварин з благополучних господарств, профілактичне карантинування і дослідження на ІРТ. Тварин з неблагополучних господарств дозволяється завозити лише вакцинованих. Тільки корів закупають не пізніше 3–4 місяців вагітності, утримують окремо та досліджують на ІРТ. Тварин, що завезені з-за кордону, вакцинують від ІРТ за відсутності даних про вакцинацію [20].

Сперма, закуплена з-за кордону, підлягає вірусологічному контролю. Бугаїв перевіряють на ІРТ щотижнево, за підозри – ізолюють і тестують. У разі позитивних результатів їх вибраковують. У господарствах з гострим перебігом хвороби тварин негайно вакцинують. В умовах постійного неблагополуччя проводять постійну вакцинацію. Обмеження знімають після одужання тварин та завершення оздоровчих заходів, але не раніше ніж через 30 діб після вакцинації. Реалізація тварин, сперми та ембріонів можлива через 2 місяці після зняття карантину [21].

В інфекційній патології свиней нині широко розповсюджені такі захворювання як репродуктивно-респіраторний синдром свиней (PPCS), парвовірусна інфекція свиней (ПВІС), цирковірусна інфекція свиней (ЦВІС). Ці хвороби також спричиняють розлади репродуктивної системи: аборти та народження слабого нежиттєздатного приплоду.

Репродуктивно-респіраторний синдром свиней (PPCS) – інфекційне захворювання свиней вірусної етіології, яке характеризується ураженням органів дихання у поросят (частіше відлученого віку) та розладами репродуктивної функції у свиноматок: пізніми абортами, передчасними пологам, народженням нежиттєздатних поросят. Збудник PPCS належать до родини Arteriviridae роду Arterivirus порядку Nidovirales. Збудник створює в організмі свиней імунodefіцитний стан. Захворювання проявляється у двох формах: репродуктивній та респіраторній. Репродуктивна форма характеризується пізніми абортами (на 90–109 добу поросності), передчасними пологам (на 110–112 добу), прохолостами свиноматок, народженням мертвих, муміфікованих, нежиттєздатних поросят, загибеллю новонароджених у перші дні життя. У більшості країн світу з розвиненим свинарством основним заходом контролювання PPCS вважають вакцинопрофілактику з використанням живих та інактивованих вакцин [22–23].

Парвовірусна інфекція свиней (ПВІС) – контагіозне вірусне захворювання, яке клінічно проявляється лише у свиноматок і ха-

рактеризується прохолостами, загибеллю та муміфікацією ембріонів і плодів, ранніми абортами, народженням мертвих та слабких поросят, зменшенням кількості поросят в приплоді. У зв'язку з цим ПВІС наносить значні економічні збитки свиногомостарствам. В господарствах, де парвовірусна інфекція виникла вперше, спостерігають масові прохолости свиноматок, запліднюваність різко знижується до 25–37 %, народження мертвих поросят сягає 100 %. Серед новонароджених зустрічаються сліпі поросята з різними формами каліцтв. У свиноматок реєструють аборти і муміфіковані плоди, ендометрити, мастити, агалактію. У стаціонарно неблагополучних господарствах основні свиноматки внаслідок багаторазового природного інфікування дрібними (бустерними) дозами збудника стають імунними (імунізуюча субінфекція). Проте й у них народження живих поросят зменшується на 10–20 %. Для специфічної профілактики парвовірусної інфекції в неблагополучних стадах використовують інактивовані і живі вакцини [24–25].

Цирковірусна інфекція свиней – це надзвичайно контагіозне і поширене інфекційне захворювання свійських і диких свиней, яке перебігає у вигляді системних імунodefіцитів, порушень травлення та відтворення (аборти, народження мертвих та нежиттєздатних поросят), респіраторних розладів і ускладнюється через вторинні бактерійні та вірусні патогени. Цирковірусна інфекція здебільшого уражує поросят ще у пренатальний період, оскільки цирковірус легко долає трансплацентарний бар'єр та потрапляє у кров плоду. Це захворювання з 2001–2018 рр. визнано основним типом інфекційної патології у промисловому та присадибному свинарстві майже у всіх країнах світу, де розвинена ця галузь тваринництва. Щорічні збитки від захворювання лише в США сягають 300 млн доларів. У 2004 р. доктор Х. J. Meng із співробітниками сконструювали вакцину нового покоління – інактивовану рекомбінантну від цирковірозу свиней. Вакцина має комерційну назву «Суваксін ПЦВ-2 один». Цей препарат зареєстровано в США, ЄС, Японії, Південній Африці, Таїланді, а також за результатами реєстраційних випробувань – в Україні [26–27].

У коней ураження статеві системи та акушерську патологію спричиняють герпесвірусні інфекції, які поширені в країнах з розвинутим конярством. Відомо 9 типів герпесвірусів однокопитих. Герпесвіруси 1, 2, 3 та 4-го типу спричиняють захворювання, за яких кобили можуть абортувати, а у лошат

спостерігаються масові респіраторні інфекції. Господарства зазнають значних економічних збитків. Герпесвіруси в Україні зумовлюють ринопневмонію (вірусний аборт), коїтальну (коїтусну) екзантему, цитомегалоподібну інфекцію коней. Коїтальні форми герпесвірусної інфекції мають значне поширення в період парування. Коїтальна екзантема та цитомегалоподібна інфекція, на відміну від ринопневмонії коней, не спричиняють масових абортів [28–29].

Ринопневмонія коней (*Rinopneumonitis equorum*, вірусний аборт кобил) – гостра контагіозна хвороба коней герпесвірусної етіології, що характеризується гарячкою, катаральним запаленням слизових оболонок верхніх дихальних шляхів у лошат й абортами кобил у другій половині жеребності [29].

На ринопневмонію хворіють коні незалежно від віку й статі, більш чутливим є молодняк віком до одного року. Сприйнятливі також віслюки, мули та поні. Джерелом збудника інфекції є хворі тварини, які виділяють вірус через дихальні шляхи, з абортів плодом, навколоплідною рідиною, плодовими оболонками. Перехворілі коні впродовж 2 міс. також можуть виділяти вірус з виділеннями з носа й статевих органів. Чинниками передавання вірусу є корми, вода, підстилка, предмети догляду, забруднені виділеннями хворих та перехворілих коней-вірусоносіїв. Зараження відбувається аліментарним і повітряно-краплинним шляхами, а також за прямого контакту і в разі спільного утримання здорових та хворих тварин. Жеребці можуть стати переносниками вірусу під час парування. У разі первинного виникнення в господарстві захворювання проходить у вигляді ензоотії, під час якої абортують 40–60 % кобил, а в стаціонарно неблагополучних осередках – не більш як 10 %. Аборти відбуваються на 8–11-му місяці жеребності, майже одночасно у кількох кобил без будь-яких попередніх ознак патології. Спостерігається швидке повернення статевих органів до нормального стану [29].

Інкубаційний період триває 3–4 тижні. Хвороба проявляється у трьох формах: респіраторній (ураження верхніх дихальних шляхів), генітальній (аборти у жеребних кобил) та нервовій (паралітичний синдром). Частіше трапляється респіраторна форма, що характеризується підвищенням температури тіла, депресією, відсутністю апетиту, кон'юнктивітом, запаленням слизової оболонки носової порожнини, іноді ринофарингітом. Риніт супроводжується виділеннями з носа, збіль-

шенням підщелепових лімфовузлів. Легені уражуються рідко. Через 10–15 діб настає видужування. Хвороба часто ускладнюється бактеріальною інфекцією і закінчується летально [29–30].

Генітальна форма хвороби проявляється за наявності в господарстві жеребних кобил. Відмічають масові раптові аборти, зазвичай через 18–20 діб після зараження. Плід народжується мертвим або гине впродовж 1–3 діб. Однак загальний стан кобил не порушується. Родові шляхи приходять до норми так само швидко, як і після родів у здорових кобил. Дуже рідко спостерігається нервова форма ринопневмонії. У кобил після аборту розвиваються парези та паралічі, що завжди зумовлюють летальний кінець [30].

Профілактика і заходи захисту від ринопневмонії – дотримання ветеринарно-санітарних правил і вакцинація. Вакцини від хвороби допомагають скоротити кількість абортів, однак не захищають від нервової форми інфекції. Щоб не занести збудника інфекції на ферму, не допускають введення коней з неблагополучних господарств, а також тих із них, де в останні 3 місяці були аборти невстановленої етіології. Ввезених коней витримують ізольовано 30 діб і переводять в основну групу, якщо за цей час у них не було підвищення температури, респіраторного захворювання чи абортів. Господарству, де встановлена інфекція, забороняють перегрупування і обмін кіньми, передачу сперми в інші господарства, вивезення фуражу, доступ людей, не пов'язаних з доглядом за тваринами. Хворих і умовно здорових коней утримують ізольовано [30].

Обговорення. Проведене дослідження дозволило підтвердити наукову гіпотезу про те, що вірусні інфекції є одним із провідних чинників порушення репродуктивної функції у сільськогосподарських тварин, зокрема великої рогатої худоби, свиней та коней. Аналіз наукової літератури, нормативно-правової бази, а також даних лабораторних досліджень засвідчив, що поширеність таких захворювань як інфекційний ринотрахеїт великої рогатої худоби, репродуктивно-респіраторний синдром свиней, парвовірусна інфекція, цирковірусна інфекція, вірусний аборт коней та коїтальна екзантема, безпосередньо корелює з погіршенням репродуктивних показників, зниженням продуктивності та значними економічними збитками в тваринництві.

Порівняння отриманих результатів з даними інших дослідників (наприклад, [13, 14, 21]) виявило узгодженість щодо клінічних

проявів, патогенезу та основних епізоотологічних характеристик розглянутих захворювань. Зокрема, вітчизняні та зарубіжні науковці одноставно наголошують на поліетіологічному прояві репродуктивних порушень та важливості диференційної діагностики за планування лікувально-профілактичних заходів. Збігаються також підходи до профілактики – із акцентом на своєчасну вакцинацію, біозахист та контроль за переміщенням тварин.

Отримані результати узгоджуються з наявними теоріями вірусної патогенності, зокрема щодо нейротропності герпесвірусів, імуносупресивної дії вірусу РРСС, а також латентного перебігу інфекцій із періодичними рецидивами, що значно ускладнює їх контроль. Теоретично обґрунтованим є також висновок про необхідність комплексного підходу до діагностики – з урахуванням клінічних, епізоотологічних, лабораторних та патолого-анатомічних даних.

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання узагальнених даних для удосконалення схем діагностики, вакцинації та моніторингу епізоотичної ситуації в господарствах різних форм власності. Результати можуть бути використані під час підготовки ветеринарних фахівців, складання протоколів лікувально-профілактичних заходів та планування протиепізоотичних стратегій.

У подальшому доцільно зосередити дослідження на молекулярно-генетичній характеристиці збудників, вивченні стійкості до імунoproфілактики, розробці нових вакцинних платформ та методів швидкої діагностики. Особливої уваги заслуговують дослідження взаємозв'язку вірусних інфекцій з бактеріальними коінфекціями, які часто поглиблюють перебіг хвороб та знижують ефективність терапії.

Висновки. Отримані результати підкреслюють актуальність питання щодо суттєвого впливу вірусних інфекцій на перебіг вагітності у свійських тварин та їх ролі у виникненні ембріо-фетопатій. Виявлені випадки інфікування плодів збудниками вірусних хвороб, таких як герпесвірусні інфекції ВРХ (інфекційний ринотрахеїт-пустульозний вульвовагініт (ІРТ-ІПВ) та коней (ринопневмонія або вірусний аборт), парвовірусна інфекція (ПВІС), цирковірусна інфекція (ЦВІС) та репродуктивно-респіраторний синдром свиней (РРСС), свідчать про поширеність вертикальної трансмісії вірусів у тваринницьких господарствах.

З огляду на значну частку вірусної етіології у структурі причин абортів, доцільним є впровадження систематичного вірусологічного моніторингу у ветеринарну практику. Це передбачає рутинне використання ПЛР як основного методу ранньої діагностики та ідентифікації вірусних збудників, що дозволить знизити економічні втрати завдяки профілактиці репродуктивних порушень.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на вивчення імунного статусу тварин у період тільності, розробку ефективних схем вакцинації та удосконалення методів лабораторної діагностики з метою точнішої ідентифікації збудників та контролю за вірусними інфекціями у сільськогосподарських тварин.

Відомості про дотримання біоетичних норм: не використовувалось.

Відомості про конфлікт інтересів: усі автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Подяки. Дослідження виконано за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України за проєктом 110/4-пр-2023/ The research was carried out with the financial support of the Ministry of Education and Science of Ukraine under project 110/4-пр-2023.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. A Review on Livestock Viral Disease And Their Management / R. Prasad et al. *ES General*. 2024. Vol. 4 (1). P. 134–139. DOI: 10.30919/esg1227.
2. Корнієйков О., Олешко А., Перфілова С., Горбатенко С. Характеристика клінічних проявів інфекційного ринотрахеїту великої рогатої худоби в Україні. *Ветеринарна медицина: міжвід. тематичний наук. зб.* 2023. Випуск 109. С. 50–53. DOI:10.36016/VM-2023-109-8.
3. Infectious bovine rhinotracheitis (IBR): Unveiling the hidden threat to livestock productivity and global trade / R. Rimayanti et al. *Open Veterinary Journal*. 2024. Vol. 14 (10). P. 2525–2538. DOI:10.5455/OVJ.2024.v14.i10.3.
4. A retrospective study of porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection in Brazilian pigs from 2008 to 2020 / D. Gava et al. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2022. Vol. 69 (2). P. 903–907. DOI:10.1111/tbed.14036.
5. The Novel Porcine Parvoviruses: Current State of Knowledge and Their Possible Implications in Clinical Syndromes in Pigs / D. Vargas-Bermudez et al. *Viruses*. 2023. Vol. 15 (12). P. 2398. DOI:10.3390/v15122398.
6. Porcine circovirus 3: a new challenge to explore / R. da Silva et al. *Open Veterinary Journal*. 2024. Vol. 14 (10). P. 2525–2538. DOI:10.3389/fvets.2023.1266499.
7. Rinopolmonite equina: non solo malattia respiratoria / S. Iacono. *Università di Parma. Dipartimento di Scienze Medico Veterinarie*. 2021. 54 p. URL:..

8. Infectious Bovine Rhinotracheitis / Infectious Pustular Vulvovaginitis. World Organisation for Animal Health (WOAH). 2025. URL:<https://www.woah.org/en/disease/infectious-bovine-rhinotracheitis-infectious-pustular-vulvovaginitis/>.
9. Scientific Opinion on the assessment of listing and categorisation of animal diseases: IBR/IPV / EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). EFSA Journal. 2017. Vol. 15 (3). URL:<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4947>.
10. Ordinance on the elimination of infectious bovine rhinotracheitis (IBR/IPV). FAO Legal Document. FAO. URL:<https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC225610/>.
11. Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome. WOAH. URL:.
12. Scientific Opinion on Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome (PRRS) / EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). EFSA Journal. 2017. Vol. 15 (3). URL:<https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4949>.
13. Equine Rhinopneumonitis. WOAH. URL:https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.05.09_EQUINE_RHINO.pdf.
14. Respiratory System, Mediastinum, and Pleurae / A. López, S. Martinson. Pathologic Basis of Veterinary Disease. 2017. P. 471–560. DOI:10.1016/B978-0-323-35775-3.00009-6.
15. Infectious bovine rhinotracheitis: Unveiling the hidden threat to livestock productivity and global trade / R. Rimayanti et al. Open Veterinary Journal. 2024. Vol. 14 (10). P. 29–42. DOI:10.5455/OVJ.2024.v14.i10.3.
16. Diagnosis and phylogenetic analysis of bovine viral diarrhoea virus in cattle and buffaloes from Brazil / S. Assunção et al. Pesquisa Veterinária Brasileira. 2022. Vol. 42 (1). P. 1–7. DOI:10.1590/1678-5150-PVB-6955.
17. Фукс П.П., Волосянко Є.В., Касич В.Ю., Єрмоленко Т.В. Розробка імунізуючого препарату проти інфекційного ринотрахеїту великої рогатої худоби. Загальна епізоотологія: імунологія, екологія та методологія проблеми: матер. наук.-практ. конф. міжнар. Загальна епізоотологія: імунологія, екологія та методологія вип.: навч. наук.-практ. з міжнародною участю. Харків, 1995. С. 398–401.
18. Фукс П.П., Волосянко Є.В., Касич В.Ю., Єрмоленко Т.В. Випробування імунізуючого препарату ІРТ-ЛІГ (ІЕКВМ) при інфекційному ринотрахеїту великої рогатої худоби. IV з'їзд паразитологів України: матеріали наук.-практ. конф. IV з'їзд паразитологів України: тез. наук.-практ. Харків, 1995. С. 155–156.
19. Фукс П.П., Волосянко Є.В., Касич В.Ю., Бочаров А.А. Вивчення гуморальної реакції у відповідь на бактеріальні антигени тіла інактивованої рекомбінантної вакцини проти ІРТ ВРХ. Ветеринарна медицина: міжвідомчий тематичний збірник. 1999. № 76. С. 54–56.
20. Лівощенко Л.П., Лівощенко Є.М. Особливості епізоотичного процесу інфекційного ринотрахеїту та його профілактика у молодняка великої рогатої худоби в умовах Сумської області. Вісник Сумського національного аграрного університету. Ветеринарна медицина. Вип. № 6 (38). 2016. С. 99–102.
21. Гулянич М.М., Недосєков В.В., Клейманов І.С. Технологічні аспекти виготовлення інактивованих вакцин проти інфекційного ринотрахеїту великої рогатої худоби (огляд літератури). Наукове електронне видання Науково-технічний бюлетень Науково-дослідного центру біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Т. 3. № 3. 2015. С. 62–64.
22. Ткаченко О.А., Гавриліна О.Г., Алексєєва Н.В. Репродуктивно-респіраторний синдром свиней. Тваринництво сьогодні. 2021. Вип. 4. С. 10–15. URL:<http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/4496>.
23. Вивчення посиленості та застосування терапевтичних заходів за асоційованого репродуктивно-респіраторного синдрому свиней у господарствах Полтавської області / Р. Северин та ін. Науковий прогрес та інновації. 2023. Вип. 26. С. 89–95. DOI:10.31210/spi2023.26.02.16.
24. Increasing diversity of swine parvoviruses and their epidemiology in African pigs / K. O. Afolabi et al. Infection, Genetics and Evolution. 2019. Vol. 73. P. 175–183. DOI:10.1016/j.meegid.2019.04.029.
25. The Novel Porcine Parvoviruses: Current State of Knowledge and Their Possible Implications in Clinical Syndromes in Pigs / D. Vargas-Bermudez et al. Viruses. 2023. Vol. 15 (12). 2398 p. DOI:10.3390/v15122398.
26. PCV2 vaccination reduces disease and virus shedding in boars co-infected with PCV2 and Mycoplasma hyopneumoniae / X. J. Meng et al. Theriogenology. 2011. Vol. 75. P. 351–360. DOI:10.1016/j.theriogenology.
27. Герілович А. П., Рудова Н.Г. Біоінформативна розробка праймерів для типування цирковірусів свиней II типу методом полімеразної ланцюгової реакції. Ветеринарна медицина. 2012. Вип. 96. С. 87–89.
28. Халатюк О.Є., Бегас В.Л., Кановський А.І. Ринопневмонія коней: епізоотологія, лікування та профілактика. Ринопневмонія коней: епідеміологія, лікування та профілактика. Здоров'я тварин і ліки. 2008. Вип. 10 (83). С. 8–11.
29. Prapirnyi V.V., Ponomarenko G.V. Modern aspects of equine rhinopneumonitis. Veterinary Science, Technologies of Animal Husbandry and Nature Management. 2020. Vol. 5. P. 127–131. DOI:10.31890/vtpp.2020.05.23.
30. Прапірний В.В. Патоморфологічні зміни у трупів абортіваних та неонатальних лошах за наявності ринопневмонії в конях. 2022. Вип. 4. С. 207–222. DOI:10.31210/visnyk.2022.04.25.

REFERENCES

1. Prasad, R., Singh, S., Kumar, V., Kumar, M., Choudhary, R.K., Sagar, N., Yadav, M.P. (2024). A Review on Livestock Viral Disease And Their Management. *ES General*. Vol. 4 (1), pp. 134–139. DOI:10.30919/esg1227.
2. Kornieikov, O., Oleshko, A., Perfilova, S., Gorbatenko, S. (2023). Kharakterystyka klinichnykh proiaviv infektsiinoho rynottrakheitu velykoi rohatoi khudoby v Ukraini [Characteristics of clinical manifestation of infectious bovine rhinotracheitis in Ukraine]. *Veterynarna medycyna: mizhvid. tematychnyj nauk. zb. [Veterinary Medicine: inter-departmental subject scientific collection]*. Issue 109, pp. 50–53. DOI:10.36016/VM-2023-109-8. (In Ukrainian).
3. Rimayanti, R., Khairullah, A., Lestari, T., Moses, I., Utama, S., Damayanti, R., Mulyati, S., Raharjo, H., Kusala, M., Raissa, R., Wibowo, S., Abdila, S., Fauzia, K., Yanestria, S., Fauziah, Siregar, J. (2024). Infectious bovine rhinotracheitis (IBR): Unveiling the hidden threat to livestock productivity and global trade. *Open Veterinary Journal*, Vol. 14 (10), pp. 2525–2538. DOI:10.5455/OVJ.2024.v14.i10.3
4. Gava, D., Caron, L., Schaefer, R., Silva, V.S., Weiblen, R., Flores, E.F., de Lima, M., Takeda, G.Z., Ciacci-Zanella, J.R. (2022). A retrospective study of porcine reproductive and respiratory syndrome virus infection in Brazilian pigs from 2008 to 2020. *Transboundary and Emerging Diseases*. Vol. 69 (2), pp. 903–907. DOI:10.1111/tbed.14036.
5. Vargas-Bermudez, D.S., Mogollon, J.D., Franco-Rodriguez, C., Jaime, J. (2023). The Novel Porcine Parvoviruses: Current State of Knowledge and Their Possible Implications in Clinical Syndromes in Pigs. *Viruses*. Vol. 15 (12), 2398 p. DOI:10.3390/v15122398.
6. Silva, R.R., da Silva, D.F., da Silva, V.H., da Castro, A.M.M.G.De. (2024). Porcine circovirus 3: a new challenge to explore. *Open Veterinary Journal*, Vol. 14 (10), pp. 2525–2538. DOI:10.3389/fvets.2023.1266499.
7. Iacono, S. (2021). Rinopolmonite equina: non solo malattia respiratoria. *Università di Parma, Dipartimento di Scienze Medico Veterinarie*. 54 p. Available at: <https://hdl.handle.net/1889/4807>.
8. World Organisation for Animal Health (WOAH). (2025). Infectious Bovine Rhinotracheitis / Infectious Pustular Vulvovaginitis. Available at: <https://www.woah.org/en/disease/infectious-bovine-rhinotracheitis-infectious-pustular-vulvovaginitis/>.
9. Scientific Opinion on the assessment of listing and categorisation of animal diseases: IBR/IPV / EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). (2017). *EFSA Journal*, Vol. 15 (3). Available at: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4947>.
10. Ordinance on the elimination of infectious bovine rhinotracheitis (IBR/IPV). *FAO Legal Document*. FAO. Available at: <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC225610/>.
11. Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome. *WOAH*. Available at: <https://www.woah.org/en/disease/porcine-reproductive-and-respiratory-syndrome/>.
12. Scientific Opinion on Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome (PRRS) / EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). (2017). *EFSA Journal*, Vol. 15 (3). Available at: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4949>.
13. Equine Rhinopneumonitis. *WOAH*. Available at: https://www.woah.org/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.05.09_EQ_UINE_RHINO.pdf.
14. López, A., Martinson, S. (2017). Respiratory System, Mediastinum, and Pleurae. *Pathologic Basis of Veterinary Disease*, pp. 471–560. DOI:10.1016/B978-0-323-35775-3.00009-6.
15. Rimayanti, R., Khairullah, A., Lestari, T., Moses, I., Utama, S., Damayanti, R., Mulyati, S., Raharjo, H., Kusala, M., Raissa, R., Wibowo, S., Abdila, S., Fauzia, K., Yanestria, S., Fauziah, Siregar, J. (2024). Infectious bovine rhinotracheitis: Unveiling the hidden threat to livestock productivity and global trade. *Open Veterinary Journal*, Vol. 14 (10), pp. 29–42. DOI:10.5455/OVJ.2024.v14.i10.3.
16. Assunção, S., Antos, A., Barbosa, J., Reis, J., Larska, M. (2022). Diagnosis and phylogenetic analysis of bovine viral diarrhoea virus in cattle and buffaloes from Brazil / S. Assunção et al. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. Vol. 42 (1), pp. 1–7. DOI:10.1590/1678-5150-PVB-6955.
17. Fuks, P.P., Volosianko, Ye.V., Kassich, V.Yu., Yermolenko, T.V. (2023). Rozrobka imunizujuchogo preparatu proty infekciynogo rynotraheitu velykoi' rohatoi' hudoby [Development of an immunizing drug against infectious rhinotracheitis of cattle]. *Zagal'na epizootologija: imunologija, ekologija ta metodologija problemy: mater. nauk.-prakt. konf. mizhnar. [General epizootology: immunology, ecology and methodology of the problem: materials of the scientific-practical conference of the international]*. *Zagal'na epizootologija: imunologija, ekologija ta metodologija vyp.: navch. nauk.-prakt. z mizhnarodnoju uchastju [General epizootology: immunology, ecology and methodology of the issue: scientific-practical conference with international participation]*. Kharkiv, pp. 398–401. (In Ukrainian).
18. Fuks, P.P., Volosianko, Ye.V., Kassich, V.Yu., Yermolenko, T.V. (1995). Vyprovuvannja imunizujuchogo preparatu IRT-LG (IEKVM) pry infekciynomu rynotraheitu velykoi' rohatoi' hudoby [Testing of the immunizing drug IRT-LG (IEKVM) in infectious rhinotracheitis of cattle]. *IV zi'zd parazytologiv Ukrainy: materialy nauk.-prakt. konf. IV zi'zd parazytologiv Ukrainy: tez. nauk.-prakt. [IV Congress of Parasitologists of Ukraine: materials of scientific-practical conference IV Congress of Parasitologists of Ukraine: abstracts of scientific-practical conference]*. Kharkiv, pp. 155–156. (In Ukrainian).
19. Fuchs, P.P., Volosyanko, E.V., Kasych, V.Yu., Bocharov, A.A. (1999). Vyvchennja gumor-

al'noi' reakcii' u vidpovid' na bakterial'ni antygeny tila inaktyvovanoi' rekombinantnoi' vakcyny proty IRT VRH [Study of the humoral response in response to bacterial antigens of the body of an inactivated recombinant vaccine against IRT of cattle]. Doslidzhennja gumoral'noi' vidpovidi na bakterial'ni antygeny u teljat, vakcynovanyh inaktyvovanoju rekombinantnoju vakcynoju proty IBR VRH [Study of the humoral response to bacterial antigens in calves vaccinated with an inactivated recombinant vaccine against IBR of cattle]. *Veterynarna medycyna: mizhvidomchyj tematychnyj zbirnyk* [Veterinary medicine: interdepartmental thematic collection]. no. 76, pp. 54–56. (In Ukrainian).

20. Livoshchenko, L.P., Livoshchenko, E.M. (2016). Osoblyvosti epizootychnogo procesu infekciynogo rynotrahei'tu ta jogo profilaktyka u molodnjaka velykoi' rogatoi' hudoby v umovah Sums'koi' oblasti [Features of the epizootic process of infectious rhinotracheitis and its prevention in young cattle in the conditions of the Sumy region]. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University]. *Veterynarna medycyna* [Veterinary medicine], Issue no. 6 (38), pp. 99–102. (In Ukrainian).

21. Hulianych, M.M., Nedosiekov, V.V., Kleimanov, I.S. (2015). Tehnologichni aspekty vyrobnyc'tva inaktyvovanyh vakcyn proty infekciynogo rynotrahei'tu velykoi' rogatoi' hudoby (ogljad literatury) [Technological aspects of the production of inactivated vaccines against infectious bovine rhinotracheitis (literature review)]. *Naukove elektronne vydannja Naukovo-tehnichnyj bjuleten' Naukovo-doslidnogo centru biobezpeky ta ekologichnogo kontrolju resursiv APK Dnipropetrovs'kogo derzhavnogo agrarno-ekonomichnogo universytetu* [Scientific electronic publication Scientific and technical bulletin of the Research Center for Biosafety and Environmental Control of Agricultural and Industrial Complex Resources of Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University]. Vol. 3, no. 3, pp. 62–64. (In Ukrainian).

22. Tkachenko, O.A., Havrylina, O.H., Aleksieieva, N.V. (2021). Reproduktyvno-respiratornyi syndrom svynei [Reproductive and respiratory syndrome of pigs]. *Tvarynnystvo sohodni* [Livestock farming today]. Issue 4, pp. 10–15. Available at: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/4496>. (In Ukrainian).

23. Severyn, R., Hontar A., Voitenko R., Hrinchenko D. Basko, S. (2023). Vyvchennja posylenosti ta zastosuvannja terapevtychnyh zahodiv za asocijovanogo reproduktyvno-respiratornogo syndromu svynei u gospodarstvah Poltav's'koi' oblasti. [Study of the severity and application of therapeutic measures for associated reproductive and respiratory syndrome of pigs in farms of Poltava region]. *Naukovyj progres ta innovacii* [Scientific progress and innovations]. Issue 26, pp. 89–95. DOI:10.31210/spi2023.26.02.16. (In Ukrainian).

24. Afolabi, K.O., Iweriebor, B.C., Okoh, A.I., Obi, L.C. (2019). Increasing diversity of swine

parvoviruses and their epidemiology in African pigs. *Infect Genet Evol.*, Vol. 73, pp. 175–183. DOI:10.1016/j.meegid.2019.04.029.

25. Vargas-Bermudez, D.S., Mogollon, J.D., Franco-Rodriguez, C., Jaime, J. (2023). The Novel Porcine Parvoviruses: Current State of Knowledge and Their Possible Implications in Clinical Syndromes in Pigs. *Viruses*. Vol. 15 (12), 2398 p. DOI:10.3390/v15122398.

26. Meng, X.J., Opriessnig, T., Madson, D.M., Schalk, S., Brockmeier, S., Shen, H.G., Beach, N.M., Baker, R.B., Zanella, E.L., Halbur, P.G. (2011). Porcine circovirus type 2 (PCV2) vaccination is effective in reducing disease and PCV2 shedding in semen of boars concurrently infected with PCV2 and *Mycoplasma hyopneumoniae*. *Theriogenology*, Vol. 75, pp. 351–360. DOI:10.1016/j.therio.2011.09.010.

27. Herilovych, A.P., Rudova, N.H. (2012). Bioinformatyvna rozrobka praimeriv dlja tipuvannia tsyrkovirusiv svynei II typu metodom polimeraznoi lantsiuhovoi reaktsii [Bioinformatic development of primers for typing porcine circovirus type II by polymerase chain reaction] *Veterynarna medycyna* [Veterinary medicine]. Issue 96, pp. 87–89. (In Ukrainian).

28. Halatiuk, O.Ye., Behas, V.L., Kanovskyi, A.I. (2008). Rynopnevmoniiia konei: epizootolohiia, likuvannia ta profilaktyka [Equine rhinopneumonia: epidemiology, treatment and prevention]. *Zdorovia tvaryn i lyky* [Animal health and medicine]. Issue 10 (83), pp. 8–11. (In Ukrainian).

29. Prapirnyi, V.V., Ponomarenko, G.V. (2020). Modern aspects of equine rhinopneumonitis. *Veterinary science, technologies of animal husbandry and nature management*. Vol. 5, pp. 127–131. DOI:10.31890/vtpp.2020.05.23.

30. Prapirnyi, V.V. (2022). Patomorfologichni zminy u trupiv abortovanykh ta neonatalnykh loshat za naiavnosti rynopnevmonii v konei [Pathomorphological changes in the corpses of aborted and neonatal foals in the presence of rhinopneumonia in horses]. Issue 4, pp. 207–222. DOI:10.31210/visnyk2022.04.25. (In Ukrainian).

Infectious diseases causing pathologies of the reproductive system (part 2)

Kassich V.Yu., Ushkalov V.O., Ushkalov V.A.

One of the characteristic features of many infectious diseases in animals is damage to the reproductive system. Such pathologies often lead to impaired reproductive function, which is manifested in abortions, delayed parturition, inflammatory processes, in particular metritis, vulvovaginitis, mastitis, as well as the formation of defective or non-viable offspring in females. In males, respectively, orchitis, balanoposthitis and other inflammatory lesions of the genital organs are observed. Such complications are due to the tropism (selective ability) of infectious agents to the tissues of the reproductive system. Thus, a significant part of reproductive disorders in animals is infectious in nature, which requires timely diagnosis, prevention and complex treatment to

preserve the reproductive potential of the livestock. Among infectious diseases that have a significant impact on the reproductive health of farm animals, viral infections are of particular danger. In particular, infectious bovine rhinotracheitis (IBRT), porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS), porcine parvovirus and circovirus infections, and equine rhinopneumonia are diseases that are often accompanied by serious disorders in the functioning of the reproductive system. Lesions caused by these viruses often lead to abortions, stillbirths, the birth of weak or non-viable offspring, as well as other pathologies, such as sexual cycle disorders, endometritis, and infertility. The tropism of these viruses to the tissues of the reproductive organs is a key factor in the development of such complications, which requires serious attention to preventive, diagnostic, and biosafety measures in animal husbandry. Effective diagnosis and differentiation of infectious diseases of animals, especially those

affecting the reproductive system, is based primarily on the use of modern laboratory research methods. In order to prevent the spread of such diseases and minimize their impact on animal productivity and reproduction, complexes of anti-epizootic measures are being implemented. They include sanitary and hygienic measures, isolation of sick individuals, disinfection of premises, control over the movement of animals, as well as regular veterinary observation. In addition, therapeutic and preventive measures are widely used, in particular the use of antiviral drugs, immunomodulators and immunobiological agents. Such a comprehensive approach allows not only to timely detect infected animals, but also to effectively control the course of the infectious process, reducing the risks of mass damage and losses in the farm.

Keywords: infectious bovine rhinotracheitis (IBRT), porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS), porcine parvovirus infection, porcine circovirus infection, equine rhinopneumonia.



Copyright: Кассіч В.Ю., Ушкалов В.О., Ушкалов А.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Кассіч В.Ю.

Ушкалов В.О.

Ушкалов А.В.

<https://orcid.org/0000-0001-9859-8036>

<https://orcid.org/0000-0001-5694-632X>

<https://orcid.org/0000-0001-8317-7909>

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 636.5:619:615.371

Сучасні методи діагностики
та профілактики хвороби ГамбороМарченко В.В. , Колечко А.В. 

Вінницький національний аграрний університет

E-mail: Марченко В.В. volodymyr.marchenko.vet.med@gmail.com;
Колечко А.В. alinakolechko@gmail.com

Марченко В.В., Колечко А.В. Сучасні методи діагностики та профілактики хвороби Гамборо. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 47–58.

Marchenko V., Kolehko A. Modern methods of diagnosis and prevention of gumbo-ro disease. Nauk. visn. vet. med., 2025. № 2. PP. 47–58.

Рукопис отримано: 04.08.2025 р.

Прийнято: 18.08.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-47-58

Інфекційна бурсальна хвороба (ІБХ), відома також як хвороба Гамборо, є однією з найсерйозніших вірусних загроз для сучасного птахівництва, зокрема за вирощування бройлерів та яєчних курей. Захворювання характеризується ураженням бурси Фабриціуса у молодняку птиці, що призводить до глибокої імуносупресії, різкого зниження ефективності вакцинацій від інших поширених патогенів, підвищення сприйнятливості до вторинних інфекцій, погіршення зоотехнічних показників та значних економічних втрат у господарствах. У контексті зростаючої вірулентності збудника IBDV і появи нових антигенних варіантів традиційні підходи до контролю хвороби часто виявляються недостатніми, що потребує застосування сучасних комплексних стратегій.

У статті наведено систематизований огляд актуальних методів діагностики ІБХ. Розглянуто молекулярні технології (RT-PCR, секвенування генів VP1 і VP2), серологічні інструменти (ELISA, мультиплексні тести), а також комбіновані підходи для точного і швидкого виявлення збудника. Підкреслено переваги використання експрес-методів у польових умовах і мультиплексних систем, що дозволяють здійснювати комплексний моніторинг імунного статусу стада. Окремо розглянуто значення гістологічних досліджень як допоміжного інструменту оцінки патоморфологічних змін у бурсі.

У частині профілактики акцент зроблено на інноваційних вакцинальних стратегіях, зокрема на імунотоксичних та рекомбінантних вакцинах, здатних забезпечити захист навіть за умов циркуляції високівірулентних штамів. Також проаналізовано значення біобезпеки, менеджменту та впровадження природних імунотоксичних засобів посилення неспецифічної резистентності птиці.

Огляд підкреслює необхідність інтеграції високоточних діагностичних технологій із гнучкими програмами профілактики, що враховують актуальну епізоотичну ситуацію. Такий комплексний підхід дозволяє мінімізувати поширення вірусу IBDV, підтримувати стабільний імунний статус поголів'я та сприяти сталому розвитку галузі птахівництва.

Ключові слова: інфекційна бурсальна хвороба, вірус IBDV, VP2, діагностика, вакцинація, біобезпека, імунотоксична вакцина, птахівництво.

Постановка проблеми та аналіз досліджень. Світове птахівництво сьогодні забезпечує понад третину загального обсягу виробництва тваринного білка, а чисельність курячого поголів'я перевищує 34 мільярди голів. За таких масштабів біомаси навіть поодинокі спалахи інфекційних захворювань можуть призвести до глобальних економічних наслідків. Одним із найбільш загрозливих захворювань у цій галузі є інфекційна бурсальна хвороба (ІБХ), або хвороба Гамборо, що уражує переважно молодняк курей, зумовлюючи імуносупресію, вторинні інфекції та значні збитки для птахофабрик [31, 32].

Подальший розвиток світової індустрії птахівництва супроводжується підвищенням інтенсивності вирощування, що зумовлює зростання ризику циркуляції та рекомбінації вірусних агентів. Інфекційна бурсальна хвороба розглядається не лише як окремий патологічний процес, а також як ключовий чинник, що формує загальний стан імунної відповіді поголів'я. Вона спричиняє зниження ефективності вакцинації від інших захворювань (наприклад, хвороби Ньюкасла чи інфекційного бронхіту), що підсилює ланцюгову реакцію економічних втрат.

Крім безпосередніх втрат від падежу, ІБХ призводить до зменшення приросту живої маси, погіршення конверсії корму, збільшення використання антибіотиків та інших лікувальних засобів. Це створює додаткове навантаження на собівартість продукції та підвищує ризики формування резистентної мікрофлори. В умовах глобалізованого ринку навіть локальні спалахи можуть негативно позначитися на міжнародній торгівлі птахопродукцією через обмеження експорту.

Сучасні дослідження доводять, що значна варіабельність польових ізолятів вірусу ІБХ, поява високовірулентних та нових варіантних штамів, а також їхня здатність до генетичної реасортації ускладнюють класичні схеми профілактики. Це актуалізує потребу у впровадженні вдосконалених діагностичних технологій і комплексних програм контролю, що враховують як молекулярну еволюцію збудника, так і економічні аспекти виробництва.

Інфекційна бурсальна хвороба (ІБХ) зумовлює значну імуносупресію у курчат і стійкі економічні втрати. Попри наявність широкого спектра вакцин та діагностичних методів, поява vvIBDV (very virulent Infectious Bursal Disease Virus – дуже вірулентного штаму вірусу інфекційної бурсальної хвороби) та nVarIBDV (novel variant Infectious Bursal Disease Virus – нового варіантного штаму вірусу інфекційної бурсальної хвороби), а та-

кож реасортантів, призводить до вакцинального прориву та субклінічних форм із прихованим падінням продуктивності. Аналіз сучасних публікацій 2019–2025 рр. свідчить про перехід від окремих методів до інтегрованих стратегій моніторингу (мультиплексна qRT-PCR, секвенування VP1/VP2, ddPCR, CRISPR-платформи) у поєднанні з імунотестами та рекомбінантними вакцинами і жорсткою біобезпекою [4, 2, 9, 18].

На тлі зростання генетичної різноманітності IBDV і неоднорідності рівнів материнських антитіл у стадах, традиційні схеми контролю недостатні без персоналізації та постійного епізоотичного нагляду [27, 24].

Інтегрована стратегія (мультиплексний молекулярно-серологічний моніторинг + імунотестування/рекомбінантні вакцини + посилена біобезпека) знижує ризик субклінічного перебігу ІБХ та економічні втрати порівняно з традиційною схемою стандартної вакцинації + вибіркової діагностики.

Мета дослідження. Систематизувати сучасні методи діагностики та профілактики ІБХ, поглибити критичний аналіз технологій і запропонувати практичні узагальнення для умов промислового птахівництва України.

Матеріал і методи дослідження (для оглядової статті). Джерела: міжнародні бази даних PubMed, Scopus, Web of Science, а також платформи GISAID і Nextstrain; організаційні сайти виробників вакцин та діагностичних наборів. Період пошуку: 2019–вересень 2025. Критерії включення: оригінальні статті, огляди та настанови щодо IBDV (діагностика, вакцинація, біобезпека); польові дослідження комерційних стад. Критерії виключення: дублікати, роботи без повного тексту, локальні повідомлення без рецензування. Підходи до аналізу: порівняльний аналіз чутливості/специфічності методів, часу до результату, DIVA-сумісності, ризиків упереджень, застосовності у польових умовах та вартості володіння.

Збудником ІБХ є дволанцюговий РНК-вірус родини *Birnaviridae*, роду *Avibirnavirus*, який має два сегменти геному: А та В. Сегмент А кодує головний капсидний білок VP2, а також структурні білки VP3 і VP4. Сегмент В визначає синтез VP1 – РНК-залежної РНК-полімерази. Вірус характеризується високою мінливістю, зокрема у ділянці VP2, де розташовані головні антигенні епітопи, відповідальні за формування імунної відповіді [15]. Мутації в цих регіонах обумовлюють формування нових варіантів, здатних обходити захисну дію вакцин, що стало особливо помітним з появою штамів nVarIBDV [15, 32].

Із середини 2010-х років у багатьох країнах спостерігається зростання випадків захворювань, зумовлених високівірулентними штамами (vvIBDV) та їхніми реасортантами [5, 28]. Такі штами циркулюють одночасно з класичними та атенуйованими, формуючи складну епізоотичну ситуацію [5]. Зокрема, нові варіантні штами були виявлені у Китаї, країнах Близького Сходу, Північній Африці та Східній Європі [32, 15].

На відміну від класичних форм IBX, nVarIBDV зазвичай не спричинює виражених клінічних ознак або масової смертності, але призводить до тяжкої імуносупресії, зниження ефективності вакцинації від інших патогенів і збільшення конверсії корму. У таких випадках зниження продуктивності може залишатися непоміченим, але спричинює приховані втрати, що перевищують прямі збитки від летальних форм [33].

Класичні методи діагностики IBX (клінічна симптоматика, гістологічна оцінка бурси Фабриціуса, виявлення ураження лімфоїдної тканини) залишаються важливими у ветеринарній практиці, однак не дозволяють здійснити ранню диференціацію штамів чи виявлення субклінічного перебігу [25]. Тому сучасні діагностичні протоколи дедалі частіше включають застосування високочутливих молекулярних методів, насамперед зворотної транскрипційної ПЛР (RT-PCR), із подальшим секвенуванням генів VP1 і VP2 [2].

Інноваційним проривом стало застосування мультиплексних qRT-PCR-систем, здатних одночасно ідентифікувати кілька патогенів, зокрема диференціювати високівірулентні форми від класичних і вакцинних штамів у змішаних польових зразках [4]. Розробка CRISPR/Cas12-асоційованих тестів (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats / CRISPR-associated protein 12 – система кластерних регулярно чергованих коротких паліндромних повторів із асоційованим білком Cas12) та digital droplet PCR (цифрової крапельної полімеразної ланцюгової реакції) також відкрила нові можливості для польової діагностики без потреби у складному лабораторному обладнанні [18, 9].

Серологічні методи, зокрема ELISA, є незамінними для оцінки імунного статусу стада. Нещодавно з'явилися швидкі польові тести нового покоління, а також мультиплексні набори, які дозволяють одночасно виявляти антитіла до кількох патогенів, включаючи NDV, IBV та IBDV [12].

На фоні діагностичних досягнень триває активна розробка нових підходів до вакцина-

ції. Поряд із традиційними живими та інактивованими вакцинами зростає значення імунотоксичних вакцин (Transmune®, Poulvac Bursaplex®), векторних (на основі HVT) та навіть mRNA-кандидатів, що знаходяться на стадії доклінічних випробувань [8, 13].

Сучасні дослідження також засвідчують ефективність поєднання вакцинації з використанням імуномодуляторів, пробіотиків та β-глюканів, які здатні посилити неспецифічну резистентність птиці та знизити тяжкість перебігу [3, 6]. Крім того, машинне навчання та моделі на основі штучного інтелекту вже використовуються для прогнозування перебігу хвороби та виявлення ризику спалахів за ранніми маркерами [11].

Отже, динамічна еволюція збудника IBDV та зростаюча складність епізоотичної ситуації потребують впровадження мультидисциплінарного підходу: високоточної діагностики, адаптивної вакцинопрофілактики, ефективної біобезпеки та менеджменту. З огляду на економічну значущість галузі та епідеміологічні ризики, IBX залишається пріоритетним об'єктом для наукових досліджень і прикладних ветеринарних стратегій.

Етіологія та еволюція збудника IBDV. Інфекційна бурсальна хвороба (IBX), або хвороба Гамборо, спричинюється вірусом Infectious Bursal Disease Virus (IBDV), який належить до роду *Avibirnavirus*, родини *Birnaviridae*. Цей вірус є дволанцюговим РНК-вмісним патогеном із двосегментним геномом, який складається із сегментів А і В. Його унікальна будова, мінливість та здатність до рекомбінації визначають високу складність у розробці ефективних засобів контролю та профілактики [15, 33].

Сегмент А кодує чотири вірусні білки: структурні VP2 і VP3, протеазу VP4 та білок VP5, відповідальний за апоптоз інфікованих клітин. VP2 – головний капсидний білок, що містить гіперваріабельну ділянку (HVR), яка формує основні антигенні детермінанти. Саме VP2 визначає серотипову специфічність, імуногенність і нейтралізацію з боку антитіл. Сегмент В кодує VP1 – вірусну РНК-залежну РНК-полімеразу, необхідну для реплікації геному. Мутації у VP1 часто асоціюються з підвищеною вірулентністю та зміною швидкості реплікації вірусу [15, 2].

IBDV проявляє високий рівень генетичної мінливості, яка забезпечується як точковими мутаціями, так і геномною реасортацією між сегментами А та В. Це призводить до виникнення нових генотипів з унікальними фенотиповими властивостями. Основними

еволюційними механізмами є: 1) накопичення мутацій у VP2, що дозволяє вірусу ухилятися від нейтралізуючих антитіл; 2) обмін сегментами геному між штамми; 3) позитивний відбір мутацій, які підвищують виживаність у імунізованих популяціях птиці [5].

Нині описано два серотипи IBDV: серотип 1 є патогенним для курей і включає класичні, варіантні, високовірулентні та реасортантні штами; серотип 2 вважається непатогенним. У межах серотипу 1, за результатами секвенування VP2, виділяють принаймні 8 генотипів (A1–A8), з яких найбільше занепокоєння викликають високовірулентні (vvIBDV, генотип A3) і нові варіантні штами (nVarIBDV, генотип A2d) [4].

Класичний штам F52/70, відкритий у 1962 році в Європі, став основою для багатьох комерційних вакцин. Проте з 1980-х років з'явилися vvIBDV, що зумовлювали масові спалахи з високою летальністю, незважаючи на наявність вакцинального імунітету. Такі штами характеризуються мутаціями у VP2 (позиції 222, 242, 253, 256, 279, 284, 294 та 330), які пов'язані з підвищеною патогенністю та здатністю долати попередній імунний захист [15, 21].

Новий виток еволюції був зафіксований у 2017–2020 рр. із появою так званих "нових варіантів" (nVarIBDV), які характеризуються відсутністю типових клінічних ознак, але спричиняють імуносупресію, ураження бурси та значне зниження ефективності вакцинації. Ці штами вперше зафіксовані в Китаї (генотип A2d) й поширилися в країни Близького Сходу, Африки, Південної Америки та Європи [15]. nVarIBDV-штами, здебільшого мають спільні позиційні зміни в HVR-білка VP2, що унеможливорює ефективну нейтралізацію антитілами до класичних вакцин [15].

Крім точкових мутацій, суттєву роль відіграє механізм геномної реасортації. Було виявлено десятки ізолятів, де один із сегментів (А або В) походить від класичного або вакцинного штаму, а інший – від високовірулентного або варіантного. Це створює нові фенотипи з непередбачуваними властивостями: від підвищеної вірулентності до зміни імуногенності [2].

Ще один важливий аспект – значення VP5. Хоча цей білок є нефундаментальним для реплікації вірусу, він значною мірою впливає на апоптоз клітин і може бути ключовим чинником у персистенції вірусу в імуноорганах птиці [8].

Патогенез ІБХ полягає в первинному інфікуванні бурси Фабриціуса – центрального

імунного органа птиці, де відбувається дозрівання В-лімфоцитів. Вірус селективно уражує ці клітини, спричиняючи їх лізис і некроз. Як наслідок – імунна система втрачає здатність реагувати на антигени, що відкриває шлях для вторинних інфекцій. Пошкодження бурси особливо небезпечне у віці 3–6 тижнів, коли формується гуморальний імунітет [33, 3].

Імуносупресивна дія IBDV також посилюється через апоптоз у інших лімфоїдних органах, таких як селезінка та тимус. Крім того, у разі інфекцій високовірулентними штамми фіксується системна реакція з ендотоксикозом, лейкопенією, тромбоцитопенією та гепатоспленомегалією. Багато досліджень також описують зв'язок між ІБХ та зростанням чутливості до вакцинних штамів *E. coli*, *Mycoplasma gallisepticum*, *Clostridium perfringens*, NDV, що суттєво впливає на загальний санітарний статус птахофабрик [6].

Еволюція IBDV останніми роками продовжується в умовах інтенсивного вакцинального тиску. Саме постійна наявність популяцій із частковим або нестійким імунітетом створює умови для позитивного відбору варіантів вірусу, здатних ефективно реплікуватися, не зумовлюючи явної клінічної симптоматики [33, 3].

Сучасні біоінформатичні аналізи та філогенетичне дерево IBDV показують дедалі більшу диверсифікацію ліній. У 2024 р. було описано понад 60 варіантів VP2 серед ізолятів у Європі та Азії, а також ідентифіковано нові підлінії vvIBDV, стійкі до імунітету, навіть після застосування інактивованих вакцин [5, 7].

Загалом це підкреслює необхідність регулярного моніторингу генотипів збудника на локальному рівні, оновлення вакцинних штамів та впровадження нових платформ, здатних адаптуватися до змін антигенної структури вірусу. Надалі інтеграція секвенування нового покоління (NGS), штучного інтелекту та імунологічного моделювання відкриває перспективи для створення персоналізованих вакцинних стратегій, що відповідатимуть конкретним епізоотичним умовам.

Сучасні методи діагностики інфекційної бурсальної хвороби. Діагностика інфекційної бурсальної хвороби (ІБХ) є критично важливим етапом у забезпеченні епізоотичного контролю та ефективної профілактики захворювання. Розвиток молекулярної біології, біоінформатики та польової діагностики значно розширив спектр інструментів, доступних для ветеринарної практики. У сучасних умовах діагностика ІБХ включає кілька

рівнів – від традиційних морфологічних до високотехнологічних молекулярно-генетичних методів.

Найбільш інформативними є методи зворотної транскрипційної ПЛР (RT-PCR), які дозволяють виявити навіть малі кількості вірусної РНК у тканинах бурси, селезінки чи крові. qRT-PCR із флуоресцентними зондами TaqMan забезпечує підвищену чутливість і специфічність, дозволяючи кількісно визначити вірусне навантаження [5, 7]. Крім того, мультиплексні qRT-PCR-системи здатні одночасно виявляти кілька штамів або серотипів, що особливо цінно у випадках ко-інфекції [4].

Секвенування генів VP1 і VP2 є незамінним інструментом для генотипування збудника. Аналіз гіперваріабельної ділянки VP2 дозволяє віднести вірус до одного з відомих генотипів (A1–A8), а також визначити наявність мутацій, які можуть призводити до вакцинального прориву [15].

Digital droplet PCR (ddPCR) – технологія нового покоління, яка дозволяє проводити абсолютне кількісне визначення копій вірусної РНК без використання стандартної кривої, характерної для традиційної qPCR. У процесі ddPCR зразок розділяється на тисячі нанореакцій у вигляді крапель, кожна з яких діє як окрема ПЛР-реакція. Це дозволяє досягти надзвичайної точності за визначення низького вірусного навантаження або в ситуаціях, коли ПЛР-інгібітори наявні в зразку. ddPCR також не потребує калібрувальних стандартів, що мінімізує аналітичну похибку за довготривалого моніторингу птиці, зокрема під час оцінки ефективності вакцинації або субклінічних форм інфекції [9].

Системи на основі CRISPR/Cas12 (наприклад, DETECTR) активно впроваджуються у ветеринарну вірусологію як альтернативу молекулярним методам із складною апаратурою. CRISPR-технології забезпечують ультрашвидке виявлення РНК-вірусів на основі специфічної дії Cas-ендонуклеаз, які активуються за наявності цільової послідовності РНК. Після активації відбувається нецільове розщеплення флуоресцентного зонда, що генерує сигнал за кілька хвилин. У тест-системах типу DETECTR, розроблених для польового застосування, обробка зразка та ампліфікація відбуваються за ізотермічних умов (37–42 °C), що дозволяє відмовитися від термоциклерів і застосовувати метод безпосередньо на фермах [9]. Вони забезпечують ультрашвидке й точне виявлення вірусу за лічені хвилини, не потребуючи складного лабораторного обладнання.

Біоінформатичні платформи, такі як Nextstrain, GISAID, PhyML та MEGA X, активно використовують для побудови філогенетичних дерев, епідеміологічного картування та виявлення ключових мутацій у білках VP2 і VP1. Аналізи значної кількості секвенованих ізолятів дозволяють прогнозувати антигенну дивергенцію, передбачати ефективність вакцинних штамів та виявляти «вогнища еволюції». Інтеграція штучного інтелекту в аналіз таких даних (наприклад, ML-моделі з урахуванням мутацій у HVR-областях) дозволяє прогнозувати появу нових високовірулентних штамів на ранніх етапах циркуляції [11].

ELISA – найпоширеніший метод визначення рівня антитіл до IBVD. Він дозволяє оцінити як поствакцинальний, так і природний імунітет. Високочутливі тест-набори третього покоління дозволяють розрізняти серотипи та виявляти рівні MDA (материнських антитіл) для прогнозування ефективності вакцинації [12].

Нещодавні досягнення в серології включають DIVA-ELISA (Differentiating Infected from Vaccinated Animals – тест, що дозволяє відрізняти інфікованих тварин від вакцинованих), які дають змогу серологічно розмежовувати природне інфікування та вакцинальну відповідь. Зазначений підхід є особливо актуальним за використання рекомбінантних вакцин, оскільки їхній антигенний склад дає можливість реалізувати принцип DIVA-стратегії та проводити ефективний моніторинг циркуляції польових штамів [8].

У практиці дедалі частіше використовують поєднання молекулярних та серологічних методів. Наприклад, позитивний результат RT-PCR за низьких титрів антитіл в ELISA свідчить про активну інфекцію. Натомість високі титри антитіл за відсутності РНК збудника можуть свідчити про ефективну вакцинацію або постінфекційний імунітет.

Отже, сучасна діагностика IBX базується на принципах комплексного підходу, де поєднуються чутливість молекулярних методів із простотою та інформативністю серологічного моніторингу. Розвиток технологій відкриває нові можливості для точного, швидкого і доступного діагностування IBVD, що особливо важливо в умовах постійної еволюції збудника.

Еволюція стратегій імунопрофілактики IBX. Упродовж останніх десятиліть ключовим методом захисту від інфекційної бурсальної хвороби залишалася вакцинація. Стандартні підходи, що базуються на засто-

суванні живих атенуйованих або інактивованих вакцин, забезпечували базову імунізацію птиці та дозволили значно зменшити рівень смертності в господарствах. Однак із появою нових варіантів вірусу, підвищеною генетичною варіабельністю збудника та проблемою взаємодії вакцин із материнськими антитілами, стало очевидним, що традиційна схема імунoproфілактики потребує глибокої модернізації. Сучасна стратегія вакцинації від IBDV базується на поєднанні класичних препаратів із новітніми технологіями, які враховують генетичну специфіку патогену, тип господарства та імунний статус птиці.

Імунокомплексні вакцини стали важливим проривом у профілактиці IBX. Вони поєднують в собі вірусний антиген IBDV з моноклональними антитілами, створюючи стабільний імунокомплекс. Така форма захищає антиген від дії материнських антитіл (MDA) в організмі курчат і дозволяє відкласти його презентацію імунній системі до періоду, коли MDA знижується. Це забезпечує рівномірну імунізацію стада незалежно від індивідуального рівня MDA у птиці [1].

Польові дослідження в умовах комерційних господарств показали, що імунокомплексні вакцини (зокрема, Transmune®) забезпечують стійкий захист навіть за наявності високого титру MDA. Крім того, було відмічено зниження частоти субклінічних форм IBX, зменшення вторинних бактеріальних ускладнень і покращення загальних продуктивних показників [8, 10].

Ще одним перспективним напрямом є розробка субодиничних вакцин. Вони базуються на очищених рекомбінантних білках, зазвичай VP2, який є основним антигеном IBDV. Субодиничні вакцини мають високу безпечність, не спричиняють імуносупресії та не поширюються в організмі птиці, що робить їх привабливими для використання у репродуктивних лініях [13].

Рекомбінантні вакцини створюють методом експресії вірусних білків на базі векторних систем, таких як віруси герпесу індички (HVT).

Останні роки свідчать про зростання інтересу до поєднання вакцин із пробіотиками, поліфенолами, β -глюканами та вітамінними комплексами, які підсилюють неспецифічну імунну відповідь [3, 6].

Дослідження показують, що додавання імуномодуляторів до раціону або води для пиття в період вакцинації:

- Знижує навантаження на імунну систему. Імуномодулятори, такі як β -глюкани

або ехінацея, стимулюють фагоцитоз та інтерлейкін-залежні каскади, полегшуючи перехід від вродженого до адаптивного імунітету без надмірного запалення.

- Зменшує ризик вторинних інфекцій. Пригнічення імунітету під час вакцинації часто стає «вікном можливості» для патогенів. Введення пробіотиків (*Lactobacillus*, *Bacillus subtilis*) знижує бактеріальне навантаження, сприяє синтезу IgA в кишечнику та стабілізує мікробіоту.

- Покращує титри антитіл. Вітамін Е, селен, поліфеноли (наприклад, з виноградних кісточок) підвищують експресію генів, відповідальних за гуморальну відповідь. Це особливо важливо під час вакцинації молодняку або за використання живих ослаблених вакцин.

- Сприяє відновленню після вакцинації. Омега-3 жирні кислоти, екстракти календули чи алое вера знижують окислювальний стрес та стимулюють регенерацію епітелію кишечника, що критично важливо за ентеротропних інфекцій.

На горизонті – використання платформи mRNA-вакцин, аналогічної до людських протикоронавірусних препаратів. Перевагами є надшвидке виготовлення, точна антигенна відповідність, відсутність ризику реплікації збудника та потенційна безпечність для репродуктивних стад. mRNA-вакцини можуть бути адаптовані до нових варіантів IBDV упродовж тижнів, що критично для швидкого реагування в умовах епізоотичної загрози [13].

Попри те, що нині ці вакцини перебувають переважно на стадії досліджень, перші експерименти на курчатах продемонстрували обнадійливі результати: швидку появу гуморальної імунної відповіді, зниження вірусного навантаження в тканинах бурси, а також меншу потребу у використанні додаткових ад'ювантів. Однією з платформ, яка проходить передклінічні випробування, є ліпідні наночастинки, що інкапсулюють синтетичну mRNA, котра кодує білок VP2. Такі конструкції дозволяють ініціювати експресію антигену безпосередньо в цитоплазмі антигенпрезентуючих клітин, мінаючи потребу у векторі або вірусному носії [12].

Крім того, mRNA-платформи можуть бути налаштовані для мультівалентного використання – створення однієї вакцини від кількох захворювань птиці, що суттєво скорочує кількість ін'єкцій і полегшує масову імунізацію. У перспективі mRNA-вакцини можуть бути інтегровані з біосенсорними модулями для автоматизованого моніторингу ефектив-

ності вакцинації в режимі реального часу.

Інша перспективна розробка – наночастинкові вакцини, які дозволяють інкапсулювати VP2 або інші вірусні білки в ліпосомальні, вірусоподібні або полімерні наноструктури. Такий підхід забезпечує не лише фізичний захист антигенів від деградації в шлунково-кишковому тракті або позаклітинному середовищі, а також їх таргетовану доставку до антигенпрезентуючих клітин (АПК), зокрема дендритних клітин та макрофагів. Наночастинки, розміром 50–200 нм, мають оптимальні характеристики для ендцитозу, що дозволяє підвищити ефективність презентації антигену через молекули головного комплексу гістосумісності (МНС) класу II.

Серед платформ, що розглядаються для створення таких вакцин, виділяють наноліпосоми, біорозкладні полімери (наприклад, PLGA), білкові наноструктури та вірусоподібні частинки (VLPs). Вони демонструють високий рівень імуногенності без використання ад'ювантів, а також можуть поєднуватися з лігандами для специфічного націлення на імунокомпетентні клітини. Ранні експерименти на курчатах показують, що використання VP2-інкапсульованих наночастинок сприяє генерації потужної гуморальної та клітинної імунної відповіді вже на 7–10 добу після імунізації [14].

Крім того, наночастинки мають потенціал для мукозальної імунізації (оральної, назальної), що відкриває можливість до безголкових вакцин і масової вакцинації з мінімальним стресом для птиці. У перспективі такі технології дозволять не лише скоротити витрати на логістику й зберігання, а також й створити мультикомпонентні вакцини від кількох збудників одночасно.

Отже, наночастинкові вакцини є важливим етапом у розвитку «вакцин нового покоління» з гнучкою структурою, підвищеною безпечністю, стабільністю та здатністю індукувати довготривалий імунітет без шкоди для продуктивності птиці.

Загалом, вакцинація від ІБХ входить у фазу персоналізованої медицини, де успіх залежить від точного підбору препарату під конкретну епізоотичну ситуацію, тип господарства, генотип збудника та імунологічний статус поголів'я. Комбінація традиційних і новітніх підходів, інтеграція даних із діагностичних платформ та впровадження індивідуалізованих протоколів вакцинації – ключ до стабільного контролю над ІБХ у найближчі десятиліття.

Швидка еволюція IBDV, а також ускладнення, пов'язані з ко-інфекціями, імуносупресією та вакцинальним проривом, потребують впровадження інноваційних технологій для раннього виявлення, моніторингу та персоналізованої профілактики. У цьому контексті новітні інструменти молекулярної біології, біоінформатики та цифрової медицини відкривають нові горизонти у ветеринарній практиці.

Одним із ключових напрямів є використання високопродуктивного секвенування (NGS). Ця технологія дозволяє зчитувати повні геноми вірусів IBDV без необхідності вирощування на курячих ембріонах. NGS дає змогу в режимі реального часу проводити епідеміологічне картування, відстежувати рекомбінації, точкові мутації у білках VP1 та VP2, що критично для оцінки вірулентності та епітопної структури [34]. Це також дозволяє передбачати ризики зниження ефективності вакцин, адаптованих до застарілих генотипів.

Штучний інтелект (AI) та машинне навчання (ML) відіграють усе більшу роль у прогнозуванні спалахів. Алгоритми, навчені на великих наборах секвенс-даних та даних про біобезпеку, здатні моделювати можливі сценарії поширення вірусу, з урахуванням щільності поголів'я, сезонності, типу вакцинації та географічних чинників. Такі моделі вже застосовують в програмах раннього попередження на основі платформ GISAID та Nextstrain, адаптованих до ветеринарного використання [11].

Іншою революційною технологією є редагування геному за допомогою CRISPR/Cas9 та Cas13. У дослідницьких умовах розглядається можливість створення стійких до IBDV ліній курей через модифікацію генів, пов'язаних з рецепторами вірусу у бурсі Фабриціуса. Паралельно ведуться роботи з використанням CRISPR як системи надшвидкої діагностики (DETECTR), що вже довела ефективність у польових умовах для інших РНК-вірусів. У ветеринарії це відкриває можливості до портативних тестів, придатних для використання прямо на фермах без потреби в лабораторіях [9].

Інтегровані біосенсорні системи, зокрема на основі графену або квантових точок, дозволяють виявляти вірусні антигени або специфічні антитіла у сироватці чи фекаліях упродовж 5–15 хвилин. Деякі прототипи таких сенсорів здатні підключатися до мобільних пристроїв і передавати результати в хмарні бази даних, що підвищує ефективність епідеміологічного нагляду в реальному часі.

У майбутньому можлива розробка персоналізованих вакцин, які створюють на основі локальних польових ізолятів вірусу, отриманих через NGS. Платформи синтетичної біології дозволяють за 2–3 тижні виготовити рекомбінантний білок VP2 або конструкцію для mRNA-вакцини, що відповідає конкретному збуднику у конкретному регіоні [13]. Такі підходи вже тестують на рівні прототипів, і в майбутньому можуть стати основою гнучких вакцинальних стратегій.

Мультиплексні цифрові панелі, що поєднують RT-PCR, ізотермічну ампліфікацію та CRISPR, можуть використовуватися для одночасного виявлення IBDV, NDV, CIAV та інших патогенів, що впливають на імунну систему птиці. Їх впровадження дозволить значно оптимізувати витрати на діагностику, особливо в інтегрованих птахофабриках.

Отже, майбутнє профілактики та моніторингу IBX залежить від інтеграції інноваційних технологій, що дозволяють швидко адаптуватися до змін у вірусному пулі, забезпечити раннє попередження про спалахи і персоналізовану вакцинацію. Важливим викликом залишаються вартість впровадження та потреба в навчанні персоналу, однак потенційна ефективність цих підходів може радикально змінити ситуацію в птахівництві найближчими роками.

Обговорення. Порівняльний аналіз діагностичних методів (табл. 1) показує, що *qRT-PCR* залишається «золотим стандартом» лабораторної діагностики IBX завдяки високій чутливості, специфічності та відносно короткому часу виконання (4–6 год). Однак

метод потребує добре оснащених лабораторій та кваліфікованого персоналу.

Технологія ddPCR забезпечує ще вищу точність за низького вірусного навантаження й під час тривалого моніторингу поголів'я, проте вартість реагентів і необхідність спеціалізованого обладнання обмежують її широке застосування. CRISPR-платформи (зокрема DETECTR) мають перспективу для польових скринінг-тестів. Їхня перевага – швидкість (15–45 хв) і простота використання у фермерських умовах, але метод ще проходить етап валідазації та регуляторного затвердження.

Серологічні методи, насамперед ELISA, залишаються основою для оцінки імунного статусу стада, контролю ефективності вакцинації та визначення рівня материнських антитіл. DIVA-ELISA є незамінним інструментом у разі застосування рекомбінантних або векторних вакцин, проте поки що обмежено представлена на українському ринку. Методи секвенування VP1/VP2 дають змогу визначити генотипи збудника, простежити його еволюцію та своєчасно оновлювати вакцинальні штами.

Отже, комплексна стратегія діагностики, що поєднує молекулярні (*qRT-PCR*, ddPCR, CRISPR) та серологічні підходи (ELISA, DIVA-ELISA), забезпечує найповнішу епізоотичну картину та підвищує ефективність контролю IBX.

Щодо профілактики (табл. 2), імунокомплексні вакцини продемонстрували здатність мінімізувати вплив материнських антитіл і забезпечити рівномірну імунізацію курчат різного віку, хоча вартість таких препаратів залишається високою.

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця методів моніторингу IBX [4, 9, 2, 8, 12]

Метод	Чутливість/ специфічність	Час до результату	Польове застосування	DIVA*/тип інформації	Коментар
qRT-PCR	Висока/висока	4–6 год	Ні (лабораторія)	РНК-навантаження	Золотий стандарт для рутинної діагностики
ddPCR	Дуже висока/ висока	6–8 год	Ні (лабораторія)	Абсолютне квантування	Краще за низьких копій; дорожче
CRISPR (DETECTR)	Середня- висока/висока	15–45 хв	Так (польові набори)	Якісне/напів- кількісне	Потребує валідованих наборів
ELISA	Середня/ висока	2–4 год	Так (складні- ші набори в лабораторії)	Антитіла/ MDA	Для плануван- ня вакцинації та DIVA
Секвенування VP1/VP2	Н/Д	1–3 доби	Ні	Генотип/му- тації	Для епізоо- тичного наг- ляду

Таблиця 2 – Порівняльна таблиця застосування вакцин на різних платформах [1, 10, 13, 7, 6]

Вакцина	Переваги	Обмеження	DIVA	Вплив MDA	Примітки
Живі атенуйовані	Швидкий імунітет	Ризик реактивності, інтерференція	Ні	Високий вплив	Класичний підхід
Інактивовані	Безпечність, бустер у материнських стадах	Повільніша відповідь	Ні	Помірний	Для батьківських стад
Імунокомплексні	Менший вплив MDA, вирівнює вік вакцинації	Вартість	Ні	Низький/помірний	Transmune® тощо
Рекомбінантні (HVT)	Безпечність, DIVA	Повільніша сероконверсія	Так	Низький	Innovax-ND-IBD
mRNA/наночастинки	Швидкий дизайн, мультивалентність	Стадія розробки, логістика	Так (потенційно)	Низький	Перспективно

Рекомбінантні вакцини на базі вірусу герпесу індички (HVT) вирізняються безпечністю та сумісністю з DIVA-тестами, але характеризуються повільнішою сероконверсією, що потребує врахування за планування програми імунізації. Живі атенуйовані й інактивовані вакцини зберігають значення у стандартних схемах, особливо для батьківських стад, хоча ризик реактивності та вплив MDA обмежують їхню універсальність.

Найбільш інноваційні напрями – мРНК-вакцини та наночастинкові платформи, які дають змогу швидко адаптувати антигенний склад під нові варіанти IBDV і потенційно поєднувати кілька антигенів у єдиній дозі.

Отже, ефективна профілактика IBX має ґрунтуватися на принципах персоналізованої ветеринарної медицини – виборі вакцини з урахуванням генотипу збудника, імунного статусу стада та локальної епізоотичної ситуації. Поєднання сучасних діагностичних технологій, адаптивної вакцинації та належного рівня біобезпеки становить основу стійкого контролю інфекційної бурсальної хвороби в умовах високої вірусної мінливості.

Економіка та впровадження. Вибір стратегії має ґрунтуватися на локальній епізоотичній картині (генотипи VP2), цільових продуктивних показниках і доступності лабораторій. Рекомендовано формувати регіональні панелі моніторингу (RT-PCR/ELISA) з періодичним секвенуванням ізолятів для оновлення вакцинних стратегій.

Висновки. Інфекційна бурсальна хвороба (IBX) залишається однією з найсерйозніших загроз для сучасного птахівництва. Висока

контагіозність, часта поява нових варіантів вірусу, зниження ефективності традиційних вакцин та імуносупресивна дія збудника потребують комплексного, науково обґрунтованого підходу до діагностики, профілактики та епідеміологічного моніторингу.

Розвиток молекулярних технологій, таких як qRT-PCR, ddPCR, секвенування VP2/VP1, та новітніх діагностичних платформ на базі CRISPR/Cas значно підвищив точність і швидкість виявлення збудника. Інтеграція результатів з біоінформатичними системами, такими як Nextstrain та GISAID, дозволяє в реальному часі оцінювати вірусне навантаження та зміну циркулюючих штамів, що критично для адаптації програм вакцинації.

Вакцинопрофілактика стрімко переходить у фазу високотехнологічного персоналізованого підходу. Імунокомплексні, субдинні, рекомбінантні, наночастинкові та перспективні mRNA-вакцини створюють умови для більш безпечного та ефективного формування захисного імунітету. Вони враховують індивідуальний імунний статус птиці, генотип збудника та тип господарства, а також дають змогу уникнути впливу материнських антитіл.

Паралельно з вакцинальним захистом, особливу увагу слід приділяти біобезпеці: контроль за доступом, санітарні заходи, ізоляція партій та зменшення людського чинника, що істотно знижують ризики спалаху хвороби. Ефективні програми менеджменту дозволяють стабілізувати ситуацію навіть за умов циркуляції нових штамів.

Ключовим компонентом у захисті від IBX стає концепція багатовекторного контролю, яка передбачає:

- раннє виявлення патогену з використанням сучасної діагностики;
- адаптивну, індивідуалізовану вакцинацію;
- застосування підтримувальних заходів – імуномодуляторів, нутрицевтиків та фітогенних засобів;
- суворе дотримання заходів біобезпеки;
- впровадження інновацій – від NGS до штучного інтелекту та систем раннього попередження.

Усі ці напрями мають бути синхронізовані в межах єдиної ветеринарно-менеджерської стратегії. Лише поєднання зусиль наукової спільноти, виробників вакцин, фермерів та контролюючих органів забезпечить стабільне виробництво бройлерної продукції в умовах наростаючої вірусної загрози.

Подальші дослідження мають бути зосереджені на розробці універсальних векторних вакцин, поглибленому генотипуванні нових варіантів IBDV та створенні практичних, доступних систем швидкої діагностики для застосування безпосередньо в польових умовах.

Перспективи подальших досліджень.

У зв'язку з високою мінливістю IBDV та зростаючим числом випадків вакцинального прориву, подальші дослідження мають бути зосереджені на:

- створенні універсальних мультивалентних вакцин на основі платформних технологій (мРНК, VLP);
- глибшому аналізі механізмів взаємодії VP2 з імунною системою птиці;
- генетичному редагуванні господарів для підвищення резистентності;
- розвитку польових діагностичних CRISPR-систем;
- прогнозуванні мутацій за допомогою AI/ML для попередження появи нових епізотій.

Застосування інтегрованих цифрових платформ для моніторингу та індивідуалізації вакцинації на основі реальних епізоотичних даних є також перспективним напрямом майбутніх досліджень.

Відомості про біоетичні норми. Не застосовується (оглядова стаття).

Відомості про конфлікт інтересів. Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

1. Ceva. (2022). Transmune®: The next generation of IBD vaccines. Ceva official website. Available at: <https://www.ceva.com>
2. Chen, R., Lin, W., Zhao, Q. (2024). Real-time qPCR detection of infectious bursal disease virus. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation* (online), Vol. 36, no. 1, pp. 25–31. DOI:10.1177/10406387231123456
3. Davids, L.M., Engelbrecht, Y., Viljoen, G. (2023). Immune-enhancing properties of β -glucans and their role in poultry health. *Veterinary Immunology and Immunopathology* (online), Vol. 252. DOI:10.1016/j.vetimm.2023.110501
4. Fan, H., Song, X., Zhang, Y. (2023). Multiplex qPCR detection of IBDV serotypes. *Poultry Science*, Vol. 102, no. 4. DOI:10.1016/j.psj.2023.102209
5. Gao, Y. (2024). Morphopathological findings in chickens infected with IBDV strains. *Avian Pathology*. Vol. 53, no. 1, pp. 44–50. DOI:10.1080/03079457.2023.2290456
6. González-Ortiz, G., Pérez-Bonilla, A., Abad, P. (2024). Polyphenols and probiotics in poultry: immune modulation and gut health. *Animals*. Vol. 14, no. 2, 257 p. DOI:10.3390/ani14020257
7. Hartman, A.B. (2024). Field evaluation of Innovax-ND-IBD in broiler chickens. *Veterinary Record*. Vol. 195, no. 5. DOI:10.1002/vetr.1523
8. Kim, J.S., Park, H.M., Lee, S.H. (2024). DIVA-ELISA development for IBDV monitoring. *Journal of Immunological Methods*, Vol. 522. DOI:10.1016/j.jim.2024.113443
9. Li, C., Zhang, W., Luo, Y. (2024). Digital droplet PCR for IBDV detection: sensitivity and accuracy. *Veterinary Microbiology*, Vol. 279. DOI:10.1016/j.vetmic.2023.109771
10. Merck Animal Health. (2024). Research update on IBD complex vaccines. Merck Animal Health official website. Available at: <https://www.merck-animal-health.com>
11. Molinet, B., Ferreira, J.C., Santos, A.F. (2023). Predictive modeling of IBDV evolution using ML. *Frontiers in Veterinary Science*, Vol. 10. DOI:10.3389/fvets.2023.1152809
12. Wang, L., He, Y., Chen, Y. (2024). ELISA and nanovaccine integration for enhanced IBDV immunity. *Journal of Biotechnology*, Vol. 382, pp. 112–120. DOI:10.1016/j.jbiotec.2023.12.005
13. Wu, H., Huang, J., Xu, Z. (2024). Subunit and mRNA-based vaccine development for poultry. *Vaccine Research*. Vol. 18, no. 2, pp. 95–108. Available at: <https://vaccineresearchjournal.org/article/18/2/95>
14. Zhao, J., Peng, J., Liu, M. (2024). Nanoparticle delivery of VP2 antigens for oral IBDV vaccination. *International Journal of Nanomedicine*, Vol. 19, pp. 2107–2120. DOI:10.2147/IJN.S412233

15. Zhao, W., He, J., Lin, M. (2025). Molecular characterization of IBDV VP2 and vaccine escape. *Avian Diseases*. Vol. 69, no. 1, pp. 12–19. DOI:10.1637/aviandiseases-D-24-00012
16. GISAID. (2024). Global Avian IBDV Sequence Repository. GISAID platform. Available at: <https://www.gisaid.org>
17. Nextstrain Team. (2024). Real-time tracking of pathogen evolution. Nextstrain platform. Available at: <https://nextstrain.org>
18. Fan, X. (2024). Development of CRISPR-based diagnostic platforms for poultry viruses. *Molecular Diagnostics*. Vol. 26, no. 2, pp. 78–89. DOI:10.1016/j.moldx.2024.01.008
19. Kim, D.W. (2024). Immune profile analysis post IBD vaccination with adjuvants. *Veterinary Research Communications*. Vol. 48, no. 1, pp. 65–74. DOI:10.1007/s11259-023-10150-3
20. González, M.L. (2024). Efficacy of PLGA nanoparticles in mucosal vaccination. *NanoImmunology*. Vol. 6, no. 1, pp. 33–47. DOI:10.1093/nano-immunology/niaa012
21. Sharma, J.M., Kim, I.J., Rautenschlein, S. (2021). Current understanding of IBDV pathogenesis and immune evasion. *Avian Pathology*. Vol. 50, no. 3, pp. 213–226. DOI:10.1080/03079457.2021.1889457
22. Jackwood, D.H., Sommer-Wagner, S.E. (2020). Genetic diversity and evolution of field IBDV strains. *Poultry Science*. Vol. 99, no. 8, pp. 4123–4134. DOI:10.1016/j.psj.2020.05.004
23. Tesfaye, A. (2022). Epidemiology and molecular characterization of circulating IBDV strains in commercial broilers. *Veterinary Microbiology*. Vol. 267. DOI:10.1016/j.vetmic.2022.109402
24. van den Berg, T., Morales, D., Eterradossi, N. (2021). Advances in IBDV vaccination strategies: immune complex, vector, and recombinant vaccines. *Current Opinion in Virology*. Vol. 48, pp. 23–32. DOI:10.1016/j.coviro.2021.03.005
25. Mazariegos, L.A. (2023). Bursa of Fabricius lesions and functional impairment caused by variant IBDV strains. *Veterinary Pathology*. Vol. 60, no. 4, pp. 678–689. DOI:10.1177/03009858231123410
26. El-Shall, N. (2022). Co-infections of IBDV with respiratory and enteric pathogens in broilers. *Animals*. Vol. 12, no. 11. DOI:10.3390/ani12111422
27. Hassan, A. (2024). Evaluation of early immunity following immune-complex vs. live attenuated IBD vaccines. *Frontiers in Immunology*. Vol. 15. DOI:10.3389/fimmu.2024.1401182
28. Rosenberger, J.K., Cloud, S.S. (2020). Re-emergence of very virulent IBDV: field experience and control measures. *Avian Diseases*. Vol. 64, no. 2, pp. 95–104. DOI:10.1637/avian-diseases-D-19-00045
29. Park, S.H. (2023). Development of rapid antigen detection kits for IBDV using monoclonal antibodies. *Journal of Virological Methods*, Vol. 317. DOI:10.1016/j.jviromet.2023.114702
30. Liu, H. (2024). Host–virus interaction networks in IBDV infection revealed by transcriptomic profiling. *Poultry Science*, Vol. 103, no. 2. DOI:10.1016/j.psj.2023.102879
31. Adzitey, F. (2025). Global impact of infectious poultry diseases on the broiler industry. *Poultry International Review*. Vol. 18, no. 1, pp. 1–12.
32. Touil-Boukoffa, C., Benkhelifa, M., Harrat, Z. (2024). Emergence of novel variant IBDV strains in North Africa. *Journal of Avian Biology*, Vol. 55, no. 3, pp. 245–254.
33. Enyetornye, E., Mensah, S., Obeng, L. (2024). Subclinical immunosuppression caused by novel IBDV variants in commercial broilers. *African Veterinary Journal*, Vol. 41, no. 4, pp. 310–322.
34. Wang, X., Li, Y., Zhou, H. (2023). Genomic surveillance of IBDV using next-generation sequencing. *Virology Reports*, Vol. 17.
35. Kim, Y.H., Cho, S.K., Moon, J. (2024). Evaluation of immune-complex and recombinant IBD vaccines under field conditions. *Poultry Health Science*, Vol. 29, no. 2, pp. 118–129.

Modern methods of diagnosis and prevention of gumboro disease

Marchenko V., Kolehko A.

Infectious bursal disease (IBD), also known as Gumboro disease, remains one of the most serious viral threats to modern poultry production, particularly in broiler and layer chickens. The disease specifically targets the bursa of Fabricius in young birds, leading to severe immunosuppression, decreased efficiency of vaccination against other common pathogens, increased susceptibility to secondary infections, deterioration of zootechnical performance, and substantial economic losses. With the growing virulence of the infectious bursal disease virus (IBDV) and the emergence of new antigenic variants, conventional control strategies are often insufficient, making the implementation of advanced and integrated approaches essential.

This article provides a systematic review of current IBD diagnostic methods. Molecular techniques (RT-PCR, VP1 and VP2 gene sequencing), serological tools (ELISA, multiplex assays), and combined approaches for rapid and precise pathogen detection are discussed. The advantages of using field-deployable rapid tests and multiplex systems for comprehensive flock monitoring are highlighted. In addition, histopathological assessment is described as an auxiliary method to evaluate the degree of tissue damage in the bursa of Fabricius.

The preventive section emphasizes innovative vaccination strategies, including immune-complex and recombinant vaccines, which can provide effective protection even under conditions of circulating highly

virulent strains. Furthermore, the importance of strict biosecurity measures, flock management, and the use of natural immunomodulators as supportive tools to enhance nonspecific resistance of poultry is analyzed.

This review underscores the necessity of integrating high-precision diagnostic tools with flexible prevention programs tailored to the current

epizootic situation. Such a comprehensive approach can significantly reduce IBDV spread, maintain stable flock immunity, and contribute to the sustainable development of the poultry industry.

Keywords: infectious bursal disease, IBDV, VP2, diagnostics, vaccination, biosecurity, immune-complex vaccine, poultry.



Copyright: Марченко В.В., Колечко А.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Марченко В.В.

Колечко А.В.

<https://orcid.org/0009-0000-1728-8969>

<https://orcid.org/0000-0002-8644-3616>

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 616.15:[636.03:57.01

Вивчення специфічності імунної ешерихіозної сироватки

Поручинський Б.А., Бойко П.К.

Волинський національний університет імені Лесі Українки

 Бойко П.К. E-mail: pkboyko@ukr.net

Поручинський Б.А., Бойко П.К. Вивчення специфічності імунної ешерихіозної сироватки. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 59–64.

Poruchynsky B., Boyko P. Study of the immune Esherychia serum specificity. Nauk. visn. vet. med., 2025. № 2. PP. 59–64.

Рукопис отримано: 16.09.2025 р.

Прийнято: 29.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-59-64

Аналізом наукових публікацій, що стосуються особливостей етіопатогенезу та епідеміології ешерихіозів, було встановлено, що в Україні і в країнах світу ешерихіози людей досить поширені і становлять одну із важливих проблем гуманної медицини. Джерелом ентеропатогенних кишкових паличок переважно є продуктивні сільськогосподарські тварини, а в механізмі передачі збудника найважливішим вважають аліментарний шлях. Виявлення ентеропатогенних кишкових паличок у процесі виробництва харчових продуктів у ланцюгу «від поля до столу» можна здійснювати різними методами. Застосування з цією метою методу флуоресціюючих антитіл (МФА) матиме позитивний вплив на ефективність діагностики та профілактики ешерихіозів.

Аналіз наукових публікацій та звітів FAO (The Food and Agriculture Organization) свідчить, що контроль за наявністю ентеропатогенних кишкових паличок у продуктах харчування – важлива складова стратегії «Єдине здоров'я». Розробка експрес-методів індикації та ідентифікації ентеротоксигенних кишкових паличок є актуальною темою наукових пошуків. До таких можна віднести МФА. Діагностична ефективність МФА залежить від активності та специфічності ешерихіозних діагностичних сироваток.

Мета досліджень – дати оцінку специфічності імунної ешерихіозної сироватки, отриманої на ОН-антиген ентеротоксигенного β -гемолітичного штаму *E. coli*.

У реакції аглютинації (РА) вивчали активність бичачої імунної ешерихіозної сироватки до ОН-антигенів гомологічного штаму *E. coli* та специфічність до ОН-антигенів гетерологічних штамів *E. coli*, а також до ОН-антигенів деяких видів бактерій родини Enterobacteriaceae.

Бичачу ешерихіозну сироватку було досліджено на специфічність у розгорнутій РА із ОН-антигенами гетерологічних штамів *E. coli* та штамів гетерологічних видів родини Enterobacteriaceae, зокрема *Salmonella enteritidis*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter freundii*, *Serratia marcescens*, а також *Pseudomonas aeruginosa*. Встановлено, що активність ешерихіозної сироватки до ОН-антигенів гетерологічних штамів *E. coli* була високою (титри від 1:1024 до 1:4096), а в окремих штамів – майже такою як до ОН-антигену гомологічного штаму, на який отримано досліджувану сироватку. Це свідчило про високу специфічність сироватки. Водночас ешерихіозна сироватка містила аглютиніни і до ОН-антигенів гетерологічних видів бактерій, зокрема, до *S. enteritidis* – 1:64, *P. aeruginosa* – 1:32 і *P. vulgaris*, *C. freundii* і *S. marcescens* – 1:16. Адсорбування ешерихіозної сироватки суспензією інактивованих мікробних клітин *S. enteritidis* повністю позбавляло її від неспецифічних аглютининів, не знижуючи при цьому її специфічної активності.

Отримана ешерихіозна сироватка була високоактивною і специфічною до ОН-антигенів гетерологічних штамів *E. coli*.

Наявність антитіл до ОН-антигенів гетерологічних видів бактерій була усунена методом адсорбування суспензією інактивованих клітин гетерологічного виду бактерій.

Ключові слова: ентеротоксигенні кишкові палички, схеми імунізації, вакцинні препарати, тварини-донори, реакція аглютинації, антигени бактерій.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Експрес-методи діагностики інфекційних захворювань, до яких належить і метод флуоресціюючих антитіл (МФА), залишаються актуальними і сьогодні [1–3]. Уперше в 1950 р. А.Н. Coons, М.Н. Kaplan показали можливість зв'язування флуорохромів з антитілами без втрати здатності специфічно реагувати з антигеном [4]. Як результат був розроблений імунофлуоресцентний метод, який поєднав у собі високу чутливість і специфічність імунологічних реакцій та об'єктивність і топографічну точність мікроскопічного методу. Завдяки цьому МФА забезпечує візуалізацію реакції між антигеном та міченим антитілом і тому знаходить все більше застосування у різних галузях біології [5], медицини [6] і ветеринарії [7].

Розробка експрес-методів індикації та ідентифікації ентеропатогенних і ентеротоксигенних штамів кишкової палички, які ґрунтуються на використанні специфічних антитіл, передбачає високу активність та специфічність імунних сироваток до поверхневих антигенів *E. coli* [8–10].

Отримання високоспецифічних сироваток можливе за умови старанного підбору тварин-продуцентів, схем імунізації із застосуванням активних і типових в антигенному значенні культур тест-штамів кишкової палички [11, 12].

Встановлено, що у результаті імунізації однотипним антигенним препаратом із *E. coli* найвищі титри антитіл виявлялися в сироватці крові кролів та баранів, дещо менші – у коней і бугаїв. Імунізація тварин-донорів за схемою, що передбачає триразове з інтервалом у 4 доби парантеральне (підшкірне чи внутрішньом'язове) введення вакцинних препаратів у двократно зростаючих дозах, стимулює утворення високого рівня аглютининів [13].

Проте, висока активність імунних сироваток не гарантує їх високої специфічності. Успішна імунофлуоресцентна індикація та ідентифікація ентеротоксигенних штамів кишкової палички можлива за умови високої специфічності імунних ешерихіозних сироваток [14].

Мета дослідження – вивчити специфічність імунної ешерихіозної сироватки до ОН-антигенів ентеротоксигенного β -гемолітичного штаму *E. coli*.

Матеріал і методи дослідження. В реакції аглютинації (РА) вивчали активність бичачої імунної ешерихіозної сироватки до ОН-антигенів гомологічного штаму *E. coli* та специфічність до ОН-антигенів гетерологічних штамів *E. coli*, а також до ОН-антигенів деяких видів бактерій родини *Enterobacteriaceae*.

РА ставили у 96-гніздних полістеролових планшетах в об'ємі 1 см³. Антигеном у РА були 2-мільярдні суспензії двічі відмитих 0,85 % розчином натрію хлориду (рН 7,2) інактивованих формаліном мікробних клітин 16-годинних культур на триптон-соєвому дріжджовому бульйоні гомологічного та гетерологічних штамів *E. coli*, а також гетерологічних видів бактерій родини *Enterobacteriaceae*. За титр приймали останнє розведення сироватки, в якому спостерігали аглютинацію не менше, ніж на 2 плюси [15].

Гомологічний штам *E. coli* – це штам, із якого готували вакцинний препарат для імунізації тварин-донорів. Гетерологічні штами *E. coli* – це штами *E. coli*, отримані із різних епідемічних та епізоотичних джерел, зокрема від хворих людей (умовне позначення h – human), хворих телят (умовне позначення b – bovis), хворих поросят (умовне позначення s – suis) і хворих курчат (умовне позначення a – avium). Гетерологічні види бактерій родини *Enterobacteriaceae* – це бактерії тиках видів як *Salmonella enteritidis*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter freundii*, *Serratia marcescens*, а також *Pseudomonas aeruginosa*.

Результати дослідження. В попередніх дослідках нами на биках було отримано бичачу імунну сироватку від ОН-антигену β -гемолітичного штаму *E. coli*. Титр аглютининів до ОН-антигену гомологічного штаму становив $1:4267 \pm 540$ [13].

Отриману ешерихіозну сироватку було досліджено на специфічність у розгорнутій РА із ОН-антигенами гетерологічних штамів *E. coli* та штамів гетерологічних видів родини *Enterobacteriaceae*. У таблиці 1 наведено результати цих досліджень.

Таблиця 1 – Активність імунної ешерихіозної сироватки до ОН-антигенів гетерологічних штамів *E. coli* та штамів гетерологічних видів бактерій в реакції аглютинації

Гетерологічні штами <i>E. coli</i>								Штами гетерологічних видів бактерій				
h-1	h-2	h-3	h-4	h-5	b-1	s-1	a-1	<i>S. enteritidis</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>C. freundii</i>	<i>S. marcescens</i>	<i>P. aeruginosa</i>
:2048	:4096	:4096	:2048	:2048	:1024	:2048	:1024	:64	:16	:16	:16	:32

Примітка до табл. 1–2: **h-1... h-5** – штами *E. coli*, отримані від людей (β-гемолітичні); **b-1** – штам *E. coli*, отриманий від великої рогатої худоби (слабо β-гемолітичний); **s-1** – штам *E. coli*, отриманий від свиней (сильно β-гемолітичний); **a-1** – штам *E. coli*, отриманий від птиці (не гемолітичний); **:16... :4096** – граничні розведення досліджуваної ешерихіозної сироватки (титр), в яких РА була оцінена на 2+.

Із даних, наведених у таблиці 1, видно, що активність ешерихіозної сироватки до ОН-антигенів гетерологічних штамів *E. coli* є високою і в окремих штамів (h-2 і h-3) є майже такою як до ОН-антигену гомологічного штаму. Це є свідченням високої специфічності отриманої сироватки до поверхневих антигенів гетерологічних ентеропатогенних штамів кишкової палички.

Дані таблиці 1 вказують також на те, що ешерихіозна сироватка містила аглютиніни і до ОН-антигенів гетерологічних видів бактерій. Зокрема, титр аглютинінів до ОН-антигенів *S. enteritidis* становив 1:64, *P. aeruginosa* – 1:32 та *P. vulgaris*, *C. freundii* і *S. marcescens* – 1:16. Цей факт, з одного боку, свідчить про те, що ОН-антигени *E. coli*, на які була отримана ешерихіозна сироватка, мають певну спорідненість із ОН-антигенами гетерологічних видів бактерій. З іншого боку, антитіла імунної ешерихіозної сироватки не є строго специфічними і можуть давати перехресні реакції із поверхневими бактеріальними антигенами гетерологічних видів.

З метою усунення перехресних реакцій до чужорідних бактеріальних антигенів, а також для досягнення високої специфічності імунної ешерихіозної сироватки, тобто, щоб вона не містила антитіл до ОН-антигенів гетерологічних видів мікроорганізмів, сироватку адсорбували один раз 2-мільярдною суспензією двічі відмитих 0,85 % розчином натрію хлориду інактивованих формаліном мікробних клітин 12-годинної культури *S. enteritidis*. Культура на цей період культивування була у стадії активного росту і розмноження – мікробні клітини розташовувалися в основному попарно, активно рухалися (препарат «висяча крапля», фазово-контрастна мікроскопія). Адсорбування проводили за 37 °С впродовж 30 хв. Після цього сироватку центрифугували для осадження аглютинату бактерій [16]. В розгорнутій РА визначали титр аглютинінів до ОН-антигенів гетерологічних штамів *E. coli* та ОН-антигенів гетерологічних видів бактерій. Результати дослідів наведені у таблиці 2.

Із даних таблиці 2 видно, що така процедура повністю позбавляла імунну ешерихіозну сироватку від неспецифічних аглютинінів. Водночас специфічна активність зменшилася лише на один порядок, тобто адсорбування суттєво не вплинуло на специфічну активність сироватки, але позбавило її неспецифічних антитіл щодо чужорідних бактеріальних антигенів.

Обговорення. Отримана імунна ешерихіозна сироватка проявила високу активність не лише до гемологічного штаму, а також до антигенів гетерологічних штамів *E. coli*. Такий результат дає підставу вважати, що антитільний діагностикум – чи еритроцитарний, чи імунофлуоресцентний, який буде виготовлений із такої сироватки, матиме високу імунологічну специфічність до поверхневих антигенів ентеропатогенних штамів кишкової палички, зокрема до ентерогеморагічних, що дасть можливість виявляти та ідентифікувати їх за допомогою експрес-методів, якими є МФА та реакція оберненої гемаглютинації (РОБГА).

Таблиця 2 – Титри аглютинінів до ОН-антигенів гетерологічних штамів *E. coli* та штамів гетерологічних бактерій в РА після адсорбування імунної ешерихіозної сироватки суспензією мікробних тіл *S. enteritidis*

Гетерологічні штами <i>E. coli</i>								Штами гетерологічних видів бактерій				
h-1	h-2	h-3	h-4	h-5	b-1	s-1	a-1	<i>S. enteritidis</i>	<i>P. vulgaris</i>	<i>C. freundii</i>	<i>S. marcescens</i>	<i>P. aeruginosa</i>
:1024	:2048	:2048	:1024	:1024	:512	:1024	:512	:2	0	0	0	0

З іншого боку, наявність навіть незначної неспецифічної активності стосовно поверхневих антигенів чужорідних видів бактерій ставить під сумнів діагностичну цінність ешерихіозної сироватки. Тому проведена нами абсорбція сироватки суспензією інактивованих формаліном мікробних клітин *S. enteritidis* виявилася виправданою. Завдяки цій процедурі рівень специфічних аглютининів знизився лише на один порядок, тимчасом неспецифічні аглютинини із сироватки елімінувалися повністю, забезпечивши високу специфічність ешерихіозної сироватки. Отже, навіть одноразове абсорбування діагностичної сироватки антигенами гетерологічних видів бактерій, до яких вона містила найвищий рівень аглютининів, може забезпечити її високу специфічність, не знизивши її специфічної активності. Такий підхід за виготовлення антитільних діагностиків є повністю виправданим, бо дозволяє отримати високоактивні і строго специфічні діагностичні сироватки.

Висновки.

1. Отримана ешерихіозна сироватка була високоактивною і специфічною до ОН-антигенів гетерологічних штамів *E. coli*.

2. Наявність антитіл до ОН-антигенів гетерологічних видів бактерій була усунена завдяки одноразовому адсорбуванню її суспензією інактивованих клітин гетерологічного виду бактерій, до антигенів якого вона містила найвищий рівень аглютининів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бусол В.О., Мандигра, М.С., Бойко П.К. Застосування імунофлуоресцентного методу в лабораторній діагностиці псевдомонозної інфекції тварин. Київ: НУБіП, 2009. 16 с.

2. Пундяк Т.О. Ретроспективний серологічний скринінг сальмонельозу великої рогатої худоби у західних областях України: автореф. дис. ... канд. вет. наук, спец. 16.00.03. Київ: НУБіП, 2015. 19 с.

3. Можливості імунофлуоресцентного методу в лабораторній діагностиці інфекційних хвороб / О. Бойко та ін. Нотатки сучасної біології. 2021. Т. 1. № 1. С. 93–102. DOI:10.29038/NCbio.21/1.

4. Fluorescent antibody-based detection and ultrastructural analysis of *Streptococcus pneumoniae* in human sputum / A.G. Vidal et al. Pneumonia. 2025. 17 (1). DOI:10.1186/s41479-025-00157-z

5. Coons A.N., Kaplan M.H. Localization of antigen in tissue cells; improvements in a method for detection of antigen by means of fluorescent antibody. J. Exp. Med. 1950. Vol. 91. No 1. P. 1–12. DOI:10.1186/s41479-025-00157-z.

6. Застосування імунофлуоресцентного методу в лабораторній діагностиці емфізематозного

карбункулу великої рогатої худоби: метод. рекомендації / П.К. Бойко та ін. Київ: НУБіП, 2010. 16 с.

7. Ishikawa H., Sato H. Demonstration of beta-lipoproteins in the psoriatic skin by immunofluorescent technique. Arch Dermatol Forsch. 1974. Vol. 249. No 3. P. 191–206. DOI:10.1007/BF00604821.

8. Бойко О.П. Епізоотологія та діагностика псевдомонозної інфекції тварин і птиці: автореф. дис.... канд. вет. наук: спец. 16.00.03 (ветеринарна мікробіологія, вірусологія, епізоотологія і іммунологія). Одеса: Одеський ДАУ, 2011. 19 с.

9. Arshadi N., Mousavi S.L., Amani J., Avicenna N.S. Immunogenic Potency of Formalin and Heat Inactivated *E. coli* O157:H7 in Mouse Model Administered by Different Routes. J Med Biotechnol. 2020. Vol. 12. No 3. P. 194–200.

10. A chimeric protein-based vaccine elicits a strong IgG antibody response and confers partial protection against Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in mice / D.A. Montero et al. Front Immunol. 2023. Vol. 27. No 14. P. 1–17. DOI:10.3389/fimmu.2023.1186368.

11. Jarso H.A., Eskeziyaw M.B., Mengistu Y.D., Tessema S.T. Designing of immunodiagnostic assay using polyclonal antibodies for detection of Enteropathogenic *Escherichia coli* strains. PLOS ONE. 2024. Vol. 19. No 12. DOI:10.1371/journal.pone.0315848.

12. Chandler H.M. Rabbit immunoglobulin responses to the flagella, somatic and protective antigens of highly protective strain of *Clostridium chauvoei*. Infection and Immunity. 1975. Vol. 12. No 1. P. 143–147. DOI:10.1128/iai.12.1.143-147.1975.

13. Sharma V.K., Schaut R.G., Loving C.L. Vaccination with killed whole-cells of *Escherichia coli* O157:H7 hha mutant emulsified with an adjuvant induced vaccine strain-specific serum antibodies and reduced *E. coli* O157:H7 fecal shedding in cattle. Vet Microbiol. 2018. Vol. 219. P. 190–199. DOI:10.1016/j.vetmic.2018.04.003.

14. Поручинський Б.А., Бойко П.К. Підбір тварин-донорів для виготовлення імунних ешерихіозних діагностичних сироваток. Науковий вісник ветеринарної медицини. 2025. № 1. С. 67–74.

15. Виготовлення діагностичного для імунофлуоресцентної індикації та ідентифікації *Pseudomonas aeruginosa*: метод. рекомендації / В.О. Бусол та ін. Київ: ВЦ НУБіП, 2010. 20 с.

16. Івченко В.М., Павленко М.С., Горбатюк О.І., Шарандак В.В. Методи імунологічних досліджень у лабораторіях ветеринарної медицини. Біла Церква: БЦДАУ, 2003. 84 с.

REFERENCES

1. Busol, V.O., Mandyhra, M.S., Boyko, P.K. (2009). Zastosuvannya imunofluorescentnoho metodu v laboratorniy diahnostytsi psevdomonoznoyi infektsiyi tvaryn [Application of immunofluorescence method in laboratory diagnostics of pseudomonas infection in animals]. Kyiv: NUBiP, 16 p. (In Ukrainian).

2. Pundyak, T.O. (2015). Retrospektyvnyy serolohichnyy skryninh sal'monel'ozu velykoyi rohatoyi khudoby u zakhidnykh oblastiakh Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. vet. nauk, spets. 16.00.03. [Retrospective serological screening of salmonellosis of cattle in the western regions of Ukraine: author's abstract of the dissertation ... candidate of veterinary sciences, speciality 16.00.03.]. Kyiv: NUBiP, 19 p. (In Ukrainian).
3. Boiko, O., Titiuk, O., Panivska, O., Poruchynskyi, B., Boiko, P. (2021). Mozhlyvosti imunofluorescentnogo metodu v laboratornij diagnostyky infekciynih hvorob [Possibilities of the immunofluorescence method in laboratory diagnostics of infectious diseases]. Notatky suchasnoi' biologii' [Notes of modern biology]. Vol. 1, no. 1, pp. 93–102. DOI:10.29038/NCbio.21/1. (In Ukrainian).
4. Vidal, A.G., Francis, M., Chitanvis, M., Takeshita, K., Frame, I.J., Sharma, P., Vidal, P., Lanata, C.F., Grijalva, C., Daley, W., Vidal, J.E. (2025). Fluorescent antibody-based detection and ultrastructural analysis of *Streptococcus pneumoniae* in human sputum. *Pneumonia*, 17 (1). DOI:10.1186/s41479-025-00157-z
5. Coons, A.N., Kaplan, M.H. (1950). Localization of antigen in tissue cells; improvements in a method for detection of antigen by means of fluorescent antibody. *J. Exp. Med.*, Vol. 91, no. 1, pp. 1–12. DOI:10.1186/s41479-025-00157-z.
6. Boyko, P.K., Busol, V.O., Mandyhra, M.S., Kovalenko, L.V., Boyko, O.P. (2010). Zastosuvannya imunofluorescentnogo metodu v laboratornij diahnostytsi emfizematoznoho karbunkulu velykoyi rohatoyi khudoby: metodychni rekomendatsiyi [Application of immunofluorescence method in laboratory diagnostics of emphysematous carbuncle in cattle: methodological recommendations]. Kyiv: NUBiP, 16 p. (In Ukrainian).
7. Ishikawa, H., Sato, H. (1974). Demonstration of beta-lipoproteins in the psoriatic skin by immunofluorescent technique. *Arch Dermatol Forsch.* Vol. 249, no. 3, pp. 191–206. DOI:10.1007/BF00604821.
8. Boyko, O.P. (2011). Epizootolohiya ta diahnostyka psevdomonoznoyi infektsiyi tvaryn i ptytsi: avtoref. dys.... kand. vet. nauk: spets. 16.00.03 (vetrynarnaya mykrobiologiya, vyirusologiya, epizootologiya y ymmunologiya) [Epizootology and diagnostics of pseudomonal infection of animals and birds: author's abstract of the dissertation.... candidate of veterinary sciences: speciality 16.00.03 (veterinary microbiology, virology, epizootology and immunology)]. Odesa: Odessa State Agricultural University, 19 p. (In Ukrainian).
9. Arshadi, N., Mousavi, S.L., Amani, J., Avicenna, N.S. (2020). Immunogenic Potency of Formalin and Heat Inactivated *E. coli* O157:H7 in Mouse Model Administered by Different Routes. *J Med Biotechnol.*, Vol. 12, no. 3, pp. 194–200.
10. Montero, D.A. (2023). A chimeric protein-based vaccine elicits a strong IgG antibody response and confers partial protection against Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in mice. *Front Immunol.* Vol. 27, no. 14, pp. 1–17. DOI:10.3389/fimmu.2023.1186368.
11. Jarso, H.A., Eskeziyaw, M.B., Mengistu, Y.D., Tessema, S.T. (2024). Designing of immunodiagnostic assay using polyclonal antibodies for detection of Enteropathogenic *Escherichia coli* strains. *PLOS ONE*, Vol. 19, no. 12. DOI:10.1371/journal.pone.0315848.
12. Chandler, H.M. (1975). Rabbit immunoglobulin responses to the flagella, somatic and protective antigens of highly protective strain of *Clostridium chauvoei*. *Infection and Immunity*. Vol. 12, no. 1, pp. 143–147. DOI:10.1128/iai.12.1.143-147.1975.
13. Sharma, V.K., Schaut, R.G., Loving, C.L. (2018). Vaccination with killed whole-cells of *Escherichia coli* O157:H7 hha mutant emulsified with an adjuvant induced vaccine strain-specific serum antibodies and reduced *E. coli* O157:H7 fecal shedding in cattle. *Vet Microbiol.*, Vol. 219, pp. 190–199. DOI:10.1016/j.vetmic.2018.04.003.
14. Poruchynskyi, B.A., Boiko, P.K. (2025). Pidbir tvaryn-donoriv dlja vygotovlennja imunnyh esherichioznych diagnostychnykh syrovatok [Selection of donor animals for manufacturing immune escherichiosis diagnostic sera]. *Naukovy visnyk vetrynarnoi' medycyny* [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]. no. 1, pp. 67–74. (In Ukrainian).
15. Busol, V.O., Mandyhra, M.S., Boyko, P.K., Kucheryavenko, R.O., Boyko, O.P. (2010). Vytovlennya diahnostykumu dlya imunofluorescentnoyi indykatsiyi ta identyfikatsiyi *Pseudomonas aeruginosa*: metodychni rekomendatsiyi [Preparation of diagnosticum for immunofluorescent indication and identification of *Pseudomonas aeruginosa*: method. recommendations Kyiv: VC NUBiP, 20 p. (In Ukrainian).
16. Ivchenko, V.M., Pavlenko, M.S., Gorbatiuk, O.I., Sharandak, V.V. (2003). Methods of immunological research in veterinary medicine laboratories [Methods of immunological research in veterinary medicine laboratories]. Bila Tserkva: BCSAU, 84 p. (In Ukrainian).

Study of the immune *Escherichia* serum specificity

Poruchynsky B., Boyko P.

The analysis of scientific publications concerning the features of etiopathogenesis and epidemiology of escherichiosis revealed that in Ukraine and in the countries of the world, human escherichiosis is quite common and constitutes one of the important problems of human medicine. The source of enteropathogenic *E. coli* is mainly productive farm animals, and the alimentary route is considered the most important in the mechanism of transmission of the pathogen. The detection of enteropathogenic *E. coli* in the process of food production in the chain "from field to table" can be carried out by various methods. The use of the fluorescent antibody (FBA) method for this purpose will have a positive impact on the effectiveness of the diagnosis and prevention of escherichiosis.

Analysis of scientific publications and reports of FAO (The Food and Agriculture Organization) shows that control over the presence of enteropathogenic

E. coli in food products is an important component of the One Health strategy. Development of express methods for indication and identification of enterotoxigenic *E. coli* is a relevant topic of scientific research. These include MFA. The diagnostic efficiency of MFA depends on the activity and specificity of *Escherichia* diagnostic sera.

The purpose of the research is to assess the specificity of immune *Escherichia* serum obtained for the OH antigen of the enterotoxigenic β -hemolytic strain of *E. coli*.

In the agglutination reaction (RA), the activity of bovine immune *Escherichia* serum to OH-antigens of a homologous strain of *E. coli* and the specificity to OH-antigens of heterologous strains of *E. coli*, as well as to OH-antigens of some species of bacteria of the Enterobacteriaceae family were studied.

Bovine *Escherichia* serum was tested for specificity in the expanded RA with OH-antigens of heterologous strains of *E. coli* and strains of heterologous species of the Enterobacteriaceae family, in particular *Salmonella enteritidis*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter freundii*, *Serratia marcescens*, and *Pseudomonas aeruginosa*. It was found that the activity

of *Escherichia* serum to OH-antigens of heterologous *E. coli* strains was high (titers from 1:1024 to 1:4096), and in some strains – almost the same as to OH-antigen of the homologous strain, for which the studied serum was obtained. This indicated a high specificity of the serum. At the same time, *Escherichia* serum contained agglutinins and to OH-antigens of heterologous bacterial species, in particular, to *S. enteritidis* – 1:64, *P. aeruginosa* – 1:32 and *P. vulgaris*, *C. freundii* and *S. marcescens* – 1:16. Adsorption of *Escherichia* serum with a suspension of inactivated microbial cells of *S. enteritidis* completely freed it from nonspecific agglutinins, without reducing its specific activity.

The obtained *Escherichia* serum was highly active and specific to OH-antigens of heterologous *E. coli* strains.

The presence of antibodies to OH-antigens of heterologous bacterial species was eliminated by the method of adsorption with a suspension of inactivated cells of the heterologous bacterial species.

Keywords: enterotoxigenic *E. coli*, immunization regimens, vaccine preparations, donor animals, agglutination reaction, bacterial antigens.



Copyright: Поручинський Б.А., Бойко П.К. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 619:578.833.3:616-091:636.4:504.5:614.4

**Патогенетичні механізми взаємодії вірусу АЧС
з імунною системою та їх значення
для епізоотології й біобезпеки тваринництва****Романишина Т.О.** , **Лахман А.Р.** , **Галатюк О.Є.** , **Бегас В.Л.** *Поліський національний університет*

Романишина Т. О. E-mail: tveterinar@gmail.com



Романишина Т.О., Лахман А.Р., Галатюк О.Є., Бегас В.Л. Патогенетичні механізми взаємодії вірусу АЧС з імунною системою та їх значення для епізоотології й біобезпеки тваринництва. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 65–78.

Romanishina T. O., Lakhman A. R., Galatiuk O. Ye., Behas V. L. Pathogenetic Mechanisms of ASFV–Host Immune System Interaction and Their Implications for Epidemiology and Livestock Biosecurity. *Nauk. visn. vet. med.*, 2025. № 2. PP. 65–78.

Рукопис отримано: 26.09.2025 р.

Прийнято: 09.10.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-65-78

Африканська чума свиней (ASF) – висококонтагіозна трансмісивна вірусна хвороба, що завдає значних економічних збитків і становить загрозу глобальній біобезпеці. Збудник, вірус ASFV (родина Asfarviridae), є складним ДНК-вмісним вірусом із цитоплазматичною реплікацією, який виявляє виражений тропізм до клітин моноцитарно-макрофагальної лінії. Метою цього огляду є системний аналіз патогенетичних механізмів ASFV-інфекції з акцентом на імуномодуючі стратегії вірусу та їхній вплив на формування сучасних підходів до епізоотологічного контролю. Сучасні дослідження підтверджують, що первинна реплікація ASFV супроводжується глибоким пригніченням вродженого імунітету через блокаду Toll-подібних рецепторів та інтерферон-регульованих генів (ISG), що сприяє необмеженій вірусній реплікації. Ключовою ланкою патогенезу є індукція цитокінового шторму (TNF- α , IL-1 β , IL-6) на тлі системної імуносупресії, що призводить до судинної дисфункції, активації ДВЗ-синдрому та геморагічних проявів. Вірус уникає адаптивного імунітету через масовий апоптоз Т- і В-лімфоцитів, порушення антиген-презентації (зниження МНС-II) та продукцію низькоафінних антитіл, нездатних до нейтралізації вірусу. Окремі молекулярні механізми включають блокаду IFN- γ сигналізації через деградацію білками MGF360/505, інгібування NF- κ B шляху, а також порушення функції комплементу через білки рEP153R та CD2v. У термінальній стадії розвивається гостра поліорганна недостатність із характерними ураженнями селезінки (гіперплазія пульпи, некрози), печінки (дегенерація гепатоцитів), нирок (некротичний гломерулонефрит) та серця (міокардіальні геморагії). Розуміння цих механізмів є основою для розробки цілеспрямованих заходів біобезпеки, включаючи моніторинг мутацій у генах MGF360/505 та CD2v, вдосконалення дезінфекційних протоколів з урахуванням стійкості ASFV, а також створення рекомбінантних вакцин на основі делеційних штампів. Інтеграція патогенетичних даних у стратегії епізоотологічного контролю дозволить розробити диференційовані підходи для уражених регіонів із урахуванням молекулярно-генетичних особливостей циркулюючих ізолатів ASFV.

Ключові слова: Африканська чума свиней, *African swine fever virus (ASFV)*, патогенез, імунна дисрегуляція, цитокіновий шторм, біобезпека та біозахист, епізоотологія.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Африканська чума свиней (АЧС) (*Pestis Africana suum*) – надзвичайно небезпечне транскордонне вірусне захворювання домашніх і диких свиней, що має високу контагіозність, тяжкий перебіг та майже стовідсоткову летальність у гострих формах [51]. Збудником хвороби є вірус африканської чуми свиней (ASFV), великий ДНК-вмісний вірус із родини *Asfarviridae*, що належить до роду *Asfivirus* [70, 86, 87]. Хвороба становить серйозну загрозу для глобальної продовольчої безпеки, міжнародної торгівлі, через здатності швидко поширюватися між країнами та континентами [29]. Вперше АЧС була виявлена у 1921 р. британським ветеринаром Монтгомері в Кенії серед домашніх свиней, яких утримували поблизу диких африканських свиней (бородавочників і кушових свиней) [56, 61]. У 1957 р. вірус уперше був занесений до Європи (Португалія), а згодом до Іспанії, Італії та Франції [61]. Новий спалах виник у 2007 р., коли вірус був завезений до Грузії через порушення ветеринарного контролю в портах [21]. У 2018 р. хворобу зафіксували в Китаї – найбільшому світовому виробнику свинини, що ознаменувало початок глобальної ветеринарної кризи [33, 50]. Перший спалах АЧС в Україні виявили у Запорізькій області – 30 липня 2012 року [20, 83]. З того часу АЧС періодично фіксують в різних регіонах України як серед домашніх, так і диких свиней, що становить постійну загрозу для галузі свинарства [9, 59, 72]. Наразі АЧС – серйозна транскордонна хвороба, стримування якої потребує координації між урядами, науковцями та виробниками на міжнародному рівні [13, 57, 82].

Клінічний перебіг хвороби залежить від вірулентності штаму та імунного статусу тварини [15, 16, 77]. Розрізняють надгостру, гостру, підгостру та хронічну форми захворювання [26, 65]. Патогенетично ці форми мають подібність перебігу, але з різним часовим інтервалом [90]. Гостра форма найтипівіша та проявляється гіпертермією, апатією, геморагіями, ціанозом шкіри та високою летальністю (100 %) [32]. Підгостра і хронічна форми характеризуються менш вираженою симптоматикою та тривалим циркулюванням вірусу в популяціях без явної клініки, що ускладнює епізоотологічний контроль [6]. Саме тому, розуміння молекулярних і клітинних механізмів патогенезу вірусу є критично важливим для формування

ефективних стратегій контролю інфекції, забезпечення біологічного захисту господарств та запобігання подальшому транскордонному поширенню збудника.

Мета дослідження – систематизація та узагальнення сучасних наукових відомостей щодо патогенезу африканської чуми свиней (АЧС) із фокусом на молекулярні та імунологічні механізми взаємодії вірусу з імунною системою хазяїна. Особливу увагу приділено ключовим патогенетичним процесам, що зумовлюють тяжкі клінічні прояви захворювання, ефективне поширення інфекції серед популяції та значною мірою ускладнюють реалізацію заходів епізоотичного нагляду й біобезпеки у сфері свинарства.

Матеріал і методи дослідження. Для підготовки статті використано дані з відкритих наукових джерел, що стосуються патогенезу африканської чуми свиней (ASF), взаємодії вірусу ASFV з організмом хазяїна, зокрема з імунокomпетентними клітинами, а також основних аспектів поширення інфекції з акцентом на імплікації для епізоотології та біобезпеки. Основними джерелами інформації були наукові публікації, розміщені у міжнародних базах даних PubMed, Scopus, Web of Science, SpringerLink та ScienceDirect, а також дані Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин (WOAH/OIE) і Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO). Пошук літератури здійснювали за ключовими словами: «African swine fever virus», «ASFV immunology», «pathogenesis of ASFV», «innate immunity», «adaptive immunity», «epizootiology of ASF» тощо. Пошук охоплював публікації без часових обмежень, але з особливим акцентом на роботи за останні 10–15 років для відображення сучасних даних. Методологічно застосовано принципи системного та порівняльного аналізу. Матеріали були згруповані в тематичні блоки: структура вірусу та геномні особливості; механізми адсорбції/пенетрації; реплікація і вірусні фабрики; взаємодія з вродженим імунітетом; вплив на адаптивний імунітет; цитокінова дисрегуляція і судинні ускладнення; органні ураження і термінальна поліорганна недостатність; наслідки для епізоотології та біобезпеки. Для визначення закономірностей між імунними реакціями та динамікою поширення хвороби застосовано методи описової ветеринарної епідеміології та порівняльного аналізу літературних даних. Схема патогенетичних взаємодій ASFV з імунною системою була відтворена на ос-

нові узагальнення публікацій та побудована з використанням програмних засобів Canva.

Результати дослідження. На основі даних наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів систематизовано ключові патогенетичні блоки, які відображають послідовність розвитку інфекційного процесу за ASFV-інфекції: від молекулярної організації ASFV та механізмів його проникнення у клітини-мішені до прогресуючої імунної дисфункції, цитокінової дерегуляції, ураження судинної системи та формування термінальної поліорганної недостатності. Такий підхід дозволяє детально простежити, яким чином специфічні властивості ASFV зумовлюють клінічні прояви хвороби та епізоотологічні наслідки.

Молекулярна організація та біологічні особливості вірусу африканської чуми свиней (ASFV)

Вірус африканської чуми свиней (*African swine fever virus*) – належить до родини *Asfarviridae* роду *Asfivirus* [70, 88]. ASFV – це великий, лінійний дволанцюговий ДНК-вірус, що має складну багат шарову структуру [36]. Геном вірусу складається з близько 170 000 пар основ, які утворюють 150–167 кодуючих та некодуючих послідовностей [23, 84].

Структура віріона представлена такими основними складовими: пеплос, капсид, внутрішня оболонка та геном [45, 49]. Пеплос (товщина 10 нм) являє собою ліпідну оболонку, що містить також 22 глікопротеїди (CD2v, p54, p30), за допомогою яких вірус кріпиться до клітин-хазяїна [14, 37, 53, 54, 66, 92]. Зовнішня оболонка є похідною від мембрани ендоплазматичного ретикулу хазяїна [104]. Капсид має ікосаедричну симетрію, який сформований 1892 капсомерами і забезпечує стабільність вірусу та захищає геном від зовнішніх впливів [107]. Основним структурним компонентом капсиду є p72 білок, що становить 70 % маси капсиду [18, 98]. Цей білок – основний імунодомінантний антиген, який містить серотип-специфічні епітопи і часто використовується для ПЛР діагностики [18]. Внутрішня ліпідна мембрана (нуклеокапсид) містить білки, такі як p17, pE248R, p49, які відповідають за прикріплення вірусу до клітин-мішеней та подальше злиття мембран, забезпечуючи ефективне проникнення патогена [4, 24, 46, 89]. Ці білки критичні для вірулентності збудника і консервативні між різними ізолятами АЧС [101]. Геном ASFV представлений

дволанцюговою лінійною ДНК (~170-190 kbp), кодує зона містить 150-167 ORF (відкриті рамки зчитування), що відповідають за реплікацію, структурні білки, регуляцію імунної відповіді, інтерференцію з клітинними сигналами та високу частоту мутацій [84, 85]. Геном має інверсійні повтори, ковалентно замкнені варіабельні кінцеві області, високий ступінь консервативності центральної частини, що кодує основні ферменти реплікації і білки капсиду, пов'язані з вірулентністю та імуномодуляцією [81, 100]. Вірус африканської чуми свиней має унікальний цикл цитоплазматичної реплікації [3]. Збудник АЧС потрапляє до тропних клітин шляхом ендоплазматичного ендцитозу, глікопротеїни пеплосу взаємодіють із структурними рецепторами клітин-хазяїна, що дозволяє вірусу потрапити до цитоплазми. Після вивільнення з ендосоми вірусна ДНК реплікується в спеціалізованих цитоплазматичних осередках – вірусних фабриках [91]. Ця особливість дозволяє вірусу створювати такі «фабрики» у макрофагах тканин органів різних систем організму [100].

Через багат шарову будову та складний молекулярний механізм, ASFV є високопатогенним вірусом, який зумовлює важку форму вірусної інфекції у свиней [7]. Інфекція характеризується високою летальністю серед заражених тварин [17]. Патогенність ASFV обумовлена високою тропністю до клітин моноцитарно-макрофагального ряду, в яких він ефективно реплікується [68]. Вірус стійкий до чинників навколишнього середовища: широкого діапазону температур, рівня рН тощо [42]. Така особливість сприяє його тривалому збереженню в продуктах тваринного походження, гною та ґрунті [5].

Патогенетичні механізми вірусної пенетрації клітин за африканської чуми свиней.

Патогенез африканської чуми свиней характеризується комплексною взаємодією вірусу з імунною системою хазяїна, навіть на початкових ланках. Такі каскадні руйнівні процеси призводять до масового ураження моноцитарно-макрофагальної системи, загального запалення, геморагічних та полісистемних порушень. Патогенетична взаємодія вірусу на клітинному рівні зумовлена тропністю до імунокомпетентних клітин [48].

Проникнення вірусу до організму сприятливої тварини відбувається через артроподний або неартроподний шлях передачі [38] (рис. 1. – 1).

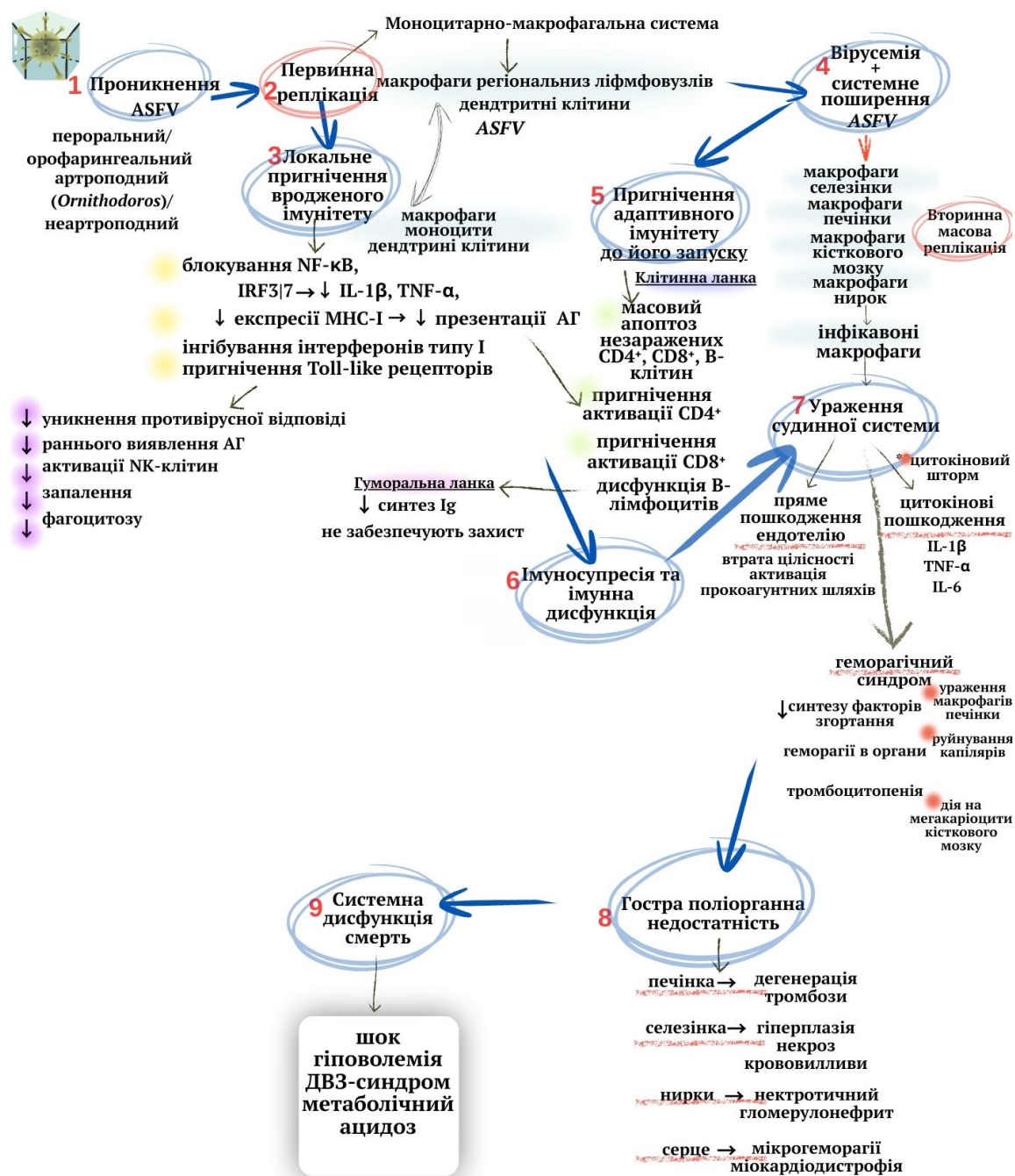


Рис. 1. Патогенез африканської чуми свиней.

Артроподний шлях передбачає передачу ASFV через членистоногих-векторів (кліщі роду *Ornithodoros* – *Ornithodoros moubata* (в Африці) та *Ornithodoros erraticus* (в Європі)) [1, 40, 43, 54]. Через персистенцію у слинних залозах вірус Африканської чуми свиней може зберігатися там роками [62]. Усі інші механізми передачі без участі членистоногих відносять до неартроподного шляху (прямий контакт між тваринами, контаміновані

корми, вода, інвентар, повітряно-крапельний шлях) [34]. Зокрема, артроподний шлях – ключовий для природного циклу АЧС [62], а неартроподний – домінує у господарствах (через людський чинник) [34]. Для проникнення в клітини-мішені вірус африканської чуми свиней використовує складні стратегії [3]. Оскільки вірус має високу пластичність, то для проникнення до тропних клітин може використовувати різні молекулярні механіз-

ми. Наприклад, шляхом рецепторного ендцитозу, де ASFV зв'язується зі специфічними рецепторами (CD163, CD14) на поверхні макрофагів і моноцитів [52, 76]; мембранного злиття – пеплос зливається з ендосомальною мембраною, виникає закислення в ендосомі («кислотно-залежний» механізм злиття), кисле середовище запускає конформаційні зміни вірусних білків (pE248R, pE199L), що призводить до вивільнення нуклеоїду у цитоплазму клітини-мішені, а у подальшому запускає апоптоз через активацію внутрішньоклітинних сенсорів, що має ключове значення в порушенні імунної відповіді [22, 52]. Деякі штами здатні проникати до клітин через макропіноцитоз або фагоцитоз (у випадку інфікованих клітинних фрагментів) [52].

Первинна реплікація ASFV та локальне пригнічення механізмів вродженого імунного захисту

Після інвазії в організм сприйнятливої тварини ASFV первинно інфікує клітини, що належать до моноцитарно-макрофагальної системи (тканинні макрофаги регіональних лімфатичних вузлів та дендритні клітини, які мають високу антиген-презентуючу активність) [12]. У цих клітинних популяціях відбувається первинна реплікація ASFV, що є ключовим етапом у патогенезі (рис. 1. – 2). Імуносупресивний ефект вірусу проявляється на перших етапах розвитку хвороби. ASFV пригнічує роботу як вродженого так і адаптивного імунітету, але з різним часовим інтервалом [2, 35, 105]. Обидва типи імуносупресії демонструють часову динаміку, унікальні молекулярні механізми впливу та системний прояв дії [67]. Локальне пригнічення вродженого імунітету проявляється через порушення: активації та уникнення антивірусної відповіді, фагоцитозу, запалення, раннього виявлення антигенів (АГ), активації NK-кілерів [31] (рис. 1. – 3). ASFV інгібує ключові сигнальні шляхи вродженого імунітету (експресії Toll-like рецепторів, NF-κB сигнального шляху та інтерферон-індукованих генів (ISGs), що дозволяє уникати імунної відповіді на ранньому етапі [28, 39]. Окрім того, у патогенезі АЧС спостерігається парадоксальна взаємодія між активацією та пригніченням окремих компонентів вродженого імунітету [58]. Блокування ASFV активації NF-κB сприяє зниженню синтезу прозапальних цитокінів (IL-1β, TNF-α), що пригнічує активацію ендотеліальних клітин та апоптоз інфікованих клітин [19, 47]. Гіпоекспресія TNF-α спричинює дефектну поляризацію Th17 та пригнічення вивільнення інтерлейкінів (IL-18, IL-1α) [30].

Вірусемія, системне поширення ASFV та порушення функціонування адаптивної імунної відповіді.

Після первинної реплікації в місці входження вірус АЧС проникає в кровоносну систему, де відбувається його масове розмноження в моноцитах і макрофагах [58]. Інфіковані CD163+ макрофаги використовуються вірусом для системного поширення [63]. Вони мігрують через ендотелій до органів-мішеней (селезінка, печінка, кістковий мозок, нирки) [94] (рис. 1. – 4). У такий спосіб в клітинах інфікованих органів утворюються спеціалізовані зони реплікації, де відбувається одночасний синтез тисячі вірусних частинок [100].

На етапі вірусемії спостерігається генералізоване ураження імунної системи, що призводить до глибокого імунодефіциту. Вірус африканської чуми свиней проявляє цитопатичну дію на імунокомпетентні клітини (рис. 1. – 5) [78]. ASFV індукує масовий апоптоз незаражених лімфоцитів (CD4+ та CD8+ Т-клітини, В-лімфоцити), така дія спричинює зниження їх кількості в периферичній крові та лімфатичних органах [80, 96]. Одночасно порушується функціональна здатність антиген-презентуючих клітин, а CD4+ Т-клітини не здатні до адекватного формування імунних синапсів і розвитку Т-клітинної анергії. Це призводить до неправильного добору клонів з оптимальними антиген-зв'язуючими властивостями [69]. В результаті клітинна імунна ланка стає неефективною, що сприяє неконтрольованій реплікації вірусу. Також проявляється дисрегуляція гуморальної відповіді. Недостатня активація В-лімфоцитів (порушення функції Th₂), а також їх апоптоз сприяє зниженню кількості плазматичних клітин. Зокрема, їх здатність до синтезу імуноглобулінів (IgG, IgM) знижується [24, 25]. Крім того антитіла, які синтезуються, характеризуються низькою афінністю, не здатні ефективно нейтралізувати та опсонізувати вірусні частинки [102]. Такі порушення імунної відповіді пояснюються високою мінливістю ASFV та його здатністю синтезувати білки (pEP402R CD2v, pEP153R, pE120R, MGF360/505), які маскують антигенні детермінанти (епітопи) [37, 66]. Також вірус африканської чуми свиней активно пригнічує систему комплементу через блокаду активації системи, інгібування мембраноатакуючого комплексу та порушення опсонізації (pE248R, pE120R) [68]. Такі імунологічні порушення проявляються втратою імунної пам'яті, неможливістю елімінації вірусу,

персистенцією інфекції [39], що, ймовірно, пояснює відсутність імунітету у перехворілих тварин (рис. 1. – 6).

Зміни судинної системи за ASFV-інфекції: цитокиновий дисбаланс і розвиток геморагічного синдрому

Судинні порушення є однією з центральних ланок патогенезу африканської чуми свиней, що тісно пов'язана із дисфункцією імунної системи та проявляються комплексом патологічних змін (рис. 1. – 7). На цьому патогенетичному етапі основними клітинами-мішенями для ASFV є моноцити та макрофаги, інфікування яких призводить до дисфункції цитокинової мережі – надмірної продукції цитокінів TNF- α , IL-1 β , IL-6, IL-8, хемокинів тощо [69]. Крім того, ASFV зумовлює порушення IFN- γ сигналізації [49]. Інтерферон-гама (IFN- γ) – ключовий цитокін, що забезпечує регулювання вродженого та адаптивного імунітету [97]. Пригнічення його синтезу виникає внаслідок дефіциту джерел, що синтезують IFN- γ та вірус-індукованої блокади транскрипції IFN- γ [79]. Наслідками порушення IFN- γ сигналізації є порушення презентації антигенів (недостатня експресія MHC I/II), дефектна активація макрофагів та пригнічення клітинного імунітету [69]. Дисрегуляція IFN- γ за АЧС зумовлює розвиток цитокинового шторму [108]. IFN- γ в нормі обмежує надмірну активацію макрофагів, а за його дефіциту макрофаги переходять у гіперактивний стан, що проявляється неконтрольованим вивільненням IL-1 β , IL-6, TNF- α [55, 99]. Також інтерферон-гама пригнічує Th2-відповідь, зокрема зсув Th2-профілю спричинює гіперпродукцію IL-6 [10]. Одночасно, блокада сигналізації IFN- γ знижує активність Т-регуляторних клітин (Treg), які у нормі контролюють потужний індуктор запалення IL-17 [88]. Надмірна продукція цитокінів спричиняє розвиток системного запального стану – цитокинового шторму [30, 89]. В організмі хворої тварини створюються умови для неконтрольованого запалення [88]. Під впливом надлишку TNF- α та IL-1 β відбувається активація ендотеліальних клітин мікросудин та зростає експресія адгезивних молекул (ICAM-1, VCAM-1, E-selectin) на ендотелії судин, що сприяє масовій трансендотеліальній міграції лейкоцитів (нейтрофіли, моноцити, Т-лімфоцити) та ушкодженню судинної стінки [88]. Активація лейкоцитів у тканинах супроводжується вивільненням протеаз та вільних радикалів, що також сприяє збільшенню проникності судин [95]. Додатково, ASFV здатний до прямої дії на ендотелій су-

дин через деградацію базальної мембрани, апоптоз і десквамацію ендотеліальних клітин [88]. Результатом таких змін є геморагічний синдром, що характеризується підвищеною судинною проникністю, виходом плазми та клітин крові у тканини, тромбоцитопенією, розвитком набряків, петехій, екхімозів, та масивних крововиливів у різні органи (селезінка, легені, лімфовузли, серозні оболонки) [93]. Одночасно активується система коагуляції та фібринолізу, що сприяє розвитку внутрішньосудинного згортання крові – ДВЗ-синдром. Геморагічний некроз та інші ураження печінки призводять до дефіциту антикоагулянтів (антитромбін, протеїн С). Виснаження факторів згортання (фібриногену, тромбоцитів), унаслідок тривалого внутрішньосудинного згортання крові (DIC-синдрому), зумовлює розвиток коагулопатії, що проявляється спонтанними кровотечами, діapedезними геморагіями та незворотними розладами мікроциркуляції [68].

Термінальна ланка патогенезу ASFV-інфекції: розвиток гострої поліорганної недостатності та системної дисфункції

На термінальній стадії африканської чуми свиней (АЧС) розвивається комплексне ураження всіх життєво важливих органів (рис. 1 – 8). Імуносупресія та імунна дисфункція, масивне пошкодження тканинних структур, надлишкове вивільнення прозапальних цитокінів (IL-1 β , TNF- α , IL-6), розлади мікроциркуляції, зумовлені синдромом дисемінованого внутрішньосудинного згортання (ДВЗ) – призводять до фатального системного колапсу [77]. Патогенетичний ланцюг включає ураження селезінки (гіперплазія червоної пульпи з подальшим некрозом, розрив трабекул та капсули через масивні крововиливи, втрата фільтраційної функції з накопиченням токсинів), печінки (тромбоз порталних вен, центроlobулярні некрози, різке зниження синтетичної функції (згортання крові, детоксикація), нирок (некротичний гломерулонефрит з руйнуванням базальної мембрани, туболізний некроз, олігурія/анурія з прогресуванням уремії), серця (дифузні мікрогеморагії в міокарді, гідропічна дистрофія кардіоміоцитів, порушення провідності (аритмії) [44, 64, 74].

Заклучна стадія патогенезу африканської чуми свиней характеризується розвитком тяжкої гострої поліорганної недостатності, що призводить до смерті тварини. Цей стан формується внаслідок багатфакторного поєднання патологічних процесів, зокрема гіповолемічного шоку, який розвивається

через масивні судинні ушкодження і підвищену судинну проникність, ДВЗ-синдрому та метаболічного ацидозу [75]. В результаті чого виникають тяжкі порушення мікроциркуляції, тканинна гіпоксія та множинна дисфункція органів, яку неможливо компенсувати, і які призводять до летального результату.

Обговорення. Молекулярні та імунопатологічні механізми, які лежать в основі інфекції, спричиненої вірусом африканської чуми свиней (ASFV), мають прямий вплив на формування та ефективність заходів біобезпеки у свинарських господарствах [11, 60, 67]. Розуміння патогенетичних механізмів, поетапність прогресування вірусу в організмі сприйнятливої тварини, а також знання біології збудника дозволяють впроваджувати заходи біобезпеки на конкретному етапі. Відсутність ефективних засобів специфічної профілактики й терапії додатково ускладнює ситуацію, перетворюючи біозахист на ключовий компонент епізоотичного благополуччя господарств [67, 103]. Механізми патогенезу хвороби значно ускладнюють розробку ефективних профілактичних заходів та обумовлюють необхідність інноваційних підходів до епізоотологічного контролю [106]. Тропічність вірусу до клітин моноцитарно-макрофагальної системи, пригнічення функціонування Toll-подібних рецепторів, інгібування продукції інтерферонів I типу та масовий апоптоз незаражених імункомпетентних клітин (Т-, В-клітин) – призводять до глибокої дисрегуляції як вродженого, так і адаптивного імунітету [73]. Така імуносупресія унеможливає ефективне обмеження вірусемії, сприяє системному поширенню вірусу та утруднює раннє виявлення хвороби на клінічному й імунологічному рівнях.

Проблеми епізоотологічного контролю базуються на здатності вірусу до персистенції в тканинах і трупах, стабільністю у довкіллі та нечутливістю до низки фізико-хімічних чинників [5]. Концепція біобезпеки має ґрунтуватися не на клінічних та патолого-анатомічних проявах інфекції, а на системному урахуванні патогенетичних закономірностей перебігу ASFV-інфекції, особливостей взаємодії з імунною системою хазяїна, механізмів поширення в середовищі, а також потенційної ролі субклінічних носіїв [17]. Особливу увагу слід приділяти контролю чинників передачі (жорсткий контроль біологічного трафіку (люди, транспорт, інвентар), включаючи дезінфекційні протоколи, які враховують фізико-хімічну стабільність вірусу, моніторинг дикої фауни з викорис-

танням молекулярно-діагностичних методів та суворі карантинні заходи [8, 13, 71]. Важливе значення має управління ризиками занесення збудника із зовнішнього середовища, наприклад, через продукти, диких тварин, векторів – кліщів *Ornithodoros* [41]. Ці підходи активно застосовують у протоколах країн ЄС, включно з Польщею, Чехією, Бельгією, де бар'єрні заходи, швидка реакція на випадки, контроль пересування та дезінфекція стали основою біобезпеки [27, 41].

Висока вірулентність і мінливість клінічного перебігу унеможливають створення єдиної уніфікованої моделі контролю [68]. Саме тому інтеграція патогенетичних знань у систему ризик-орієнтованого епізоотологічного аналізу є критично важливою для адаптації заходів біозахисту під конкретні умови господарювання, тип епізоотичного ризику та регіональну динаміку циркуляції збудника.

Висновки.

1. Вірус африканської чуми свиней (ASFV) – унікальний ДНК-вмісний цитоплазматичний вірус із багатокомпонентною структурою та пластичним геномом, який забезпечує здатність до ефективного проникнення у клітини-мішені, здебільшого моноцитарно-макрофагального ряду, та стійкість до чинників зовнішнього середовища, що зумовлює тривалий інфекційний потенціал у популяціях свиней. Перспективним напрямом подальших досліджень є комплексна структурно-функціональна характеристика білків суперкапсиду (p72, p54, p30), що дозволить визначити пріоритетні антигенні мішені для конструювання вакцин субодиноч-ного та векторного типів.

2. Ключовим патогенетичним механізмом ASFV-інфекції є глибока імунна дисрегуляція, яка розпочинається вже на ранніх етапах реплікації вірусу в макрофагах та характеризується пригніченням Toll-like рецепторів, інтерферон-стимульованих генів (ISGs), а також порушенням продукції прозапальних цитокінів у відповідь на інфекцію. Внаслідок цього порушується ініціація вродженої імунної відповіді, що призводить до несвоєчасної активації адаптивного імунітету. Наступні дослідження мають бути зосереджені на ідентифікації вірусних факторів, що безпосередньо блокують сигнальні шляхи IFN-I та NF-κB, з метою розробки імуномодуючих терапевтичних підходів, здатних відновлювати ранню інтерферонову відповідь.

3. Африканська чума свиней (ASFV) спричиняє виражену імунну дисфункцію, переважно через глибоке ураження адаптив-

ної ланки імунітету. Вірус індукує масовий апоптоз незаражених Т-лімфоцитів ($CD4^+$ і $CD8^+$) та В-клітин. Порушення антиген-презентуючої функції клітин, інгібуючи експресію молекул головного комплексу гістосумісності класу II (МНС-II) та ко-стимулюючих рецепторів, знижує ефективність активації Т-клітинної відповіді. Гуморальна відповідь пригнічується внаслідок порушеного функціонування В-лімфоцитів і зниження продукції специфічних антитіл, які виявляються неспроможними до ефективною нейтралізації вірусних часток. Ці спостереження вказують на необхідність вивчення механізмів вірус-індукованого апоптозу та регуляції експресії МНС-комплексу для пошуку способів підтримання функціональної активності лімфоцитів у перебігу ASFV-інфекції та створення імуномодуючих засобів для профілактики вторинних імунодефіцитів.

4. Глибоке розуміння молекулярних та імунопатогенетичних механізмів інфекції, спричиненої ASFV, є ключовим для розробки ефективних заходів біобезпеки у свинарстві. Імуносупресивний вплив вірусу, його здатність до тривалої персистенції та стійкості у довкіллі значно ускладнюють епізоотичний контроль і підкреслюють необхідність інтеграції знань про патогенез у стратегії запобігання та протиепізоотичної відповіді. Підвищення ефективності протиепізоотичних заходів потребує впровадження даних про патогенез у системи прогнозування спалахів, а також розробки біотехнологічних методів для оперативного моніторингу імунного статусу тварин у вогнищах інфекції.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

1. Afayibo, D.J.A., Yang, J., Hao, R., Zhang, Z., Sun, H., Luo, J., Ren, Q., Tadele, B.A., Guan, G., Niu, Q., Yin, H. (2025). Protein profile and protein interaction network analysis of *Ornithodoros moubata* during African swine fever virus infection, Research Square, Preprint (Version 1). DOI:10.21203/rs.3.rs-6443758/v1
2. Afe, A.E., Shen, Z.J., Guo, X., Zhou, R., Li, K. (2023). African swine fever virus interaction with host innate immune factors. *Viruses*, 15 (6), 1220 p. DOI:10.3390/v15061220
3. Aicher, S.M., Monaghan, P., Netherton, C.L., Hawes, P.C. (2021). Unpicking the secrets of African swine fever viral replication sites. *Viruses*, 13 (1), 77 p. DOI:10.3390/v13010077
4. Alejo, A., García-Castey, M., Guerra, M., Hernáez, B., Martín, V., Matamoros, T., Andrés, G. (2023). African swine fever virus transmembrane protein pEP84R guides core assembly. *PLoS Pathogens*, 19 (1). DOI:10.1371/journal.ppat.1011136
5. Arzumanyan, H., Hakobyan, S., Avagyan, H., Izmailyan, R., Nersisyan, N., Karalyan, Z. (2021). Possibility of long-term survival of African swine fever virus in natural conditions. *Veterinary World*, 14 (4), 854 p. DOI:10.14202/vetworld.2021.854-859
6. Avagyan, H., Hakobyan, S., Baghdasaryan, B., Arzumanyan, H., Poghosyan, A., Bayramyan, N., Semerjyan, A., Sargsyan, M., Voskanyan, H., Vardanyan, T., Karalyan, N., Hakobyan, L., Abroyan, L., Avetisyan, A., Karalova, E., Semerjyan, Z., & Karalyan, Z. (2024). Pathology and clinics of naturally occurring low-virulence variants of African swine fever emerged in domestic pigs in the South Caucasus. *Pathogens*, 13 (2), 130 p. DOI:10.3390/pathogens13020130
7. Ayanwale, A., Trapp, S., Guabiraba, R., Caballero, I., Roesch, F. (2022). New insights in the interplay between African swine fever virus and innate immunity and its impact on viral pathogenicity. *Frontiers in microbiology*, 13. DOI:10.3389/fmicb.2022.958307
8. Bellini, S., Rutili, D., Guberti, V. (2016). Preventive measures aimed at minimizing the risk of African swine fever virus spread in pig farming systems. *Acta veterinaria Scandinavica*, 58 (1), 82 p. DOI:10.1186/s13028-016-0264-x
9. Bezymennyi, M., Tarasov, O., Kyivska, G.V., Mezhenka, N. A., Mandyhra, S., Kovalenko, G., Sushko, M., Hudz, N., Skorokhod, S.V., Datsenko, R., Muzykina, L., Milton, E., Sapachova, M.A., Nychyk, S., Halka, I., Frant, M., Huettmann, F., Drown, D.M., Gerilovych, A., Mezhenkyi A.A., Bortz E., Lange, C.E., Lange, C.E. (2023). Epidemiological characterization of African swine fever dynamics in Ukraine, 2012–2023. *Vaccines*, 11 (7), 1145 p. DOI:10.3390/vaccines11071145
10. Bisimwa, P.N., Ongus, J.R., Tonui, R., Bisimwa, E.B., Steina, L. (2024). Resistance to African swine fever virus among African domestic pigs appears to be associated with a distinct polymorphic signature in the *RelA* gene and upregulation of *RelA* transcription. *Virology Journal*, 21 (93). DOI:10.1186/s12985-024-02351-9
11. Blázquez, E., Rodríguez, C., Ródenas, J., Rosell, R., Segalés, J., Pujols, J., Polo, J. (2021). Effect of spray-drying and ultraviolet C radiation as biosafety steps for CSFV and ASFV inactivation in porcine plasma. *PLoS One*, 16 (4). DOI:10.1371/journal.pone.0249935
12. Blome, S., Schäfer, M., Ishchenko, L., Müller, C., Fischer, M., Carrau, T., Liu, L., Emmoth, E., Stahl, K., Mader, A., Wendland, M., Wagner, B., Kowalczyk, J., Mateus-Vargas, R., Pieper, R. (2024). Survival of African swine fever virus in feed, bedding materials and mechanical vectors and their potential role in virus transmission. *EFSA Supporting Publications*, 21 (4). DOI:10.2903/sp.efsa.2024.EN-8776
13. Brown, V.R., Miller, R.S., McKee, S.C., Ernst, K.H., Didero, N.M., Maison, R.M., Grady, M.J., Shwiff, S.A. (2021). Risks of introduction and

economic consequences associated with African swine fever, classical swine fever and foot-and-mouth disease: A review of the literature. *Transboundary and emerging diseases*, 68 (4), pp. 1910–1965. DOI:10.1111/tbed.13919

14. Chen, Y., Ni, J., Wang, C., Zhai, X., Luo, T., Li, Y. P., Wei, Y., Liu, Y. (2024). The proteomic analysis uncovers the cellular responses to the African swine fever virus membrane proteins p54, p17, and pB117L. *Microbes and Infection*, 26 (5–6). DOI:10.1016/j.micinf.2024.105348

15. Cho, K.H., Hong, S.K., Kim, D.Y., Sohn, H.J., Yoo, D.S., Kang, H.E., Kim, Y.H. (2024). Disease course of Korean African swine fever virus in domestic pigs exposed intraorally, intranasally, intramuscularly, and by direct contact with infected pigs. *Viruses*, 16 (3), 433 p. DOI:10.3390/v16030433

16. Cochran, H.J., Bosco-Lauth, A.M., Garry, F.B., Roman-Muniz, I.N., Martin, J.N. (2023). African swine fever: a review of current disease management strategies and risks associated with exhibition swine in the United States. *Animals*, 13 (23), 3713 p. DOI:10.3390/ani13233713

17. Coelho, I.M.P., Paiva, M.T., da Costa, A.J.A., Nicolino, R.R. (2025). African Swine Fever: Spread and seasonal patterns worldwide. *Preventive Veterinary Medicine*, 235. DOI:10.1016/j.prevetmed.2024.106401

18. Cuevas-Romero, J.S., Zavala-Ocampo, P.L., Pina-Pedrero, S., Ganges, L., Muñoz-Aguilera, A., García-Cambrón, J.B., Rodríguez, F., Ambagala, A., Cerriteño-Sánchez, J.L. (2025). Cloning and Expression of a Truncated Form of the p72 Protein of the African Swine Fever Virus (ASFV) for Application in an Efficient Indirect ELISA System. *Pathogens*, 14 (6), 542 p. DOI:10.3390/pathogens14060542

19. Cui, S., Wang, Y., Chen, S., Fang, L., Jiang, Y., Pang, Z., Jiang, Y., Guo, X., Zhu, H., Jia, H. (2024). African swine fever virus E120R inhibited cGAS-STING-mediated IFN- β and NF- κ B pathways. *Animal Research and One Health*, 2 (1), pp. 39–49. DOI:10.1002/aro2.38

20. Cwynar, P., Stojkov, J., Wlazlak, K. (2019). African swine fever status in Europe. *Viruses*, 11 (4), 310 p. DOI:10.3390/v11040310

21. Davies, K., Goatley, L.C., Guinat, C., Netherton, C.L., Gubbins, S., Dixon, L.K., Reis, A.L. (2017). Survival of African swine fever virus in excretions from pigs experimentally infected with the Georgia 2007/1 isolate. *Transboundary and emerging diseases*. 64 (2), pp. 425–431. DOI:10.1111/tbed.12381

22. Dixon, L.K. (2025). Advances in African swine fever virus molecular biology and host interactions contributing to new tools for control. *Journal of Virology*. DOI:10.1128/jvi.00932-24

23. Domelevo Entfellner, J.B., Okoth, E.A., Onzere, C.K., Upton, C., Njau, E.P., Höper, D., Henson, S.P., Oyola, S.O., Bochere, E., Machuka, E.M., Bishop, R.P. (2024). Complete genome sequencing and comparative Phylogenomics of nine African swine fever virus (ASFV) isolates of the virulent

east African p72 genotype IX without viral sequence enrichment. *Viruses*. 16 (9), 1466 p. DOI:10.3390/v16091466

24. Duan, H., Shen, A., Wang, M., Zhang, F., Zhang, Z., Zhang, Y., Lu, Y., Pei, Q., Zhang, A. (2025). Biomimetic phosphorus dendrimer multi-epitope nanovaccine enhances humoral and cellular immune response against African swine fever virus. *Journal of Nanobiotechnology*, 23 (1), 530 p. DOI:10.1186/s12951-025-03593-7

25. Duan, X., Ru, Y., Yang, W., Ren, J., Hao, R., Qin, X., Li, D., Zheng, H. (2022). Research progress on the proteins involved in African swine fever virus infection and replication. *Frontiers in Immunology*. 13. DOI:10.3389/fimmu.2022.947180

26. Ekakoro, J.E., Nassali, A., Hauser, C., Ochoa, K., Ndoboli, D., Okwasiimire, R., Kaya-ga, E.B., Wampande, E.M., Havas, K.A. (2025). A description of the clinical signs and lesions of African swine fever, and its differential diagnoses in pigs slaughtered at selected abattoirs in central Uganda. *Frontiers in Veterinary Science*. 12. DOI:10.3389/fvets.2025.1568095

27. Boklund, A.E., Ståhl, K., Miranda Chueca, M.Á., Podgórski, T., Vergne, T., Abrahantes, J.C., Cattaneo, E., Dhollander, S., Papanikolaou, A., Tampach, S., Mur, L. (2024). European Food Safety Authority (EFSA). Risk and protective factors for ASF in domestic pigs and wild boar in the EU, and mitigation measures for managing the disease in wild boar. *EFSA Journal*, 22 (12). DOI:10.2903/j.efsa.2024.9095

28. Fan, R., Wei, Z., Zhang, M., Jia, S., Jiang, Z., Wang, Y., Cai, J., Chen, G., Xiao, H., Wei, Y., Shi, Y., Feng, J., Shen, B., Zheng, Y., Huang, Y., Wang, J. (2024). Development of novel monoclonal antibodies for blocking NF- κ B activation induced by CD2v protein in African swine fever virus. *Frontiers in Immunology*. 15. DOI:10.3389/fimmu.2024.1352404

29. Forth, J.H., Calvelage, S., Fischer, M., Hellert, J., Sehl-Ewert, J., Roszyk, H., Deutschmann, P., Reichold, A., Lange, M., Thulke, H.H., Sauter-Louis, C., Höper, D., Mandyhra, S., Sapachova, M., Beer, M., Blome, S. (2023). African swine fever virus-variants on the rise. *Emerging microbes & infections*. 12 (1). DOI:10.1080/22221751.2022.2146537

30. Franzoni, G., Pedrera, M., Sánchez-Cordón, P.J. (2023). African swine fever virus infection and cytokine response in vivo: an update. *Viruses*. 15 (1), 233 p. DOI:10.3390/v15010233

31. Friedrichs, V., Deutschmann, P., Wernicke, K., Carrau, T., Beer, M., Blome, S., Schäfer, A. (2025). Duration of immunity following infection with moderately virulent ASFV. *BioRxiv*. DOI:10.1101/2025.06.05.657993

32. Gallardo, C., Soler, A., Nurmoja, I., Cano-Gómez, C., Cvetkova, S., Frant, M., Woźniakowski, G., Simón, A., Pérez, C., Nieto, R., Arias, M. (2021). Dynamics of African swine fever virus (ASFV) infection in domestic pigs infected with virulent, moderate virulent and attenuated genotype II ASFV European isolates. *Transboundary and emerging diseases*. 68 (5), pp. 2826–2841. DOI:10.1111/tbed.14222

33. Ge, S., Li, J., Fan, X., Liu, F., Li, L., Wang, Q., Liu, Y., Zhang, Y., Xu, T., Wu, X., Wang, Z. (2018). Molecular characterization of African swine fever virus, China, 2018. *Emerging infectious diseases*, 24 (11), 2131 p. DOI:10.3201/eid2411.181274
34. Gervasi, V., Guberti, V. (2021). African swine fever endemic persistence in wild boar populations: Key mechanisms explored through modelling. *Transboundary and emerging diseases*. 68 (5), pp. 2812–2825. DOI:10.1111/tbed.14194
35. He, W.R., Yuan, J., Ma, Y.H., Zhao, C.Y., Yang, Z.Y., Zhang, Y., Han, S., Wan, B., Zhang, G.P. (2022). Modulation of host antiviral innate immunity by African swine fever virus: a review. *Animals*. 12 (21), 2935 p. DOI:10.3390/ani12212935
36. Hong, S.K., Cho, K.H., Kwon, J.H., Kim, D.W., Kim, J., Kim, D.Y., Kim, D.Y., Kang, H.E., Lee, J.S., Kim, Y.H. (2025). Pathological Characterization of African Swine Fever Viruses With Genetic Deletions Detected in South Korea. *Transboundary and Emerging Diseases*. 2025 (1). DOI:10.1155/tbed/9917280
37. Huang, M., Zheng, H., Tan, W., Xiang, C., Fang, N., Xie, W., Wen, L., Liu, D., Chen, R. (2023). Molecular signatures in swine innate and adaptive immune responses to African swine fever virus antigens p30/p54/CD2v expressed using a highly efficient Semliki Forest virus replicon system. *International Journal of Molecular Sciences*, 24 (11), 9316 p. DOI:10.3390/ijms24119316
38. Huang, R., Luo, R., Lan, J., Lu, Z., Qiu, H. J., Wang, T., Sun, Y. (2025). The Multigene Family Genes-Encoded Proteins of African Swine Fever Virus: Roles in Evolution, Cell Tropism, Immune Evasion, and Pathogenesis. *Viruses*, 17 (6), 865 p. DOI:10.3390/v17060865
39. Huang, T., Li, F., Xia, Y., Zhao, J., Zhu, Y., Liu, Y., Qian, Y., Zou, X. (2024). African swine fever virus immunosuppression and virulence-related gene. *Current Issues in Molecular Biology*. 46 (8), pp. 8268–8281. DOI:10.3390/cimb46080488
40. Jori, F., Bastos, A., Boinas, F., Van Heerden, J., Heath, L., Jourdan-Pineau, H., B., Martinez-Lopez, de Oliveira, R.P., Pollet, T., Quembo, C., Rea, K., Simulundu, E., Taraveau, F., Penrith, M.L. (2023). An updated review of *Ornithodoros* ticks as reservoirs of African swine fever in sub-Saharan Africa and Madagascar. *Pathogens*, 12 (3), 469 p. DOI:10.3390/pathogens12030469
41. Juszkievicz, M., Walczak, M., Woźniakowski, G., Podgórska, K. (2023). African swine fever: transmission, spread, and control through biosecurity and disinfection, including Polish trends. *Viruses*, 15 (11), 2275 p. DOI:10.3390/v15112275
42. Juszkievicz, M., Walczak, M., Woźniakowski, G., Pejsak, Z., Podgórska, K. (2025). The influence of the temperature on effectiveness of selected disinfectants against African swine fever virus (ASFV). *Viruses*, 17 (2), 156 p. DOI:10.3390/v17020156
43. Kayaga, E.B., Wampande, E.M., Ekakoro, J.E., Okwasiimire, R., Nassali, A., Ochoa, K., Haus-er, C., Ndoboli, D., Havas, K.A. (2024). Detection of antibodies against *Ornithodoros moubata* salivary antigens and their association with detection of African swine fever virus in pigs slaughtered in central Uganda. *Frontiers in Veterinary Science*, 11. DOI:10.3389/fvets.2024.1328040
44. Koval' D., Iovenko A., Naydich, O., Kot, S. (2024). African swine fever - one of the main problems of ukrainian pig farming (review article). *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, (113), pp. 69–74. DOI:10.37000/abbsl.2024.113.12 (In Ukrainian).
45. Li, C., Jia, M., Hao, T., Peng, Q., Peng, R., Chai, Y., Shi, Y., Song, H., Gao, G.F. (2024). African swine fever virus A137R assembles into a dodecahedron cage. *Journal of Virology*, 98 (3). DOI:10.1128/jvi.01536-23
46. Li, H., Liu, Q., Shao, L., Xiang, Y. (2023). Structural insights into the assembly of the African swine fever virus inner capsid. *Journal of Virology*, 97 (6). DOI:10.1128/jvi.00268-23
47. Li, J., Song, J., Kang, L., Huang, L., Zhou, S., Hu, L., Zheng, J., Li, C., Zhang, X., He, X., Zhao, D., Bu, Z., Weng, C. (2021). pMGF505-7R determines pathogenicity of African swine fever virus infection by inhibiting IL-1 β and type I IFN production. *PLoS pathogens*, 17 (7). DOI:10.1371/journal.ppat.1009733
48. Li, M., Zheng, H. (2025). Insights and progress on epidemic characteristics, pathogenesis, and preventive measures of African swine fever virus: A review. *Virulence*, 16 (1). DOI:10.1080/21505594.2025.2457949
49. Li, M., Liu, X., Peng, D., Yao, M., Wang, T., Wang, Y., Cao, H., Wang, Y., Dai, J., Luo, R., Deng, H., Li, J., Luo, Y., Li, Y., Sun, Y., Li, S., Qiu, H.-J., Li, L.F. (2024). The I7L protein of African swine fever virus is involved in viral pathogenicity by antagonizing the IFN- γ -triggered JAK-STAT signaling pathway through inhibiting the phosphorylation of STAT1. *Plos Pathogens*, 20 (9). DOI:10.1371/journal.ppat.1012576
50. Li, X., Tian, K. (2018). African swine fever in China. *The veterinary record*. 183 (9), 300 p. DOI:10.1136/vr.k3774
51. Li, Z., Chen, W., Qiu, Z., Li, Y., Fan, J., Wu, K., X., Li, Zhao, M., Ding, H., Fan, S., Chen, J. (2022). African swine fever virus: a review. *Life*, 12 (8), 1255 p. DOI:10.3390/life12081255
52. Lin, X. (2024). Interactions Between African Swine Fever Virus and Host Cells: Mechanisms and Outcomes. *International Journal of Molecular Veterinary Research*, 14. DOI:10.5376/ijmvr.2024.14.0030
53. Lv, C., Zhao, Y., Jiang, L., Zhao, L., Wu, C., Hui, X., Hu, X., Shao, Z., Xia, X., Sun, X., Zhang, Q., Jin, M. (2021). Development of a dual ELISA for the detection of CD2v-unexpressed lower-virulence mutational ASFV. *Life*, 11 (11), 1214 p. DOI:10.3390/life11111214
54. Lv, T., Xie, X., Song, N., Zhang, S., Ding, Y., Liu, K., Diao, L., Chen, X., Jiang, S., Li, T., Zhang, W., Cao, Y. (2022). Expounding the role of tick in Africa swine fever virus transmission and

- seeking effective prevention measures: A review. *Frontiers in Immunology*, 13. DOI:10.3389/fimmu.2022.1093599
55. Martin-Sanchez, F., Diamond, C., Zeitler, M., Gomez, A.I., Baroja-Mazo, A., Bagnall, J., Spiller, D., White, M., Daniels, M.J., Mortellaro, A., Peñalver, M., Paszek, P., Steringer, J.P., Nickel, W., Brough, D., Pelegrín, P. (2016) Inflammasome-dependent IL-1 β release depends upon membrane permeabilisation. *Cell Death Differ*, 23, pp. 1219–1231. DOI:10.1038/cdd.2015.176
56. Montgomery, R.E. (1921). On a form of swine fever occurring in British East Africa (Kenya Colony). *Journal of comparative pathology and therapeutics*, 34, pp. 159–191. DOI:10.1016/S0368-1742(21)80031-4
57. Niederwerder, M.C. (2021). Risk and mitigation of African swine fever virus in feed. *Animals*, 11 (3), 792 p. DOI:10.3390/ani11030792
58. Niu, S., Guo, Y., Wang, X., Wang, Z., Sun, L., Dai, H., Peng, G. (2023). Innate immune escape and adaptive immune evasion of African swine fever virus: a review. *Virology*, 587. DOI:10.1016/j.virol.2023.109878
59. Omelchenko, H., Avramenko, N.O., Petrenko, M.O., Wojciechowski, J., Pejsak, Z., Woźniakowski, G. (2022). Ten Years of African Swine Fever in Ukraine: An Endemic Form of the Disease in the Wild Boar Population as a Threat to Domestic Pig Production. *Pathogens*. 11 (12), 1459 p. DOI:10.3390/pathogens11121459
60. Pavone, S., Iscaro, C., Giammarioli, M., Beato, M.S., Righi, C., Petrini, S., Costarelli, S., Feliziani, F. (2024). Biological containment for African Swine Fever (ASF) laboratories and animal facilities: the Italian challenge in bridging the present regulatory gap and enhancing biosafety and biosecurity measures. *Animals*, 14 (3), 454 p. DOI:10.3390/ani14030454
61. Penrith, M.-L., Kivaria, F.M. & Masembe, C. (2021). One hundred years of African swine fever: A tribute to R. Eustace Montgomery. *Transboundary and Emerging Diseases*. 68, pp. 2640–2642. DOI:10.1111/tbed.14183
62. Piloto-Sardiñas, E., Cano-Argüelles, A.L., Maitre, A., Wu-Chuang, A., Mateos-Hernández, L., Corduneanu, A., Obregón, D., Oleaga, A., Pérez-Sánchez, R., Cabezas-Cruz, A. (2023). Comparison of salivary gland and midgut microbiome in the soft ticks *Ornithodoros erraticus* and *Ornithodoros moubata*. *Frontiers in Microbiology*, 14. DOI:10.3389/fmicb.2023.1173609
63. Plevriti, A., Lamprou, M., Mourkogianni, E., Skoulas, N., Giannakopoulou, M., Sajib, M.S., Wang, Z., Mattheolabakis, G., Chatzigeorgiou, A., Marazioti, A., Mikelis, C.M. (2024). The role of soluble CD163 (sCD163) in human physiology and pathophysiology. *Cells*, 13 (20), 1679 p. DOI:10.3390/cells13201679
64. Porras, N., Sánchez-Vizcaino, J.M., Barasona, J.Á., Gómez-Buendía, A., Cadenas-Fernández, E., Rodríguez-Bertos, A. (2024). Histopathologic evaluation system of African swine fever in wild boar infected with high (Arm07) and low virulence (Lv17/WB/Riel) isolates. *Veterinary Pathology*, 61 (6), pp. 928–942. DOI:10.1177/03009858241266944
65. Ranganatha, S., Rathnamma, D., Isloor, S., Hiremath, J., Chandranaik, B.M. (2020). African swine fever: analysing its epidemiology, pathogenesis and control strategies: A review. *Indian J Anim Res*, 1 (10). DOI:10.18805/IJAR.B-5274
66. Reis, A.L., Rathakrishnan, A., Petrovan, V., Islam, M., Goatley, L., Moffat, K., Vuong, M.T., Lui, Y., Davis, S.J., Ikemizu, S., Dixon, L.K. (2025). From structure prediction to function: defining the domain on the African swine fever virus CD2v protein required for binding to erythrocytes. *Mbio*, 16 (2). DOI:10.1128/mbio.01655-24
67. Romanyshyna, T.O., Behas, V.L., Lakhman, A.R. (2017). Osoblyvosti epizootolohiyi ta patohenezu afrykans'koyi chumy syney [Features of epizootology and pathogenesis of African swine fever] . Problemy zooinzheneriyi ta veterynarnoyi medyt-syny [Problems of zooengineering and veterinary medicine]. 1, pp. 193–197. (In Ukrainian).
68. Ruedas-Torres, I., Thi to Nga, B., Salguero, F.J. (2024). Pathogenicity and virulence of African swine fever virus. *Virulence*, 15 (1). DOI:10.1080/21505594.2024.2375550).
69. Sánchez-Carvajal, J.M., Godel, A., Husson, N., Summerfield, A., García-Nicolás, O. (2025). Plasmacytoid dendritic cell sensing of African swine fever virus–infected macrophages results in STING-dependent robust interferon- α production. *The Journal of Immunology*, 214 (1), pp. 130–140. DOI:10.1093/jim mun/vkae008
70. Sánchez-Vizcaino, J.M., Laddomada, A., Arias, M.L. (2019). African swine fever virus. *Diseases of swine*, ppp. 443–452. DOI:10.1002/9781119350927.ch25
71. Sauter-Louis, C., Conraths, F.J., Probst, C., Blohm, U., Schulz, K., Sehl, J., M., Fischer, Forth, J.H., Zani, L., Depner, K., Mettenleiter T.C., Beer, M., Blome, S. (2021). African swine fever in wild boar in Europe – A review. *Viruses*, 13 (9), 1717 p. DOI:10.3390/v13091717
72. Savcheniuk M., Shubara O., Shevchenko M., Panteleienko O., Ukhovskiy V., Kornienko L., Bilyk S., Dovgal O., Tsarenko T. (2024). Comparative epidemiological study of the spread of African swine fever in Ukraine and some Eastern European countries. *Nauk. visn. vet. med.*, 1, pp. 49–59. DOI:10.33245/2310-4902-2024-188-1-49-59
73. Schäfer, A., Franzoni, G., Netherton, C.L., Hartmann, L., Blome, S., Blohm, U. (2022). Adaptive cellular immunity against African swine fever virus infections. *Pathogens*, 11 (2), 274 p. DOI:10.3390/pathogens11020274
74. Sehl-Ewert, J., Deutschmann, P., Breithaupt, A., Blome, S. (2022). Pathology of African swine fever in wild boar carcasses naturally infected with German virus variants. *Pathogens*, 11 (11), 1386 p. DOI:10.3390/pathogens11111386
75. Sharma, G., Balaji, S., Nautiyal, S., Nandi, S., Biswas, S., Pillai, V., Kattoor, J., Mahajan,

- S. (2025). Viral infections of pig: Signs, prevention, and control. In *Commercial Pig Farming*. Academic Press, pp. 243–262. DOI:10.1016/B978-0-443-23769-0.00015-4
76. Shi, F., Xu, Z., Gao, P., Qu, Y., Ge, X., Zhang, Y., Han, J., Guo, X., Zhou, L., Yang, H. (2025). African swine fever virus infection enhances CD14-dependent phagocytosis of porcine alveolar macrophages to promote bacterial uptake and apoptotic body-mediated viral transmission. *Journal of Virology*. DOI:10.1128/jvi.00690-25
77. Solikhah, T.I., Rostiani, F., Nanra, A.F.P., Dewi, A.D.P.P., Nurbadri, P.H., Agustin, Q.A.D., Solikhah, G.P. (2025). African swine fever virus: Virology, pathogenesis, clinical impact, and global control strategies. *Veterinary World*, 18 (6), 1599 p. DOI:10.14202/vetworld.2025. 1599-1613
78. Song, S., Shin, K.S., Kim, S.J., Joo, Y.Y., Han, B., Park, S.H., Ku, H.-O., Jeong, W., Park, C.K. (2025). A Practical Framework for ASFV Disinfectant Evaluation: Differentiating Cytopathic Effects from Cytotoxicity via Integrated Analytical Methods. *Pathogens*, 14 (5), 451 p. DOI:10.3390/pathogens14050451
79. Sun, H., Yang, J., Zhang, Z., Wu, M., Tian, Z., Liu, Y., Zhang, X., Zhong, J., Yang, S., Chen, Y., Luo, J., Guan, G., Yin, H., Niu, Q. (2025). The African swine fever virus gene MGF_360-4L inhibits interferon signaling by recruiting mitochondrial selective autophagy receptor SQSTM1 degrading MDA5 antagonizing innate immune responses. *mBio*, 16 (4). DOI:10.1128/mbio.02677-24
80. Tian, Y., Wang, D., He, S., Cao, Z., Li, W., Jiang, F., Shi, Y., Hao, Y., Wei, X., Wang, Q., Qie, S., Wang, J., Li, T., Hao, X., Zhu, J., Wu, J., Shang, S., Zhai, X. (2024). Immune cell early activation, apoptotic kinetic, and T-cell functional impairment in domestic pigs after ASFV CAD/C_HN09 strain infection. *Frontiers in Microbiology*, 15. DOI:10.3389/fmicb.2024.1328177
81. Torresi, C., Biccheri, R., Cammà, C., Gallardo, C., Marcacci, M., Zoppi, S., Secondini, B., Rivero, C., Soler, A., Casciari, C., Pela, M., Rossi, E., Pellegrini, C., Iscaro, C., Feliziani, F., Giammaroli, M. (2025). Genome-Wide Approach Identifies Natural Large-Fragment Deletion in ASFV Strains Circulating in Italy During 2023. *Pathogens*, 14 (1), 51 p. DOI:10.3390/pathogens14010051
82. Urbano, A.C., Ferreira, F. (2022). African swine fever control and prevention: an update on vaccine development. *Emerging microbes & infections*. 11 (1), pp. 2021–2033. DOI:10.1080/22221751.2022.2108342
83. U Zaporizhzhzhi - afrykans'ka chuma [African plague in Zaporizhia] (2012). Unian.ua.com. Available at: https://www.unian.ua/society/679497-u-zaporijji-afrikanska-chuma.html?utm_source=chatgpt.com (In Ukrainian).
84. Venkateswaran, D., Prakash, A., Nguyen, Q.A., Salman, M., Suntisukwattana, R., Atthapa, W., Tantituvanont, A., Lin, H., Songkasupa, T., Nilubol, D. (2024). Comprehensive characterization of the genetic landscape of African swine fever virus: Insights into infection dynamics, immunomodulation, virulence and genes with unknown function. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, 14 (15), 2187 p. DOI:10.3390/ani14152187
85. Vu, H.L., McVey, D.S. (2024). Recent progress on gene-deleted live-attenuated African swine fever virus vaccines. *npj Vaccines*, 9 (1), 60 p. DOI:10.1038/s41541-024-00845-9
86. Wang, F., Zhang, H., Hou, L., Yang, C., Wen, Y. (2021). Advance of African swine fever virus in recent years. *Research in veterinary science*, 136, pp. 535–539. DOI:10.1016/j.rvsc.2021. 04.004
87. Wang, G., Xie, M., Wu, W., Chen, Z. (2021). Structures and functional diversities of ASFV proteins. *Viruses*, 13 (11), 2124 p. DOI:10.3390/v13112124
88. Wang, L., Li, Y., Shi, J. (2025). African Swine Fever Virus. In: Wang, L. (eds) *Veterinary Virology of Domestic and Pet Animals*. Springer, Cham. DOI:10.1007/978-3-031-54690-7_75-1
89. Wang, S., Zhang, J., Zhang, Y., Yang, J., Wang, L., Qi, Y., Han, X., Zhou, X., Miao, F., Chen, T., Wang, Y., Zhang, F., Zhang, S., Hu, R. (2021). Cytokine storm in domestic pigs induced by infection of virulent African swine fever virus. *Frontiers in veterinary science*, 7. DOI:10.3389/fvets.2020.601641
90. Wang, Y., Kang, W., Yang, W., Zhang, J., Li, D., Zheng, H. (2021). Structure of African swine fever virus and associated molecular mechanisms underlying infection and immunosuppression: a review. *Frontiers in immunology*, 12. DOI:10.3389/fimmu.2021.715582
91. Wang, Y., Li, J., Cao, H., Li, L. F., Dai, J., Cao, M., Deng, H., Zhong, D., Luo, Y., Lia, Y., Lia, M., Peng, D., Sun, Z., Gao, X., Moona, A., Tang, L., Sun, Y., Lia, S., Qiu, H.J. (2024). African swine fever virus modulates the endoplasmic reticulum stress-ATF6-calcium axis to facilitate viral replication. *Emerging Microbes & Infections*, 13 (1). DOI:10.1080/22221751.2024. 2399945
92. Wei, J., Liu, C., He, X., Abbas, B., Chen, Q., Li, Z., Feng, Z. (2023). Generation and characterization of recombinant pseudorabies virus delivering African swine fever virus CD2v and p54. *International Journal of Molecular Sciences*, 25 (1), 335 p. DOI:10.3390/ijms25010335
93. Wen, Y., Duan, X., Ren, J., Zhang, J., Guan, G., Ru, Y., Li, D., Zheng, H. (2024). African Swine Fever Virus I267L Is a Hemorrhage-Related Gene Based on Transcriptome Analysis. *Microorganisms*, 12 (2), 400 p. DOI:10.3390/microorganisms12020400
94. Williams, D.T., Mettenleiter, T.C., Blome, S. (2024). African swine fever: advances and challenges. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, pp. 58–69. DOI:10.20506/rst.se.3559

95. Xiong, W., Chen, H., Chen, Y., Wang, K., Lian, T., Zhang, W., Yu, Q., Gao, X., Su, J., He, Q., Wang, X., Yu, J., Cui, M. (2024). Diverse immune cell profiles in ASFV-associated lymphopenia. *Animal Diseases*, 4 (1), 45 p. DOI:10.1186/s44149-024-00150-x
96. Xu, F., Li, N., Xue, Y., Wang, Z., Fang, Z., An, H., Liu, S., Weng, C., Huang, L., Wang, G. (2025). From hemorrhage to apoptosis: understanding the devastating impact of ASFV on piglets. *Microbiology Spectrum*. DOI:10.1128/spectrum.02902-24
97. Xu, Y., Wu, L., Hong, J., Chi, X., Zheng, M., Wang, L., Chen, J.-L., Guo, G. (2024). African swine fever virus A137R protein inhibits NF- κ B activation via suppression of MyD88 signaling in PK15 and 3D4/21 cells in vitro. *Veterinary Microbiology*, 292. DOI:10.1016/j.vetmic. 2024.110067
98. Xu, Z., Hu, Y., Li, J., Wang, A., Meng, X., Chen, L., Wei, J., Tong, W., Kong, N., Yu, L., Yu, H., Shan, T., Tong, G., Wang, G., Zheng, H. (2023). Screening and identification of the dominant antigens of the African swine fever virus. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. DOI:10.3389/fvets.2023.1175701
99. Xu, Z., Ma, W., Wang, J., Chen, H., Li, H., Yin, Z., Hao, J., Chen, K. (2024). Nuclear HMGB1 is critical for CD8 T cell IFN- γ production and anti-tumor immunity. *Cell reports*, 43 (8). DOI:10.1016/j.celrep.2024.114591
100. Xue, Q., Liu, H., Zhu, Z., Yang, F., Song, Y., Li, Z., Xue, Z., Cao, W., Liu, X., Zheng, H. (2022). African swine fever virus regulates host energy and amino acid metabolism to promote viral replication. *Journal of Virology*, 96 (4). DOI:10.1128/jvi.01919-21
101. Yang, S., Miao, C., Liu, W., Zhang, G., Shao, J., Chang, H. (2023). Structure and function of African swine fever virus proteins: Current understanding. *Frontiers in microbiology*, 14. DOI:10.3389/fmicb.2023.1043129
102. Yang, X., Sun, E., Zhai, H., Wang, T., Wang, S., Gao, Y., Hou, Q., Guan, X., Lia, S., Li, L.F., Wu, H., Luo, Y., Li, S., Sun, Y., Zhao, D., Li, Y., Qiu, H.J. (2024). The antibodies against the A137R protein drive antibody-dependent enhancement of African swine fever virus infection in porcine alveolar macrophages. *Emerging Microbes & Infections*, 13 (1). DOI:10.1080/22221751. 2024.2377599
103. Yang, Y., Yuan, H., Zhang, Y., Luan, J., Wang, H. (2025). Progress in African swine fever vector vaccine development. *International Journal of Molecular Sciences*, 26 (3), 921 p. DOI:10.3390/ijms26030921
104. Zhang, K., Li, S., Liu, S., Li, S., Qu, L., Gao, G.F., Qiu, H.J. (2021). Spatiotemporally orchestrated interactions between viral and cellular proteins involved in the entry of African swine fever virus. *Viruses*, 13 (12), 2495 p. DOI:10.3390/v13122495
105. Zhang, T., Lu, Z., Liu, J., Tao, Y., Si, Y., Ye, J., Cao, S., Zhu, B. (2024). Host innate and adaptive immunity against african swine fever virus infection. *Vaccines*, 12 (11), 1278 p. DOI:10.3390/vaccines12111278
106. Zhu, J.J. (2022). African swine fever vaccinology: the biological challenges from immunological perspectives. *Viruses*, 14 (9), 2021 p. DOI:10.3390/v14092021
107. Zhu, W., Huyan, Y., Jiang, C., Meng, K., Liu, Q., Liu, Y., Z., Fang, J., Li, Zhu, Y., Sun, M., Bu, Z., Xiang, Y., Zhao, D., Meng, G. (2025). ASFV major capsid p72 trimers function as a pH sensor during uncoating process of virus endocytosis and facilitate its application as conformational antigen detection. *Research Square Preprints*. DOI:10.21203/rs.3.rs-6368001/v1
108. Zuo, X., Peng, G., Zhao, J., Zhao, Q., Zhu, Y., Xu, Y., Xu, L., Li, F., Xia, Y., Liu, Y., Wang, C., Wang, Z., Wang, H., Zou, X. (2024). Infection of domestic pigs with a genotype II potent strain of ASFV causes cytokine storm and lymphocyte mass reduction. *Frontiers in immunology*, 15. DOI:10.3389/fimmu.2024.1361531

Pathogenetic Mechanisms of ASFV–Host Immune System Interaction and Their Implications for Epizootiology and Livestock Biosecurity

Romanishina T. O., Lakhman A. R., Galatiuk O. Ye., Behas V. L.

African Swine Fever (ASF) is a highly contagious transboundary viral disease that causes significant economic losses and poses a threat to global biosecurity. The causative agent, ASFV (family Asfarviridae), is a complex DNA virus with cytoplasmic replication that exhibits a pronounced tropism for cells of the monocyte-macrophage lineage. The aim of this review is to systematically analyse the pathogenic mechanisms of ASFV infection, focusing on the viral immunomodulatory strategies and their impact on the development of modern approaches to epizootic control. Contemporary research confirms that the primary replication of ASFV is accompanied by profound suppression of innate immunity through blockade of Toll-like receptors and interferon-stimulated genes (ISGs), which promotes unrestricted viral replication. A key aspect of the pathogenesis is the induction of a cytokine storm (TNF- α , IL-1 β , IL-6) against a background of systemic immunosuppression, leading to vascular dysfunction, activation of disseminated intravascular coagulation (DIC) syndrome, and haemorrhagic manifestations. The virus evades adaptive immunity through mass apoptosis of T and B lymphocytes, impaired antigen presentation (reduced MHC-II), and the production of low-affinity antibodies incapable of virus neutralisation. Specific molecular mechanisms include blockade of IFN- γ signalling through degradation by MGF360/505 proteins, inhibition of the NF- κ B pathway, and disruption of complement function

via the pEP153R and CD2v proteins. In the terminal stage, acute multi-organ failure develops with characteristic lesions of the spleen (pulp hyperplasia, necrosis), liver (hepatocyte degeneration), kidneys (necrotising glomerulonephritis), and heart (myocardial haemorrhages). Understanding these mechanisms is fundamental for developing targeted biosecurity measures, including monitoring mutations in the MGF360/505 and CD2v genes, refining disinfection protocols considering ASFV stability,

and creating recombinant vaccines based on deletion mutants. The integration of pathogenic data into epizootic control strategies will enable the development of differentiated approaches for affected regions, taking into account the molecular-genetic characteristics of circulating ASFV isolates.

Keywords: African swine fever, *African swine fever virus (ASFV)*, pathogenesis, immune dysregulation, cytokine storm, biosecurity and bioprotection, epizootiology.



Copyright: Романишина Т.О. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Романишина Т.О.

<https://orcid.org/0000-0003-3483-2887>

Лахман А.Р.

<https://orcid.org/0000-0002-3171-9734>

Галатюк О.Є.

<https://orcid.org/0000-0002-9720-0660>

Бегас В.Л.

<https://orcid.org/0000-0002-1853-4700>

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 619:636.7(09)

Використання пробіотичної кормової добавки «Субтіформ» у годівлі цуценятСоколенко С.В. , Фаріонік Т.В. 

Вінницький національний аграрний університет



Соколенко С.В. E-mail: svatsokolenko@gmail.com



Соколенко С.В., Фаріонік Т.В. Використання пробіотичної кормової добавки «Субтіформ» у годівлі цуценят. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 79–86.

Sokolenko S., Farionik T. Use of the probiotic feed supplement "Subtiform" in feeding puppies. *Nauk. visn. vet. med.*, 2025. № 2. PP. 79–86.

Рукопис отримано: 16.05.2025 р.

Прийнято: 29.05.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-79-86

Зазвичай антибіотикорезистентність мікроорганізмів виникає в результаті тривалого лікування та профілактичного застосування антибіотиків. Вплив навколишнього середовища, харчової бази цуценят також сприяє розвитку стійкості до антибіотиків. Необхідно обов'язково досліджувати чутливість культур до антибіотиків під час виділення, щоб визначити їх резистентність і надати рекомендації щодо використання конкретних препаратів.

Мета дослідження полягала у визначенні чутливості кишкової палички до антибіотиків, а також загальної бактеріологічної забрудненості у зразках фекалій двох експериментальних груп цуценят, які отримували пробіотичний препарат в основному раціоні. Для досягнення мети використовували загальноприйняті клінічні, мікробіологічні та бактеріологічні методи дослідження, зокрема диско-дифузний метод з використанням стандартизованих дисків з антибіотиками виробництва ТОВ «АСПЕКТ» (Україна) для оцінки антибіотикорезистентності на середовищі Мюллер-Хінтота за допомогою API-20E-стріпів (bioMérieux, Франція) за методом Кібрі-Бауера (диско-дифузним методом).

У процесі дослідження впливу пробіотика на мікрофлору кишківника цуценят було виявлено, що застосування пробіотика достовірно впливало на бактеріальну забрудненість зразків фекалій експериментальних груп цуценят. Культури кишкової палички випробовували на чутливість до 7 антибіотиків. Завдяки розміру зон затримки росту мікроорганізмів можна було визначити чутливість культури до кожного антибіотика. Результати дослідження показують, що культури були надзвичайно чутливі до азитроміцину, а також нітрофурантоїну та хлорамфеніколу (згідно зі стандартами EUCAST). Додавання пробіотичних симбіотичних препаратів *Bacillus subtilis* і *Bacillus licheniformis* до раціону собак покращило показники чутливості до антибіотиків мікрофлори кишківника у 71,42 % комбінацій умов і антибактеріальної речовини, знизивши кількість бактерій у кишківнику та їх життєздатність.

Ключові слова: резистентність, кишкова паличка, чутливість бактерій, бактеріальна контамінація, антибіотики, пробіотик, собаки.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Антибіотики стали одним з найважливіших відкриттів ХХ століття і врятували мільйони життів від інфекційних захворювань. Високий селективний тиск, що виникає внаслідок розповсюдження та неправильного використання антибіотиків впродовж багатьох років, призвів до розвитку антимікробної резистентності до багатьох препаратів [1]. Численні взаємопов'язані чинники в охороні здоров'я та сільському господарстві сприяють розвитку антимікробної резистентності через різні механізми лікарської стійкості. Цьому значною мірою сприяло поширення інфекції через безконтрольне використання протимікробних препаратів в кормах для худоби.

Поширеність резистентності до протимікробних препаратів досягла безпрецедентного рівня в усьому світі, перетворившись на «тиху пандемію», яка загрожує глобальному здоров'ю населення та потребує негайного втручання [2].

Наразі обмежені можливості лікування інфекцій, спричинених бактеріями, стійких до антибіотиків. Це призводить до значного зростання захворюваності й смертності та серйозних економічних наслідків. Відсутність відкриттів і доступності нових антибіотиків для лікування небезпечних для життя інфекцій, зумовлених резистентними патогенами, різко контрастує з попитом [7]. Вчені зазначають, що швидке поширення явища стійкості патогенів потребує пошуку природних альтернатив антибактеріальним засобам [4, 5]. Вивчення епідеміології, методів виявлення та клінічного лікування хвороб, спричинених бактеріями стійких до ліків, є важливим для моніторингу, діагностики за умов госпітальних та позалікарняних спалахів [6, 7].

Фаготерапія, альтернатива лікуванню бактеріальних інфекцій за допомогою бактеріофагів, існує вже понад 100 років. Впродовж останніх п'ятнадцяти років це лікування отримувало зростаючу підтримку від дослідників, які розглядали його як можливість лікування зростаючої резистентності [8, 9]. Однак розробка методу продовжується. Сучасні стратегії годівлі, засновані на використанні пробіотичних препаратів, спрямовані на зменшення колонізації або популяції патогенних бактерій в кишечнику тварин і збільшення кількості корисної мікрофлори, наприклад у поросят [10]. Водночас заборона на використання антибіотиків як стимуляторів росту тварин і обмежене їх застосування в профілактичних або лікувальних цілях при-

вело до збільшення використання пробіотичних препаратів в комбікормах [11,12].

Асортимент пробіотиків, доступних на ринку, зростає з кожним роком. Крім того, новостворені категорії пробіотиків відрізняються одна від одної за властивостями та способом дії. У країнах Європи, Азії та України пробіотики широко використовують як альтернативу антибіотикам у птахівництві, зокрема для вирощування курчат-бройлерів та подальшого виробництва м'ясних і забійних субпродуктів птиці. В організмі птиці застосування пробіотичних препаратів підвищує стимуляцію біосинтетичних процесів в травному тракті і покращує продуктивність – поліпшується збереження поголів'я, ріст птиці, скорочення терміну годівлі, збільшення маси тушок і субпродуктів, поліпшуються обмінні процеси в організмі курчат-бройлерів [13].

Пробіотик часто використовують як біологічно активну добавку до годівлі свиней, великої рогатої худоби та кролів з метою формування нормальної мікрофлори за захворювань шлунково-кишкового тракту, для стабілізації захисних сил організму, підвищення продуктивності та збереження поголів'я [13, 14]. Також застосування добавок у ранньовесняній годівлі бджолиних сімей сприяє підвищенню воскової активності бджіл та медопродуктивності й медозбору у весняно-літній період [15]. Зважаючи на те, що в Україні представлені комерційні лінійки комбінованих кормів з пробіотиками, що є переважно імпортованими та дороговартісними, вони рекомендовані до використання безпосередньо з лікувальною метою. Однак, варто зазначити, що немає наукових, статистично обґрунтованих даних, які б вказували на результати клінічних досліджень застосування пробіотиків українського виробництва, що можна використовувати факультативно, з метою підтримки у критичні періоди розвитку як добавки до основного раціону здорових цуценят. У зв'язку з цим нами було проведено дослідження впливу пробіотика як добавки до основного раціону на мікрофлору кишківника здорових цуценят.

Мета дослідження – вивчити вплив пробіотика на антибіотикорезистентність мікрофлори здорових цуценят до антибіотиків за різних дозувань препарату.

Матеріал та методи дослідження. Експеримент проводили в період жовтень – листопад на базі розплідника в м. Біла Церква, Україна. Дослідження проводили на собаках породи французький бульдог (n=15). Групи формували із собак однакових вікових

і вагових особливостей (цуценята у віці 3-х місяців, середня вага на початку дослідження – $4,13 \pm 0,2$ кг). Зважування і аналіз біохімічних показників проводили до початку експерименту і щотижня. Доза пробіотика на собаку була скоригована залежно від вихідного віку та ваги.

Пробіотик СУБТІФОРМ (ТУ У 10.9-30165603-027:2023, Україна) – препарат симбіотичної природи, що містить бактерії видів *Bacillus subtilis* та *Bacillus licheniformis* у кількості $2,5 \times 10^9$ КУО/г та наповнювач – суху молочну сироватку. Для собак дозування пробіотика СУБТІФОРМ в експериментальних групах ЕГ1 та ЕГ2 були наступними: 0,5 г і 2,0 г на 10 кг живої ваги відповідно. У контрольній групі пробіотики не застосовували. Тривалість дослідження – 28 діб. Впродовж дослідження тварини не вживали жодних антибіотиків.

Забір проб проводили під час сесії препаратом «Медісон» підшкірно, у кількості 0,3 мл на 10 кг живої ваги, фекалії збирали безпосередньо з анального отвору, у стерильних рукавичках та у стерильні контейнери, які відправляли впродовж 3-х годин до Контрольно-випробувальної лабораторії харчової та сільськогосподарської продукції Харківського обласного союзу споживачів (м. Харків) у холодильних установках. Маса кожного зразка становила 10 г.

Загальне мікробне число у зразках та наявність мікроорганізмів визначали за методичними рекомендаціями з бактеріологічного аналізу [16], зокрема за методом Кібрі-Бауера (диско-дифузним методом) з використанням стандартизованих дисків з антибіотиками API-20E-стріпів (bioMerieux, Франція) на середовищі Мюллер-Хінтога та метод Шукевича для оцінки наявності представників роду *Proteus* [17]. Культури, які формували різні зони росту діаметром 1–10 мм, вважалися слабочутливими, 10–20 мм – чутливими, а понад 20 мм – високочутливими. Відсутність зон затримки росту вказувало на резистентність кишкової палички до антибіотика. До-

датково проводили порівняльну оцінку зі стандартами EUCAST (версія 5.0, чинна з 09.01.2015) [11]. Ентеропатогенну кишкову паличку в 1 г визначали за ДСТУ 8680:2016 [18]. З метою виключення наявності збудників гострих кишкових інфекцій визначали рівень колонізації середовища ентерококами за загальними принципами та методичними вказівками ДСТУ 8534:2015 [19], а також рівень забрудненості диплококами визначали згідно з МВ ЧРДЛ 7.2-1/108 (Методичні вказівки по дослідженнях на пневмококову (диплококову) інфекцію тварин від 05.01.1984 р). Усі дослідження проводили відповідно до Загальних етичних принципів експериментів на тваринах, прийнятих Першим національним конгресом з біоетики (Київ, Україна) [21]. Статистичну обробку проводили за допомогою програмного забезпечення Statistics 6.0 та Microsoft Excel.

Результати дослідження. Попередній аналіз літературних джерел вказує на необхідність вивчення ефекту від застосування обраного нами препарату «СУБТІФОРМ», що позитивно позначилося на стимуляції біосинтетичних процесів у травному тракті тварин [13], однак відсутні публікації щодо досліджень, які б містили аналогічні дані за умов використання пробіотика як добавки до основного раціону для вигодовлі собак. У процесі вивчення впливу пробіотика на кишкову мікрофлору цуценят було встановлено, що застосування пробіотика мало значний вплив на рівень бактеріального забруднення зразків фекалій дослідних груп (табл. 1).

Бактеріологічне дослідження показало, що перед початком вживання пробіотика в трьох зразках були виявлені мікроорганізми роду *Proteus*, а збудників диплококової інфекції з матеріалу не виділено. Встановити наявність мікроорганізмів роду *Proteus* і виділити збудників диплококової інфекції в зразках, виділених на 4-й тиждень експерименту не вдалося. У всіх зразках встановлено наявність ентеропатогенної кишкової палички у концентрації, що не перевищувала норми.

Таблиця 1 – Вплив пробіотика на загальне мікробне число у зразках фекалій цуценят французького бульдога

Термін відбору проб	контрольна група	експериментальна група 1	експериментальна група 2
0 доба	$2,43 \times 10^8 \pm 0,12 \times 10^8$ КУО	$2,17 \times 10^8 \pm 0,11 \times 10^8$ КУО	$2,46 \times 10^8 \pm 0,12 \times 10^8$ КУО
28 доба	$2,48 \times 10^8 \pm 0,12 \times 10^8$ КУО	$*1,91 \times 10^8 \pm 0,09 \times 10^8$ КУО	$*2,15 \times 10^8 \pm 0,11 \times 10^8$ КУО

Примітки: * – різниця достовірна за $p \leq 0,05$; КУО – колонієутворювальна одиниця.

Встановлено, що навіть застосування дозування препарату обсягом 0,5 г/10 кг дозволило значно знизити кількість бактерій *E.coli* у зразках. Ефективність препарату в експериментальній групі за більш високої концентрації препарату (2,0 г/10 кг) в кормі була нижчою в порівнянні з показниками дослідної групи 1 на 4-му тижні дослідження. Незважаючи на це, показники обох груп ($1,91 \times 10^8$ та $2,15 \times 10^8$ КУО відповідно) були значно нижчими за значення $2,48 \times 10^8$ КУО, отримані в контрольній групі. Це може свідчити про відсутність накопичувального ефекту від застосування пробіотиків як біологічної добавки до основного раціону собак.

Отже, перспектива використання пробіотика як допоміжного компонента до основного раціону під час вигодовування молодняку може стати об'єктом більш детальних подальших досліджень.

Варто зазначити, що отримані результати щодо впливу вживання цуценятами пробіотика на чисельність *E.coli* у зразках, стало підставою вивчення впливу пробіотиків на показники резистентності культур кишкової палички, виділених з фекалій цуценят. У зв'язку з цим було досліджено вплив пробіотиків на чутливість культур *E.coli* до антибіотиків (табл. 2)

нянні зі значеннями наведеними у стандарті EUCAST (17–23 мм) [11]. Отримані нами дані щодо діаметрів зон росту за дії хлорамфеніколу (від 23,80 до 26,60 мм) відповідають зазначеним у стандарті (21–27 мм) [11]. Враховуючи результати статистичного та порівняльного аналізу граничних значень рекомендованих стандартом для інтерпретації даних, застосування обраного пробіотика може стати досить ефективним прийомом у подоланні зростаючої проблеми резистентності. Варто зазначити, що стандарт EUCAST не містить значень оцінки для інших антибіотиків такі як азитроміцин та енрофлоксацин, зони затримки росту яких були достовірно вищими у групах, що отримували пробіотик у порівнянні з контрольною групою.

Обговорення. Важливе значення мають показники чутливості кишкової палички до антибіотиків фторхінолонового ряду (левофлоксацину, норфлоксацину та енрофлоксацину), оскільки питання про розвиток резистентності до них стоїть досить гостро, адже це явище розвивається стрімко. Чутливість культур до дії представника нітрофуранів, нітрофурантоїну, була достовірно вищою в експериментальній групі 2 на початку дослідження, однак ці показники значно знижувалися після тривалого застосування пробіотика.

Таблиця 2 – Чутливість культур *E.coli* до антибіотиків ($p \leq 0,05$)

Назва антибіотика	Діаметр зон затримки росту навколо дисків з антибіотиками, мм					
	до			через 28 діб		
	контрольна група	експериментальна група 1	експериментальна група 2	контрольна група	експериментальна група 1	експериментальна група 2
Левовфлоксацин	24,00±1,20	24,20±1,21	*20,80±1,04	21,80±1,09	*16,60±0,83	*24,0±1,20
Норфлоксацин	24,00±1,20	24,00±1,20	25,00±1,25	25,40±1,27	*21,20±1,06	25,00±1,25
Офлоксацин	24,60±1,23	25,40±1,27	25,60±1,28	24,60±1,23	24,80±1,24	25,00±1,25
Нітрофурантоїн	22,00±1,10	23,80±1,19	*26,60±1,33	26,80±1,34	*20,00±1,0	*20,00±1,0
Азитроміцин	23,80±1,19	24,40±1,22	25,20±1,26	26,00±1,30	*21,20±1,06	*20,00±1,0
Хлорамфенікол	23,80±1,19	*26,60±1,33	24,40±1,22	23,80±1,19	25,80±1,29	25,00±1,25
Енрофлоксацин	2,20±0,11	*2,00±0,10	* -	-	*18,00±0,90	-

Примітка: * – різниця достовірна при $p \leq 0,05$.

Встановлені значні відмінності показників чутливості до антибіотиків культур кишкової палички, виділених з кишечника цуценят на початку дослідження та через 28 діб прийому пробіотика. У Таблиці 2 наведені дані щодо аналізу змін чутливості кишкової палички до 7 антибіотиків, діаметри зон росту яких були найбільшими. Отримані значення діапазонів коливань діаметрів зон росту лежали у діапазоні 20,00–26,80 мм за дії нітрофурантоїну, що суттєво вище у порів-

Це підтверджують і результати інших вчених, які використовували мультиштамовий пробіотик для лікування наслідків і симптомів гастроентериту, де поліпшення настало вже на 7-му добу використання препарату [6, 23]. Аналогічний ефект був продемонстрований В. Нап та іншими щодо лактобактерій, які можуть бути хорошим вибором для покращення здоров'я і функцій кишечника та імунних властивостей кішок, пов'язаних з ліпідним механізмом кішок [24]. Вплив прийом-

му пробіотика на чутливість окремих культур до хлорамфеніколу, що має бактеріостатичну дію, був аналогічним, хоча і характеризується швидким розвитком резистентності патогенних мікроорганізмів до нього, зокрема через природне походження антибіотика.

Відомо, що застосування пробіотиків дозволяє провести лікування хворих осіб більш якісним, безпечним та економічно вигідним способом [20–23]. Це підтверджують аналогічні дослідження українських вчених, зокрема, використання пробіотичних препаратів у складі гранульованого комбікорму сприяє підвищенню продуктивності молодняку свиней, зниженню витрат на корм на 0,15–0,25 енергетичних кормових одиниць [24, 25]. Аналогічні результати були отримані іншими вченими [26, 27].

В результаті дослідження значно підвищилася чутливість до антибіотичних препаратів: азитроміцину. Підвищена чутливість до нього пов'язана з місцем адсорбції макролідів і, відповідно, синергічним ефектом антибіотика з симбіотичним пробіотиком. Зазначимо, що чутливість кишкової палички залишалася високою під дією антибіотиків у 71,42 % випадків. Отже, застосування пробіотиків сприяло формуванню у цуценят досить високих показників резистентності, навіть впродовж короткого періоду використання показник покращився на 14,27 %.

Висновки. Застосування пробіотика Субтіформ[®] впродовж 28 діб для цуценят французького бульдога, значно підвищувало показники чутливості культури кишкової палички до антибіотиків азитроміцину, а також нітрофурантоїну та хлорамфеніколу (згідно зі стандартами EUCAST). На нашу думку, це пов'язано з синергізмом дії пробіотичних та антибактеріальних речовин, однак це питання потребує подальших досліджень в аспекті взаємодії. Відомо, що застосування пробіотиків дає змогу зробити лікування хворих особин більш якісним, безпечним та економічно вигідним. Крім того, такий вплив на мікробіологічні показники забезпечує зниження мікробіологічного забруднення навіть впродовж короткого періоду використання добавки. Водночас, показники чутливості культур, підібраних бактеріологічними методами дослідження є досить важливим у світовій стратегії контролювання виникнення антибіотикорезистентності у патогенних мікроорганізмів. Зниження рівня забруднення фекалій є необхідною умовою для зниження ймовірності формування більш стійкого імунітету і власної кишкової мікробіоти. Це також дозволяє знизити потенційно небезпечні ризики для

здоров'я людей, інших тварин і навколишнього середовища. Такі особливості дії досліджуваного пробіотика становитимуть значний інтерес для фахівців розплідників Кінологічної служби України та структур, де благополуччя тварин є не лише загальноприйнятим напрямом роботи, а й основою національної безпеки країни. Подібні дослідження свідчать про вплив пробіотиків на обмінні процеси, збільшення маси тіла, біохімічні показники, що дає підстави для подальших досліджень.

Перспективи подальших досліджень. Зважаючи на сучасні результати аналогічних досліджень препарату на поголів'ї птиці та дані щодо поліпшення біосинтетичних процесів у травному тракті, показників продуктивності птиці, а також збільшення ваги особин та інтенсивності обмінних процесів в організмі, існує значна перспектива подальших досліджень у цьому напрямку, зокрема більш детального вивчення питання використання пробіотикотерапії у здорових цуценят. Перспективним є також вивчення біохімічних та морфологічних показників крові у дослідних цуценят. Дослідження може стати корисним для ветеринарів, науковців та працівників розплідників Кінологічної Співки України, Кінологічної служби ЗСУ та інших силових структур, що безпосередньо утримують службових собак.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження проводили із дотриманням вимог Закону України № 3447 – IV від 21.02.06 р. «Про захист тварин від жорстокого поводження» та відповідно до основних принципів «Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986), декларації «Про гуманне ставлення до тварин» (Гельсінкі, 2000) і Національного конгресу з біоетики «Загальні етичні принципи експериментів на тваринах» (Київ, 2001). Факт безпечності проведеного дослідження та відсутності шкоди для дослідних тварин-компаньонів зафіксовано протоколом № 1 від 19.05.2025 року. Проект виконання представлених досліджень схвалено Етичним комітетом ВНАУ.

Подяка. Автори висловлюють вдячність Лабораторії контролю та випробувань харчової та сільськогосподарської продукції Харківського обласного союзу споживачів (м. Харків), СП «ЯЦЕНКО Оксані Сергіївні» (м. Біла Церква) та особисто Яценко Оксані Сергіївні за надану можливість проведення наукових досліджень.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Antimicrobial Resistance: A Growing Serious Threat for Global Public Health / M.A. Salam et al. *Healthcare*. 2023. 11 (13). 1946 p. DOI:10.3390/healthcare11131946
2. Saha M., Sarkar A. Review on Multiple Facets of Drug Resistance: A Rising Challenge in the 21st Century. *J. Xenobiotics*. 2021. 11. P. 197–214. DOI:10.3390/jox11040013
3. Вплив *Bacillus subtilis* на поросят при відлученні / О.І. Шкромада та ін. Вісник Сумського національного аграрного університету. 2022. 1 (56). P. 51–57. DOI:10.32845/bsnau.vet.2022.1
4. Current Treatment Strategies Against Multidrug-Resistant Bacteria: A Review / A. Parmanik et al. *Curr. Microbiol.* 2022. 79. 388 p. DOI:10.1007/s00284-022-03061-7
5. Zhu Y., Huang W.E., Yang Q. Clinical perspective of antimicrobial resistance in bacteria. *Infect. Drug Resist.* 2022. 15. P. 735–746. DOI:10.2147/IDR.S345574
6. Brives C., Pourraz J. Phage therapy as a potential solution in the fight against AMR: Obstacles and possible futures. *Palgrave Commun.* 2020. 6. 100 p. DOI:10.1057/s41599-020-0478-4
7. WHO Regional Office for Europe & European Center for Disease Prevention and Control. WHO Regional Office for Europe and European Center for Disease Prevention and Control. Surveillance of antimicrobial resistance in Europe, 2022 data: executive summary. World Health Organization. Regional Office for Europe. 2023. URL: <https://iris.who.int/handle/10665/374172>
8. A multi-strain probiotic promoted recovery of puppies from gastroenteritis in a randomized, double-blind, placebo-controlled study / R.A. Molina et al. *Can Vet J.* 2023. 64 (7). P. 666–673. PMID: 37397694
9. Van Camp P.J., Haslam D.B., Porollo A. Prediction of antimicrobial resistance in gram-negative bacteria from whole-genome sequencing data. *Front. Microbiol.* 2020. 11. 1013 p. DOI:10.3389/fmicb.2020.01013
10. Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* promotes the growth and gut health of weaned piglets / Zh. Tian et al. *Frontiers in Veterinary Science*. 2021. 7 p. DOI:10.3389/fvets.2020.600772
11. EUCAST disk diffusion antimicrobial susceptibility testing method summary. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. URL: www.eucast.org
12. Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects / T.M. Uddin et al. *J. Infect. Public Health*. 2021. 14. P. 1750–1766. DOI:10.1016/j.jiph.2021.10.020
13. Bohatko A.F. Effect of probiotic supplement SUBTIFORM on welfare and performance of broiler chickens: collection of materials of conferences on veterinary medicine, Scientific and Methodological Center of VFPO. Kyiv, 2023. P. 74–80. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/9263>
14. Dietary *Paenibacillus polymyxa* AM20 as a new probiotic: Improving effects on IR broiler growth performance, hepatosomatic index, thyroid hormones, lipid profile, immune response, antioxidant parameters, and caecal microorganisms / L. Zhou et al. *Poultry Sciences*. 2023. 103 (2). 103239 p. DOI:10.1016/j.psj.2023.103239.
15. Effect of organic acids and probiotics on growth of *Apis mellifera* Workers / A. Hasan et al. *Pakistan Journal of Zoology*. 2022. 54 (6). P. 2577–2583. DOI:10.17582/journal.pjz/20210803100802
16. Методичні рекомендації «Визначення чутливості мікроорганізмів до антибактеріальних препаратів» / Т.О. Гаркавенко та ін. Київ: ДНДІДВСЕ, 2015.
17. ISO 30518-972006. Харчові продукти. Методи виявлення та визначення чисельності бактерій колиформної групи (*Coliform bacteria*). Київ: ДСТУ України, 2001.
18. ДСТУ 8680:2016. Національний стандарт України. Наказ № 238 «Про прийняття національних нормативних документів України та внесення змін до національного стандарту». (серпень 2016 року). URL: <http://www.ukrindnc.org.ua>
19. ДСТУ 8534:2015. Національний стандарт України. Харчові продукти. Метод виявлення і визначення чисельності ентерококів. Київ: УкрНДНЦ, 2016. URL: <http://www.ukrindnc.org.ua>
20. Nunan C. Antibiotic use in farm animals. In *The Meat Crisis*. London: Routledge, 2017. P. 228–239. DOI:10.4324/9781315562032-14
21. Резніков О.Г. Загальні етичні принципи експериментів на тваринах. Перший Національний конгрес з біоетики. Ендокринологія. 2003. 8 (1). С. 142–145. URL: <https://endokrynologia.com.ua/index.php/journal/issue/view/59/65>
22. Пентилюк С.І. Сучасні кормові біопрепарати. Тваринництво України. 2006. 6. P. 25–27.
23. Гуцол А.В., Дмитрук І.В., Дмитрук Л.І. Продуктивність молодняку свиней при використанні пробіотичних препаратів у складі гранульованого комбікорму. Корми та кормовиробництво. 2023. 96. С. 172–179. DOI:10.31073/kormo_vyrobnytstvo202396-16 11
24. Yue S., Li Z., Hu F., Picimbon J.F. Curing piglets from diarrhea and preparation of a healthy microbiome with *Bacillus* treatment for industrial animal breeding. *Scientific reports*. 2020. 10 (1). 19476 p. DOI:10.1038/s41598-020-75207-1
25. WHO. Global Action Plan on Antibiotic Resistance. URL: <https://www.emro.who.int/health-topics/drug-resistance/global-action-plan.html>
26. Markowiak P., Śliżewska K. Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. *Nutrients*. 2017. 9 (9). 1021 p. DOI:10.3390/nu9091021
27. The Effect of *Lactobacillus plantarum* on the Fecal Microbiota, Short Chain Fatty Acids, Odorous Substances, and Blood Biochemical Indices of Cats / B. Han et al. *Microorganisms*. 2024. 12 (1). 91 p. DOI:10.3390/microorganisms12010091.

REFERENCES

1. Salam, M.A., Al-Amin, M.Y., Salam, M.T. (2023). Antimicrobial Resistance: A Growing Serious Threat for Global Public Health. *Healthcare*. 11 (13), 1946 p. DOI:10.3390/healthcare 11131946
2. Saha, M., Sarkar, A. (2021). Review on Multiple Facets of Drug Resistance: A Rising Challenge in the 21st Century. *J. Xenobiotics*, 11, pp. 197–214. DOI:10.3390/jox11040013
3. Shkromada, O.I., Fotina, T.I., Fotina, G.A. (2022). Vplyv *Bacillus subtilis* na porosjat pry vidluchenni [The effect of *Bacillus subtilis* on piglets at weaning]. *Visnyk Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universytetu* [Bulletin of the Sumy National Agrarian University], 1 (56), pp. 51–57. DOI:10.32845/bsnau.vet.2022.1 (in Ukrainian).
4. Parmanik, A., Das, S., Kar, B. (2022). Current Treatment Strategies Against Multidrug-Resistant Bacteria: A Review. *Curr. Microbiol.* 79, 388 p. DOI:10.1007/s00284-022-03061-7
5. Zhu, Y., Huang, W.E., Yang, Q. (2022). Clinical perspective of antimicrobial resistance in bacteria. *Infect. Drug Resist.* 15, pp. 735–746. DOI:10.2147/IDR.S345574
6. Brives, C., Pourraz, J. (2020). Phage therapy as a potential solution in the fight against AMR: Obstacles and possible futures. *Palgrave Commun.* 6, 100 p. DOI:10.1057/s41599-020-0478-4
7. WHO Regional Office for Europe & European Center for Disease Prevention and Control. (2023). Surveillance of antimicrobial resistance in Europe, 2022 data: executive summary. World Health Organization. Regional Office for Europe. Available at: <https://iris.who.int/handle/10665/374172>
8. Molina, R.A., Villar, M.D., Miranda, M.H. (2023). A multi-strain probiotic promoted recovery of puppies from gastroenteritis in a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Can Vet J.*, 64 (7), pp. 666–673. PMID: 37397694
9. Van, Camp P.J., Haslam, D.B., Porollo, A. (2020). Prediction of antimicrobial resistance in gram-negative bacteria from whole-genome sequencing data. *Front. Microbiol.* 11, 1013 p. DOI:10.3389/fmicb.2020.01013
10. Tian, Zh., Wang, X., Duan, Y. (2021). Dietary supplementation with *Bacillus subtilis* promotes the growth and gut health of weaned piglets. *Frontiers in Veterinary Science*. 7. DOI:10.3389/fvets.2020.600772
11. EUCAST disk diffusion antimicrobial susceptibility testing method summary. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing. Available at: www.eucast.org
12. Uddin, T.M., Chakraborty, A.J., Khusro, A. (2021). Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *J. Infect. Public Health.*, 14, pp. 1750–1766. DOI:10.1016/j.jiph.2021.10.020
13. Bohatko, A.F. (2023). Effect of probiotic supplement SUBTIFORM on welfare and performance of broiler chickens: collection of materials of conferences on veterinary medicine, Scientific and Methodological Center of VFPO. Kyiv, pp. 74–80. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/9263>
14. Zhou, L., Abouelezz, K., Momenah, M.A. (2023). Dietary *Paenibacillus polymyxa* AM20 as a new probiotic: Improving effects on IR broiler growth performance, hepatosomatic index, thyroid hormones, lipid profile, immune response, antioxidant parameters, and caecal microorganisms. *Poultry Sciences*, 103 (2), 103239 p. DOI:10.1016/j.psj.2023.103239.
15. Hasan, A., Qazi, J., Muzaffer, N. (2022). Effect of organic acids and probiotics on growth of *Apis mellifera* Workers. *Pakistan Journal of Zoology*, 54 (6), pp. 2577–2583. DOI:10.17582/journal.pjz/20210803100802
16. Garkavenko, T.O., Nevolmo, O.M., Kozytska, T.G. (2015). Metodichni rekomendacii «Vyznachennja chutlyvosti mikroorganizmiv do antybakterial'nyh preparativ» [Methodological recommendations “Determination of the sensitivity of microorganisms to antibacterial drugs”]. Kyiv: DNDILD-VSE. (in Ukrainian).
17. ISO 30518-972006. Harchovi produkty. Metody vyjavlennja ta vyznachennja chysel'nosti bakterij koliformnoi' grupy (*Coliform bacteria*) [ISO 30518-972006. Food products. Methods for detecting and determining the number of coliform bacteria (*Coliform bacteria*)]. Kyiv: DSTU of Ukraine, 2001. (in Ukrainian).
18. DSTU 8680:2016. Nacional'nyj standart Ukrai'ny. Nakaz № 238 «Pro pryjnjattja nacional'nyh normatyvnyh dokumentiv Ukrai'ny ta vnesennja zmin do nacional'nogo standartu». (serpen' 2016 roku) [DSTU 8680:2016. National standard of Ukraine. Order No. 238 “On adoption of national regulatory documents of Ukraine and amendments to the national standard.” (August 2016)]. Available at: <http://www.ukrindnc.org.ua> (in Ukrainian).
19. DSTU 8534:2015. Nacional'nyj standart Ukrai'ny. Harchovi produkty. Metod vyjavlennja i vyznachennja chysel'nosti enterokokiv [DSTU 8534:2015. National Standard of Ukraine. Food products. Method for detection and determination of the number of enterococci]. Kyiv: UkrNDNTS, 2016. Available at: <http://www.ukrindnc.org.ua> (in Ukrainian).
20. Nunan, C. (2017). Antibiotic use in farm animals. In *The Meat Crisis*. London: Routledge, pp. 228–239. DOI:10.4324/9781315562032-14
21. Reznikov, O.G. (2003). Zagal'ni etychni pryncypy eksperymentiv na tvarynah [General ethical principles of animal experiments]. *Pershyj Nacional'nyj kongres z bioetyky* [First National Congress on Bioethics]. *Endokrynologija* [Endocrinology], 8 (1), pp. 142–145. Available at: <https://endokrynologija.com.ua/index.php/journal/issue/view/59/65> (in Ukrainian).
22. Pentylyuk, S.I. (2006). Suchasni kormovi biopreparaty [Modern feed biological products]. *Tvarynnystvo Ukrai'ny* [Livestock breeding of Ukraine]. 6, pp. 25–27. (in Ukrainian).
23. Gutsol, A.V., Dmytruk, I.V., Dmytruk, L.I. (2023). Produktivnist' molodnjaku svynej pry vyko-

rystanni probiotychnyh preparativ u skladi granul'ovanogo kombikormu [Productivity of young pigs when using probiotic preparations in the composition of granulated feed]. Kormy ta kormovyrobnytvo [Feed and feed production]. 96, pp. 172–179. DOI:10.31073/kormovyrobnytstvo 202396-16 11 (in Ukrainian).

24. Yue, S., Li, Z., Hu, F., Picimbon, J.F. (2020). Curing piglets from diarrhea and preparation of a healthy microbiome with *Bacillus* treatment for industrial animal breeding. Scientific reports. 10 (1), 19476 p. DOI:10.1038/s41598-020-75207-1

25. WHO. Global Action Plan on Antibiotic Resistance. Available at: <https://www.emro.who.int/health-topics/drug-resistance/global-action-plan.html>

26. Markowiak, P., Śliżewska, K. (2017). Effects of probiotics, prebiotics, and synbiotics on human health. Nutrients. 9 (9), 1021 p. DOI:10.3390/nu9091021

27. Han, B., Liang, S., Sun, J. (2024). The Effect of *Lactobacillus plantarum* on the Fecal Microbiota, Short Chain Fatty Acids, Odorous Substances, and Blood Biochemical Indices of Cats. Microorganisms. 12 (1), 91 p. DOI:10.3390/microorganisms12010091.

Use of the probiotic feed supplement “Subtiform” in feeding puppies

Sokolenko S., Farionik T.

Usually, antibiotic resistance of microorganisms occurs as a result of long-term treatment and prophylactic use of antibiotics. Environmental exposure to puppies' food base also contributes to the development of antibiotic resistance. It is imperative to investigate the sensitivity of cultures to antibiotics

during isolation in order to determine their resistance and provide recommendations for the use of specific drugs.

The purpose of the study was to determine the sensitivity of *E. coli* to antibiotics, as well as the overall bacteriological contamination in the fecal samples of two experimental groups of puppies treated with the probiotic preparation in their main diet. To achieve the goal, generally accepted clinical, microbiological and bacteriological research methods were used, in particular, the disco-diffuse method using standardized antibiotic discs manufactured by ASPECT LLC (Ukraine) to assess antibiotic resistance to antibiotic resistance on the Müller-Hintot medium using API-20E-strips (bioMerieux, France) according to the Kibri-Bauer method (disco-diffuse method). In a study of the probiotic effect on the intestinal microflora of puppies, it was found that the use of a probiotic had a significant effect on bacterial contamination of fecal samples of experimental groups of puppies. *E. coli* cultures were tested for sensitivity to 7 antibiotics. Due to the size of the zones of growth retardation of microorganisms, it was possible to determine the sensitivity of the culture to each antibiotic. The results of the study show that the cultures were extremely sensitive to azithromycin as well as nitrofurantoin and chloramphenicol (according to EUCAST standards). The addition of probiotic symbiotic preparations *Bacillus subtilis* and *Bacillus licheniformis* to the diet of dogs improved the intestinal microflora in 71.42% of combinations of conditions and antibacterial substance.

Keywords: resistance, *Escherichia coli*, bacterial susceptibility, bacterial contamination, antibiotics, probiotic, dogs.



Copyright: Соколенко С.В., Фаріонік Т.В. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Соколенко С.В.

Фаріонік Т.В.

<https://orcid.org/0000-0002-4241-2818>

<https://orcid.org/0000-0002-0706-2445>

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 619:616.98:579.834.114:636.4

Клініко-епізоотологічна характеристика спалаху дизентерії свиней у промисловому господарстві

Тирсін Р.В.² , Царенко Т.М.¹ , Білик С.В.¹ ,
Гончаренко В.П.¹ , Савченко М.О.¹ , Шевченко М.В.¹ ,
Пантелесенко О.В.¹ , Довгаль О.В.¹ 

¹ Білоцерківський національний аграрний університет² Лікар ветеринарної медицини dep.epizootology@btsau.edu.ua

Тирсін Р.В., Царенко Т.М., Білик С.В., Гончаренко В.П., Савченко М.О., Шевченко М.В., Пантелесенко О.В., Довгаль О.В. Клініко-епізоотологічна характеристика спалаху дизентерії свиней у промисловому господарстві. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 87–98.

Tyrsin R., Tsarenko T., Bilyk S., Goncharenko V., Savchenyuk M., Shevchenko M., Panteleenko O., Dovgal O. Clinical and epizootological characteristics of an outbreak of swine dysentery in an industrial farm. *Nauk. visn. vet. med.*, 2025. № 2. PP. 87–98.

Рукопис отримано: 14.09.2025 р.

Прийнято: 27.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-87-98

У статті наведено комплексну епізоотологічну, клініко-патологічну та молекулярну оцінку спалаху дизентерії свиней у приватному господарстві України з визначенням джерел занесення збудника, перебігу хвороби та ефективності лікувально-профілактичних заходів. Дослідження проведено в приватному свинарському господарстві (186 свиноматок, 4 кнури) впродовж жовтня-листопада 2015 року під час спалаху дизентерії. Епізоотологічне розслідування виконано відповідно до принципів STROBE-Vet Statement як описове поперечне дослідження з елементами когортного аналізу. Діагностика включала епізоотологічний аналіз, клінічне обстеження, патолого-анатомічний розтин (n=6) та молекулярну діагностику методом ПЛР (n=40 зразків фекалій). Спалах виник унаслідок завезення двох партій ремонтного молодняку (20 та 40 голів) з племінних господарств України. Серед завезених тварин захворюваність становила 100 % з летальністю 15 %, тимчасом у основного стада летальність була нульовою через наявність попереднього імунітету. Кумулятивна інцидентність досягла 57 %, коефіцієнт інцидентності становив 0,18 випадків на тварину-день. ПЛР-діагностика виявила *B. hyodysenteriae* у 100 % зразків від завезених свиней та 70 % від власного поголів'я. Патолого-анатомічні зміни характеризувалися слизово-геморагічним тифлоколітом за гострої форми та дифтеритично-некротизуючим колітом за підгострої форми. Застосування тіаμουліну та лінкоміцину у поєднанні з ветеринарно-санітарними заходами забезпечило одужання більшості тварин та локалізацію спалаху. Дослідження підтвердило значення завезення ремонтного молодняку як основного чинника ризику занесення дизентерії свиней. Своєчасна діагностика на основі комплексного аналізу епізоотологічних, клінічних, патолого-анатомічних даних та молекулярного підтвердження дозволила запровадити ефективні протиепізоотичні заходи та мінімізувати економічні втрати господарства.

Ключові слова: дизентерія свиней, *Brachyspira hyodysenteriae*, епізоотологія, спалах, ремонтний молодняк, ПЛР-діагностика, патолого-анатомічні зміни, тіамулін.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Дизентерія свиней – інфекційне захворювання, що уражує різновікові групи свиней і зумовлюється бактерією *Brachyspira hyodysenteriae*. Захворювання супроводжується ураженням кишківника, унаслідок чого спостерігається зниження продуктивності, збільшення конверсії корму та втрати, пов'язані із загибеллю свиней [1].

У свиней *Brachyspira hyodysenteriae* колонізує товстий кишечник. Патоген має виражений хемотаксис до муцинів свиней, що забезпечує його глибоке проникнення в крипти товстої кишки, де він порушує організацію слизового шару та змінює схеми глікозилювання. Геномний аналіз виявив 15 протеаз і 6 гемолізинів, відповідальних за деградацію мембран клітин господаря, а також 84 гени, пов'язані з системами хемотаксису та рухливості [2].

Бактерія провокує зміни у складі муцину, включаючи підвищену експресію α -зв'язаної L-фукози, просторовий перерозподіл GlcNAc, зменшення вмісту сілової кислоти та *de novo* експресію муцину MUC5AC, якого зазвичай немає у здоровій товстій кишці. Ці молекулярні зміни зумовлюють розвиток характерної мукогеморагічної діареї через порушення функції кишкового бар'єру та активацію запального каскаду [2].

Спалахи дизентерії свиней призводять до значних економічних збитків у розвинених країнах світу. За даними шведських досліджень, щорічні збитки становлять 133 євро на кожну уражену свиноматку, з яких 55 євро припадає на тривале вирощування і 78 євро – на 3 % смертність [3]. У Великобританії втрати коливаються від 4 до 10 фунтів стерлінгів на кожну заражену свиню через знижену швидкість росту. Історичні оцінки збитків від дизентерії свиней у США на 1994 р. досягали 115 мільйонів доларів втрат для всієї галузі свиноводства [4].

Рівень інфікування у інтактних стадах може досягати надзвичайно високих показників. Німецьке дослідження, що порівнювало ізоляти зі здорових репродуктивних стад із клінічними випадками, показало, що штами з племінних господарств спочатку часто мають нижчий потенціал вірулентності, але можуть спричинювати захворювання в умовах виробничих стресів [5].

Хронічне носійство *Brachyspira hyodysenteriae* є серйозною епідеміологічною проблемою, оскільки інфіковані свині здатні передавати збудника щонайменше впродовж 90 діб після клінічного одужан-

ня. Шведський епідемічний нагляд задокументував 25 стад зі спалахами дизентерії впродовж 2016–2019 рр., причому 9 стад залишалися позитивними до 2020 р., незважаючи на інтенсивні заходи контролю, що демонструє стійкість патогену навіть у розвинених ветеринарних системах [6].

Занесення захворювання відбувається переважно через субклінічно заражене племінне поголів'я. Card et al. (2018) документували еволюцію антимікробної резистентності впродовж двох місяців після первинного занесення чутливого штаму до тіамуліну [4].

Клінічні прояви дизентерії свиней мають чіткі вікові закономірності та відмінності у тяжкості захворювання. Початкова стадія зазвичай характеризується сірувато-коричневим рідким калом, який впродовж 24 годин прогресує до характерної мукогеморагічної діареї зі специфічним запахом. Уражені свині втрачають масу тіла, зокрема встановлено, експериментально заражені тварини втрачають 611 ± 392 г щоденно під час гострих фаз захворювання [7].

Вік тварини суттєво впливає на прояви та наслідки захворювання. Хвороба рідко проявляється у поросят молодше 3 тижнів, найчастіше уражує свиней на відгодівлі у віці 8–9 тижнів та рідко зумовлює клінічні ознаки у дорослих свиноматок, якщо вони не стикаються зі збудником вперше. У популяціях наївних відлучених поросят захворюваність наближається до 90 % зі смертністю до 30 %, тимчасом свиноматки зазвичай залишаються безсимптомними носіями [8, 9]. Показники летальності різко відрізняються між гострими та підгострими проявами. За гострого перебігу захворювання може спричинити 50–90 % смертність у нелікованих популяціях [7].

У гуртах свиней збудник дизентерії здатен зберігатися серед маточного поголів'я свиней, де спостерігається прихована форма перебігу інфекції. Такі свиноматки набувають стійкості до хвороби, проте виділяють патоген у довкілля з фекаліями. Саме в межах таких свиноферм відбувається циркуляція патогену від свиноматок через фекалії до неінфікованого збудником поголів'я свиней [10].

У збереженні збудника дизентерії, окрім свиней, важливу роль відіграють синантропні види: миші, пацюки, птахи, собаки та мухи, в організмі яких збудник здатен виживати тривалий проміжок часу [11–13]. Досить часто саме зазначені біологічні об'єкти стають джерелом патогену для щойно сформованих гуртів свиней [13].

Гостра дизентерія свиней створює характерні патолого-анатомічні зміни, переважно обмежені товстою кишкою. Макроскопічні ураження включають мукогеморагічний тифлоколіт з варіабельним потовщенням слизової оболонки. Мікроскопічне дослідження виявляє повну втрату епітелію зі значним некрозом, що охоплює множинні крипти, та рясну нейтрофілну інфільтрацію. За підгострої форми розвивається характерний дифтеритично-некротичний коліт, що характеризується утворенням псевдомембран з фібринових відкладень на поверхнях слизової оболонки [14].

Для лікування найбільш широко використовуваним залишається тіамулін, завдяки доведеній ефективності. Рекомендовані протоколи дозування передбачають застосування 3,5 мг тіамулін гідрогенфумарату на фунт (близько 0,45 кг) маси тіла впродовж п'яти діб [4].

Глобальні патерни резистентності демонструють тривожні тенденції – європейські ізоляти показують на рівні 10–15 % резистентності, тимчасом італійські дослідження повідомляють про понад 50 % ізолятів, резистентних до тіамуліну та валнемуліну [4]. Нові механізми резистентності продовжують з'являтися, включаючи нещодавно ідентифікований ген *tva(A)*, що зумовлює розвиток резистентності до плевомутилінів вищого рівня [15].

Як описав E. Burrough et al. (2017), показовий випадок на відгодівельному господарстві на 1000 голів, де впродовж двотижневого періоду відмічали смертність на рівні 15 %. Комплексна діагностика включала оцінку епізоотичної ситуації (зокрема, зміну раціону на корм із підвищеним умістом клітковини), клінічне обстеження, яке виявило характерну діарею, патолого-анатомічні дослідження, що показали значний набряк товстої кишки та наявність фібринонекротичного ексудату, а також лабораторне підтвердження через бактеріологічне виділення культури та ідентифікацію виду за допомогою полімеразної ланцюгової реакції. Сукупність отриманих даних дала змогу призначити цілеспрямоване лікування тіамуліном, що забезпечило успішне клінічне одужання тварин впродовж семи діб [14].

Для діагностики дизентерії свиней традиційне бактеріологічне культивування й надалі вважається «золотим стандартом», хоча воно має низку суттєвих практичних обмежень. У дослідженні S. Hartnack et al. (2014) було продемонстровано, що чутливість цього методу становить 88,6 %. Водночас автори за-

значили його високу трудомісткість, значні фінансові витрати, а також зниження ефективності у випадках попереднього застосування антимікробних препаратів [16].

До сучасних діагностичних викликів належать виявлення нових видів *Brachyspira* (*B. hampsonii*, *B. suanatina*) [17, 18], зростання резистентності до антимікробних препаратів, що зумовлює необхідність рутинного тестування на чутливість, встановлення випадків субклінічної інфекції, а також діагностика полімікробних коінфекцій, які потребують застосування комплексних панелей для ідентифікації збудників. У сучасній лабораторній практиці дедалі ширше використовують мас-спектрометрію MALDI-TOF для швидкої ідентифікації видів, повногеномне секвенування для епізоотологічних досліджень та мультиплексні ПЛР-системи для одночасного виявлення кількох патогенів [19].

Недавні дослідження показують, що ключовим для розуміння епізоотичного процесу за дизентерії є ранній моніторинг інфікованих тварин. Зокрема, L. Pérez-Pérez et al. (2024) продемонстрували, що позитивні результати кількісного ПЛР на *B. hyodysenteriae* з'являються у фекаліях за 0–3 доби, ще до розвитку класичних клінічних ознак (кров'янисто-слизової діареї). Крім того, макроскопічні ураження товстої кишки та гістологічні зміни можуть виявлятися вже на цьому доклінічному етапі, коли симптоми ще неочевидні. Це підтверджує, що лише інтеграція епізоотологічного спостереження, лабораторних методів і клінічного аналізу дозволяє своєчасно виявити хворобу та запобігти її поширенню в стаді [20].

Мега дослідження полягала у комплексній епізоотологічній, клініко-патологічній та молекулярній оцінці спалаху дизентерії свиней у приватному господарстві України з визначенням джерел занесення збудника, перебігу хвороби та ефективності лікувально-профілактичних заходів.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проведено в приватному свинарському господарстві, розташованому в Україні з поголів'ям 186 свиноматок і 4 племінних кнурів.

Період дослідження охоплював жовтень-листопад 2015 р., під час спалаху дизентерії, що виник унаслідок завезення ремонтного молодняку двома партіями (20 та 40 голів) із племінних господарств центрального та південного регіонів України.

Епізоотичне розслідування проведено відповідно до принципів STROBE-Vet

Statement як описове поперечне дослідження з елементами когортного аналізу. Дизайн дослідження включав комплексну оцінку епізоотологічних даних, клінічного обстеження тварин, патолого-анатомічного розтину та молекулярної діагностики. Критеріями включення були всі свині господарства, незалежно від віку та статі, що перебували на фермі під час спалаху. Критеріями виключення слугували тварини з неповною документацією або недоступні для обстеження [21].

Збір даних здійснювали за допомогою щоденного моніторингу клінічного стану тварин, документування випадків захворювання та летальності, аналізу ветеринарної документації та анкетування персоналу господарства. Визначення випадків базувалося на наявності характерних клінічних ознак дизентерії, включаючи криваву або водянисту діарею з домішками слизу. Основними змінними дослідження були віковий статус тварин, походження (завезені або власні), тип утримання та клінічна форма перебігу захворювання.

Розрахунок епідемічних показників проводили за стандартними формулами. Превалентність розраховували як відношення кількості випадків до загальної чисельності популяції на певний момент часу, виражену в тварино-тижнях. Кумулятивну інцидентність визначали як відношення кількості нових випадків захворювання до чисельності популяції групи ризику за весь період спостереження. Коефіцієнт інцидентності обчислювали як відношення кількості нових випадків до загального часу спостереження в тварино-днях.

Патолого-анатомічні дослідження проведено на 6 трупах свиней відповідно до стандартних методик розтину. Макроскопічний огляд включав оцінку стану всіх органів і систем з детальним описом змін у травній системі. Особливу увагу приділяли прояву уражень товстого кишківника, стану слизових оболонок та наявності запальних змін у мезентеріальних лімфатичних вузлах.

Лабораторна діагностика включала виявлення *B. hyodysenteriae* методом полімеразної ланцюгової реакції. Зразки фекалій відбирали від захворілих тварин та зберігали за температури -20°C до проведення аналізу. ПЛР-діагностику проводили в сертифікованій лабораторії з використанням специфічних праймерів для ідентифікації збудника дизентерії свиней. Загалом досліджено 40 зразків фекалій: 20 від завезеного ремонтного молодняку та 20 від власного поголів'я господарства.

Статистичну обробку даних проводили з розрахунком частот, відсотків та епідемічних показників. Результати представлено у вигляді абсолютних значень та відсотків з описом динаміки розвитку епізоотичного процесу. Усі дослідження проводили з дотриманням принципів біоетики та за згодою власника господарства.

Результати дослідження.

Характеристика популяції та об'єкта дослідження. На початок спалаху захворювання стадо свиней нараховувало 186 свиноматок та 4 кнурів. Господарство має комплект обладнання для виготовлення комбікормів для потреб галузі свинарства. Годівлю тварин здійснювали груповим методом за допомогою автоматичної системи роздавання кормів у годівниці. Для годівлі використовували сухі комбікорми, які готували з урахуванням віку та запланованого використання свиней.

Основне стадо було тривалий час неблагополучне з приводу дизентерії. На фермі час від часу мали незначні спалахи дизентерії серед поросят групи дорощування і відгодівлі. Причому перебіг був підгострий і хронічний з невисоким рівнем захворюваності і летальності. Здебільшого розвиток дизентерії у гуртах свиней супроводжується розладами травлення у вигляді сірого проносу.

З метою поліпшення генетики стада, яка була спрямована на отримання м'ясних помісей свиней з відмінною конверсією корму, господарство здійснювало закупівлю ремонтного молодняку свиней в окремих племінних господарствах України, зокрема з центрального та південного регіонів.

У період жовтня-листопада 2015 р. з цією метою було закуплено 2-ма партіями 20 і 40 голів ремонтного молодняку. За ветеринарними свідоцтвами тварини були закуплені у племінних господарствах з контрольованою епізоотичною ситуацією, зокрема були вільні від збудника дизентерії свиней.

По завезенню в господарство ремонтний молодняк пройшов відповідне карантинування, в період якого спеціалісти ветеринарної медицини ретельно вивчали стан здоров'я тварин, зокрема щодо носійства потенційно небезпечних для галузі свинарства патогенів. Зокрема лабораторними методами була виключена наявність у новопридбаних тварин збудників парвовірозу, респіраторно-репродуктивного синдрому, цирковірусу 2-го типу, збудника дизентерії, носійства лептоспир. Усі придбані тварини мали необхідні щеплення від класичної чуми та бешихи свиней.

Після завершення 21-добового карантинування ремонтний молодняк був розміщений у групові клітки по 10 тварин у частині приміщення для утримання холостих та порослих свиноматок. Клітки перед розміщенням тварин були попередньо очищені від органічного бруду, вимиті гарячою водою під тиском та продезінфіковані.

Визначення випадків і перебіг спалаху (епізоотичний аналіз). Спочатку клінічні ознаки були зафіксовані у 2-х тварин серед завезеного ремонтного молодняку. У хворих спостерігалось наростаюче пригнічення, хоча апетит ще був збереженим. Фекалії були водянистими, містили багато слизу, кров, рештки неперетравленого корму.

Хвороба мала гострий перебіг, оскільки через 6 год з моменту прояву діареї 2-є свиней загинули. Надалі клінічні симптоми захворювання були зафіксовані по всій групі тварин (1-ша доба – 2, 3-я доба – 8, 4-та доба – 6, 5-та доба – 4) ($n=20$). Клінічні симптоми захворювання були аналогічними, захворювання супроводжувалося сильною кривавою діареєю.

Не зважаючи на застосування фармакоterapiї хворих тварин та запровадження додаткових ветеринарно-санітарних заходів, хвороба розповсюдилась за межі цеху осіменіння. Наслідком такого інциденту стала поява інфекційної хвороби серед порослих та незапліднених свиноматок, яких утримували груповим методом у клітках по 10 голів.

Із 11 до 16 доби розвитку епідемічного спалаху хвороби на дизентерію захворіло 22 незапліднені ($n=42$) та 18 порослих ($n=28$) свиноматок. Показовим є те, що серед цієї групи тварин перебіг хвороби був не таким гострим. Серед основних свиноматок, не завезеного ремонтного молодняку, також був незначний спалах, проте захворюваність була суттєво меншою.

На наш погляд, старі свиноматки мали більш легшу клінічну форму перебігу дизентерії (за нульової летальності) у зв'язку з тим, що вони в минулому вже мали контакт зі збудником і перехворіли клінічно на дизентерію.

Епідемічна крива та часовий перебіг. Гострий спалах дизентерії серед популяції свиней супроводжувався швидким поширенням збудника. На 11-ту добу з моменту спалаху хвороби на дизентерію захворіло 5 свиноматок із 70, що становило 7,14 %. Подальший розвиток епідемічного процесу супроводжувався зростанням інцидентності захворювання. Зокрема упродовж 12-ї доби епідемічного процесу на дизентерію захворіло 14 тварин.

Впровадження фармакоterapiї та профілактики свиноматок групи ризику сприяло поступовому зменшенню кількості випадків захворювання. Зокрема на 13-ту добу спалаху захворіло ще 8 свиноматок. Подібна тенденція зниження інцидентності захворювання тривала й надалі і на 16-ту добу захворіло всього 2 тварини.

Проте, не зважаючи на запроваджений комплекс заходів серед частини популяції порослих ($n=4$) на 24 добу і незапліднених ($n=2$) на 25 добу свиноматок було зафіксовано повторний спалах інфекції з ознаками водянистої сірої діареї.

За результатами епідеміологічного аналізу спалаху дизентерії свиней були розраховані основні епідемічні показники.

Превалентність серед завезеного ремонтного молодняку становила $\Pi = 0,22$ тварино-тиждень. Епідемічна крива показує, що упродовж 1-ї доби на свинофермі спостерігалось 0,22 випадки захворювання свиней на дизентерію.

Кумулятивна інцидентність становила $KI = 0,57$ (57 %). Отриманий показник характеризує прогнозування хвороби в майбутньому та свідчить про високий рівень ураження популяції.

Показник швидкості хвороби (коефіцієнт інцидентності) становив $KI = 0,18$ випадків на тварино-день. За такого розвитку епідемічної ситуації показник швидкості хвороби становив 0,18 випадків появи нових тварин з клінічними ознаками дизентерії.

У завезених свиней спостерігався блискавичний перебіг захворювання з 100 % рівнем захворюваності. Клінічні ознаки характеризувались пригніченням за збереженому апетиту на початкових стадіях. Фекалії були водянистими, містили багато слизу, кров, рештки неперетравленого корму. Захворювання супроводжувалося сильною кривавою діареєю. Через 6 годин з моменту прояву діареї 2 свині загинули, що свідчить про блискавичний перебіг хвороби.

Серед основного стада свиноматок перебіг хвороби був не таким гострим. Тварини споживали корм і воду, проте мали різну за інтенсивністю діарею. Фекалії були водянистими, сірого забарвлення. Тривалість діареї – близько 1-го тижня. Для решти популяції тварин було притаманне зниження живої маси та помірне зневоднення.

Як невідкладну фармакоterapiю хворим тваринам було застосовано внутрішньом'язові ін'єкції тіамуліну з розрахунку 10 мг/кг маси тіла упродовж 7 діб поспіль. Результатом такого підходу стало те, що у решти

тварин хвороба мала не настільки важкий перебіг і для більшості з них закінчилася клінічним одужанням (15), хоча ще 3 тварини з цієї групи свиней загинули на ранніх етапах розвитку хвороби.

Результати патолого-анатомічного дослідження. Патолого-анатомічний розтин було проведено послідовно, відповідно до основних етапів патолого-анатомічного розтину трупів тварин. За результатами розтину шести трупів свиней було виявлено морфологічні зміни, характерні для двох форм перебігу дизентерії: гострої (чотири трупи) та підгострої (два трупи).

За гострої форми захворювання трупи мали задовільну вгодованість. Шкіра вушних раковин, підгруддя та живота була червоно-фіолетового забарвлення, в ділянці стегон і хвоста спостерігалось забруднення рідкими червоно-коричневими фекаліями. У плевральній та черевній порожнинах містилося від 5 до 30 мл прозорої жовтуватої рідини з поодинокими нитками фібрину.

Дослідження респіраторної системи виявило характерні зміни застійного прояву. Легені були неспалими, неоднорідно забарвленими в сіро-червоний та темно-червоний колір. На розрізі легені виявились помірно вологими зі збереженим малюнком. За натискування з бронхів виділялась кров'янисто-піниста рідина, консистенція легень була тістоподібною, що свідчило про розвиток застійної гіперемії та набряку.

У серцево-судинній системі спостерігались дистрофічні зміни. Серце було дещо збільшеним через розширення правого шлуночка, плямисто забарвленим в сірий колір. У порожнинах серця містились згустки крові темно-червоного і сірого кольору. Міокард мав злегка зів'ялу консистенцію та неоднотонне сіро-червоне і плямисто-сіре забарвлення, що вказувало на розвиток дистрофічних змін.

Печінка мала ознаки токсичної дистрофії. Орган був збільшеним з заокругленими краями, із поверхні неоднорідно плямисто забарвленим в червоно-коричневий та сіро-червоний колір. На розрізі печінка була вологою, забарвленою в сіро-коричневий та червоний колір з нечітко вираженим малюнком, що характерно для гострої застійної гіперемії.

Мезентеріальні лімфатичні вузли були збільшеними, пружної консистенції. На розрізі вони виявились забарвленими в сірий та темно-червоний колір, вологими з невираженим малюнком. Судини брижі були значно заповнені кров'ю, що свідчило про серозне запалення мезентеріальних лімфовузлів.

Найбільш характерні зміни було виявлено в органах травлення. Шлунок був помірно наповнений кормом жовто-зеленого кольору. Слизова оболонка дна шлунку мала інтенсивне червоне та темно-червоне забарвлення, була набряклою та покритою сірим тягучим слизом, що характерно для катарального гастриту. Тонкий кишечник містив незначну кількість хімусу сіро-жовтого кольору. Слизова оболонка була набряклою, дифузно забарвленою в сіро-червоний або червоний колір і вкритою сірим слизом, демонструючи ознаки катарального ентериту.

Найбільш виражені патологічні зміни спостерігались у товстому кишечнику. Серозна оболонка петель мала сіро-червоне або темно-червоне забарвлення. У просвіті кишечника виявлялась значна кількість фекалій рідкої консистенції сірого, червоно-коричневого або темно-червоного кольору. Слизова оболонка була набряклою, темно-червоною та розрихленою, що відповідало картині геморагічного коліту (рис. 1).

За підгострої форми захворювання морфологічна картина мала певні відмінності. Трупи демонстрували незадовільну вгодованість, шкіра і слизові оболонки були світло-сірого забарвлення. В легенях виявлялись застійні явища та набряк. На розрізі легені були червоно-сірого та темно-червоного кольору, помірно вологі. Під час розрізу трахеї виявлялась піниста рідина.

Серце було злегка збільшеним через розширення правого шлуночка та неоднорідно забарвленим в сіро-червоний колір, що свідчило про білкову зернисту дистрофію. Найбільш специфічні зміни за підгострої форми були виявлені у товстому кишечнику. Останній був наповнений рідкими сіро-зеленими фекаліями з домішками крихких фібринозних мас. Слизова оболонка сліпої і ободової кишок була потовщеною, некротизованою і вкритою значними нашаруваннями фібринозного ексудату, який не відділявся від стінки, формуючи характерну картину дифтеритично-некротизуючого коліту (рис. 2).

Результати лабораторної діагностики. За результатами проведених діагностичних досліджень методом ПЛР було ідентифіковано *B. hyodysenteriae*. Генетичний матеріал збудника виявили у всіх 20 пробах (100 %) відібраних від завезених у господарство свиней. Із 20 зразків, які були відібрані від власного свинопоголів'я *B. hyodysenteriae* виявлена у 14 тварин (70 %). Серед холостих і порісних свиноматок позитивними були 8 зразків, серед групи дорощування і тварин на відгодівлі – 12 зразків, відповідно.

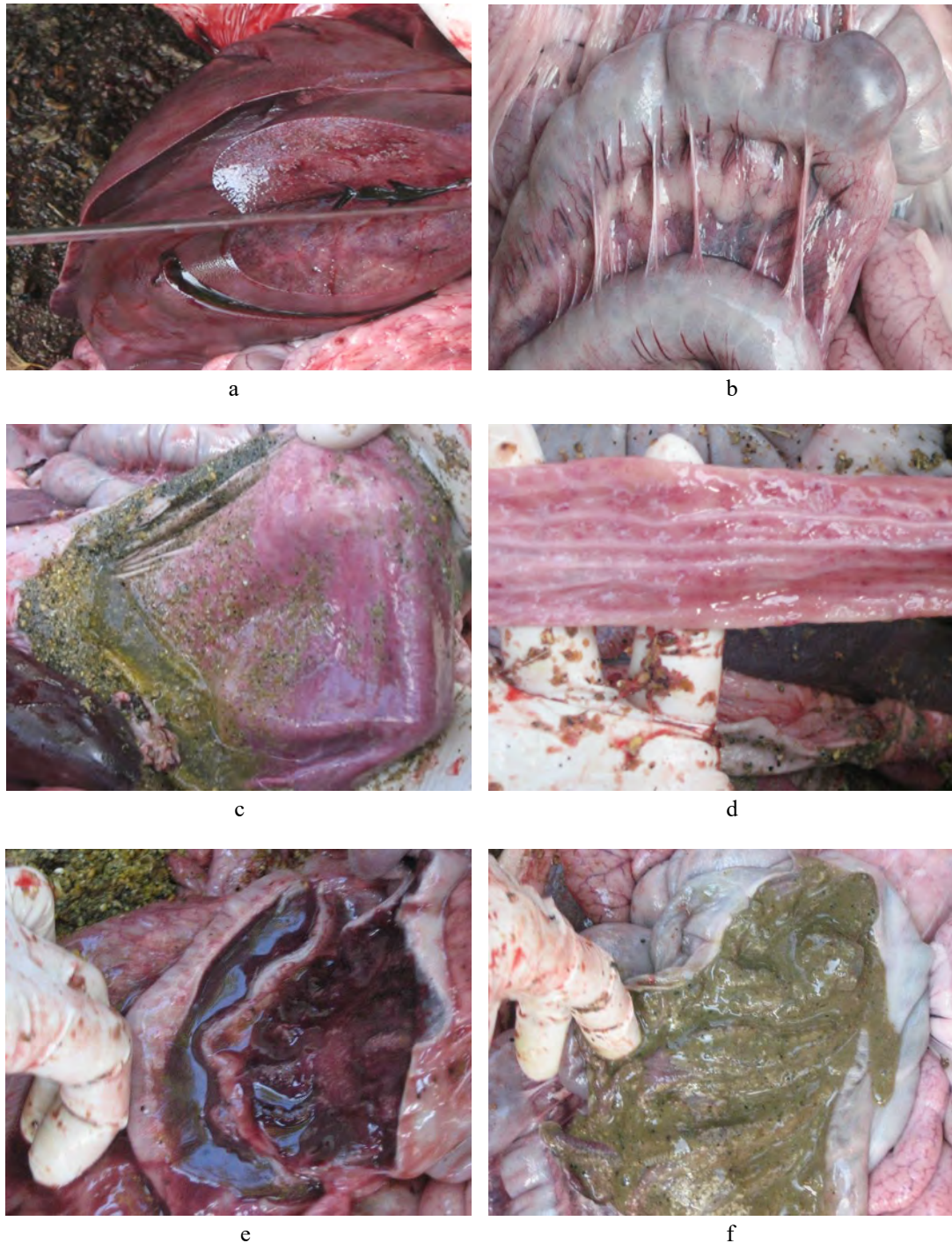


Рис. 1. Паталого-анатомічні зміни за хронічної форми дизентерії свиней:
а) гостра застійна гіперемія печінки; б) серозне запалення мезентеріальних лімфовузлів;
с) катаральний гастрит; д) катаральний ентерит; е) геморагічний коліт; ф) вміст шлунка.

Обговорення. Епізоотологічний аналіз залишається базовим методом у діагностиці та контролі інфекційних хвороб свиней, зокрема дизентерії. Систематичний опис епізоотологічного контексту дозволяє не лише фіксувати окремі випадки захворювання, а й відтворювати логіку поширення патогену

на рівні груп тварин і господарств. У ветеринарних дослідженнях особливе значення мають багаторівневі чинники ризику – від індивідуальних носіїв до умов утримання, що безпосередньо впливає на точність діагностики та ефективність протиепізоотичних втручань [21].



Рис. 2. Патолого-анатомічні зміни за підгострої форми дизентерії свиней:
Примітки: а) дифтеритично-некротизуючий коліт; б) нашарування фібрину на поверхні
ободової кишки.

Перевага епізоотологічного моніторингу полягає в можливості раннього виявлення патологічного процесу, оскільки цей підхід часто дозволяє виявити початок епізоотії раніше від проявлення класичних клінічних ознак. Pérez-Pérez et al. (2024) встановили, що між виявленням *B. hyodysenteriae* у фекаліях методом qPCR та появою характерної кров'янисто-слизової діареї існує часовий проміжок тривалістю кілька діб. Цей період латентного виділення збудника створює діагностичне вікно, коли інфіковані тварини є джерелом зараження для інших, проте клінічно залишаються безсимптомними. Патолого-анатомічні зміни на рівні слизової оболонки кишечника розвиваються до клінічної маніфестації захворювання, тому комплексний аналіз епізоотологічних даних дозволяє локалізувати первинне джерело інфекції та прогнозувати її поширення в межах господарства [20].

У проведеному дослідженні діагноз на дизентерію свиней встановлювали на основі комплексного аналізу епізоотологічних даних, клінічної картини, патолого-анатомічних змін та результатів молекулярної діагностики. Епізоотологічний аналіз засвідчив завезення ремонтного молодняку з різних господарств України, що є типовим чинником ризику занесення інфекції. Після завезення спостерігали блискавичний розвиток захворювання серед новоприбулих тварин із високою захворюваністю, що характерно для наївної популяції без попереднього контакту зі збудником. Надалі інфекція поширилася на основне стадо свиноматок, що вказувало на горизонтальну передачу патогену через контаміноване довкілля, корми або обслуговую-

чий персонал. Значення завезення тварин як чинника ризику підтверджено результатами випадково-контрольного аналізу 20 уражених і 60 контрольних господарств Швейцарії, проведеного F. Zeeh et al. (2020), які встановили, що придбання понад 4 партій ремонтного молодняку на рік підвищує ризик зараження дизентерією у 7,5 разів [22]. Автори пояснюють цей механізм тим, що безперервне поповнення стада з різних джерел сприяє персистенції патогену та підвищує ризик занесення інфекції через тварин-носіїв без клінічних ознак або через контаміновані транспортні засоби. Кожна нова партія тварин потенційно вносить нові штами збудника або повторює інфекцію в господарство після її елімінації.

Спостережувана різниця в тяжкості перебігу захворювання між новозавезеними тваринами та основним стадом має наукове обґрунтування. Burrough (2017) встановив, що у наївних відлучених поросят захворюваність досягає 90 %, а летальність становить 30 %, тимчасом у випадках геморагічних форм летальність сягає 50–90 % [23]. Експериментальні дослідження на 7-тижневих поросятах із благополучних господарств продемонстрували 100 % інфікування за орального зараження *B. hyodysenteriae*, що підтверджує високу сприйнятливості наївних тварин [20].

Натомість в ендемічних стадах захворюваність значно нижча: поширеність серед свиноматок становить 0–1,33 %, загальна поширеність у лактуючих свиноматок не перевищує 1,04 % [24]. Ця різниця зумовлена особливостями імунної відповіді на *B. hyodysenteriae*, яка не забезпечує повної

елімінації збудника, а лише обмежує його патогенний вплив. Бактерія колонізує глибокі крипти товстої кишки, де захищена від циркулюючих антитіл та імунних клітин, що створює умови для тривалого безсимптомного носійства. У дорослих свиней після первинного епізоду клінічні ознаки зникають, проте інтермітентне виділення збудника з фекаліями зберігається, підтримуючи низькорівневу циркуляцію інфекції в стаді [25].

Отримані епізоотологічні дані узгоджуються з літературними закономірностями та пояснюють особливості розвитку епізоотичного процесу. Блискавична форма перебігу дизентерії серед новозавезеного ремонтного молодняку є наслідком відсутності попереднього контакту зі збудником. Сприяючими чинниками слугували стресові умови транспортування, зміна способу утримання та можлива зміна раціону годівлі, що призводить до тимчасової імуносупресії та підвищує сприйнятливість до інфекції. Старі свинюматки основного стада мали легшу клінічну форму перебігу за нульової летальності, оскільки раніше контактували зі збудником і клінічно переохворіли на дизентерію, сформувавши часткову імунну відповідь. Клінічна картина відповідала підгострій формі із помірною діареєю та незначним пригніченням, тварини одужували впродовж 5–7 діб за мінімальної терапевтичної підтримки.

Патоморфологічні зміни, виявлені за дизентерії свиней, мають високу діагностичну цінність. *Brachyspira hyodysenteriae* колонізує виключно товстий кишечник, спричиняючи слизово-геморагічний тифлоколіт. Найтяжчі ураження локалізуються на верхівці спірального відділу ободової кишки, що є патогномонічною ознакою під час розтину. Строга топографічна специфічність ураження дозволяє диференціювати дизентерію від проліферативної ентеропатії, зумовленої *Lawsonia intracellularis*, яка уражує клубову кишку та тонкий кишечник [26].

За гострої форми дизентерії серозна оболонка набрякла, помутніла та гіперемійована, розвивається виражений мезоколічний набряк через накопичення транссудату в інтерстиціальних просторах брижі. Брижові лімфатичні вузли значно збільшені, гіперплазовані, особливо виражене збільшення спостерігається в гострих випадках. Стінка товстого кишечника потовщена, набрякла та закривавлена, слизова оболонка утворює виражені складки через набряк підслизового шару. У хронічній формі дизентерії патолого-анатомічні зміни менш виражені, але стійкі. Серозна оболонка

тьмяна, місцями потовщена та спаяна з брижею, набряк брижі зменшується, проте зберігається ущільнення та фіброз унаслідок тривалого запалення. Брижові лімфатичні вузли залишаються збільшеними, але ущільненими, з ознаками гіперплазії та фіброзних змін. Стінка товстого кишечника потовщується через гіперплазію та склеротичні процеси у підслизовому шарі [7, 20].

У хронічній формі дизентерії свиней патолого-натомічні зміни мають менш виражений, але стійкий прояв. Серозна оболонка товстої кишки зазвичай тьмяна, місцями потовщена та спаяна з брижею, набряк брижі зменшується, проте зберігається ущільнення та фіброз унаслідок тривалого запалення. Брижові лімфатичні вузли залишаються збільшеними, але стають щільними, з ознаками гіперплазії та фіброзних змін. Стінка товстого кишечника потовщується переважно через гіперплазію та склеротичні процеси у підслизовому шарі [7, 20].

Виявлені в дослідженні патолого-анатомічні зміни повністю узгоджуються з літературними описами. За гострої форми встановлено набряк і гіперемію серозної оболонки, мезоколічний набряк, значне збільшення та гіперплазію брижових лімфатичних вузлів, потовщення та закривавлення стінки товстого кишечника, що відповідає даним інших дослідників щодо гострозапальних уражень. Хронічні прояви характеризувалися ущільненням і фіброзом брижі, стійкою гіперплазією та склеротичними змінами в брижових лімфатичних вузлах, потовщенням кишкової стінки через проліферативні і склеротичні процеси у підслизовому шарі, що підтверджує літературні дані про перехід гострого процесу в хронічний із формуванням тривалих структурних перебудов.

Своєчасне лікування груповим та індивідуальним методами в поєднанні із санацією докільця забезпечило одужання тварин. Серед завезеного ремонтного молодняку летальність становила 15 %, що є відносно низьким показником для блискавичного перебігу захворювання. За літературними даними, летальність коливається від 30 до 90 % залежно від статусу стада, вірулентності штаму та управлінських чинників [1, 23].

Антибіотикотерапія залишається ключовим методом лікування дизентерії свиней. Застосування тіамоліну та лінкоміцину в індивідуальних ін'єкційних схемах продемонструвало високу ефективність: клінічні симптоми зникали впродовж перших діб лікування, рівень виживання значно зростає

порівняно з нелікованими групами. Ефективність антибіотиків безпосередньо пов'язана з здатністю елімінувати *B. hyodysenteriae*, що приводить до швидкого припинення патологічного процесу у товстій кишці [27].

Слід зазначити, що бактерії *Brachyspira* spp. мають механізми формування стійкості до антимікробних препаратів [28]. Ген *tva(A)*, що забезпечує стійкість *B. hyodysenteriae* до плевромутилінів, є хромосомним і не передається плазмідним шляхом, тому його поширення відбувається виключно через селекційний тиск антибіотиків та вертикальну передачу під час розмноження.

Для остаточного підтвердження діагнозу застосовано метод ПЛР. Незважаючи на високі показники чутливості та специфічності ПЛР-діагностики [16], [29], використання цього методу як єдиного має суттєві обмеження. Патолого-анатомічні зміни та клінічний перебіг дизентерії характеризуються чітко вираженими клінічними та патолого-морфологічними ознаками, проте збудник може колонізувати кишечник клінічно здорових свиней у стаді. У такому разі виявлення ДНК збудника вказує на його наявність на фермі, але не підтверджує активного захворювання. Тому встановлення діагнозу на дизентерію свиней базувалося на комплексному аналізі епізоотологічних даних, клінічної картини, патолого-анатомічних змін та результатів молекулярної діагностики. Такий підхід дозволяє ефективно розпочати господарсько-профілактичні заходи для зменшення смертності поголів'я та збереження економічної доцільності виробництва до отримання лабораторного підтвердження. Результати ПЛР-аналізу підтверджують достовірність первинного комплексного діагнозу.

Висновки. Проведене епізоотологічне дослідження підтвердило занесення дизентерії свиней у господарство з ремонтним молодняком, що призвело до спалаху з високими показниками ураження популяції (кумулятивна інцидентність 57 %). Своєчасна діагностика на основі комплексного аналізу епізоотологічних, клінічних, патолого-анатомічних даних та молекулярного підтвердження методом ПЛР дозволила запровадити ефективні протиепізоотичні заходи та мінімізувати економічні втрати.

1. Занесення *B. hyodysenteriae* відбулося з ремонтним молодняком, серед якого захворюваність становила 100 % із летальністю 15 %, тимчасом у основного стада летальність була нульовою через наявність попереднього імунітету.

2. Патолого-анатомічні зміни характеризувалися слизово-геморагічним тифлоколітом товстого кишечника, що підтвердило діагноз дизентерії свиней та узгоджувалося з літературними даними щодо гострої та підгострої форм захворювання.

3. Застосування тіамуліну та лінкоміцину у поєднанні з ветеринарно-санітарними заходами забезпечило одужання більшості тварин та локалізацію спалаху в господарстві.

REFERENCES

1. Alvarez-Ordóñez, A., Martínez-Lobo, F., Arguello, H., Carvajal, A., Rubio, P. (2013). Swine Dysentery: Aetiology, Pathogenicity, Determinants of Transmission and the Fight against the Disease. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 10, no. 5, pp. 1927–1947. DOI:10.3390/ijerph10051927.
2. Jacobson, M., Gerth Löfstedt, M., Holmgren, N., Lundeheim, N., Fellström, C. (2005). The Prevalences of *Brachyspira* spp. and *Lawsonia intracellularis* in Swedish Piglet Producing Herds and Wild Boar Population. *Journal of Veterinary Medicine Series B*, Vol. 52, no. 9, pp. 386–391. DOI:10.1111/j.1439-0450.2005.00865.x.
3. EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). (2022). Assessment of listing and categorisation of animal diseases within the framework of the Animal Health Law (Regulation (EU) No 2016/429): antimicrobial-resistant *Brachyspira hyodysenteriae* in swine. *EFSA Journal*, Vol. 20, no. 3. DOI:10.2903/j.efsa.2022.7124.
4. Card, R.M. (2018). Identification of a New Antimicrobial Resistance Gene Provides Fresh Insights Into Pleuromutilin Resistance in *Brachyspira hyodysenteriae*, Aetiological Agent of Swine Dysentery. *Frontiers in Microbiology*. Vol. 9, 1183 p. DOI:10.3389/fmicb.2018.01183.
5. La, T., Rohde, J., Phillips, N.D., Hampson, D.J. (2016). Comparison of *Brachyspira hyodysenteriae* Isolates Recovered from Pigs in Apparently Healthy Multiplier Herds with Isolates from Herds with Swine Dysentery. *PLOS ONE*, Vol. 11, no. 8. DOI:10.1371/journal.pone.016 0362.
6. Wallgren, P. (2024). Control of swine dysentery at national level in Sweden. *Acta Veterinaria Scandinavica*. Vol. 66, no. 1, 44 p. DOI:10.1186/s13028-024-00769-3.
7. Mahu, M. (2017). An avirulent *Brachyspira hyodysenteriae* strain elicits intestinal IgA and slows down spread of swine dysentery. *Veterinary Research*. Vol. 48, no. 1, 59 p. DOI:10.1186/s13567-017-0465-y.
8. Declercq, A.M. (2019). Evidence that the stress hormone cortisol regulates biofilm formation differently among *Flavobacterium columnare* isolates. *Veterinary Research*. Vol. 50, no. 1, 24 p. DOI:10.1186/s13567-019-0641-3.
9. Robertson, I., Mhoma, J., Hampson, D. (1992). Risk factors associated with the occurrence of swine

- dysentery in Western Australia: results of a postal survey. *Australian Veterinary Journal*, Vol. 69, no. 4, pp. 92–93. DOI:10.1111/j.1751-0813.1992.tb15561.x.
10. Backhans, A., Johansson, K., Fellström, C. (2010). Phenotypic and molecular characterization of *Brachyspira* spp. isolated from wild rodents. *Environmental Microbiology Reports*, Vol. 2, no. 6, pp. 720–727. DOI:10.1111/j.17 58-2229.2010.00165.x.
11. Jansson, D.S., Råsbäck, T., Fellström, C., Feinstein, R. (2009). Experimental Challenge of Mallards (*Anas platyrhynchos*) with *Brachyspira hyodysenteriae* and "*Brachyspira suanatina*" Isolated from Pigs and Mallards. *Journal of Comparative Pathology*, Vol. 141, no. 4, pp. 211–222. DOI:10.1016/j.jcpa.2009.03.007.
12. Desrosiers, R. (2011). Transmission of swine pathogens: different means, different needs. *Animal Health Research Reviews*. Vol. 12, no. 1, pp. 1–13. DOI:10.1017/S1466252310 000204.
13. Burrough, E.R. (2017). Swine Dysentery: Etiopathogenesis and Diagnosis of a Reemerging Disease. *Veterinary Pathology*. Vol. 54, no. 1, pp. 22–31. DOI:10.1177/0300985816 653795.
14. Stubberfield, E. (2021). Whole-Genome Sequencing of *Brachyspira hyodysenteriae* Isolates From England and Wales Reveals Similarities to European Isolates and Mutations Associated With Reduced Sensitivity to Antimicrobials. *Frontiers in Microbiology*. Vol. 12. DOI:10.3389/fmicb.2021.713233.
15. Hartnack, S., Nathues, C., Nathues, H., Grosse Beilage, E., Lewis, F.I. (2014). Estimating Diagnostic Test Accuracies for *Brachyspira hyodysenteriae* Accounting for the Complexities of Population Structure in Food Animals. *PLoS ONE*, Vol. 9, no. 6. DOI:10.1371/ journal.pone.0098534.
16. Chander, Y., Primus, A., Oliveira, S., Gebhart, C.J. (2012). Phenotypic and molecular characterization of a novel strongly hemolytic *Brachyspira* species, provisionally designated "*Brachyspira hamptonii*". *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, Vol. 24, no. 5, pp. 903–910. DOI:10.1177/1040638712456975.
17. Mushtaq, M., Zubair, S., Råsbäck, T., Bongcam-Rudloff, E., Jansson, D.S. *Brachyspira suanatina* sp. nov., an enteropathogenic intestinal spirochaete isolated from pigs and mallards: genomic and phenotypic characteristics. *BMC Microbiology*. Vol. 15, no. 1, 208 p. DOI:10.1186/s12866-015-0537-y.
18. Willems, H., Reiner, G. (2010). A multiplex real-time PCR for the simultaneous detection and quantitation of *Brachyspira hyodysenteriae*, *Brachyspira pilosicoli* and *Lawsonia intracellularis* in pig faeces. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*. Vol. 123, no. 5–6, pp. 205–209.
19. Pérez-Pérez, L. (2024). New insights into swine dysentery: faecal shedding, macro and microscopic lesions and biomarkers in early and acute stages of *Brachyspira hyodysenteriae* infection. *Porcine Health Management*. Vol. 10, no. 1, 24 p. DOI:10.1186/s40813-024-00375-9.
20. O'Connor, A.M. (2016). Explanation and Elaboration Document for the STROBE-Vet Statement: Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology – Veterinary Extension. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, Vol. 30, no. 6, pp. 1896–1928. DOI:10.1111/ jvim.14592.
21. Zeeh, F., Vidondo B., Nathues, H. (2020). Risk factors for the infection with *Brachyspira hyodysenteriae* in pig herds. *Preventive Veterinary Medicine*, Vol. 174, DOI:10.10 16/j.prevetmed.2019.104819.
22. Duff, J., Pittman, J., Hammer, M., Kinyon, J. (2014). Prevalence of *Brachyspira hyodysenteriae* in sows and suckling piglets. *Journal of Swine Health and Production*, Vol. 22, no. 2, pp. 71–77. DOI:10.54846/jshap/797.
23. Barrow, P. (2021). Major pathogens and pathogenesis. *Advancements and Technologies in Pig and Poultry Bacterial Disease Control*. Elsevier, pp. 53–78. DOI:10.1016/B978-0-12-81 8030-3.00006-4.
24. Walczak, K., Friendship, R., Brockoff, E., Greer, A., Poljak, Z. (2017). Treatment rates for injectable tiamulin and lincomycin as an estimate of morbidity in a swine herd with endemic swine dysentery. *The Canadian Veterinary Journal*, Vol. 58, no. 5, pp. 472–481.
25. Ohya, T., Sueyoshi, M. (2010). In Vitro Antimicrobial Susceptibility of *Brachyspira hyodysenteriae* Strains Isolated in Japan from 1985 to 2009. *Journal of Veterinary Medical Science*. Vol. 72, no. 12, pp. 1651–1653. DOI:10.1292/jvms.10-0271.
26. Borgström, A., Scherrer, S., Kirchgässner, C., Schmitt, S., Frei, D., Wittenbrink, M.M. (2016). A novel multiplex qPCR targeting 23S rDNA for diagnosis of swine dysentery and porcine intestinal spirochaetosis. *BMC Veterinary Research*. Vol. 13, no. 1, 42 p. DOI:10.1186/s1 2917-016-0939-6.

Clinical and epizootological characteristics of an outbreak of swine dysentery in an industrial farm

Tyrsin R., Tsarenko T., Bilyk S., Goncharenko V., Savchenyuk M., Shevchenko M., Panteleenko O., Dovgal O.

Comprehensive epizootological, clinical-pathological, and molecular assessment of an outbreak of swine dysentery at a private farm in Ukraine, including identification of the sources of the pathogen, the course of the disease, and the effectiveness of treatment and preventive measures. The study was conducted on a private pig farm (186 sows, 4 boars) during October–November 2015 during an outbreak of dysentery. The epizootological investigation was performed in accordance with the principles of the STROBE-Vet Statement as a descriptive cross-sectional study with elements of cohort analysis. Diagnostics included epizootological analysis, clinical examination, pathological autopsy (n=6), and molecular diagnostics using PCR (n=40 fecal samples). The outbreak occurred as a result of the importation of two batches of replacement young stock (20 and 40 heads) from breeding farms in Ukraine. Among the imported animals, the incidence was 100% with a mortality rate of 15%, while in the main herd the

mortality rate was zero due to the presence of prior immunity. The cumulative incidence reached 57%, with an incidence rate of 0.18 cases per animal-day. PCR diagnostics detected *B. hyodysenteriae* in 100% of samples from imported pigs and 70% from the farm's own herd. Pathological changes were characterized by mucosal-hemorrhagic typhlocolitis in the acute form and diphtheritic-necrotizing colitis in the subacute form. The use of tiamulin and lincomycin in combination with veterinary and sanitary measures ensured the recovery of most animals and the

localization of the outbreak. The study confirmed the importance of importing replacement young stock as the main risk factor for the introduction of swine dysentery. Timely diagnosis based on a comprehensive analysis of epizootological, clinical, pathological data, and molecular confirmation allowed for the implementation of effective anti-epizootic measures and minimization of economic losses to the farm.

Keywords: swine dysentery, *Brachyspira hyodysenteriae*, epizootology, outbreak, replacement young stock, PCR diagnosis, pathological changes, tiamulin.



Copyright: Тирсін Р.В. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Тирсін Р.В.

<https://orcid.org/0000-0002-7560-0612>

Царенко Т.М.

<https://orcid.org/0000-0003-4373-5958>

Білик С.В.

<https://orcid.org/0000-0003-4590-0881>

Гончаренко В.П.

<https://orcid.org/0000-0002-7279-6146>

Савченко М.О.

<https://orcid.org/0000-0003-2306-4114>

Шевченко М.В.

<https://orcid.org/0000-0002-7002-1494>

Пантелеєнко О.В.

<https://orcid.org/0000-0002-4311-9680>

Довгаль О.В.

<https://orcid.org/0000-0001-8620-8117>

МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК 619:616.98:578.834

Епізоотологічний аналіз поширеності
коронавірусу котів в УкраїніТєор В.С. 

Білоцерківський національний аграрний університет

 taras.m.tsarenko@gmail.com

Тєор В.С. Епізоотологічний аналіз поширеності коронавірусу котів в Україні. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 99–107.

Tєor V. Epizootological analysis of the cats coronavirus prevalence in Ukraine. Nauk. visn. vet. med., 2025. № 2. PP. 99–107.

Рукопис отримано: 15.09.2025 р.

Прийнято: 28.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-99-107

Дослідження присвячене проблемі коронавірусної інфекції котів в Україні. Мета дослідження полягала у вивченні поширеності коронавірусу котів (FCoV) у різних популяціях (клінічних, безпритульних, домашніх) в Україні, а також в оцінці ключових епізоотологічних факторів ризику інфікування, що є важливим для розробки ефективних стратегій контролю та профілактики коронавірусної інфекції у котів, зокрема інфекційного перитоніту котів. Дослідження мало комплексний дизайн і включало три основні етапи: ретроспективний аналіз результатів лабораторних досліджень (n=6377) за період 2019–2023 рр., що охопив результати ПЛР-діагностики та ІФА-досліджень на IgG; крос-секційне дослідження серопревалентності методом ІФА (n=234) у великій когорті клінічно здорових безпритульних котів із п'яти міст країни (Суми, Миколаїв, Умань, Чернігів та Полтава); аналіз факторів ризику (n=29) інфікування коронавірусом на основі результатів опитування власників котів та дослідження котів методом ІХА на наявність антитіл і антигену коронавірусу. Встановлено високу ендемічність FCoV в Україні, зокрема серопревалентність у клінічній вибірці становила 40,0 % (СІ: 38,5 % – 41,5 %), тимчасом у популяції безпритульних котів показник був значно вищим – 58,9 % (СІ: 52,6 % – 65,1 %), а 33,6 % обстежених тварин були ідентифіковані як активні носії вірусу. Популяція безпритульних котів визначена основним резервуаром інфекції, що підтверджується найвищою серопревалентністю у цій групі. Регіональний аналіз виявив статистично значущу варіабельність поширеності FCoV серед безпритульних котів, від 20,0 до 80,0 % ($p < 0,001$) у різних містах. Аналіз факторів ризику показав, що утримання з іншими котами є статистично значущим чинником, що зумовлює інфікування ($p=0,0152$), підтверджуючи важливість щільності проживання тварин для передачі FCoV. Виявлена висока поширеність FCoV створює значний популяційний ризик розвитку інфекційного перитоніту котів (ІПК), що підтверджується 54,4 % позитивних результатів у зразках асцитичної рідини від котів із підозрою на ІПК. Потребують подальшої уваги заходи контролю FCoV через регулювання щільності утримання котів та дотримання санітарно-гігієнічних норм, особливо у розплідниках і притулках.

Ключові слова: коронавірус котів, FCoV, інфекційний перитоніт, ІПК, серопревалентність, безпритульні коти, фактори ризику, ексудат, ІФА, ПЛР, перитоніт, ІПК, серопревалентність, безпритульні коти, фактори ризику, ексудат, ІФА, ПЛР.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Коронавірус котів (Feline coronavirus, FCoV) – це одноланцюговий РНК-вірус з родини *Coronaviridae*, який значно поширений серед домашніх і безпритульних котів у всьому світі [12]. За типового перебігу коронавірусна інфекція спричинює легкий або безсимптомний ентерит, особливо у молодих тварин. Найчастіше зараження відбувається фекально-оральним шляхом, а вірус первинно реплікується в ентероцитах кишечника [5]. Розрізняють два біотипи вірусу: кишковий коронавірус котів (feline enteric coronavirus, FECV), що спричиняє легку кишкову інфекцію, і вірус інфекційного перитоніту котів (feline infectious peritonitis virus, FIPV), який виникає внаслідок мутації кишкового коронавірусу котів та здатен інфікувати макрофаги, зумовлюючи системне ураження, відоме як інфекційний перитоніт котів – ІПК (feline infectious peritonitis, FIP) [3].

Вважається, що ІПК розвивається лише у частини інфікованих котів, і основну роль у цьому процесі відіграють як мутації у вірусному геномі (зокрема у генах, що регулюють утворення spike-білка вірусу), так і особливості імунної відповіді хазяїна [11]. Наявність FCoV є необхідною, але недостатньою умовою для розвитку ІПК, адже у більшості котів, інфікованих FCoV, хвороба не виникне [7].

Дані британського дослідження свідчать, що коронавірус може зберігатися в організмі kota впродовж кількох років, і водночас передача вірусу у межах одного домогосподарства не є гарантованою – вона залежить від індивідуальної імунної відповіді, рівня стресу та вірусного навантаження [13]. Крім механізмів передачі, певні епідеміологічні фактори також істотно впливають на ризик інфікування. У бразильському дослідженні статистично значущими факторами були вік тварини, наявність доступу до вулиці та групове утримання. Старші коти та ті, що мали можливість контакту із зовнішнім середовищем, виявлялися серопозитивними значно частіше. Також було встановлено зв'язок між стерилізацією та рівнем інфікування, ймовірно, через пов'язаний з нею стиль утримання або знижену щільність популяції внаслідок програм стерилізації [19].

Коронавірус котів (FCoV) є надзвичайно поширеним серед популяцій котів у всьому світі, хоча рівень серопозитивності суттєво варіює залежно від країни, умов утримання та типу популяції (табл. 1).

У країнах Азії виявляли як надзвичайно високі рівні інфікування серед котів із клінічною підозрою на ІПК, так і помірні, серед

загальної популяції [8–10, 15, 17]. Наприклад, у 21 провінції Китаю 90,8 % зразків асцитичної рідини котів із підозрою на ІПК були позитивними на FCoV (RT-PCR), а національне дослідження виявило 74,6 % позитивних результатів у змішаній популяції (здорові та хворі) за результатами секвенування S-гену FCoV з фекальних зразків. У провінції Фуцзянь цей показник становив 67,9 % (RT-PCR), тимчасом у Гуансі, де було досліджено майже 1900 котів, поширеність становила лише 17,6 % (мультиплексний RT-qPCR) – що свідчить про суттєву залежність від складу вибірки та чутливості методу. В Японії у дослідженні понад 17 000 котів виявлено значну різницю між породистими (66,7 %) та безпородними (31,2 %) тваринами, що може бути зумовлено як генетичною схильністю, так і вищою щільністю породистих тварин у розплідниках [16].

Поширення коронавірусу котів значно зростає в умовах спільного утримання багатьох тварин, таких як притулки, розплідники або групове проживання в одному домогосподарстві. У дослідженні, проведеному в Туреччині серед котів породи «Ван», яких утримували спільно на одній території (типовий для напіввільного утримання з регулярним контактом між тваринами), рівень серопозитивності до FCoV сягнув 54,3 % [24]. Це свідчить про активну горизонтальну передачу вірусу в середовищі з високою щільністю тварин. Інше дослідження, проведене в Анкарі, продемонструвало 45,5 % поширення FCoV серед котів, що проживали у міському притулку, де тварини мали часті контакти між собою. Крім того, у цій популяції часто виявляли ко-інфекції з іншими вірусами, зокрема вірус лейкемії котів (FeLV) та імунodefіциту котів (FIV), що може ще більше ускладнювати перебіг інфекції та підвищувати ризик розвитку ІПК [18].

Дослідження з інших країн світу також підтверджують значну варіабельність поширення FCoV. У Колумбії 84,6 % зразків були позитивними, у Бразилії – 64,2 % [19, 23]. У країнах Європи та Австралії поширеність досягала до 33,7 % серед безпритульних котів у Нідерландах та 34 % серед домашніх котів в Австралії. Водночас у таких країнах як Греція (12,1 %) та В'єтнам (11,45 %), спостерігалися нижчі показники поширеності. Загалом поширеність коронавірусу котів (FCoV) у світі є широко варіабельною – від 10 до понад 80 % – і значною мірою залежить від типу популяції, регіону та методу виявлення [6, 20, 21]. Найвищі показники виявляють серед котів із підозрою на ІПК, за групового утримання котів, у розплідниках і притулках та у безпритульних тварин.

Таблиця 1 – Поширеність коронавірусу котів у різних країнах світу

Країна	Показник поширеності, %	Розмір вибірки, тварин	Тип популяції	Метод виявлення / тип зразків	Джерело
Китай (21 провінція)	90,8	120	3 підозрою на ІПК	RT-PCR, асцитична рідина	[10]
Китай (національний)	74,6	169	Змішана (здорові та з підозрою на ІПК)	RT-PCR, секвенування S-гену, зразки фекалій	[15]
Китай (провінція Шаньдун)	58,2 загалом (здорові - 41,7; хворі - 81,6)	73	Змішана популяція (здорові та з підозрою на ІПК)	RT-PCR, зразки фекалій	[15]
Китай (провінція Гуансі)	17,6	1869	Змішана популяція (здорові та з підозрою на ІПК)	Мультиплексний RT-qPCR ректальні та назальні мазки, зразки фекалій та асцитичної рідини	[8]
Китай (провінція Фуцзянь)	67,9	112	Загальна популяція	RT-PCR, зразки фекалій	[17]
Японія	23,5 загалом (домашні – 41,7; безпритульні – 81,6)	319	Домашні та безпритульні коти	Вкладений RT-PCR	[9]
Японія	31,2 (безпородні) – 66,7 (породисті)	17392	Змішана популяція	ICC on CRFK cell, сироватка крові	[16]
Тайвань (північний)	58	81	3 підозрою на ІПК	RT-PCR та IFA з черевної і грудної порожнини	[4]
В'єтнам (північний)	11,45	166	Домашні коти	RT-PCR, зразки фекалій	[6]
Греція	12,1	453	Змішана популяція (домашні та безпритульні)	IFA, сироватка крові	[21]
Нідерланди	33,7	407	Сільські безпритульні коти	ELISA, сироватка крові	[20]
Туреччина (м. Стамбул)	37,0	169	Змішана популяція (здорові та з підозрою на ІПК)	IFA, сироватка крові	[1]
Туреччина	54,3	70	Домашні коти породи «Ван» котів	ELISA, сироватка крові	[24]
Туреччина (м. Анкара)	45,5	200	Коти у притулку	ELISA, сироватка крові	[18]
Бразилія (м. Ботукату)	64,2	151	Домашні коти	ELISA, сироватка крові	[19]
Колумбія (м. Букараманга)	84,6	96	Змішана популяція	ELISA, сироватка крові	[23]
Австралія	34,0	306	Домашні коти	ELISA - ImmunoComb, сироватка крові	[22]

Примітки: RT-PCR – полімеразна ланцюгова реакція із зворотною транскрипцією;
 RT-qPCR – полімеразна ланцюгова реакція із зворотною транскрипцією в реальному часі;
 ELISA – імуноферментний аналіз;
 ELISA ImmunoComb – напівкількісний імуноферментний аналіз;
 IFA – імунофлуорисцентний аналіз;
 ICC on CRFK cell – вірус-нейтралізаційного імуногістохімічного аналізу на культурі клітин.

Ці дані підкреслюють необхідність подальших регіональних досліджень, зокрема в Україні, для адекватної оцінки епізоотичної ситуації та виявлення груп ризику.

Мета дослідження – оцінити поширення коронавірусу котів (FCoV) в Україні методом ретроспективного аналізу клінічних і лабораторних даних та дослідження серопревалентності у популяціях котів у різних містах України.

Матеріал і методи дослідження. Для збору інформації про наявність у минулому клінічних проявів інфікування кишковим коронавірусом (FCoV) у домашніх котів було проведено опитування серед 29 власників котів. Опитування проводили у форматі паперового анкетування у період із січня 2023 р. до січня 2025 року. Анкета включала запитання щодо наявності в анамнезі симптомів, типових для FCoV-інфекції (діарея, млявість, блювота, зниження апетиту тощо), тривалості та частоти цих симптомів, чи був поставлений діагноз ветеринарним лікарем, наявності лабораторного підтвердження (якщо таке було). Власників також запитували про загальні дані щодо утримання тварини (вік, порода, умови утримання, доступ до вулиці, кількість котів у домі). Участь у опитуванні була добровільною, всі учасники надали інформовану згоду на використання даних у наукових цілях. Із згаданих 29 тварин швидких ІХА-тестів VetExpert (Польща) 11 були досліджені на серопревалентність до коронавірусу котів (FCoV Ab, сироватка крові), 20 були досліджені на носійство коронавірусу котів (FCoV Ag, фекалії) та 8 тварин були протестовані обома тестами. Для аналізу результатів анкетування було застосовано критерій Хі-квадрат (Chi-square Test) з метою оцінки статистичної значущості взаємозв'язків між категоріальними змінними.

Ретроспективно були проаналізовані результати лабораторних досліджень біоматеріалу від хворих котів, проведених у ветеринарній лабораторії «Бальд» (м. Київ) за період з 01.01.2019 до 01.06.2023 за показниками «Коронавірус котів (FCoV), антитіла IgG-нк. Ідентифікація у крові (сироватка або плазма)», «Коронавірус котів (FCoV), антитіла IgG-нк. Ідентифікація у асцитичній рідині», «Коронавірус котів (Feline Coronavirus), ідентифікація у фекаліях методом ПЛР». Для результатів було розраховано 95 % довірчі інтервали (CI, 95 %) за методом Вільсона.

Було проведено крос-секційне епідеміологічне дослідження із серпня 2023 до серпня 2024 рр. в межах волонтерського проєкту «Кішка» ТОВ «Чотири Лапи Україна» (FOUR

PAWS Ukraine) з контролю популяції безпритульних тварин котів. Зразки сироватки крові було відібрано від 234 клінічно здорових безпритульних котів та котів із притулків під час рутинної стерилізації в п'яти містах України, зокрема Суми (n=45), Миколаїв (n=48), Умань (n=48), Чернігів (n=45) та Полтава (n=48). Зразки сироватки були доставлені у Науково-дослідну лабораторію імунологічних та молекулярно-генетичних досліджень БНАУ із дотриманням холодового ланцюга (сухий лід). Для виявлення антитіл до коронавірусу котів (FCoV) використовували комерційний набір для імуноферментного аналізу MEGA ELISA FCoV (MEGACOR Diagnostik GmbH, Австрія) та набір обладнання для постановки ІФА StatFax-2600 (США). Серопозитивність визначали як частку зразків, позитивних за ІФА. Для статистичної оцінки міжрегіональних відмінностей використовували χ^2 -критерій Пірсона, з рівнем значущості $p < 0,05$. Для кожної групи (міста) було розраховано 95 % довірчі інтервали (CI, 95 %) серопревалентності за методом Вільсона [25]. Обробку даних здійснювали за допомогою відкритого програмного забезпечення Jamovi, версія 2.6.44.

Результати дослідження. Аналіз відповідей власників тварин у анкетах показав, що більшість котів (53,8 %) належать до вікової групи 2–5 років, тимчасом найменша частка (3,8 %) припадає на котів віком понад 10 років. Розподіл за статтю був рівномірним (50,0 % самців та 50,0 % самок), а переважна більшість тварин (73,1 %) були стерилізовані. Найбільша частка котів походила з розплідників (26,9 %), проте сукупна кількість тварин, які були адоптовані (з вулиці або з притулку), становила 30,8 % (23,1 та 7,7 % відповідно), інші категорії походження становили меншу частку. Більшість котів (76,9 %) утримували без доступу до вулиці, що свідчить про переважно домашнє (квартирне) утримання в умовах міста Київ. Майже половина власників котів (46,2 %) не мали інших тварин у домогосподарстві, тимчасом 42,3 % котів утримували з іншими котами.

У більшості котів (80,8 %) впродовж життя були симптоми, характерні для коронавірусного ентериту або іншої легкої кишкової інфекції. За останні 6 місяців у половини котів (50,0 %) симптоми були відсутні, а серед тих, у кого вони були, найчастіше вказували відповідь у анкеті "Кілька днів діареї" (26,9 %). Переважна більшість котів (96,2 %) раніше не були досліджені на інфікування коронавірусом FCoV, лише у однієї тварини в анамнезі

був позитивний результат дослідження на коронавірусну інфекцію котів. Усі власники котів (100 %) були прихильні до застосування профілактичних заходів (вакцинація, візити до ветеринара, підтримання гігієнічних стандартів утримання).

Окрім анкетування, за згодою власників, було проведено тестування частини тварин, зокрема на антитіла (IXA FCoV Ab, сироватка крові). Тестування було проведено у 42,3 % випадків, серед цих тестів 53,8 % виявилися позитивними, а 46,2 % – негативними. Дослідження на носійство вірусу за допомогою тесту на антиген (IXA FCoV Ag, фекалії) було виконано у 76,9 % випадків, більшість (90,9 %) були негативними, і лише 9,1 % – позитивними. Один кіт, який мав позитивний тест на FCoV в анамнезі, демонстрував позитивний результат на антитіла та негативний на антиген.

Аналіз комбінованих результатів тестування на антитіла (IXA FCoV Ab) та антиген (IXA FCoV Ag) було проведено для 8 котів (рис. 1). У цій вибірці 50,0 % тварин мали антитіла (Ab+), що свідчить про попередній контакт з вірусом. Активне виділення вірусу (Ag+) було виявлено у 25,0 % котів (2/8). Обидва виявлені позитивні на антиген випадки мали профіль Ag+/Ab+, що вказує на хронічне або активне носійство вірусу FCoV. Водночас, 50,0 % котів були Ag-/Ab- (сприйнятливі), а 25,0 % були Ag-/Ab+ (ймовірно, перехворіли та набули імунітету і не виділяють вірус у довкілля).

В результаті статистичної обробки із застосуванням методів Аналізу таблиць контингентності та Критерію Хі-квадрат ($p=0,0152$, через малий обсяг вибірки розрахований із застосуванням Точного тесту Фішера) виявлено, що проживання з іншими котами у домогосподарстві є єдиним фактором ризику, який чітко корелює з інфікуванням у цій підгрупі. Зокрема, 100 % котів, які мали позитивний результат на антитіла (Ab+), утримували разом з іншими котами (6/6), тимчасом більшість серонегативних тварин (Ab-) утримували окремо (80,0 %, 4/5). Обидві тварини, які активно виділяли вірус у довкілля (Ag+) також проживали з іншими котами (2/2), що підтверджує думку про важливість групового утримання котів для циркуляції. Усі інші оцінені епізоотологічні фактори (включно з віком, статтю, статусом стерилізації та доступом до вулиці) не продемонстрували статистично достовірного впливу на показники носійства (Ag+) або наявності антитіл (Ab+) серед досліджуваної вибірки котів.

Ретроспективний аналіз результатів лабораторних досліджень на наявність антитіл IgG до FCoV методом ІФА, проведених у лабораторії «Бальд» (м. Київ) за період 2019–2023 рр., охопив 5442 зразки крові від котів, підозрюваних у кишкових інфекціях та у захворюванні на ІПК. Загальна поширеність антитіл до FCoV у зразках сироватки крові становила 40,0 % (CI, 95 %: 38,5–41,5 %) (табл. 2).

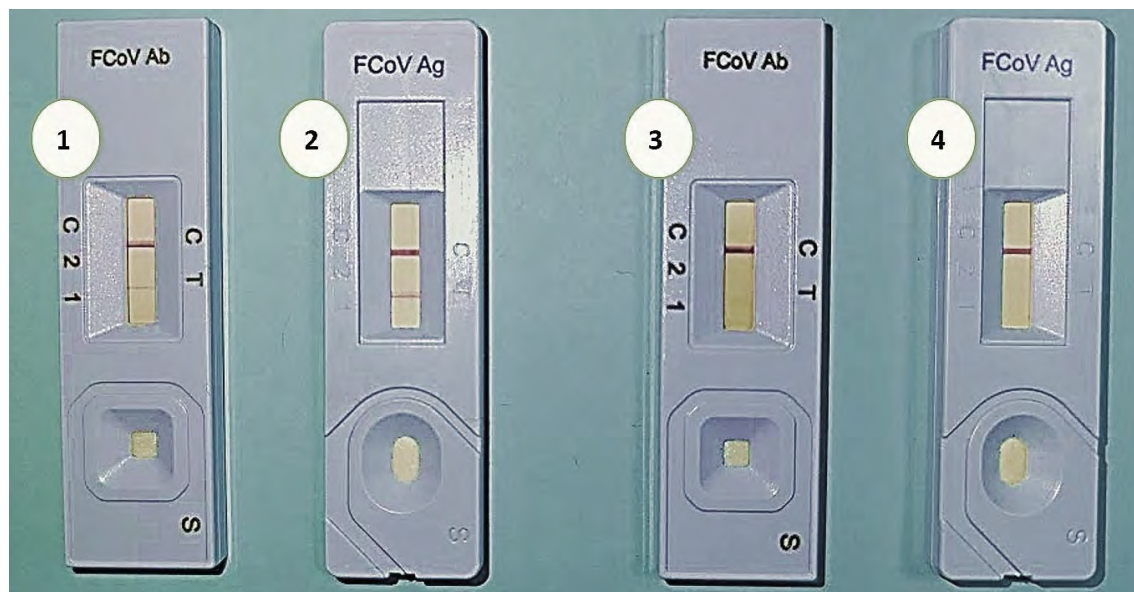


Рис. 1. Імунохроматографічні експрес-тести VetExpert FCoV Ab та VetExpert FCoV Ag (1 і 2 – позитивні та 3 і 4 – негативні).

Таблиця 2 – Результати досліджень котів в лабораторії "Бальд" за період з 01.01.2019 до 01.06.2023 рр.

Назва дослідження	Досліджено зразків, n	Позитивні результати, n	Позитивні результати, %	CI, 95 %
Коронавірус котів (FCoV), антитіла IgG-нк. Ідентифікація у крові (сироватка або плазма)	5442	2178	40,0	38,5–41,5
Коронавірус котів (FCoV), антитіла IgG-нк. Ідентифікація у асцитичній рідині	206	112	54,4	47,5–61,1
Коронавірус котів (Feline Coronavirus), ідентифікація у фекаліях методом ПЛР	729	245	33,6	30,2–37,1

Додатковий аналіз 206 зразків асцитичної рідини, відібраної, здебільшого, за підозри на ІПК, показав частку позитивних результатів на FCoV IgG, що становила 54,4 % (CI, 95 %: 47,5–61,1 %), а аналіз на виявлення коронавірусу у фекаліях методом ПЛР показав позитивні результати у 33,6 % випадків (CI, 95 %: 30,2–37,1 %).

Результати досліджень сироватки крові котів з різних міст України (табл. 3) вказують на те, що рівень серопозитивності до FCoV у популяціях безпритульних котів за результатами ІФА становив 58,9 % (CI, 95 %: 52,6–65,1 %). Аналіз міжрегіональних відмінностей показав статистично значущу різницю у поширеності FCoV, Хі-квадрат аналіз виявив статистично значущі відмінності між містами ($\chi^2 = 40,15$, $df = 4$, $p < 0,001$). На момент відбору зразків коти були зовні здорові, жодних клінічних ознак не було виявлено. Найвищий рівень серопревалентності зафіксовано у м. Чернігів (80,0 %, CI, 95 %: 66,2–89,1 %), тимчасом найнижчий рівень зафіксовано у м. Суми (20,0 %, CI 95 %: 10,9–33,8 %).

Обговорення. Отримані результати підтверджують високу ендемічність коронавірусної інфекції котів (FCoV) на території України, що узгоджується із глобальними даними про поширення вірусу у щільних популяціях котів [6, 8, 20, 21].

Ретроспективний аналіз великої вибірки результатів лабораторних досліджень ($n=5442$, лабораторія «Бальд») виявив серопревалентність IgG-антитіл на рівні 40,0 % (CI: 38,5–41,5 %). Цей показник відображає частку котів, які контактували з вірусом, та є типовим для домашніх або клінічних популяцій, але він значно нижчий, ніж превалентність у безпритульних тварин. Водночас, високий відсоток активного виділення вірусу (33,6 %, CI: 30,2–37,1 %) за результатами ПЛР-діагностики свідчить про інтенсивну циркуляцію FCoV у клінічній популяції. Таке співвідношення між серопозитивністю (40,0 %) та активним виділенням (33,6 %) є вищим, ніж повідомляють деякі європейські автори [20], що може вказувати на високу частку хронічних носіїв вірусу серед обстежених котів у клінічній мережі.

Таблиця 3 – Рівень серопозитивності до FCoV у популяціях котів різних міст України за результатами серологічних досліджень методом ІФА

№ зп	Місто	Досліджено проб сироватки крові, n	Виявлено серопозитивних проб, n	Серопревалентність, %	CI, 95 %
1	Суми	45	9	20,0	10,9–33,8
2	Миколаїв	48	33	68,8	54,7–80,1
3	Умань	48	33	68,8	54,7–80,1
4	Чернігів	45	36	80,0	66,2–89,1
5	Полтава	48	27	56,3	42,3–68,3
6	Разом	234	138	58,9	52,6–65,1

Результати крос-секційного дослідження ($n=234$) демонструють істотно вищий рівень серопревалентності у популяції безпритульних котів та котів із притулків, який становить 58,9 % (CI: 52,6–65,1 %). Цей показник незначно вищий за превалентність у клінічній вибірці. Наші результати (40,0 % у клінічній вибірці та 58,9 % у безпритульних) повністю узгоджуються з епізоотологічними дослідженнями в інших країнах [1, 9, 18, 19, 23, 24], де серопревалентність у притулках зазвичай перевищує 60 %. Така різниця чітко вказує на те, що популяція безпритульних котів та котів із притулків є ключовим резервуаром інфекції FCoV в Україні. Висока щільність утримання, спільне використання лотків, кормів та постійний стрес у притулках і вуличних колоніях створюють ідеальні умови для фекально-орального шляху передачі, що призводить до швидкого і масового поширення вірусу.

Крім того, виявлена статистично значуща міжрегіональна різниця у серопревалентності FCoV серед безпритульних котів (Критерій Хі-квадрат, $p < 0,05$): від 20,0 % у Сумах до 80,0 % у Чернігові. Ця варіабельність може бути пов'язана з різною щільністю популяції, ефективністю локальних програм контролю (наприклад, TNR – Trap-Neuter-Return) або навіть непрямим впливом соціально-економічних та географічних факторів на екологію популяцій котів, що не було встановлено у цьому дослідженні.

Аналіз даних опитування власників котів ($n=26$) підтвердив, що утримання з іншими котами є статистично достовірним фактором ризику для серопозитивності FCoV ($p = 0,0152$) у домашніх умовах. Це дослідження підкріплює епізоотологічні висновки, отримані на великих вибірках, про те, що щільність тварин у домогосподарстві є домінуючим фактором сприяння поширенню коронавірусу FCoV. Такі результати є прямим доказом для української популяції, що підтверджує загальноприйняте твердження про підвищення ризику інфікування вірусом FCoV кожним додатковим котом у домогосподарстві [2].

Важливо вказати на обмеження цього дослідження, зокрема мала вибірка опитування власників котів ($n=29$) призвела до низької статистичної значимості за аналізу окремих факторів ризику. Як наслідок, фактори, які вважаються іншими авторами важливими, наприклад, доступ до вулиці, не були визнані статистично значущими у цій підгрупі. Ця відсутність зв'язку, ймовірно, не є доказом відсутності впливу і питання потребує подальшого вивчення.

Отримані дані підкреслюють нагальну необхідність заходів контролю за поширенням FCoV і вказують на великий ризик інфікування котів та потенційного розвитку у них ІПК. Оскільки основний шлях поширення пов'язаний із щільністю утримання (спільне проживання та притулки), першочергові зусилля мають бути спрямовані на покращення гігієнічних норм за групового утримання, зменшення стресу та оперативну ізоляцію активних носіїв вірусу (за результатами ПЛР) для зниження ризику виникнення інфекційного перитоніту.

Висновки. Дослідження підтверджує високу ендемічність коронавірусу FCoV в Україні. Загальна серопревалентність у клінічній вибірці становить 40,0 %, зокрема значна частка тварин є носіями вірусу (33,6 %), що вказує на інтенсивну циркуляцію FCoV у популяції котів.

Популяція безпритульних котів є ключовим резервуаром вірусу FCoV. Серопревалентність у цій групі (58,9 %) є значно вищою, ніж у клінічній вибірці, а регіональні показники мають статистично значущу варіабельність (від 20,0 до 80,0 %), що може залежати від впливу локальних епізоотологічних чинників.

Утримання з іншими котами є статистично достовірним фактором ризику для серопозитивності FCoV у домашніх умовах ($p=0,0152$). Це підтверджує, що кількість тварин у домогосподарстві є чинником, зумовлює поширення інфекції.

Виявлена висока ендемічність вірусу FCoV забезпечує постійний і великий резервуар для вірусної реплікації та потенційної появи вірулентних мутацій і створює значний популяційний ризик розвитку інфекційного перитоніту котів (ІПК) в Україні, отже є фактором ризику, що потребує контролю інфікованості котів FCoV, особливо у місцях скупчення тварин, зокрема у розплідниках і притулках, дотримання гігієнічних норм та оперативної ізоляції носіїв коронавірусу.

Перспективи подальших досліджень. Молекулярно-генетичний аналіз ізолятів вірусу від активних носіїв з усіх досліджених регіонів для ідентифікації домінуючих генотипів та відстеження мутацій, пов'язаних із розвитком ІПК. Розробка і впровадження рекомендацій з контролю FCoV-носійства у притулках та розплідниках.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Усі дослідження, що передбачали роботу з тваринами, проводили з дотриманням біоетичних норм та принципів гуманного по-

водження. Відбір зразків сироватки крові від безпритульних котів здійснювали виключно під час планових ветеринарних процедур (рутинної стерилізації) у межах волонтерського проєкту. Поводження з усіма тваринами відповідало етичним стандартам ветеринарних клінік та повністю були дотримані вимоги Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» та Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для дослідних та інших наукових цілей (ETS 123).

Відомості про конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Подяки. Автори висловлюють щирю вдячність керівництву лабораторії «Бальд» (м. Київ), персоналу і волонтерам ТОВ «Чотири лапи Україна» та персоналу ветеринарної лікарні «Звірополіс» (м. Київ) за неоціненну допомогу у виконанні дослідження.

REFERENCES

- Ozkul, G.S., Ozkul, I.M., Akalin, M.J. (2015). A retrospective clinical and epidemiological study on feline coronavirus (FCoV) in cats in Istanbul, Turkey. *Prev Vet Med*. DOI:10.1016/J.PR EVETMED.2015.01.017.
- Pedersen, N.C. (2009). A review of feline infectious peritonitis virus infection: 1963–2008. *J Feline Med Surg*, 11 (4), pp. 225–258. DOI:10.1016/j.jfms.2008.09.008.
- Gao, Y.Y., Wang, Q., Liang, X.Y., Zhang, S., Bao, D., Zhao, H. (2023). An updated review of feline coronavirus: mind the two biotypes. *Virus Res*, 326. DOI:10.1016/j.virusres.2023. 199059.
- Luo, Y.C., Liu, I.L., Chen, Y.T., Lin, Y.J., Fan, Y.C., Wu, Y.W. (2020). Detection of Feline Coronavirus in Feline Effusions by Immunofluorescence Staining and Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction. *Pathogens*. DOI:10.3390/PATHOGENS9090698.
- Sharif, S., Arshad, S.S., Hair-Bejo, M., Omar, A.R., Zeenathul, N.A., Alazawy, A. (2010). Diagnostic methods for feline coronavirus: a review. *Vet Med Int*. 2010. DOI:10.4061/2010/8094 80.
- Dong, H.V., Rapichai, W., Rattanasrisomporn, A., Rattanasrisomporn, J. (2025). Feline Coronavirus in Northern Vietnam: Genetic Detection and Characterization Reveal Predominance of Type I Viruses. *Viruses*. 17 (2), 188 p. DOI:10.3390/v17020188.
- Barua, S., Lockyear, O., Delmain, D., Wang, C. (2022). Feline Coronavirus: Insights into the Pathogenesis and Diagnosis. In: Wang L, editor. *Animal Coronaviruses*. New York: Humana. DOI:10.1007/978-1-0716-2091-5_2.
- Shi, K., He, M., Shi, Y., Hu, Y., Xu, Y., Li, C. (2024). Genetic and Phylogenetic Analysis of Feline Coronavirus in Guangxi Province of China from 2021 to 2024. *Vet Sci*. DOI:10.3390/vet sci11100455.
- Kumano, H., Nakagawa, K. (2024). Molecular epidemiology and risk analysis for asymptomatic infection with feline enteric coronavirus in domestic and stray cats in Japan. *Arch Virol*. 169 (11), pp. 1150–1159. DOI:10.1007/s00705-024-06164-7.
- Lin, L., Yao, D., Wu, L. (2021). Molecular epidemiology of type I and II feline coronavirus from cats with suspected feline infectious peritonitis in China between 2019 and 2021. *Arch Virol*. DOI:10.1007/S00705-021-05291-9.
- Licitra, B.N., Millet, J.K., Regan, A.D., Hamilton, B.S., Rinaldi, V.D., Duhamel, G.E. (2013). Mutation in spike protein cleavage site and pathogenesis of feline coronavirus. *Emerg Infect Dis*. 19 (7), pp. 1066–1073. DOI:10.3201/eid1907.121094.
- Myrrha, L.W., Silva, F.M., Peternelli, E.F., Junior, A.S., Resende, M., de Almeida, M.R. (2011). The paradox of feline coronavirus pathogenesis: a review. *Adv Virol*. Vol. 2011. DOI:10.1155/2011/109849.
- Addie, D.D., Schaap, I.A., Nicolson, L., Jarrett, O. (2003). Persistence and transmission of natural type I feline coronavirus infection. *J Gen Virol*, 84 (Part 10), pp. 2735–2744. DOI:10.1099/vir.0.19129-0.
- Stranieri, A., Probo, M., Pisu, M.C. (2019). Preliminary investigation on feline coronavirus presence in the reproductive tract of the tom cat as a potential route of viral transmission. *J Feline Med Surg*, 22 (2), pp. 178–185. DOI:10.1177/1098612X19837114.
- Song, X., Li, W.F., Shan, H. (2023). Prevalence and genetic variation of the M, N, and S2 genes of feline coronavirus in Shandong Province, China. *Arch Virol*. DOI:10.1007/s00705-023-05816-4.
- Taharaguchi, S., Satou, K., Morita, Y., Maruoka, H., Masuda, T., Horimoto, T. (2012). Prevalence of feline coronavirus antibodies in Japanese domestic cats during the past decade. *J Vet Med Sci*, 74 (10), pp. 1355–1358. DOI:10.1292/jvms.11-0577.
- Dong, B., Zhang, X., Zhong, X. (2024). Prevalence of natural feline coronavirus infection in domestic cats in Fujian, China. *Virol J*. DOI:10.1186/s12985-023-02273-y.
- Oğuzoğlu, T.C., Muz, D. (2013). Prevalences of feline coronavirus (FCoV), feline leukaemia virus (FeLV), feline immunodeficiency virus (FIV) and feline parvovirus (FPV) among domestic cats in Ankara, Turkey. *Rev Med Vet*. 164 (11), pp. 511–516.
- Almeida, A., Galdino, M., Araujo, J. (2019). Seroepidemiological study of feline coronavirus (FCoV) infection in domiciled cats from Botucatu, São Paulo, Brazil. *Pesqui Vet Bras*. DOI:10.1590/1678-5150-pvb-5706.
- Duijvestijn, M.B.H.M., Schuurman, N.N.M.P., Vernooij, J.C.M., van de Sandt, C. (2023). Serological Survey of Retrovirus and Coronavirus Infections, including SARS-CoV-2, in Rural Stray Cats in The Netherlands, 2020–2022. *Viruses*. 15 (7), 1531 p. DOI:10.3390/v15071531.
- Overwijk, W.W. (2023). Seroprevalence of and risk factors for feline coronavirus infection in cats from Greece. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis*. DOI:10.1016/j.cimid.2023.10 1962.

22. Bell, E.T., Toribio, J.A., White, J.D., Malik, R., Norris, J.M. (2006). Seroprevalence study of feline coronavirus in owned and feral cats in Sydney, Australia. *Aust Vet J.*, 84 (3), pp. 74–81. DOI:10.1111/j.1751-0813.2006.tb12231.x.

23. Delgado Villamizar, K.Y. (2018). Seroprevalencia y evaluación molecular de coronavirus felino en felinos de Bucaramanga utilizando RT-PCR [Tesis de pregrado]. Bucaramanga: Universidad Cooperativa de Colombia.

24. Akkan, H.A., Karaca, M. (2009). Studies on the seroprevalence, age, and gender on the distribution of feline coronavirus in Van cats kept in a multiple-cat environment. *Bull Vet Inst Pulawy.* 53, pp. 183–186.

25. Dohoo, I., Martin, W., Stryhn, H. (2010). *Veterinary epidemiologic research*. 2nd ed. VER Inc. 865 p.

Epizootological analysis of the cats coronavirus prevalence in Ukraine

Tieor V.

The study is dedicated to the problem of feline coronavirus infection in Ukraine. The aim of the study was to investigate the prevalence of Feline Coronavirus (FCoV) in various populations (clinical, stray, and owned cats) in Ukraine, as well as to evaluate the key epizootological risk factors for infection, which is important for developing effective strategies for the control and prevention of feline coronavirus infection, including Feline Infectious Peritonitis (FIP). The study had a complex design and included three main stages: a retrospective analysis of laboratory test results (n=6,377) for the period 2019–2023, covering PCR diagnostics and ELISA for IgG; a

cross-sectional seroprevalence study using ELISA (n=234) in a large cohort of clinically healthy stray cats from five cities of the country (Sumy, Mykolaiv, Uman, Chernihiv, and Poltava); and an analysis of risk factors (n=29) for coronavirus infection based on cat owner survey results and testing of cats using ICA for the presence of antibodies and coronavirus antigen. A high endemicity of FCoV was established in Ukraine, specifically seroprevalence in the clinical sample was 40.0% (CI: 38.5% – 41.5%), while the rate in the stray cat population was significantly higher at 58.9% (CI: 52.6% – 65.1%), and 33.6% of the examined animals were identified as active virus carriers. The stray cat population was determined to be the main reservoir of infection, which is confirmed by the highest seroprevalence in this group. Regional analysis revealed statistically significant variability in FCoV prevalence among stray cats, ranging from 20.0% to 80.0% ($p < 0.001$) in different cities. Risk factor analysis confirmed that cohabitation with other cats is a statistically significant factor contributing to infection ($p=0.0152$), confirming the importance of animal density for FCoV transmission. The detected high prevalence of FCoV creates a significant population risk for the development of Feline Infectious Peritonitis (FIP), which is confirmed by 54.4% positive results in ascites fluid samples from cats suspected of having FIP. Further attention is required for FCoV control measures through regulating cat housing density and adhering to sanitary and hygienic standards, especially in catteries and shelters.

Keywords: Feline Coronavirus, FCoV, Feline Infectious Peritonitis, FIP, Seroprevalence, Stray Cats, Risk Factors, Effusion, ELISA, PCR.



Copyright: Teop B.C. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:
Teop B.C.

<https://orcid.org/0009-0000-3728-2003>

ПАРАЗИТАРНІ ХВОРОБИ

УДК 619:614.31:639.3.09

**Динаміка поширення аргульозу риб
на території України за період 2022–2024 роки**

Литвиненко О.П. , Мірошніченко О.І. , Яненко У.М. ,
Піщанський О.В. , Алексеева Г.Б. , Куликова В.В. , Київська Г.В. ,
Матвієнко О.В. , Карпуленко М.С. , Тогачинська Л.В. 

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



Литвиненко О.П. E-mail: 2431519@ukr.net



Литвиненко О.П., Мірошніченко О.І., Яненко У.М., Піщанський О.В., Алексеева Г.Б., Куликова В.В., Київська Г.В., Матвієнко О.В., Карпуленко М.С., Тогачинська Л.В. Динаміка поширення аргульозу риб на території України за період 2022–2024 роки. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 108–113.

Lytvynenko O., Miroshnichenko O., Yanko U., Pishchanskyi O., Alekseeva G., Kulykova V., Matviienko O., Karpulenko M., Togachynska L. Dynamics of the Argulosis spread in fish in Ukraine for the period 2022–2024. Nauk. visn. vet. med., 2025. № 2. PP. 108–113.

Рукопис отримано: 17.09.2025 р.

Прийнято: 30.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-108-113

У статті здійснено комплексний аналіз динаміки епізоотичного процесу, пов'язаного з ураженням риб аргульозом на території України впродовж 2022–2024 рр. Аргульоз – паразитарне захворювання, збудником якого є ракоподібні роду *Argulus* (так звані риб'ячі воші). Ці ектопаразити прикріплюються до зовнішніх покривів риб, пошкоджуючи шкіру, зумовлюючи стрес, зниження імунітету та вторинні бактеріальні ураження. Масові зараження здатні призводити до загибелі риби, особливо в умовах інтенсивної аквакультури.

Зібрано, систематизовано та проаналізовано дані щодо виявлення аргульозу в різних регіонах України, що дозволило простежити динаміку його поширення у просторі та часі. Наведено статистичні показники по областях, що дало змогу виокремити зони підвищеного епізоотичного ризику. Встановлено, що найбільше випадків інвазії зафіксовано у регіонах з розвиненим рибним господарством, а також у південних та центральних областях, де створюються сприятливі умови для розвитку збудника.

Дослідження підкреслює значні економічні наслідки, які спричинює аргульоз: зниження приросту біомаси, погіршення товарного вигляду риби, зменшення ринкової вартості продукції, підвищення витрат на лікування та профілактику, а також зниження загальної ефективності функціонування рибогосподарських підприємств.

На підставі результатів зроблено висновок про необхідність вдосконалення системи моніторингу, запровадження регулярних ветеринарно-санітарних заходів, проведення профілактичних обробок та підвищення обізнаності спеціалістів щодо біобезпеки в аквакультурі. Надані рекомендації можуть бути використані для формування ефективної стратегії контролю та попередження аргульозу в Україні.

Відповідно до аналізу динаміки епізоотичного процесу ураження риб аргульозом 2022 до 2024 рр. на території України, найбільший рівень інвазування було зафіксовано в північній і частково центральній частинах України. До неблагополучних територій, де реєстрували захворювання, увійшло п'ять областей – Рівненська, Хмельницька, Чернівецька, Волинська та Харківська.

Дослідження підкреслюють важливість контролю та профілактики інвазії, пов'язаної з аргулюсами, для збереження здоров'я риб.

Ключові слова: аргульоз, поширення, епізоотичний процес, територія.

Постанова проблеми та аналіз останніх досліджень. Для покращення ефективності ведення рибництва важливе значення має забезпечення епізоотичного благополуччя ставових господарств та профілактично-лікувальні заходи щодо найбільш поширених паразитарних захворювань риб. Відомо, що інвазійні хвороби завдають значних економічних збитків рибному господарству України [1, 2]. Своєчасна діагностика рибних захворювань є запорукою виникнення та поширення благополуччя в рибництві [3–6].

Аргульоз (від лат. *Argulus* – рачок) – «інвазійне захворювання риб, яке спричинюють коропові воші (коропоїди), паразитичні ракоподібні з роду Аргулюс (*Argulus foliaceus*, *Argulus coregoni*, *Argulus japonicus*) родини Аргулід (*Argulidae*) підкласу зяброхвостих (*Brachiura*). У місцях прикріплення паразита на тілі риби утворюються невеличкі виразки [7–9]. Відомі як риб'ячі воші, збудником яких є *Argulus spp.* – ракоподібні паразити, що паразитують на рибі різних вікових груп та різних видів. Найбільш сприйнятливою до аргульозу є молодь риби. Риби старших вікових груп є носіями збудника, який прикріплюється до поверхні тіла риби і живиться слизом, епітеліальними клітинами і кров'ю, проколюючи шкіру [10–13]. За аргульозу риба поводить себе неспокійно, часто третється об підводні предмети, намагаючись звільнитись від паразитів. Згодом риба стає млявою, втрачає вагу і гине. У місці прикріплення паразитів можна виявити набряк, крововиливи, виразки [14–16]. Через пошкодження шкірного покриву до організму риби може потрапляти інфекція, що призводить до загибелі риби. На додаток до негативних наслідків годування, часто виникають супутні проблеми, такі як вторинні інфекції, спричинені умовно-патогенними бактеріями, зокрема *Aeromonas* і *Pseudomonas*, а також вторинні інвазії іншими паразитами, такими як *Ichthyophthirius multifiliis* і *Ichthyobodo spp.* [17]. Крім того, аргулюси є переносниками вірусу весняної веремії коропа, інших вірусів, бактерій, джгутикових організмів.

Вважається, що цей паразит насамперед інфікує лососевих риб, але також зустрічається на коропових та інших рибах [18 – 19]. Аргульоз псує зовнішній товарний вигляд риби, що призводить до значних економічних збитків [20].

Мета роботи полягала у вивченні динаміки епізоотичного процесу щодо ураження риб аргульозом 2022 до 2024 рр. на території України.

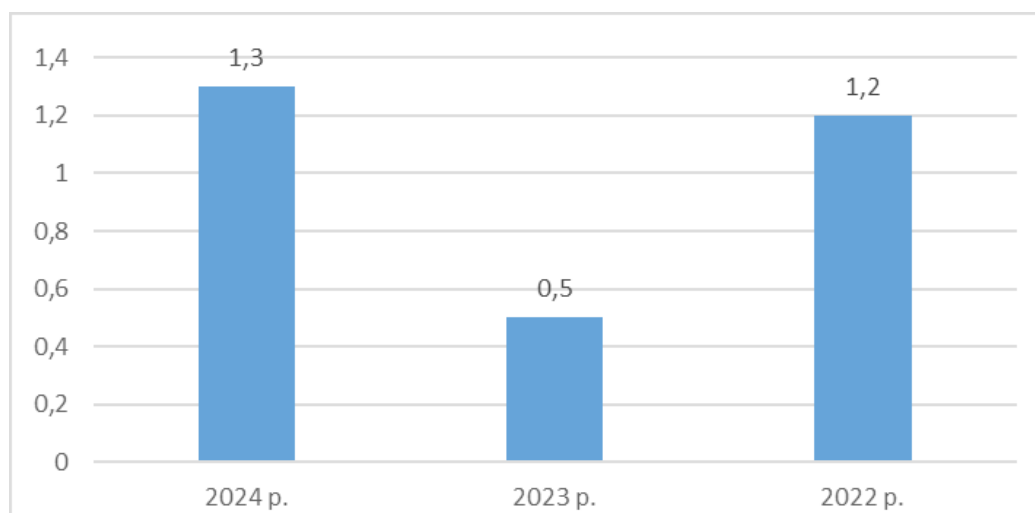
Матеріал і методи дослідження. Для статті були використані матеріали для статистичного аналізу річних форм звітності № 2-Вет "Звіт про роботу державних лабораторій ветеринарної медицини". Дані звітності формувалися в регіональних державних лабораторіях ветеринарної медицини, акредитованих за стандартом ISO 17025. За проведення діагностичних досліджень використовували метод мікроскопічного дослідження. Основними діагностичними методами були: зовнішній огляд риб, паразитологічне дослідження луски, шкіри, плавців і зябер з використанням мікроскопії. Ідентифікацію збудника (*Argulus spp.*) проводили згідно з визначниками паразитів прісноводних риб, з урахуванням морфологічних ознак. Паралельно вивчали умови утримання риби, гідрохімічні показники води, а також дані щодо попередніх спалахів паразитарних захворювань. Для оцінки рівня ураженості використовували показники інтенсивності та екстенсивності інвазії. Статистичну обробку результатів здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel, методами варіаційної статистики із розрахунком середніх значень та стандартного відхилення.

Результати дослідження. Це захворювання часто зустрічається в ставковому рибництві, особливо в теплу пору року, коли вода прогрівається до температури +25 – +26 ° С, саме такі умови сприятливі для розмноження *Argulus*. На початку захворювання у липні виявляють лише поодинокі випадки загибелі риби, з часом це набуває масового прояву. Наприкінці серпня загибель риби припиняється. Діагноз на аргульоз установлюють на підставі епізоотологічних даних та клінічних ознак. Остаточний діагноз визначають в лабораторних умовах за виявлення аргулюсів.

Діагностичні дослідження проводили на базі лабораторій Держпродспоживслужби України методом мікроскопічного методу.

Аргульоз риб на території України поширений осередково. Зокрема, впродовж 2022–2024 рр. було проведено 6184 досліджень, з них позитивний результат було отримано в 58 випадках, середня інвазованість риб аргульозом за період 2022–2024 рр. становила 0,9 відсотка.

Впродовж 2022 р. державними лабораторіями Держпродспоживслужби було проведено 1580 досліджень, з них відсоток рівня інвазованості становив 1,2. За 2023 р. проведено 2560, з них відсоток рівня інвазованості становив 0,5. За 2024 р. проведено 2044, з них відсоток рівня інвазованості становив 1,3 (рис.1).



2024 р. – $p < 0,05$; 2023 р. – $p < 0,01$; 2022 р. – $p < 0,05$.

Рис. 1. Інвазованість риб аргульозом на території України за період 2022 – 2024 рр.

Згідно з даними розвитку епізоотичного процесу, аргульоз риб найбільш поширений в північній і частково центральній частинах України. До неблагополучних регіонів увійшло 5 областей. Найбільше позитивних випадків виявлено у Рівненській області з рівнем

інвазованості 0,8 відсотка, у Хмельницькій області відмічали рівень інвазованості – 0,05 відсотка. Наступною була Чернівецька область з рівнем інвазованості 0,03 відсотка і останніми областями Волинська та Харківська – з рівнем інвазованості 0,02 відсотка (рис. 2).

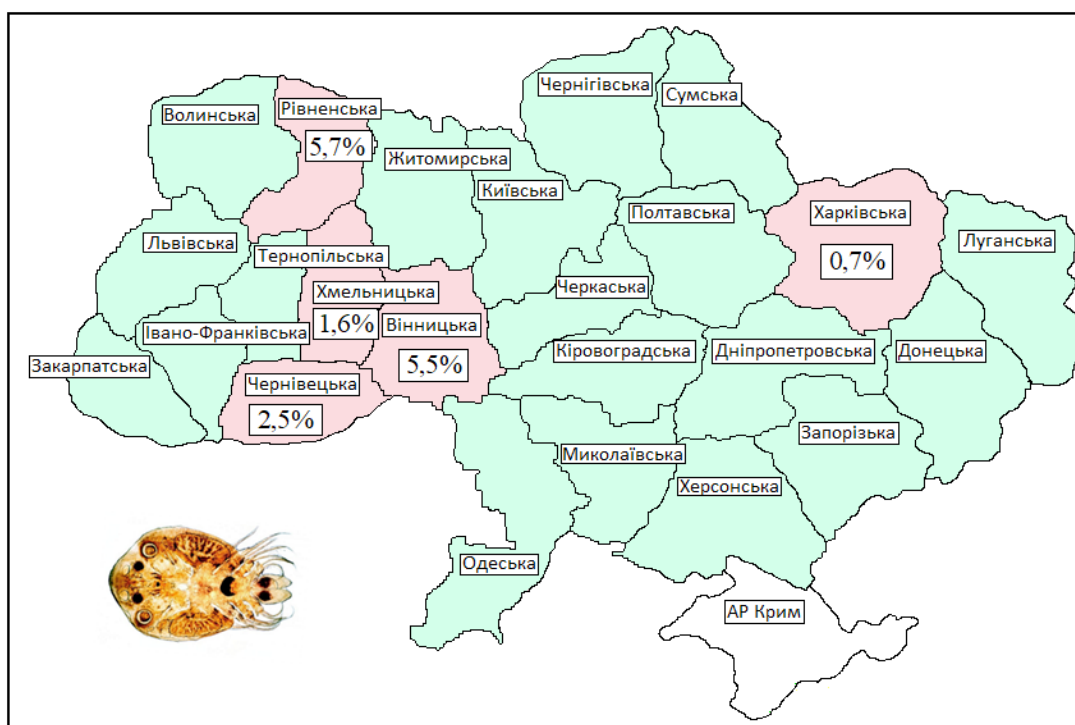


Рис. 2. Поширення аргульозу риб на території України за період 2022–2024 рр.

У 2022 р. рівень інвазованості був найнижчим ($p < 0,05$). У 2023 р. спостерігався статистично значущий ріст інвазованості порівняно з 2022 р. ($p < 0,05$). У 2024 р. також зафіксовано значне зростання інвазованості порівняно з 2023 р. ($p < 0,01$). Результати показали, що різниця є статистично значущою ($p < 0,01$) у всіх випадках. Це означає, що рівень інвазованості в Рівненській області суттєво вищий, ніж у Хмельницькій, Чернівецькій, Волинській та Харківській.

Обговорення. Актуальним на сьогодні постає питання створення нових сучасних протипаразитарних препаратів, спрямованих діяти на всі стадії розвитку паразита. Однією з перешкод поширення цього захворювання (хвороби, зумовленої паразитом *Argulus*) на території України є кліматичні умови. Холодні зими та значні коливання температури можуть знизити виживаність паразитів, які потребують певних температурних умов для розмноження та активності. Крім того, контроль за водними ресурсами, такими як рібні господарства і аквакультурні об'єкти, також відіграє важливе значення у запобіганні розповсюдженню цього паразита.

Втрата товарного вигляду риби може бути наслідком декількох чинників, зокрема: інфекційні захворювання можуть спричинити зміни в забарвленні, формі і текстурі риби; неправильне зберігання або транспортування риби можуть призвести до втрати свіжості та якості, що вплине на її товарний вигляд; забруднення води може негативно вплинути на здоров'я риби, що також позначиться на її зовнішньому вигляді; наявність паразитів, таких як Аргулюс, може призвести до пошкодження шкіри та луски риби, що негативно впливає на її зовнішній і товарний вигляд.

Втрата прибутку внаслідок аргульозу може виникнути через кілька основних причин:

- зменшення продуктивності: паразити, такі як Аргулюс, можуть призводити до значного зниження здоров'я риби, зокрема до зменшення їхньої продуктивності та ваги;
- погіршення якості продукції: риба, уражена паразитами, може втратити товарний вигляд, що знижує її привабливість для покупців і зменшує ціни на ринку;
- витрати на лікування: витрати на медикаменти, профілактичні заходи та лікування заражених риб можуть суттєво підвищити загальні витрати підприємства;
- втрата ринку: зниження попиту на рибу через негативну репутацію або низьку якість продукту може призвести до втрати постійних клієнтів і ринків;

– зниження відтворюваності: через високу інтенсивність зараження риба може бути менш активною, що призводить до зменшення її зростання та розвитку.

Усі перелічені чинники сумарно можуть призвести до значних фінансових втрат для підприємств, що займаються рибництвом.

Висновки. Відповідно до аналізу динаміки епізоотичного процесу ураження риб аргульозом 2022 до 2024 рр. на території України, найбільший рівень інвазування було зафіксовано в північній і частково центральній частинах України. До неблагополучних територій, де реєстрували захворювання, увійшло п'ять областей – Рівненська, Хмельницька, Чернівецька, Волинська та Харківська.

Дослідження підкреслюють важливість контролю та профілактики інвазії, пов'язаної з аргулюсами, для збереження здоров'я риб.

Узагальнюючи наведене вище резюме, що аргульоз може суттєво впливати на рибне господарство, зумовлюючи втрати прибутку через зниження якості та товарного вигляду риби, зменшення продуктивності, збільшення витрат на лікування, а також зменшення попиту на продукцію. Для мінімізації цих втрат важливо впроваджувати ефективні профілактичні та лікувальні заходи, контролювати якість води і умови утримання риби, а також забезпечувати належний моніторинг здоров'я рибних запасів. Це дозволить зберегти конкурентоспроможність підприємств і стабільність їх фінансових результатів.

REFERENCES

1. Pukalo, P.Y., Shekk, P.V. (2018). Parasitic diseases of fish in the ponds of farms of the Lviv Regional Fishery Plant. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences, 20 (83), pp. 141–144. DOI:10.15421/nvlvet8327
2. Tandel, R. S. (2021). Morphometric and molecular identification of *Argulus* spp. infesting snow trout (*Schizothorax richardsonii*): morphological and 18S rRNA evidence. *Aquaculture Research / Aquatic Research* (online). DOI:10.1111/are.15486.
3. Taylor, N.G., Sommerville, C., Wootten, R. (2006). The epidemiology of *Argulus* spp. (Crustacea: Branchiura) infections in stillwater trout fisheries. *Journal of Fish Diseases*, 29 (4), pp. 193–200. DOI:10.1111/j.1365-2761.2006.00704.x
4. Wafer, L.N., Whitney, J.C., Jensen, V.B. (2015). Fish Lice (*Argulus japonicus*) in Goldfish (*Carassius auratus*). *Comparative medicine*, 65 (2), pp. 93–95.
5. Patra, A., Mondal, A., Banerjee, S., Adikesavalu, H., Joardar, S.N., Abraham, T.J. (2016). Molecular characterization of *Argulus bengalensis* and *Argulus siamensis* (Crustacea: Argulidae)

infecting the cultured carps in West Bengal, India using 18S rRNA gene sequences. *Molecular Biology Research Communications*, 5 (3), pp. 156–166.

6. Sahoo, P.K., Parida, S., Parida, S., Paul, A. (2023). Stability evaluation and validation of appropriate reference genes for real-time PCR expression analysis of immune genes in the rohu (*Labeo rohita*) skin following argulosis. *Scientific Reports*, 13, 2660 p. DOI:10.1038/s415 98-023-29325-1

7. Molnár, K., Székely, C., Láng, M. (2019). Field guide to the control of warmwater fish diseases in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Available at: <https://openknowledge.fao.org/handle/ca4730en>

8. Saengsitthisak, B., Chaisri, W., Mektrirat, R., Yano, T., Pikulkaew, A.S. (2023). In vitro and in vivo action of turmeric oil (*Curcuma longa* L.) against *Argulus* spp. in goldfish (*Carassius auratus*). *Open Veterinary Journal*, 13 (12), pp. 1645–1653. DOI:10.5455/OVJ.2023.v13.i12.14

9. Keve, G., Tóth, A.G., Katács, M., Baska, F., Eszterbauer, E., Hornok, S., Németh, T., Solymosi, N. (2025). First record of *Argulus japonicus* infestation on *Cyprinus carpio* in Hungary, and the first description of *Argulus japonicus* subsp. *europaeus* subsp. nov. *bioRxiv*. DOI:10.1101/2025.04.09.647856v1

10. Bandilla, M., Hakalahti, T., Hudson, P.J., Valtonen, E.T. (2005). Aggregation of *Argulus coregoni* (Crustacea: Branchiura) on rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): a consequence of host susceptibility or exposure? *Parasitology*, 130, Part 2, pp. 169–176. DOI:10.1017/S0031182004006407

11. Kar, B., Mohanty, J., Hemaprasanth, K.P., Sahoo, P.K. (2013). The immune response in rohu, *Labeo rohita* (Actinopterygii: Cyprinidae) to *Argulus siamensis* (Branchiura: Argulidae) infection: kinetics of immune gene expression and innate immune response. *Aquaculture Research*, 46 (6), pp. 1292–1308. DOI:10.1111/are.12279

12. Hunt, R., Cable, J. (2021). Shining a light on parasite behaviour: daily patterns of *Argulus* fish lice. *Parasitology*, 148 (11), pp. 1371–1379. DOI:10.1017/S0031182021000930

13. Haridevamuthu, B., Raj, D., Arshad, A., Arockiaraj, J. (2024). Comprehensive review of *Argulus* infestations in aquaculture: Biological impacts and advanced management strategies. *Fish & Shellfish Immunology*, 153. DOI:10.1016/j.fsi.2024.109851

14. Tang, K.N., O'Connor, M.R., Landolfi, J., Bonn, W.V. (2019). Safety and efficacy of milbemycin oxime and lufenuron to treat *Argulus* spp. infestation in smooth back river stingrays (*Potamotrygon orbignyi*) and Magdalena river stingrays (*Potamotrygon magdalenae*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 50(2), 383–388. <https://doi.org/10.1638/2018-0162>

15. Silva, J.O.S., Stabile, B.H.M., da Graca, R.J., Oliveira, A.V., Takemoto, R.M. (2024). Ornamental fish mortality reveals an old parasite introduction:

A case study of koi carp and fish louse. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 51. DOI:10.1016/j.vprsr.2024.101034

16. Kashinskaya, E.N., Simonov, E.P., Andree, K.B., Vlasenko, P.G., Polenogova, O.V., Kirukhin, B.A., Solovyev, M.M. (2021). Microbial community structure in a host-parasite system: The case of Prussian carp and its parasitic crustaceans. *Journal of Applied Microbiology*, 131 (4), pp. 1722–1741. DOI:10.1111/jam.15071

17. Díaz-Martín, V., Manzano-Román, R., Valero, L., Oleaga, A., Encinas-Grandes, A., Pérez-Sánchez, R. (2013). An insight into the proteome of the saliva of the argasid tick *Ornithodoros moubata* reveals important differences in saliva protein composition between the sexes. *Journal of Proteomics*, 80, pp. 216–235. DOI:10.1016/j.jprot.2013.01.015

18. Sahoo, P.K., Mishra, M., Mohapatra, A., Parida, S., Mohanty, J. (2021). Vaccination approach to prevent *Argulus siamensis* infection—success, challenges and preparedness. *Fish and Shellfish Immunology Reports*, 2. DOI:10.1016/j.fsirep.2021.100023

19. Pettersen, R.A., Vøllestad, L.A., Flodmark, L.E., Poléo, A.B. (2006). Effects of aqueous aluminium on four fish ectoparasites. *The Science of the Total Environment*, 369 (1–3), pp. 129–138. DOI:10.1016/j.scitotenv.2006.05.024

20. Hemaprasanth, K.P., Kar, B., Garnayak, S.K., Mohanty, J., Jena, J.K., Sahoo, P.K. (2012). Efficacy of two avermectins, doramectin and ivermectin, against *Argulus siamensis* infestation in Indian major carp, *Labeo rohita*. *Veterinary Parasitology*, 190 (1–2), pp. 297–304. DOI:10.1016/j.vetpar.2012.05.010

Dynamics of the Argulosis spread in fish in Ukraine for the period 2022–2024

Lytvynenko O., Miroshnichenko O., Yanenko U., Pishchanskyi O., Alikseieva G., Kyivska G., Kulykova V., Matviienko O., Karpulenko M., Togachynska L.

The article provides a comprehensive analysis of the dynamics of the epizootic process associated with fish infestation with *Argulus* in Ukraine during 2022–2024. *Argulus* is a parasitic disease caused by crustaceans of the genus *Argulus* (so-called fish lice). These ectoparasites attach themselves to the external coverings of fish, damaging the skin, causing stress, reducing immunity, and causing secondary bacterial infections. Mass infections can lead to fish mortality, especially in intensive aquaculture conditions.

Data on the detection of argulosis in different regions of Ukraine have been collected, systematized, and analyzed, which made it possible to trace the dynamics of its spread in space and time. Statistical indicators by region were provided, which made it possible to identify areas of increased epizootic risk. It was found that the highest number of cases of invasion was recorded in regions with developed fisheries, as well as in the southern and central regions,

where favorable conditions for the development of the pathogen are created.

The study highlights the significant economic consequences of Argulosis: a decrease in biomass growth, deterioration in the marketability of fish, a decrease in the market value of products, an increase in treatment and prevention costs, and a decrease in the overall efficiency of fisheries enterprises.

Based on the results, it was concluded that it is necessary to improve the monitoring system, introduce regular veterinary and sanitary measures, carry out preventive treatments, and raise awareness among specialists about biosafety in aquaculture. The recommendations provided can be used to develop

an effective strategy for the control and prevention of Argulosis in Ukraine.

According to the analysis of the epizootic process of fish infection dynamics with *Argulus* from 2022 to 2024 in Ukraine, the highest level of infestation was recorded in the northern and partly in the central part of Ukraine. The affected areas included five regions: Rivne, Khmelnytskyi, Chernivtsi, Volyn, and Kharkiv.

The study emphasizes the importance of control and prevention of *Argulus* infestation for maintaining fish health.

Keywords: Argulosis, expansion, epizootic process, territory.



Copyright: Литвиненко О.П. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Литвиненко О.П.
Мірошніченко О.І.
Яненко У.М.
Піщанський О.В.
Алексеева Г.Б.
Куликова В.В.
Київська Г.В.
Матвієнко О.В.
Карпуленко М.С.
Тогачинська Л.В.

<https://orcid.org/0009-0003-0682-8917>
<https://orcid.org/0009-0001-0445-1963>
<https://orcid.org/0000-0001-5678-3356>
<https://orcid.org/0009-0002-0111-4977>
<https://orcid.org/0000-0001-6158-5960>
<https://orcid.org/0009-0008-8827-030X>
<https://orcid.org/0000-0002-2390-8498>
<https://orcid.org/0009-0008-4147-7709>
<https://orcid.org/0000-0001-8982-9031>
<https://orcid.org/0009-0005-5032-5940>

ФІЗІОЛОГІЯ, ПАТОЛОГІЧНА ФІЗІОЛОГІЯ І МОРФОЛОГІЯ

УДК 636.2.083:612.1

Сучасні наукові уявлення про відчуття,
почуття та свідомість у тваринКозій В.І. , Лук'яненко К.Є. , Кошелєв О.В. ,
Порошинська О.А. , Козій Н.В. , Шмаюн С.С. 

Білоцерківський національний аграрний університет



Козій В.І. E-mail: vasyi.kozyi@btsau.edu.ua



Козій В.І., Лук'яненко К.Є., Кошелєв О.В., Порошинська О.А., Козій Н.В., Шмаюн С.С. Сучасні наукові уявлення про відчуття, почуття та свідомість у тварин. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 114–126.

Kozyi V., Lukyanenko K., Kosheliev O., Poroshynska O., Kozii N., Shmayun S. Contemporary scientific perspectives on sensations, feelings, and consciousness in animals. *Nauk. visn. vet. med.*, 2025. № 2. PP. 114–126.

Рукопис отримано: 26.09.2025 р.

Прийнято: 09.10.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-114-126

Стаття присвячена систематизації сучасних наукових уявлень про відчуття, почуття та свідомість у тварин на основі міждисциплінарного аналізу літератури з нейронауки, когнітивної етології та ветеринарної поведінкової медицини.

Огляд виконано у форматі *scoping review* з елементами критичного аналізу. Для збору даних використано бази PubMed, Scopus, Web of Science, CAB Abstracts, PsycINFO та Google Scholar. Основну увагу приділено працям 2014–2025 рр., проте залучено й класичні джерела, що суттєво вплинули на формування сучасних концепцій. Критеріями включення були рецензовані емпіричні дослідження, оглядові статті, мета-аналізи та консенсусні документи міжнародних експертних груп.

Історико-філософський аналіз показує, що уявлення про психічний досвід тварин пройшли шлях від механістичного заперечення (Декарт) до еволюційної спадкоємності емоцій та когнітивних процесів (Дарвін). Сучасні дослідження підтверджують, що відчуття, почуття та свідомість тварин становлять інтегровану систему, яка визначає їхню поведінку та добробут. Відчуття забезпечують сенсорну інтеграцію, почуття – афективну оцінку стимулів, свідомість – когнітивну інтеграцію досвіду. Нейрофізіологічні дані свідчать про участь специфічних сенсорних та когнітивних мереж мозку, а поведінкові та фізіологічні показники дозволяють ідентифікувати емоційні стани. Негативні емоції асоціюються з розвитком стресу та зниженням стійкості, тимчасом позитивні сприяють соціальній активності та когнітивній стимуляції. У дослідженнях свідомості акцент робиться на тестах самопізнання, метапізнання та когнітивного контролю. Інтеграція даних з різних дисциплін відкриває перспективи створення комплексних моделей оцінки добробуту.

Сучасні наукові дані підтверджують наявність у тварин взаємопов'язаних сенсорних, емоційних та когнітивних процесів, що становлять основу їхнього добробуту та адаптивності. Подальші дослідження мають бути спрямовані на стандартизацію методів оцінки свідомості та емоційних станів, застосування неінвазивних технологій моніторингу та використання інструментів штучного інтелекту для аналізу поведінки. Це сприятиме формуванню науково обґрунтованих підходів до догляду, утримання та етичної взаємодії з тваринами.

Ключові слова: відчуття, почуття, свідомість, когнітивна етологія, нейронаука, емоційні стани, добробут тварин, афективні процеси, когнітивні функції, ветеринарна поведінкова медицина.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Проблема наявності у тварин відчуттів, почуттів та елементів свідомості залишається однією з ключових у сучасній когнітивній науці, нейронауці та ветеринарній поведінковій медицині. Традиційні уявлення, сформовані ще у філософських школах Нового часу, схилилися або до радикального заперечення психічної діяльності тварин [1], або ж до гіпотез про їхню обмежену «чуттєву» природу [2]. Сучасні дослідження демонструють значний поступ у розумінні цих феноменів завдяки розвитку нейрофізіології, когнітивної етології та методів оцінки афективних станів.

У науковому дискурсі чітко простежується тенденція до наукового визначення понять відчуття (sensations), почуття (feelings, affective states) та свідомість (consciousness), що дозволяє уникати суто філософських спекуляцій та спиратися на емпіричні дані. Зокрема, відчуття у тварин вивчають через аналіз сенсорних систем, почуття – через поведінкові індикатори та фізіологічні маркери, а свідомість – через тести на когніцію та самопізнання [3, 4]. Це не лише має фундаментальне значення для науки, а також й безпосередньо впливає на формування політики щодо добробуту тварин та практику ветеринарної медицини [5].

З огляду на багатовимірність проблеми, доцільним є проведення огляду літератури, що поєднує результати експериментальних, клінічних і теоретичних досліджень та пропонує критичний аналіз сучасних підходів до оцінки відчуттів, почуттів і свідомості у тварин.

Метою цієї роботи є систематизація сучасних наукових уявлень про відчуття, почуття та свідомість у тварин на основі аналізу міждисциплінарної літератури, з акцентом на емпіричні дані та їхні методологічні інтерпретації. Зокрема плануємо надати операційні визначення ключових понять (відчуття, почуття, свідомість) у контексті сучасних досліджень; узагальнити експериментальні та нейробіологічні дані про відчуття у тварин; розглянути сучасні емпіричні підходи до дослідження почуттів (афективних станів) у різних таксонів; оцінити наявні докази щодо можливості свідомості у тварин; проаналізувати методологічні та етичні виклики, що виникають у дослідженнях цієї проблематики та визначити перспективні напрями подальших наукових пошуків.

Матеріал і методи дослідження. Огляд виконано у форматі *scoping review* з елемен-

тами критичного аналізу. Основні особливості цього огляду полягають у тому, що він має ширше охоплення, ніж традиційний систематичний огляд, приділяє менше уваги критичній оцінці якості окремих досліджень і включає обговорення основних концепцій та ключових результатів.

Для збору даних використовувалися електронні бази PubMed, Scopus, Web of Science, CAB Abstracts, PsycINFO та додатково Google Scholar для пошуку міждисциплінарних джерел. Часові межі: основну увагу приділяли публікаціям за останні десять років (2014–2025), водночас включали і класичні роботи, що мають ключове значення для формування сучасних концепцій.

Критеріями включення були рецензовані емпіричні статті, що містять дані про сенсорні, афективні або когнітивні прояви у тварин, оглядові статті, мета-аналізи та консенсусні документи міжнародних експертних груп, а також фундаментальні теоретичні роботи, які мають широке цитування та суттєво вплинули на подальші дослідження. Критеріями виключення були суто філософські роздуми без емпіричного підґрунтя, а також роботи з недостатньо чіткою методологією або низькою якістю даних.

Результати дослідження. Проблематика суб'єктивного досвіду тварин належить до найдавніших дискусій у філософії та науці.

Історичні та філософські аспекти свідомості у тварин. Ще в античній традиції Аристотель у трактаті *De Anima* розглядав тварин як істот, наділених *aisthetikon* – здатністю до відчуттів, що забезпечує орієнтацію у довкіллі. Він розрізняв різні рівні душі: вегетативну, чуттєву та розумну, відносячи тварин до рівня чуттєвої душі, а людину – до розумної [6].

У період Нового часу формується дуалістична традиція. Р. Декарт розглядав тварин як «автомати», які реагують на стимули механічно, без внутрішніх переживань [1]. Така концепція надовго вплинула на західну науку, сприяючи домінуванню механістичних пояснень поведінки. Противагою стала ідея емпіризму Дж. Локка та Д. Гартлі, які вбачали у тварин здатність до відчуттів як базових елементів пізнання [2].

У XIX ст. поширення еволюційних ідей Ч. Дарвіна відкрило нову перспективу. У праці *The Expression of the Emotions in Man and Animals* [7] він обґрунтовував спадкоємність емоційних проявів людини і тварин, закладаючи основу для майбутніх етологічних та психологічних досліджень. Водночас

філософи-ідеалісти (наприклад, Гегель) підкреслювали унікальність людської свідомості, вважаючи тваринну психіку лише «передсвідомою».

XX століття характеризувалося хвилями радикалізму. Біхевіоризм, представлений Дж. Ватсоном і Б. Ф. Скіннером, відкидав можливість наукового аналізу внутрішніх станів, акцентуючи виключно на зовнішніх реакціях. Проте розвиток когнітивної науки у 1960–1970-х роках знову привів до реабілітації понять відчуття, почуття і свідомості у контексті міждисциплінарних досліджень [8].

Сучасні філософські дебати розгортаються довкола так званої «hard problem of consciousness» [9], що ставить питання про зв'язок між фізіологічними процесами мозку та суб'єктивними переживаннями. У дослідженнях на тваринах це питання конкретизується як проблема атрибуції свідомості: чи можна на підставі поведінки та нейробіологічних даних стверджувати про наявність суб'єктивного досвіду (свідомості) у представників інших видів.

Отже, історико-філософська традиція формує багатопланове підґрунтя для сучасного академічного вивчення відчуттів, почуттів та свідомості у тварин. Від механістичних моделей до еволюційних і когнітивних підходів – усі ці концепції вплинули на сучасні визначення цих понять та напрями досліджень.

Сучасні академічні підходи до розуміння базових категорій відчуття, почуття та свідомості. У сучасній когнітивній науці, нейробіології та зоопсихології поняття відчуття зазвичай визначається як базові психофізіологічні процеси, які *відображають окремі властивості предметів і явищ* зовнішнього чи внутрішнього середовища для організму через діяльність сенсорних систем [10]. На відміну від сприйняття, яке інтегрує сенсорні сигнали у цілісні образи, відчуття розглядають як первинні елементи суб'єктивного досвіду. На відміну від людей, під час вивчення когніції у тварин, актуальним є питання не лише наявності базових сенсорних модальностей, а також специфічних форм сенсорності, таких як магніторецепція, електрорецепція чи ультразвукова ехолокація, які демонструють унікальність видових способів взаємодії зі світом [11].

Почуття (або емоції) в сучасному науковому світі визначаються як складні психофізіологічні стани, що відображають *суб'єктивне значення подій для індивіда* та регулюють поведінкові реакції [12]. Вони розглядаються

у тісному зв'язку з мотиваційними системами мозку тварин та мають адаптивну функцію. У тварин почуття/емоції досліджують переважно через поведінкові індикатори та нейробіологічні кореляти (системи винагород, реакції стресу, експресія емоцій у вокалізації та міміці). На відміну від людської психології, де велику роль відіграють вербальні описи, в зоопсихології використовують експериментальну базу та порівняльні методи, які переважно дозволяють робити висновки про емоційний стан тварини ґрунтуючись на її поведінці.

Найбільш дискусійною категорією залишається свідомість. У сучасній науці її розглядають як багатовимірний феномен, що включає принаймні два аспекти: феноменологічний (наявність суб'єктивного досвіду, «що означає бути» організмом [13]) та функціональний (здатність до інтеграції інформації, цілеспрямованої уваги та рефлексії [14]).

Феноменологічний підхід зосереджується на суб'єктивному досвіді організму. Тобто він прагне відповісти на питання: «Що відчуває, переживає організм у конкретний момент?» або «Що означає бути цим організмом?» [13]. Фокус тут не на зовнішніх діях або поведінці, а на внутрішньому переживанні: наприклад, які сенсорні або емоційні якості супроводжують сприйняття чи дії тварини. У когнітивній науці у тварин феноменологічний підхід дозволяє враховувати, що у різних видів може існувати власний «світ переживань», який не завжди можна звести до спостережуваної поведінки.

Функціональний підхід визначає свідомість або когнітивну активність через оперативні можливості організму: здатність інтегрувати різні потоки інформації, концентрувати увагу на цілі, планувати дії та здійснювати рефлексивний контроль над поведінкою [14]. Тут важлива практична здатність системи до обробки інформації та її адаптивне використання. Тобто, якщо феноменологічний аспект оцінює «що відчуває організм», функціональний – «що організм може зробити завдяки своїй когнітивній інтеграції».

Узагальнюючи сучасне наукове й практичне бачення проблеми, можна зазначити, що когнітивні підходи до вивчення свідомості у тварин умовно поділяють на два основних напрями: *мінімальна свідомість*, яка пов'язана з базовим рівнем суб'єктивного досвіду (відчуття болю, задоволення, страху – емоційного компоненту) та *вищі когнітивні форми*, пов'язані з самосвідомістю, метакогніцією (усвідомлення своїх думок

і знань та здатність ними керувати), здатністю до відкладених планів та символічної репрезентації. Сучасні академічні уявлення про відчуття, почуття і свідомість у тварин значною мірою тяжіють до міждисциплінарних підходів, що поєднують нейронаукові, психологічні та еволюційні дослідження. Це створює підґрунтя для системного аналізу емпіричних даних, які розглянуті в наступній частині цієї статті.

Отже, аналіз історичних і сучасних концепцій показує, що розвиток наукових уявлень про відчуття, почуття та свідомість у тварин відбувався через поступове подолання антропоцентризму та механіцизму. Якщо античні й новочасні філософи здебільшого заперечували наявність у тварин складних форм психіки, то сучасна когнітивна етологія і нейробіологія дедалі активніше доводять існування у них як базових сенсорних і емоційних станів, так і складних форм обробки інформації.

Особливістю сучасного підходу до вивчення когнітивних функцій у тварин є поєднання триєдиного аналізу: нейробіологічного (дослідження сенсорних систем, емоційних контурів мозку, мереж свідомості) та психологічного (експерименти з поведінкою, навчанням, емоційною експресією); філософсько-методологічного (визначення критеріїв і меж відповідності застосування понять свідомість, суб'єктивність та почуття до тварин).

Слід наголосити, що сучасна наука відходить від дихотомії «є – немає» щодо оцінки свідомості чи почуттів у тварин. Вона розглядає ці явища в розрізі еволюційного розвитку, де різні види тварин демонструють різні рівні сенсорного, емоційного та когнітивного досвіду.

Для поглибленого розуміння проблеми необхідно послідовно розглянути, які наукові дані стосуються окремо відчуттів, почуттів та свідомості у тварин. Важливо зосередити увагу на емпіричних дослідженнях сенсорних систем тварин. Це дозволить окреслити сучасне бачення природи відчуттів як базових елементів психічної активності.

Загальна характеристика сенсорних систем (відчуття). Сенсорні системи тварин становлять базу їхньої взаємодії зі світом та визначають сприйняття зовнішніх і внутрішніх стимулів. У сучасній когнітивній та нейронауковій літературі відчуття визначаються як *первинні психофізіологічні процеси*, що забезпечують *отримання інформації про навколишнє середовище та власний організм*

[10]. Вони *формують основу для подальшого когнітивного аналізу, емоційної реакції та поведінкової адаптації*.

Важливо підкреслити видові особливості сенсорних систем. Наприклад, хижаки мають зір із високою гостротою та здатністю до фокусування на дрібних об'єктах, тимчасом травоядні відрізняються широким полем огляду і високою чутливістю до руху. У птахів, комах та морських ссавців часто розвинуто спеціалізовані системи, такі як ехолокація, магніторецепція або ультрафіолетовий зір [11]. Такі особливості визначають поведінкові стратегії тварин та їхню адаптацію до середовища.

З практичного погляду розуміння сенсорних систем критично важливе для забезпечення добробуту тварин. В умовах штучного утримання (ферми, лабораторії, зоопарки) сенсорні подразники впливають на рівень стресу, соціальні взаємодії та адаптивну поведінку. Наприклад, неправильне освітлення або шумове навантаження може зумовити дезорієнтацію, агресію або пригнічення активності. Ветеринарні процедури також потребують урахування сенсорної чутливості: тактильні, больові та температурні відчуття безпосередньо впливають на вибір методів знеболення, догляду чи годівлі [15].

Отже, сучасні дослідження демонструють, що сенсорні системи тварин не обмежуються класичними модальностями (зір, слух, нюх, смак, дотик), а включають низку спеціалізованих систем, які забезпечують ефективну орієнтацію в середовищі, соціальну взаємодію та оцінку ризику. Визначення та характеристика цих систем дозволяє встановлювати об'єктивні критерії добробуту, прогнозувати поведінкові реакції та розробляти оптимальні умови утримання [16].

Сучасні дані про окремі сенсорні системи та їх практичне значення для добробуту тварин. Сучасні дослідження сенсорних систем тварин демонструють широкий спектр спеціалізованих адаптацій, які забезпечують ефективну орієнтацію в середовищі, комунікацію та виживання. Сенсорні модальності можна умовно поділити на класичні (зір, слух, нюх, смак, дотик) та спеціальні (ехолокація, електрорецепція, магніторецепція), причому кожна з них має видові особливості, що визначають поведінку та потреби [10, 11].

Зорове сприйняття є однією з основних сенсорних систем, особливо для хижаків і птахів. У ссавців зір різниться за спектральним діапазоном, гостротою та адаптацією до

освітлення. Наприклад, собаки мають двоколірний (дихроматичний) зір і краще бачать у сутінках, тимчасом коти демонструють високу чутливість до руху та низьку чутливість до кольору. Птахи, особливо види, які активні впродовж світлого часу доби, здатні розрізняти ультрафіолетове світло, що має значення для пошуку їжі та розпізнавання партнерів [11].

Практичні наслідки для добробуту тварин полягають у врахуванні освітлення та візуальних подразників у приміщеннях, де утримують тварин. Недостатнє або надмірне світло може спричинити стрес, дезорієнтацію та змінювати природну поведінку. Також знання про спектральні особливості зору дозволяє покращувати навчання, через оптимізацію використання кольорових сигналів та дизайну простору для тварин [16].

Слух є критичною сенсорною системою для сприйняття сигналів навколишнього середовища та комунікації. Ссавці демонструють значну варіабельність слухового діапазону: собаки і кішки сприймають ультразвукові сигнали до 60–70 кГц, тимчасом люди обмежені 20 кГц. Такі здібності використовуються тваринами в поведінковій взаємодії, навігації та полюванні [10].

Шумове навантаження у штучних середовищах (ферми, лабораторії, зоопарки) може провокувати стресові реакції, агресію або пригнічення активності. Тому знання про слухові особливості видів дозволяє розробляти стандарти шумового контролю та належним чином застосовувати акустичні стимули для тренування і зменшення стресу [15, 16].

Нюхова сенсорна система забезпечує ключові аспекти поведінки тварин, включаючи пошук їжі, соціальну комунікацію та орієнтацію в просторі. У собак і багатьох ссавців нюх значно більше розвинений порівняно зі слухом чи зором, а наявність вомероназального органа (спеціалізованої структури у носовій порожнині тварин, яка сприймає хімічні сигнали, зокрема феромони, і бере участь у регуляції репродуктивної поведінки, соціальних взаємодій та побудові ієрархій у популяції) дозволяє сприймати феромональні сигнали, що регулюють репродуктивну поведінку та соціальну ієрархію [11, 12].

З практичного погляду, нюхові здібності враховують під час підготовки службових собак, організації умов утримання на фермах та ветеринарних клініках, а також у разі застосування феромональних препаратів для зменшення стресу. Крім того, нюхова депривація або надмірне забруднення запахами може

порушувати природну поведінку і знижувати добробут тварин [16].

Смакова сенсорна система відіграє важливу роль у визначенні придатності їжі та уникненні токсичних речовин. Різні види тварин демонструють різну чутливість до базових смаків: солодкого, солоного, кислого, гіркого та умамі (один із п'яти базових смаків, що характеризується смаком білкових або глутаматних сполук, який часто описують як «м'ясний» смак, він сигналізує про наявність амінокислот і білка в кормі). Наприклад, ссавці часто більш чутливі до гірких сполук, що дозволяє уникати токсичних рослин або штучних кормових добавок [10].

Практичне значення знань про смак полягає у правильному підборі кормів та лікарських форм, оптимізації годівлі, дресури, умов утримання та правил проведення ветеринарних процедур. Використання смакових стимулів може підвищити ефективність лікування, а також зменшити стрес під час годування або введення лікарських засобів [16].

Тактильні відчуття та соматосенсорна система відповідають за сприйняття тиску, вібрацій, температури та больових подразників. Такі системи забезпечують адаптивну поведінку, взаємодію з іншими тваринами і навколишнім середовищем. Наприклад, вібриси (довгі, жорсткі сенсорні волоски, так звані «вуса», які слугують органами дотику) у котів та гризунів допомагають орієнтуватися у просторі, а шкіра та слизові оболонки здатні відчувати ноцицептивні і термальні подразники [15].

З практичного погляду, розуміння соматосенсорних особливостей допомагає правильно організувати ветеринарні маніпуляції, процедури знеболення та догляду. Також важливим є врахування тактильних потреб тварин у соціальних і штучних середовищах для зниження стресу та підвищення добробуту [16].

Спеціальні сенсорні системи. Деякі тварини мають унікальні сенсорні здібності, які забезпечують специфічну орієнтацію в середовищі. Зокрема до них відносять ехолокацію, електрорецепцію та магніторецепцію. Ехолокація у кажанів та дельфінів дозволяє ефективно знаходити здобич і орієнтуватися в темряві або мутній воді. Електрорецепція у риб забезпечує сприйняття електричних полів, що допомагає у полюванні та соціальній комунікації. Магніторецепція у птахів і деяких комах дозволяє здійснювати довгі міграції та орієнтуватися у просторі [11]. Практич-

не значення врахування особливостей фізіології цих систем включає оптимізацію охорони природного середовища, проєктування просторів для тварин у неволі та навчання службових видів тварин, а також збереження видів із унікальними сенсорними адаптаціями.

Синтез сучасних даних про сенсорні модальності тварин демонструє, що: класичні сенсорні системи (зір, слух, нюх, смак, дотик) і спеціальні сенсорні адаптації забезпечують різноманітні аспекти поведінки, виживання та комунікації; практичне застосування цих знань включає оптимізацію умов утримання, зменшення стресу, покращення ветеринарного догляду та ефективності тренувань і соціальної взаємодії. Подальші дослідження сенсорних систем можуть зосереджуватися на об'єктивному вимірюванні відчуттів, впливі сенсорної депривації та адаптації до змінюваного середовища, що має безпосереднє значення для забезпечення добробуту тварин.

Розуміння фізіології сенсорних систем тварин є критично важливим для розробки ефективних стратегій забезпечення їхнього добробуту. Сенсорні модальності формують основні механізми сприйняття навколишнього середовища, визначають поведінку, емоційний стан та фізіологічні реакції тварин. Знання про ці системи дозволяє оптимізувати умови утримання, зменшити стрес та покращити якість життя тварин у різних середовищах [10, 15, 16].

Врахування сенсорних особливостей є досить важливим під час проєктування приміщень для утримання тварин, де освітлення, шум, запахи та простір безпосередньо впливають на поведінку та фізіологічний стан. Оптимізація цих параметрів знижує рівень стресу, запобігає дезорієнтації та дозволяє тваринам проявляти природну поведінку [17–19]. Наприклад, знання спектральних особливостей зору та чутливості до шуму дозволяє правильно налаштувати освітлення та акустичне середовище, що має пряме значення для добробуту тварин у лабораторних, зоологічних та фермерських умовах [16].

Сенсорні системи також визначають підходи до процедури проведення ветеринарних маніпуляцій та знеболення. Врахування чутливості до болю, слухових та тактильних подразників дозволяє зменшити тривожність та покращити співпрацю тварин під час діагностичних та лікувальних маніпуляцій [20, 21]. Наприклад, підбір методів введення лі-

карських засобів, використання акустичних або тактильних стимулів для заспокоєння тварин безпосередньо впливає на ефективність лікування та зменшення стресу.

Знання про сенсорні системи також широко використовують у поведінкових інтервенціях, тренуванні та соціалізації тварин. Використання сенсорних стимулів, таких як запахи, звуки чи візуальні сигнали, допомагає формувати позитивні асоціації, покращувати навчання та зменшувати стресові реакції. Це особливо важливо під час підготовки службових собак та інших видів тварин, які беруть участь у дослідженнях поведінки [12, 15, 16].

Врахування фізіології сенсорних систем має критичне значення для збереження та охорони видів у природному середовищі. Наприклад, знання про ехолокацію у кажанів або магніторецепцію у птахів дозволяє розробляти заходи для збереження природного середовища та мінімізації впливу антропогенних чинників на міграційні та поведінкові процеси [11, 18].

Подальші дослідження сенсорних систем тварин мають зосередитися на кількісному вимірюванні сприйняття, розробці нових методів оцінки добробуту та вивченні впливу подразників різного походження на сенсорні системи. Такі дослідження сприятимуть створенню більш точних, науково обґрунтованих та індивідуалізованих підходів до забезпечення добробуту тварин у різних умовах, що відповідає сучасним стандартам етики та науки [17, 22].

Емоційні стани та їх вплив на добробут тварин. Емоційні стани тварин є ключовими аспектами їхнього добробуту, оскільки вони безпосередньо впливають на поведінку, фізіологічний стан та загальне самопочуття. Розуміння цих станів є необхідним для розробки ефективних стратегій забезпечення добробуту тварин за різних умов утримання.

Сучасні дослідження підтверджують, що тварини здатні переживати широкий спектр емоційних станів, від позитивних (наприклад, задоволення, радість) до негативних (страх, тривога, біль). Ці емоції виникають у відповідь на різноманітні подразники та ситуації, що виникають у навколишньому середовищі [23, 24].

Вплив емоційних станів на добробут тварин може бути як прямим, так і опосередкованим. Наприклад, негативні емоції, такі як страх чи біль, за надмірного або тривалого впливу, можуть призводити до розвитку стресу, зниження імунітету, порушення

кормової поведінки та інших фізіологічних змін, що негативно впливають на здоров'я тварин [25, 26]. У свою чергу, позитивні емоції сприяють підвищенню активності, соціальної взаємодії та загального благополуччя [27].

Для оцінки емоційних станів тварин використовують різноманітні методи, включаючи поведінкові спостереження, фізіологічні показники (наприклад, рівень гормонів стресу), а також новітні технології, такі як штучний інтелект та комп'ютерний зір [28, 29]. Ці інструменти дозволяють більш точно визначати емоційний стан тварин та вчасно виявляти потенційні проблеми.

Практичне застосування знань про емоційні стани тварин є важливим для покращення умов їхнього утримання. Наприклад, оптимізація середовища проживання, забезпечення можливості для соціальної взаємодії, фізичної активності та ментальної стимуляції можуть сприяти зменшенню негативних емоцій та покращенню загального добробуту тварин [19, 30].

У майбутньому важливо продовжувати інтеграцію досліджень у галузі емоцій тварин та їхнього добробуту, зокрема і через розвиток міждисциплінарних підходів, що поєднують нейробіологічні, поведінкові та технологічні методи. Це дозволить більш глибоко зрозуміти механізми виникнення емоційних станів та розробити ефективні стратегії для їхнього моніторингу і корекції, що сприятиме покращенню добробуту тварин за різних умов утримання [11, 23].

Методи оцінки емоційних станів. Оцінка емоційних станів тварин є складним завданням, оскільки емоції мають багатопланову природу та проявляються у поведінкових, фізіологічних та нейробіологічних реакціях. Сучасні підходи поєднують кількісні та якісні методи для більш точного визначення емоційного стану.

Спостереження за поведінкою тварин залишається одним із базових методів оцінки емоцій. Це включає аналіз рухової активності, взаємодії з іншими особинами, проявів страху чи зацікавленості та специфічних поведінкових патернів, які корелюють із певними емоційними станами [31, 32]. Наприклад, у свавців спостереження за руховими реакціями, позами тіла, хвостом чи вухами дозволяє судити про рівень стресу чи задоволення [26].

Фізіологічні показники також є важливим джерелом інформації. Вимірювання рівнів кортизолу, адреналіну, серцевого ритму

та інших маркерів стресу і емоцій дозволяє кількісно оцінити реакцію на подразники та стан тварини у реальному часі [33, 34]. Використання неінвазивних методів, таких як збір біологічних зразків (слина, сеча або фекалії) дозволяє мінімізувати додатковий стрес та отримати точні дані про гормональні зміни.

Нейробіологічні методи, включно з електрокардіографією (ЕКГ), аналізом варіабельності серцевого ритму (ВСР) та її спектральних характеристик, функціональною магнітно-резонансною томографією (фМРТ) і використанням нейронних маркерів, дають можливість виявляти активність мозку та автономної нервової системи, пов'язану з емоційними процесами [57, 58]. Зокрема, спектральний аналіз ВСР дозволяє оцінювати баланс між симпатичною та парасимпатичною регуляцією серцевої діяльності, що відображає рівень стресу та емоційного напруження у тварин. Такі підходи забезпечують об'єктивний зв'язок між фізіологічними змінами та емоційними станами, відкриваючи перспективи для точнішої оцінки емоційних реакцій.

Сучасні технології штучного інтелекту та комп'ютерного зору додають нові можливості для оцінки емоцій. Аналіз виразів обличчя, рухів тіла та вокалізацій за допомогою алгоритмів машинного навчання дозволяє автоматизувати процес спостереження та отримувати більш точні й репрезентативні дані [28, 29].

Практичне застосування цих методів включає контроль за добробутом тварин у лабораторіях, зоопарках, фермах та під час транспортних процедур. Інтеграція поведінкових, фізіологічних та технологічних підходів дозволяє своєчасно виявляти стресові або дискомфортні стани та вживати корекційних заходів, що є важливим аспектом сучасної етики та науки про добробут тварин [19, 23].

Нейробіологічні кореляти емоцій та поведінкових реакцій. Нейробіологічні дослідження емоцій тварин забезпечують більш глибоке розуміння механізмів формування поведінки та емоційних станів, що має пряме значення для оцінки добробуту. Вони дозволяють встановити зв'язок між активністю конкретних нейронних мереж та проявами позитивних і негативних емоцій, що підтверджує концепцію наявності субстрату та еволюційного походження емоцій (емоційної консервації) у тварин [12, 35].

Ключовими нейробіологічними структурами є амігдала, гіпокамп, передня поясна кора та прилеглі лімбічні утворення, які

відповідальні за обробку емоційних сигналів, формування страху, тривоги та позитивних мотиваційних станів [36, 37]. Активність цих структур корелює з поведінковими проявами: збільшення серцевого ритму, зміни тону м'язів, підвищення моторної активності або прояв унікальної поведінки у відповідь на стресові або позитивні стимули [26, 31].

Нейрохімічні маркери, зокрема дофамін, серотонін, окситоцин і кортикостерон, відіграють критичну роль у модуляції емоцій та поведінки. Дофамінові шляхи асоціюються з позитивною мотивацією та винагородою, серотонін впливає на регуляцію тривожності та соціальної поведінки, окситоцин сприяє формуванню соціальних зв'язків та зменшенню стресу, тимчасом підвищення кортикостерону сигналізує про хронічний стрес [27, 38]. Використання цих маркерів, у поєднанні з поведінковими методами, дозволяє оцінювати емоційний стан тварин більш об'єктивно та комплексно.

Сучасні технології, включно з функціональною МРТ та електроенцефалографією, дозволяють отримати високоточні дані про активність мозку в реальному часі та її кореляцію з поведінковими реакціями [35, 39]. Такі методи відкривають нові можливості для визначення меж позитивного та негативного емоційного досвіду, що має практичне значення для управління добробутом тварин.

Використання нейробіологічних даних у практичному контексті дозволяє розробляти і впроваджувати ефективні заходи для покращення добробуту тварин. Наприклад, модифікація середовища, забезпечення можливостей для соціальної взаємодії, ігрових та когнітивних активностей може впливати на нейрохімічні системи, сприяючи зменшенню стресу та підвищенню рівня позитивних емоцій [17, 19]. Це демонструє тісний взаємозв'язок між поведінковими та нейробіологічними аспектами емоцій та підтверджує важливість міждисциплінарного підходу у сучасних дослідженнях.

Отже, інтеграція поведінкових, фізіологічних та нейробіологічних даних формує цілісну картину емоційних станів тварин. Це дозволить не лише оцінювати добробут тварин у різних умовах, а також створювати науково обґрунтовані рекомендації щодо їх утримання, тренування чи соціалізації. Подальші дослідження необхідно зосередити на уточненні механізмів нейрохімічної регуляції емоцій, розробці нових методів моніторингу та інтеграції отриманих знань у практичні стандарти добробуту.

Сучасні наукові дані про свідомість у тварин. Свідомість у тварин довгий час залишалася предметом філософських та наукових дискусій. Сучасна наука прагне визначити, які аспекти свідомості можливі у різних видів, яким чином вони виявляються та якими методами їх можна вивчати.

Концепція свідомості включає такі ключові компоненти як сприйняття себе (відчуття власного «Я») та навколишнього світу, глибока інтеграція сенсорної інформації, емоційний досвід та когнітивні процеси, що дозволяють прогнозувати майбутні події та приймати рішення [40, 41].

Одним із головних підходів до дослідження свідомості є порівняльна когнітивна наука, яка вивчає здатність тварин до самосвідомості, метапізнання (здатність організму усвідомлювати та контролювати власні когнітивні процеси – тобто «думати про те, як він думає») та комплексної обробки сенсорної інформації. Класичні експерименти, наприклад, «тест на дзеркало», показали, що деякі види ссавців і птахів здатні розпізнавати себе в дзеркалі, що свідчить про наявність елементарної форми самосвідомості [42, 43]. Інші дослідження демонструють здатність до метапізнання, тобто усвідомлення власних знань або невпевненості, що спостерігається у приматів, дельфінів і окремих птахів [44–49].

У завданні на розпізнавання зображень мавпам пропонували обрати правильний варіант серед кількох картинок. Якщо вони сумнівалися у відповіді, їм надавали «кнопку відмови». Виявилось, що мавпи натискали кнопку відмови саме тоді, коли завдання було складним – тобто вони оцінювали власну невпевненість. На думку дослідників це свідчить про елемент метапізнання – «знаю, що не знаю» [50–52].

Нейробіологічні дані підтверджують наявність специфічних (структурно і функціонально) мереж, пов'язаних зі свідомим досвідом. Наприклад, фронтотемпальна мережа у ссавців та її гомологи у птахів корелюють із здатністю до інтеграції сенсорної інформації та поведінкових виборів, що свідчить про когнітивну основу свідомості [53, 54]. Активність цих мереж узгоджується з проявами уваги, пам'яті та навчання. Це дозволяє досліджувати свідомість у тварин у контексті їх адаптивної поведінки та добробуту.

Практичне значення розуміння свідомості у тварин проявляється у кількох аспектах. По-перше, воно дозволяє коригувати умови

утримання та взаємодії з тваринами, враховуючи їх здатність до суб'єктивного досвіду. По-друге, воно сприяє розробці етичних стандартів та інтервенцій для зменшення стресу і покращення когнітивної стимуляції [55, 56]. Нарешті, дослідження свідомості відкриває перспективи для інтеграції емоційних і когнітивних параметрів у науково обґрунтовані методи оцінки добробуту.

У майбутніх дослідженнях важливо поєднувати поведінкові, нейробиологічні та когнітивні підходи для комплексного розуміння свідомості у тварин. Це дозволить уточнити межі емоційного та когнітивного досвіду, сприятиме розвитку практичних стратегій забезпечення добробуту та формуванню науково обґрунтованих етичних норм у відносинах людини з тваринами.

Обговорення. Аналіз сучасних наукових даних демонструє, що відчуття, почуття та свідомість тварин формують взаємопов'язану систему, яка визначає їх поведінку, емоційний стан та добробут. Відчуття забезпечують базову сенсорну інтеграцію та реакцію на фізіологічні стимули, що є фундаментом для формування складніших емоційних станів та когнітивних процесів [10, 16]. Психофізіологічні та нейробиологічні дослідження підтверджують, що різні сенсорні модальності та нейромедіатори взаємодіють для забезпечення адаптивних поведінкових реакцій, що є важливим критерієм добробуту [12, 38].

Емоційні стани мають ключове значення для практичної оцінки добробуту. Негативні емоції, такі як страх, тривога та біль, можуть призводити до хронічного стресу та зниження фізіологічної стійкості, тимчасом позитивні емоції сприяють соціальній активності, когнітивній стимуляції та загальному благополуччю [25, 27]. Виявлення цих станів через поведінкові та фізіологічні показники, а також сучасні технології комп'ютерного зору та нейроіміджингу, дозволяє ефективно контролювати умови утримання тварин та своєчасно впливати на чинники стресу [28, 29].

Свідомість у тварин забезпечує можливість інтеграції сенсорних і емоційних сигналів, формує когнітивні оцінки ситуацій та передбачення наслідків дій. Сучасні наукові дані про самосвідомість, метапізнання та когнітивну обробку інформації у різних видів тварин дозволяють оцінювати їх здатність до усвідомлення суб'єктивного досвіду, що має важливе етичне та практичне значення [40, 56–58]. Нейробиологічні результати досліджень вказують на можливі субстрати свідомості.

Такі дослідження підтверджують, що складні когнітивні та емоційні процеси відбуваються у специфічних мережах мозку, які можуть бути мішенями для стимуляції когнітивної активності та покращення добробуту [53, 54].

Інтеграція даних про відчуття, почуття та свідомість відкриває нові перспективи для міждисциплінарних досліджень. Поєднання поведінкових спостережень, нейрофізіологічних показників, нейроіміджингу та когнітивних тестів дозволяє створити комплексну модель оцінки добробуту, яка враховує як фізіологічні, так і психологічні потреби тварин [19, 31]. Такий підхід сприяє науково обґрунтованому коригуванню умов утримання, підвищенню етичних стандартів та оптимізації програм догляду, тренування та соціалізації.

Водночас, існують певні обмеження проведення сучасних досліджень у цьому напрямку. По-перше, відсутність стандартизованих критеріїв для кількісної оцінки свідомості та емоцій у різних видів ускладнює порівняльний аналіз. По-друге, більшість нейробиологічних досліджень проводять на лабораторних тваринах, що може обмежувати їхню екологічну валідність для видів, які живуть у природному середовищі [35, 41].

Практичне значення наведених наукових даних полягає у вдосконаленні клінічної діагностики, лікування та оцінки якості життя тварин. Зокрема, розуміння механізмів відчуттів і почуттів дозволяє більш точно інтерпретувати поведінкові реакції під час знеболення та седації, коли оцінка болю базується не лише на фізіологічних показниках, а також на емоційно-поведінкових індикаторах. У неврологічній практиці знання про когнітивні та афективні компоненти свідомості допомагає диференціювати органічні розлади (наприклад, епілептичні стани, нейродегенеративні процеси) від поведінкових аномалій, зумовлених стресом чи депривацією. Крім того, оцінка емоційного стану та когнітивної активності є важливою за моніторингу ефективності лікування хронічних захворювань і визначення якості життя тварин, особливо у випадках онкологічних, кардіологічних та поведінкових патологій. Інтеграція цих знань у ветеринарну практику сприяє переходу до пацієнт-орієнтованої моделі догляду, що враховує не лише фізичні, а також психоемоційні аспекти добробуту тварини.

Отже, подальші дослідження необхідно зосередити на розробці міжвидових стандар-

тів, інтеграції поведінкових, фізіологічних та нейробіологічних підходів, а також на використанні новітніх технологій для неінвазивного моніторингу емоцій та когнітивних станів у тварин за різних умов утримання.

Загалом, сучасні наукові дані підтверджують, що емоційні та когнітивні аспекти у тварин тісно взаємопов'язані з їхніми сенсорними процесами. Розуміння цих зв'язків є критично важливим для забезпечення належного рівня добробуту. Ми вважаємо, що розвиток комплексних міждисциплінарних методів оцінки відкриває нові можливості для науково обґрунтованого догляду та етичного ставлення до тварин за різних умов використання та утримання.

Висновки та перспективи досліджень.

1. Відчуття, почуття та свідомість у тварин формують єдину інтегровану систему, що визначає їхню поведінку, адаптаційні реакції та когнітивну спроможність.

2. Сенсорні процеси забезпечують сприйняття навколишнього середовища і становлять основу для формування емоційних станів, тимчасом свідомість інтегрує сенсорні та емоційні сигнали у складні форми поведінки, пов'язані з саморегуляцією, прогнозуванням подій і соціальними взаємодіями.

3. Емоційні стани мають ключове значення для добробуту тварин: негативні емоції зумовлюють розвиток стресу й фізіологічну дестабілізацію, а позитивні підвищують адаптивність, когнітивну активність і загальний добробут.

4. Нейробіологічні дослідження підтверджують тісний взаємозв'язок емоційних і когнітивних процесів із активністю специфічних нейронних мереж, що може бути використано для об'єктивної оцінки рівня добробуту та оптимізації умов утримання тварин.

5. Інтеграція поведінкових, фізіологічних і нейробіологічних методів відкриває можливості для розробки міждисциплінарних стратегій оцінки і управління добробутом, удосконалення етичних стандартів і підвищення якості життя тварин.

На нашу думку, перспективи подальших досліджень полягають у кількох ключових напрямках. По-перше, необхідно розробити стандартизовані методи оцінки свідомості та емоційних станів у різних видів, включно з неінвазивними нейрофізіологічними та поведінковими показниками. По-друге, варто розширювати ареал когнітивних досліджень на види, що мешкають у природному середовищі, це може підвищити екологічну валідність отриманих даних. По-третє, інтеграція

технологій штучного інтелекту та нейроіміджингу дозволить більш точно моделювати когнітивні та емоційні процеси і прогнозувати наслідки різних умов утримання на здоров'я та добробут тварин.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Для написання цієї статті користувалися результатами наукових досліджень, які були схвалені відповідними етичними комітетами з питань поводження з тваринами, що використовуються в наукових експериментах.

Відомості про конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

REFERENCES

1. Descartes, R. (1985). *Traité des Passions de l'âme* [Treatise on the Passions of the Soul]. Kyiv: Modern Edition. (Original work published 1649).
2. Hartley, D. (1971). *Observations on man, his frame, his duty, and his expectations*. New York: Johnson Reprint. (Original work published 1749).
3. Griffin, D.R., Speck, G.B. (2004). New evidence of animal consciousness. *Animal Cognition*. Vol. 7, no. 1, pp. 5–18. DOI:10.1007/s10071-003-0203-x.
4. Birch, J., Schnell, A.K., Clayton, N.S. (2020). Dimensions of animal consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 24, no. 10, pp. 789–801. DOI:10.1016/j.tics.2020.07.007.
5. Broom, D.M. (2016). *Sentience and animal welfare*. Wallingford: CABI. DOI:10.1079/9781786392459.0000.
6. Aristotle. *De Anima* [On the soul]. Kyiv: Modern Translation Edition, 1986. (Original work published 4th century BCE).
7. Darwin, C. (1998). *The expression of the emotions in man and animals*. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press. (Original work published 1872).
8. Griffin, D.R. (1984). *Animal thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
9. Chalmers, D.J. (1995). Facing up to the problem of consciousness, *Journal of Consciousness Studies*, Vol. 2, no. 3, pp. 200–219.
10. Kandel, E.R., Koester, J.D., Mack, S.H., Siegelbaum, S.A. (2021). *Principles of neural science*. 6th ed. New York: McGraw-Hill.
11. Bateson, P., Laland, K.N. (2013). Tinbergen's four questions: An appreciation and an update. *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 28, no. 12, pp. 712–718. DOI:10.1016/j.tree.2013.09.013.
12. Panksepp, J., Biven, L. (2012). *The archaeology of mind: Neuroevolutionary origins of human emotions*. New York: W. W. Norton & Company.
13. Nagel, T. (1974). What is it like to be a bat? *The Philosophical Review*. Vol. 83, no. 4, pp. 435–450. DOI:10.2307/2183914.
14. Dehaene, S. (2014). *Consciousness and the brain: Deciphering how the brain codes our thoughts*. New York: Penguin.

15. Kiley-Worthington, M. (2013). *The behaviour of horses*. Wallingford: CABI.
16. Grandin, T. (2010). *Improving animal welfare: A practical approach*. Wallingford: CABI.
17. Brebner, J.S. (2024). Through an animal's eye: The implications of diverse sensory systems in scientific experimentation. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 291, no. 1995. DOI:10.1098/rspb.2024.0022.
18. Elmer, L.K., Elmer, M. (2021). Exploiting common senses: Sensory ecology meets wildlife conservation. *Conservation Physiology*. Vol. 9, no. 1. DOI:10.1093/conphys/coab002.
19. Yeates, J.W. (2024). Animal behaviour and welfare research: A One Health perspective. *Animal Welfare*. Vol. 33, no. 1, pp. 1–10. DOI:10.1177/17470161241236941.
20. Mellor, D.J., Reid, C.S.W. (1994). Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. In: Mellor D.J., Stafford M.J. (eds.). *Animal Welfare: A Veterinary Perspective*. New Zealand Veterinary Association, pp. 3–18.
21. Rose, P. (2025). Re-assessing the importance of evidence-based inputs for animal welfare in zoological institutions. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, Vol. 56, no. 2, pp. 232–240. DOI:10.1638/2023-0035.
22. Scott, S.D., Abbas, Z.J., Ellid, F., Dykhne, E.-H., Islam, M.M., Ayad, W., Kacmorova, K., Tulpan, D., Gong, M. (2024). Systematic literature review of vision-based approaches to outdoor livestock monitoring with lessons from wildlife studies. *Computers in Biology and Medicine*, Vol. 157. DOI:10.1016/j.combiomed.2024.106633.
23. Reimert, I. (2023). Towards an integrated concept of animal welfare. *Animal Welfare*. Vol. 32, no. 3, P. 293–302. DOI:10.7120/09627286.32.3.293.
24. Carranza-Pinedo, V. (2025). Towards a scientific definition of animal emotions. *Biological Psychology*, Vol. 171, pp. 108–115. DOI:10.1016/j.biopsycho.2025.108115.
25. Broom, D.M. (2023). Animal welfare: A framework for assessing the impact of human activities on animals. *Animal Welfare*. Vol. 32, no. 1, pp. 1–10. DOI:10.7120/09627286.32.1.001.
26. Browning, H., Veit, W. (2023). Studying animal feelings: Integrating sentience research and welfare science. *Journal of Consciousness Studies*, Vol. 30, no. 7–8, pp. 196–222. DOI:10.53765/20512201.30.7.196.
27. Mellor, D.J. (2015). Positive welfare: The next step in animal welfare science. *Applied Animal Behaviour Science*, Vol. 171, pp. 3–17. DOI:10.1016/j.applanim.2015.08.003.
28. Flint, H.E. (2024). Evaluation of indicators of acute emotional states in dogs. *Scientific Reports*. Vol. 14. DOI:10.1038/s41598-024-56859-9.
29. Manikandan, R., Neethirajan, S. (2024). Animal behaviour and welfare: Technological innovations for objective monitoring. *Animals*. Vol. 14, no. 2. DOI:10.3390/ani14020240.
30. Englund, M.D. (2023). Choice, control, and animal welfare: Definitions and implications. *Frontiers in Veterinary Science*. Vol. 10. DOI:10.3389/fvets.2023.1250251.
31. Reimert, I., Bolhuis, J.E., Kemp, B., Rodenburg, T.B. (2017). Indicators of positive and negative emotions and emotional contagion in pigs. *Physiology & Behavior*, Vol. 179, pp. 26–38. DOI:10.1016/j.physbeh.2017.05.012.
32. Boissy, A., Manteuffel, G., Jensen, M.B., Moe, R.O., Spruijt, B., Keeling, L.J., Aubert, A. (2007). Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiology & Behavior*, Vol. 92, no. 3, pp. 375–397. DOI:10.1016/j.physbeh.2007.02.003.
33. Mormède, P., Andanson, S., Auperin, B., Beerda, B., Guémené, D., Malmkvist, J., Terenina, E. (2007). Exploring the biological basis of animal stress: a review. *Physiology & Behavior*, Vol. 92, no. 3, pp. 317–339. DOI:10.1016/j.physbeh.2007.02.009.
34. Hemsworth, P. H., Coleman, G.J., Barnett, J.L., Borg, S. (2015). Scientific assessment of animal welfare. *Animal Frontiers*. Vol. 5, no. 1, pp. 4–9. DOI:10.2527/af.2015-0002.
35. Anderson, D.J., Adolphs, R.A. (2014). framework for studying emotions across species. *Cell*, Vol. 157, no. 1, pp. 187–200. DOI:10.1016/j.cell.2014.03.003.
36. LeDoux, J. (2012). *The emotional brain: The mysterious underpinnings of emotional life*. New York: Simon & Schuster.
37. Panksepp, J. (2005). Affective consciousness: Core emotional feelings in animals and humans. *Consciousness and Cognition*, Vol. 14, no. 1, pp. 30–80. DOI:10.1016/j.concog.2004.10.004.
38. Mendl, M., Burman, O.H.P., Paul, E.S. (2010). An integrative and functional framework for the study of animal emotion and mood. *Proceedings of the Royal Society. B: Biological Sciences*. Vol. 277, no. 1696, pp. 2895–2904. DOI:10.1098/rspb.2010.0303.
39. Flanagan, N., Robertson, L., Kelly, D. (2022). Neuroimaging approaches to animal welfare: Insights and limitations. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*. Vol. 16. DOI:10.3389/fn beh.2022.885634.
40. Bekoff, M. (2002). *Minding animals: Awareness, emotions, and heart*. Oxford: Oxford University Press.
41. Seth, A.K., Barrett, A.B., Barnett, L. (2020). Causal emergence of conscious states in the brain. *Nature Communications*. Vol. 11. DOI:10.1038/s41467-020-18824-2.
42. Gallup, G.G. (1970). Chimpanzees: Self-recognition. *Science*. Vol. 167, no. 3914, pp. 86–87. DOI:10.1126/science.167.3914.86.

43. Prior, H., Schwarz, A., Güntürkün, O. (2008). Mirror-induced behavior in the magpie (*Pica pica*): Evidence of self-recognition. *PLoS Biology*, Vol. 6, no. 8. DOI:10.1371/journal.pbio. 0060202.
44. Hampton, R.R. (2009). Multiple demonstrations of metacognition in nonhumans: Comment on Smith, Beran, Couchman, & Coutinho (2008). *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, Vol. 35, no. 2, pp. 185–191. DOI:10.1037/a0013959.
45. Smith, J.D., Shields, W.E., Washburn, D.A. (2003). The comparative psychology of uncertainty monitoring and metacognition. *Behavioral and Brain Sciences*. Vol. 26, no. 3, pp. 317–373. DOI:10.1017/S0140525X03000086.
46. Kornell, N. (2009). Metacognition in humans and animals. *Current Directions in Psychological Science*, Vol. 18, no. 1, pp. 11–15. DOI:10.1111/j.1467-8721.2009.01602.x.
47. Call, J., Carpenter, M. (2001). Do apes and children know what they have seen? *Animal Cognition*. Vol. 4, no. 4, pp. 207–220. DOI:10.1007/s100710100078.
48. Smith, J.D., Beran, M.J., Couchman, J.J., Coutinho, M.V. (2008). The comparative study of metacognition: Sharper paradigms, safer inferences. *Psychonomic Bulletin & Review*. Vol. 15, no. 4, pp. 679–691. DOI:10.3758/PBR.15.4.679.
49. Foote, A.L., Crystal, J.D. (2007). Metacognition in the rat. *Current Biology*, Vol. 17, no. 6, pp. 551–555. DOI:10.1016/j.cub.2007.01.061.
50. Coutinho, M.V.C., Redford, J.S., Church, B.A., Zakrzewski, A.C., Couchman, J.J., Smith, J.D. (2015). The interplay between uncertainty monitoring and working memory: Can metacognition become automatic? *Memory & Cognition*. Vol. 43, pp. 990–1006. DOI:10.3758/s13421-015-0527-1.
51. Rosati, A.G., Arre, A.M., Santos, L.R. (2016). Spontaneous metacognition in rhesus monkeys. *Psychological Science*. Vol. 27, no. 9, pp. 1181–1191. DOI:10.1177/0956797616653737.
52. Brown, E.K., Templer, V.L., Hampton, R.R. (2017). An assessment of domain-general metacognitive responding in rhesus monkeys. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 284, no. 1865. DOI:10.1098/rspb.2017.1541.
53. Shea, N., Frith, C. (2019). The cognitive neuroscience of metacognition. *Annual Review of Psychology*. Vol. 70, pp. 377–404. DOI:10.1146/annurev-psych-010418-102846.
54. Nieder, A. (2021). Animal cognition: Neurobiological foundations of consciousness. *Nature Reviews Neuroscience*. Vol. 2, pp. 139–150. DOI:10.1038/s41583-021-00431-3.
55. Mather, J. (2016). *Animal awareness: From perceptual experience to self-consciousness*. Oxford: Oxford University Press.
56. Birch, J., Schnell, A.K., Clayton, N.S. (2021). Dimensions of animal consciousness. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 25, no. 7, pp. 631–643. DOI:10.1016/j.tics.2021.04.004.
57. von Borell, E., Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchant-Forde, J., Marchant-Forde, R., Minero, M., Mohr, E., Prunier, A., Valance, D., Veissier, I. (2007). Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals – a review. *Physiology & Behavior*, 92 (3), pp. 293–316. DOI:10.1016/j.physbeh. 2007.01.007
58. Maros, K., Dóka, A., Miklósi, Á. (2008). Behavioural correlation of heart rate changes in family dogs: A field study. *Physiology & Behavior*, 92 (4), pp. 663–670. DOI:10.1016/j.physbeh. 2007.05.011

Contemporary scientific perspectives on sensations, feelings, and consciousness in animals

Koziy V., Lukyanenko K., Kosheliev O., Poroshynska O., Kozii N., Shmayun S.

The article is devoted to the systematization of current scientific views on sensations, feelings, and consciousness in animals based on an interdisciplinary analysis of literature in neuroscience, cognitive ethology, and veterinary behavioral medicine.

The review was conducted in the format of a scoping review with elements of critical analysis. Data collection was performed using PubMed, Scopus, Web of Science, CAB Abstracts, PsycINFO, and Google Scholar. Publications from 2013–2023 were prioritized, while classical works that significantly influenced the formation of modern concepts were also included. The inclusion criteria were peer-reviewed empirical studies, review articles, meta-analyses, and consensus documents of international expert groups.

A historical and philosophical analysis shows that ideas about animals' mental experience evolved from mechanistic denial (Descartes) to the evolutionary continuity of emotions and cognitive processes (Darwin). Modern studies confirm that sensations, feelings, and consciousness in animals form an integrated system that determines their behavior and welfare. Sensations provide sensory integration, feelings reflect the affective evaluation of stimuli, and consciousness enables the cognitive integration of experience. Neurophysiological data highlights the involvement of specific sensory and cognitive brain networks, while behavioral and physiological indicators allow identification of emotional states. Negative emotions are associated with chronic stress and reduced resilience, whereas positive emotions enhance social activity and cognitive stimulation. Studies on consciousness emphasize self-recognition, metacognition, and cognitive control. The integration of data from different disciplines opens new perspectives for creating comprehensive models of welfare assessment.

Contemporary evidence confirms the existence of interconnected sensory, emotional, and cognitive processes in animals, which form the basis of their welfare and adaptive capacity. Future research should focus on standardizing methods for assessing consciousness and emotional states, applying non-invasive monitoring technologies, and using artificial intelligence tools for

behavioral analysis. Such approaches will contribute to evidence-based strategies of animal care, housing, and ethical human–animal interaction.

Keywords: sensations, feelings, consciousness, cognitive ethology, neuroscience, emotional states, animal welfare, affective processes, cognitive functions, veterinary behavioral medicine.



Copyright: Козій В.І. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Козій В.І.

<https://orcid.org/0000-0002-8221-6678>

Лук'яненко К.Є.

<https://orcid.org/0009-0003-9869-6375>

Кошелев О.В.

<https://orcid.org/0000-0003-2576-3381>

Порошинська О.А.

<https://orcid.org/0000-0001-9882-1963>

Козій Н.В.

<https://orcid.org/0000-0002-0141-4390>

Шмаюк С.С.

<https://orcid.org/0000-0001-6458-6336>

ФАРМАКОЛОГІЯ І ТОКСИКОЛОГІЯ

УДК 636.09:615.281:616.995.772

**Фармакологічна ефективність інсектицидних засобів
за контролю зоофільних мух на молочно-товарній фермі**

Шаганенко В.С. , Рубленко С.В. , Шаганенко Р.В. ,
Козій Н.В. , Авраменко Н.В. , Антіпов А.А. ,
Гончаренко В.П. , Соловйова Л.М. 

Білоцерківський національний аграрний університет E-mail: raisa.pidborska@gmail.com

Шаганенко В.С., Рубленко С.В., Шаганенко Р.В., Козій Н.В., Авраменко Н.В., Антіпов А.А., Гончаренко В.П., Соловйова Л.М. Фармакологічна ефективність інсектицидних засобів за контролю зоофільних мух на молочно-товарній фермі. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 127–144.

Shahanenکو V., Rublenko S., Shahanenکو R., Kozii N., Avramenko N., Antipov A., Goncharenko V., Solovyova L. Pharmacological efficacy of insecticides for the control of zoophilous flies on a dairy farm. Nauk. visn. vet. med., 2025. № 2. PP. 127–144.

Рукопис отримано: 14.09.2025 р.

Прийнято: 27.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-127-144

У статті представлено дані щодо визначення ентомофауни зоофільних мух в умовах молочно-товарної ферми великої рогатої худоби та доведено ефективність комплексного застосування інсектицидних засобів під час захисту та профілактики із двокрилими комахами.

Дослідження проводили впродовж весняно-осіннього періоду на молочно-товарній фермі великої рогатої худоби у 2023–2025 рр. Напад зоофільних мух на тварин відмічали з кінця квітня до жовтня, а найбільшу їхню кількість – з кінця червня до вересня.

За результатами проведених досліджень встановлено, що основними представниками зоофільних мух у тваринницьких приміщеннях та на тваринах, безпосередньо, були кімнатна муха *Musca domestica*, осіння муха-жигалка *Stomoxys Calcitrans* L., мала коров'яча жигалка *Lyperosia irritans* (рогова муха *Haematobia irritans*), у меншій кількості – муха-корівниця *Musca autumnalis* та живородна польова муха *Musca larvipara*.

Під час захисту від нападів зоофільних мух, після застосування інсектицидних препаратів «Байофлай пур-он» для корів і «Бутокс» для телят, «Келіон» та «Агіта» для обробки приміщень, кількість комах на тілі тварин зменшилась, однак вони постійно були присутніми поруч з тваринами (стіни, підстилка, підлога, кормовий стіл). Враховуючи отримані результати, наступним кроком роботи було впровадження інтегрованої схеми захисту від мух, включаючи першочергову обробку препаратом ларвоцидної дії «Ларвенол» місць, які є ключовими у розмноженні мух: гноївки, лагуни, підстилки. Також, інсектицидну обробку тварин та приміщень проводили зазначеними вище препаратами. Цей комплекс заходів дозволив отримати 100 % фармакологічну ефективність під час захисту та профілактики щодо нападів мух у молочно-товарній фермі. Тому, обробка гноївки, лагун і підстилки інсектицидними засобами є не допоміжним, а базовим та першочерговим компонентом інтегрованої програми захисту від мух, оскільки вона усуває джерела їх масового розвитку та підвищує ефективність комплексних заходів контролювання комах.

Ключові слова: зоофільні мухи, молочно-товарна ферма, корови, інсектицидні засоби, фармакологічна ефективність, ларвенол, бутокс, байофлай пур-он.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Зоофільні мухи є одними з найбільш поширених ектопаразитів у господарствах, де утримують велику рогату худобу. Їхня присутність становить серйозну ветеринарну та економічну проблему. Мухи завдають значної шкоди фермам великої рогатої худоби, адже є не лише джерелом постійного дискомфорту для тварин, а й важливим чинником поширення інфекційних та інвазійних хвороб [1–6].

За даними наукових досліджень, у тваринницьких агробіоценозах України на сільськогосподарських тваринах і територіях їхнього перебування паразитує від 27 до 40 видів зоофільних мух, із них близько 10 – є постійними за вирощування великої рогатої худоби. Найбільш поширеними серед них були наступні види: *M. domestica*, *St. calcitrans* і *M. autumnalis*, *H. Irritans*, на які припадає 90 % від усієї кількості мух. Також зустрічаються *Morellia simplex*, *M. larvipara*, *Fannia spp.* та *M. stabulans* [7, 8]. У зоні Полісся України основними видами мух є *M. autumnalis*, *M. simplex* та *Fannia canicularis*, *St. calcitrans*, *M. larvipara* [9, 10]. За дослідження інсектофауни скотарських господарств Сумської області, Л.В. Нагорна та ін. [11] встановили, що впродовж весняно-осіннього періоду найчисельнішими видами зоофільних мух були кімнатна муха (*Musca domestica*) та мала кімнатна муха (*Fannia canicularis*), поодинокі ідентифікували синіх падевих мух (*Calliphora uralensis*), зелених падевих мух, синіх м'ясних (*Calliphora vicina*), зелених м'ясних (*Lucilia sericata*) та домових мух (*Muscina stabulans*). Науковцями А.П. Палієм та ін. [12] виявлено 27 видів зоофільних мух на території тваринницьких біоценозів у лісостеповій та степовій зонах України, серед яких домінували види родини *Muscidae* (74,1 %). *M. domestica* та *S. calcitrans* зафіксовані на всіх тваринницьких фермах для утримання великої рогатої худоби. За вивчення видового складу двокрилих у різних тваринницьких біоценозах Східної та Центральної України очікувана картина подібна: домінують представники *Muscidae* з помітною наявністю *Stomoxys*. На частку *M. domestica*, *M. autumnalis* та *S. calcitrans* припадає 75,57 % від усього комплексу зоофільних мух. Види *M. vitripennis*, *M. tempestiva*, *L. irritans*, *H. atripalpis* також займають значне місце серед видів, що формують ентомопаразитоценоз (18,91 %) [13]. Згідно з науковими джерелами, на території України поширеними є наступні види зоофільних мух, що подані у таблиці 1 [11–18].

Постійний напад мух у тварин провокує стрес, захворювання та призводить до зниження продуктивності: корови менше споживають корм, втрачають вагу, знижують надої молока.

Укуси мух ушкоджують шкіру, зумовлюють запальні реакції та відкривають ворота для проникнення бактерій і паразитів. Це не лише впливає на добробут тварин, а також призводить до економічних збитків для господарств, оскільки лікування, профілактика і втрати продуктивності потребують значних витрат. Кровосисні укуси *Stomoxys calcitrans* (осіння жигалка) болючі, тварини витрачають більше часу на оборонну поведінку (махання хвостом, тупання, сіпання шкіри) і менше – на споживання корму, що призводить до зниження приростів та молочної продуктивності. Це безпосередньо впливає на добробут тварин і витрати на лікування та профілактику, а також на якість продукції [19–21]. *Haematobia irritans* (рогова муха), що постійно тримається на тілі корів, асоціюється зі зменшенням середньодобових приростів і продуктивності, тимчасом *Musca autumnalis* (лицьова муха, муха-корівниця, польова муха) механічно поширює *Moraxella bovis*, *Thelazia spp.* і підсилює спалахи інфекційного кон'юнктивокератиту ("pinkeye") [22–25].

Трансмісія збудника під час кровосмокання – не єдиний спосіб передачі інфекції сприятливому організму, який властивий комахам. Відомо, що некровосисні мухи стають причиною потрапляння збудників небезпечних хвороб у харчовий ланцюг людини і тварин, механічно переносячи їх на лапках та хоботку. Наприклад, всеїдні мухи (зокрема *M. domestica*, *Calliphora vicina*, *Delia radicum*), здатні впродовж короткого часу в пошуках джерел живлення переміщатися з екскрементів людини і тварин (зокрема хворих) на продукти харчування або залишки кормів [26–28]. У такий спосіб зоофільні мухи псують комбікорми, знижують показники харчової безпеки м'яса, молока і молочних продуктів, заселяючи їх личинками та шкідливими мікроорганізмами. Доведено, що мухи, які постійно присутні на гноївках, лагунах та гноєсховищах, здатні переносити понад 50 збудників вірусних, бактеріальних (зокрема, сальмонельозу і дизентерії), грибкових та інвазійних хвороб тварин і людини [29, 30].

Значною мірою на видовий склад і чисельність зоофільних мух впливають сезон року та погодні умови. Популяції мух чутливі до температури та вологості повітря, а також тривалості світлового дня [31–34]. Зокрема, виділяють стабільні стадії сезонних коливань

чисельності популяції мух: 1) перший «весняний» максимум; 2) «літня депресія»; 3) другий максимум; 4) осінній спад. У спекотні місяці кількість мух знижується через пересихання субстрату, придатного для розвитку личинок. Під час діпаузи, коли фізіологічні процеси в організмі сповільнені, комахи стають менш чутливими до інсектицидів [15].

Окрім фенологічних чинників на ріст і розвиток популяцій зоофільних мух впливають особливості аграрного розвитку регіону:

тип тваринницьких господарств, вид, вік та особливості утримання свійських тварин. Розвиток мух певного виду пов'язаний насамперед з наявністю відповідного субстрату для розвитку їх личинок – гною, компосту, звалищ, вигрібних ям та придатної ґрунтової суміші [16, 22, 35–7]. Зазначено, що незалежно від кліматично-географічної зони, найбільш розмаїта фауна мух притаманна корівникам і свинарникам, значно менше видів реєструють у стайнях та кролівничих фермах [15].

Таблиця 1 – Характеристика основних видів зоофільних мух

Вид	Морфологія	Сезонність	Місце розмноження	Епізоотологічне значення
<i>Musca domestica</i> (домашня муха)	Сіра муха 6–8 мм, 4 темні поздовжні смуги на грудях, черевце жовтуватого-сіре	З квітня-травня до жовтня, пік у липні – серпні	Гній, гниючі органічні рештки, підстилка	Механічний переносник більше 100 патогенів (бактерії, віруси, яйця гельмінтів); знижує продуктивність тварин
<i>Musca autumnalis</i> (корівниця, лицева муха, польова муха)	Схожа на <i>M. domestica</i> , менша (4–7 мм), темні смуги на грудях, живіт у самців оранжево-жовтий	Липень – вересень, максимум у серпні	Гній, підстилка	Скупчується біля очей і носа ВРХ, переносник збудників кон'юнктивокератиту, переносить <i>Thelazia spp.</i> (очні нематоди)
<i>Stomoxys calcitrans</i> (осіння жигалка, жалка муха)	Сіра муха 5–7 мм, характерний витягнутий хоботок, що стирчить вперед, має колючо-сисний ротовий апарат; крила розташовані у вигляді «ножиць»	Травень – пізня осінь, два піки чисельності (липень, вересень)	Вологий гній, підстилка, силосні ями	Постійний кровосисний ектопаразит, зумовлює анемію, стрес, зниження приростів і надойв; механічний переносник трипаносом, бактерій
<i>Lyperosia irritans</i> / <i>Haematobia irritans</i> (мала коров'яча жигалка, рогова муха)	Дрібна, вузька, сіро-чорна муха; розмір 3–5 мм, тримається на тілі ВРХ; обидві статі кровосисні	Червень – вересень, максимум у серпні	Свіжий гній великої рогатої худоби	Постійний кровосисний ектопаразит, спричинює свербіж, дерматити, анемію, зниження молочної продуктивності та приростів
<i>Muscina stabulans</i> (домова/сарайна муха)	Схожа на <i>M. domestica</i> , трохи більша (7–10 мм), черевце темніше, з розмитим візерунком	Липень – вересень	Гній, органічні рештки	Механічний переносник ентеробактерій, можлива участь у міазах
<i>Hydrotaea irritans</i> (літня муха)	Розмір 5–7 мм, жовтувато-бурі груди, крила з затемненням	Липень – вересень	Гній, органічні рештки	Набридає тваринам, зумовлює поширення маститів та ранніх інфекцій
<i>Musca larvipara</i> (живородна польова муха)	Розмір близько 5 мм, зовнішній вигляд подібний до інших видів роду <i>Musca</i> (сірий/темний, крильця, типова будова); живородящий спосіб розмноження	Кінець весни – літо – початок осені, пік чисельності: червень – серпень.	Гній великої рогатої худоби, органічні рештки	Потенційний переносник нематод <i>Thelazia</i> (очні нематоди великої рогатої худоби); стрес у тварин, зниження продуктивності

Актуальність цієї теми зростає через системи інтенсивного утримання (залишки корму, підстилка, силос, вологий гній – ідеальні субстрати для розвитку личинок) і кліматичні зміни (підвищення температури та зміни опадів), що зміщують сезон активності мух, змінюють їхній ареал і посилюють тиск на стада. Водночас, окремі фармакологічні препарати не мають сталого ефекту через здатність мух розселятися та швидко відновлювати популяції. Тому, сучасні підходи організації Інтегрованого управління шкідниками (IPM – Integrated Pest Management) наголошують на об'єднанні всіх ключових чинників: санітарія й менеджмент відходів, механічні пастки й екрани, раціональне застосування інсектицидів, біоконтроль (хижаки/паразитоїди, гноївки), підтримка корисної фауни гноївки та постійний моніторинг [21, 38–40]. Для українських ферм це означає, що систематичний облік кількості мух на тварині та в осередках розвитку, швидке усунення вологих субстратів, коректна ротація діючих речовин інсектицидних препаратів і профілактика очних інфекцій здатні одночасно підвищити продуктивність і зменшити використання інсектицидів. Отже, зоофільні мухи – це не “дрібна літня прикрість”, а стійкий чинник зниження ефективності та благополуччя стада, важливість контролю яких лише зростатиме в умовах потепління та інтенсифікації виробництва.

Згідно з літературними джерелами [15, 38, 41, 42], контролювання зоофільних мух можна проводити двома способами: відлякувати їх від тварин і території ферми або знищувати дорослих комах та їх личинки у місцях скупчення.

Ефективний захист від мух є важливою частиною експлуатаційних витрат, він здійснюється з використанням хімічних та біологічних засобів захисту [43].

Серед наявних способів захисту від ектопаразитів провідним залишається хімічний, оскільки синтетичні інсектоакарициди мають широкий спектр дії, знищують одночасно ряд шкідників з різних систематичних груп і різних стадій їх розвитку [10, 25, 38, 44].

Тому, головним завданням як для наукових, так і практичних працівників ветеринарної медицини є визначення найбільш ефективних обґрунтованих методів захисту від ектопаразитних тварин, зокрема, зоофільних мух.

Сучасні фармакологічні засоби-інсектициди, що застосовують для захисту від зоофільних мух у господарствах великої рогатої худоби, належать до кількох основних груп хімічних речовин, які відрізняються механізмом дії, тривалістю ефекту та безпечністю для тварин і людей [15, 45–49]. Характеристику основних фармакологічних груп інсектицидних засобів у тваринництві представлено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристика інсектицидів для використання у тваринництві

Група інсектицидів	Діючі речовини	Механізм дії	Особливості застосування
Піретроїди	Циперметрин, перметрин, дельтаметрин, альфаципермет-рин	Порушують роботу нервових каналів, спричинюють параліч	Швидкий ефект, відносно безпечні для тварин, застосовують у спреях, аерозолях, обприскуваннях
Фосфорорганічні сполуки (ФОС)	Диметоат, хлорпірифос, малатіон, тетраклорвінфос	Блокують ацетилхолінестеразу, що призводить до паралічу	Висока ефективність, але підвищена токсичність, застосовують для обробки приміщень і гною
Неонікотиноїди	Імідаклоприд, тиаметоксам	Діють на нікотинові ацетилхолінові рецептори, зумовлюють параліч	Тривалий ефект, помірна токсичність, використовують у приманках і поверхневих обробках
Регулятори росту комах (IGR)	Метопрен, дифлубензурон, ципрофлуфензин	Порушують розвиток личинок, не дають їм перетворитися на дорослих мух	Не діють на дорослих особин, ефективні для профілактики розмноження у гної та підстилці, безпечні для тварин. Характеризуються високою екологічною безпечністю
Карбамати	Пропоксур, метоміл	Блокують ацетилхолінестеразу подібно до ФОС	Короткочасний ефект, застосовують у складі приманок та для обробки приміщень

Ці засоби застосовують у складі **комплексної програми захисту від зоофільних мух**: обробка тварин (спреї, купання, поливання), обробка приміщень і підстилки, утилізація гною та профілактика розмноження личинок.

Сучасна система контролювання зоофільних мух базується на комбінованому застосуванні різних груп інсектицидів з урахуванням їхньої ефективності, безпечності та ризику розвитку резистентності у комах.

Тому, вивчення комплексного підходу для захисту та профілактики зоофільних мух на молочно-товарних фермах є актуальним.

Метою дослідження було вивчити ефективність інсектицидних засобів та розробити схему інтегрованого підходу у захисті від зоофільних мух молочно-товарної ферми великої рогатої худоби.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводилися на базі молочно-товарної ферми Київської області і лабораторії кафедри паразитології та фармакології Білоцерківського НАУ в період 2023–2025 років. У господарстві утримують 3906 голів великої рогатої худоби породи українська чорно-ряба молочна голштинізована із середньорічним надоем 8500 кг молока на одну корову. Система утримання дорослого поголів'я безприв'язна, молодняку – у індивідуальних (до 1-міс. віку) та групових (1–3-міс. віку) будиночках. Гноївку видаляють автоматично за допомогою скреперів та вручну у випадках технічної несправності.

У роботі використовували наступні методи дослідження: ентомологічні (підрахунок членистоногих та визначення їх належності до виду); паразитологічні (визначення екстенсивності та інтенсивності препаратів); епізоотологічні (визначення сезонної динаміки чисельності); клінічні; статистичні.

З метою створення системи захисту від ектопаразитів попередньо було вивчено видовий склад комах, динаміку їх чисельності, резервуари збудників, способи поширення та чинники, що впливають на їх передачу. Це було першим етапом наших досліджень.

Ідентифікацію та поширеність зоофільних мух, періоди їх льоту вивчали способом проведення систематичних обліків щомісячно упродовж усього весняно-літньо-осіннього періоду 2023 року [50]. Видовий склад комах встановлювали за допомогою визначників на основі огляду клейких стрічок, ловушок для комах, ультрафіолетових ламп, тварин та господарських об'єктів загалом. Облік чисельності комах на тваринах здійснювали через підрахунок впродовж 3 хвилин з одного боку поверхні тіла.

Дослідний другий етап роботи щодо вивчення фармакологічної ефективності комплексного впливу інсектицидних засобів на чисельність мух виконували впродовж 2023 та 2024 років.

У 2023 році для захисту від двокрилих комах, зокрема, зоофільних мух проводили комплексну обробку тварин і тваринницьких приміщень. У період активності зоофільних мух обробку дорослих тварин проводили препаратом «Байофлай пур-он», молодняку – «Бутокс», а тваринницькі приміщення обробляли інсектицидними засобами «Агіта» та «Келіон».

З метою вивчення інсектицидної дії препаратів для обробки тварин, було сформовано 2 дослідні та 2 контрольні групи тварин: у першу дослідну групу входили дійні корови у кількості 100 голів, у другу дослідну – 3-міс. телята у кількості 50 голів. Тварин дослідних груп обробляли інсектицидними препаратами у вечірній період 18:00 – 20:00 год. Перша та друга контрольні групи тварин були ідентичними, однак тварини не отримували препаратів від комах.

Байофлай дійним коровам застосовували зовнішньо на шкіру вздовж хребта від холки до хвоста, в дозі 10 мл на тварину. Бутокс для зовнішньої обробки телят, їхніх будиночків, підстилки застосовували через дрібне розпилення. Перед обробкою готували робочу 0,0025 % водну емульсію, яка містила 5 мл препарату розчиненого у 10 л води. Обприскування тварин здійснювали у наступній послідовності: голова, тіло, хвіст, ділянка навколо анального отвору, кінцівки.

Ефективність препаратів під час обробки тварин оцінювали за тривалістю захисного ефекту, через підрахунок кількості комах на тваринах дослідної і контрольної груп через 7-му, 14-, 21-, 30- та 37-му добу після одноразового нанесення препарату. Статистичну обробку матеріалу проводили за загальноприйнятими методиками з використанням табличного процесора Microsoft Excel. Вірогідну різницю оцінювали за t-критерієм Стьюдента.

На другому етапі дослідної частини роботи у 2024 році для забезпечення захисту тварин від комах застосовували комплексний підхід до профілактичних заходів, враховуючи всі можливі механізми розповсюдження комах, базуючись на принципах системи інтегрованого захисту тварин від шкідників. Зокрема, з цією метою проводили обробку господарства загалом такими препаратами як «Агіта», «Келіон», «Бутокс»; обробку лагун із гноем та поверхню вигульних майданчиків

препаратом «Ларвенол» та обробку безпосередньо тварин: доросле поголів'я – препаратом «Байофлай пур-он», телят – препаратом «Бутокс» (табл. 3). Окрім того, у господарстві постійно застосовують клейкі стрічки та пастки для комах, у молочному блоці – ультрафіолетову лампу.

Профілактичні заходи щодо двокрилих комах у господарстві починали проводити ранньою весною, коли температура повітря вдень сягала 12–13 °С.

Результати дослідження. Встановлено, що у господарстві реєстрували наявність зоо-

фільних мух у період з кінця квітня до жовтня, а найбільшу їх кількість – з червня до вересня.

За вивчення видового складу комах (рис. 1, 2), було встановлено, що в найбільшій кількості відмічали поширеність зоофільних мух, а саме: кімнатна муха *Musca domestica* – 8–100 %, осіння муха-жигалка *Stomoxys calcitrans* L. – 26–62 %, мала коров'яча жигалка *Lyperosia irritans* (рогова муха *Haematobia irritans*) – 14–25 %, залежно від періоду, у меншій кількості – інші види: муха-корівниця *Musca autumnalis* – 6–26 % та живородна польова муха *Musca larvipara* – 6–7 % (табл. 4).

Таблиця 3 – Комплексне застосування інсектицидних препаратів у господарстві з метою захисту тварин від нападу комах

Препарат	Агіта	Келіон	Бутокс	Байофлай	Ларвенол
Діюча речовина	Z-9-трикозен (феромон мух)	кетофенпрокс	дельтаметрин	цифлутрин	S-метопрен
Об'єкт обробки	Розпилення на поверхню стін, стелі, стовпів, вертикальні елементи конструкцій тваринницьких приміщень висотою від 2-х метрів	Розпилення на поверхню стін доїльної зали, навколо вікон, біля проходу тваринницьких приміщень	Зовнішня обробка через обприскування телят та їх будиночків, підстилки	Зовнішня обробка дорослого стада на шкіру вздовж хребта від холки до хвоста, в дозі 10 мл/твар.	Розкидання сухого препарату для обробки лагун, передлагун, виходів скреперів та гноївки; на товсту не утопану тваринами підстилку, вигульні майданчики
Частота обробки	1 раз на 6 тижнів	1 раз на 8 тижнів	1 раз на 4 тижні	1 раз на 4 тижні	1 раз на 8 тижнів

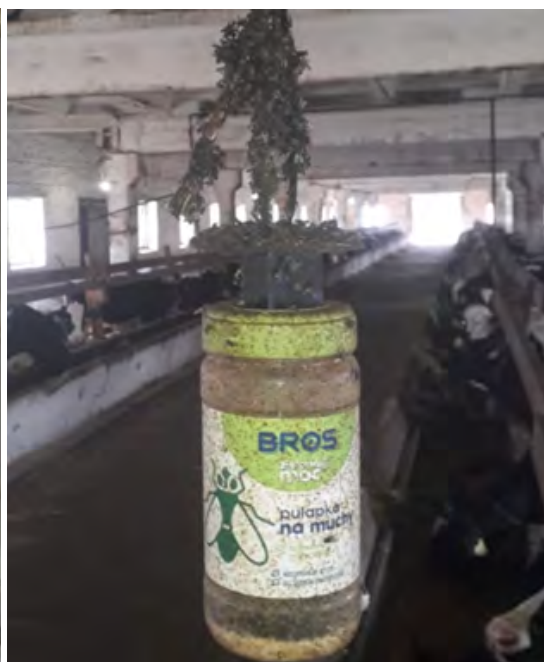


Рис. 1, 2. Вигляд комах напасті та клейкій стрічці.

Таблиця 4 – Видова сезонна динаміка зоофільних мух

Місяць	Вид зоофільних мух	%
Квітень	Кімнатна муха <i>Musca domestica</i>	100
Травень	Кімнатна муха <i>Musca domestica</i>	100
Червень	Кімнатна муха <i>Musca domestica</i>	56
	Мала коров'яча жигалка <i>Lyperosia irritans</i> L./ <i>Haematobia irritans</i> (рогова муха)	25
	Корівниця <i>Musca autumnalis</i>	13
	Живородна польова муха <i>Musca larvipara</i>	6
Липень	Осінні мухи-жигалки виду <i>Stomoxys calcitrans</i> L.	36
	Корівниця <i>Musca autumnalis</i>	29
	Кімнатна муха <i>Musca domestica</i>	18
	Мала коров'яча жигалка <i>Lyperosia irritans</i> L./ <i>Haematobia irritans</i> (рогова муха)	17
Серпень	Осінні мухи-жигалки виду <i>St. calcitrans</i> L.	42
	Корівниця <i>Musca autumnalis</i>	28
	Мала коров'яча жигалка <i>Lyperosia irritans</i> L./ <i>Haematobia irritans</i> (рогова муха)	22
	Кімнатна муха <i>Musca domestica</i>	8
Вересень	Осінні мухи-жигалки виду <i>St. calcitrans</i> L.	62
	Мала коров'яча жигалка <i>Lyperosia irritans</i> L./ <i>Haematobia irritans</i> (рогова муха)	14
	Корівниця <i>Musca autumnalis</i>	10
	Кімнатна муха <i>Musca domestica</i>	8
	Живородна польова муха <i>M. larvipara</i>	6
Жовтень	Осінні мухи-жигалки виду <i>St. calcitrans</i> L.	58
	Мала коров'яча жигалка <i>Lyperosia irritans</i> L./ <i>Haematobia irritans</i> (рогова муха)	26
	Кімнатна муха <i>Musca domestica</i>	9
	Живородна польова муха <i>Musca larvipara</i>	7

Згідно з отриманими результатами, видовий склад зоофільних мух, а також їх чисельність у різних місцях утримання тварин, навіть в одній і тій самій зоні, є не постійними.

Підвищену активність мух на тварин відмічали впродовж усього світлового дня, проте особливо інтенсивний їх напад спостерігався за високої температури повітря до 25–30 °С.

Під час дослідження чисельності та активності руху мух на телятах встановили, що добовий ритм активності мух-жигалок у літній період (липень) розпочинався на початку світлового дня. Зокрема, з 7.00 до 8.00 год ранку спостерігали лише літ поодиноких мух-жигалок та в середньому реєстрували 12,4±2,2 екземплярів мух за 3 хвилини підрахунку (рис. 3).

О 9.00 год ранку кількість мух, що проявляли активність, збільшилась і становила 16,8±2,6 на одну тварину. З підвищенням температури зовнішнього середовища і посиленням освітлення, особливо за наявності ясної погоди активність нападу мух зростала.

У період з 11.00 до 13.00 год активність комах наростала та становила 44,5 ± 4,1. Максимальну чисельність мух-жигалок на телятах реєстрували з 13:00 до 17.00 год – 122,6±11,15 екз./тварину. Із 17:00 до 19:00 год – на телятах перебувало в середньому 54,6±4,35 екз./тварину. Літ мух-жигалок спостерігали до 21.00 год (2,4±0,26 екз./тварину).

Пік активності зоофільних мух збігався з найвищою температурою повітря за дослідний період (+25 – +30 °С), на одне теля в цей час сідали від 67 до 148 зоофільних мух (рис. 4).

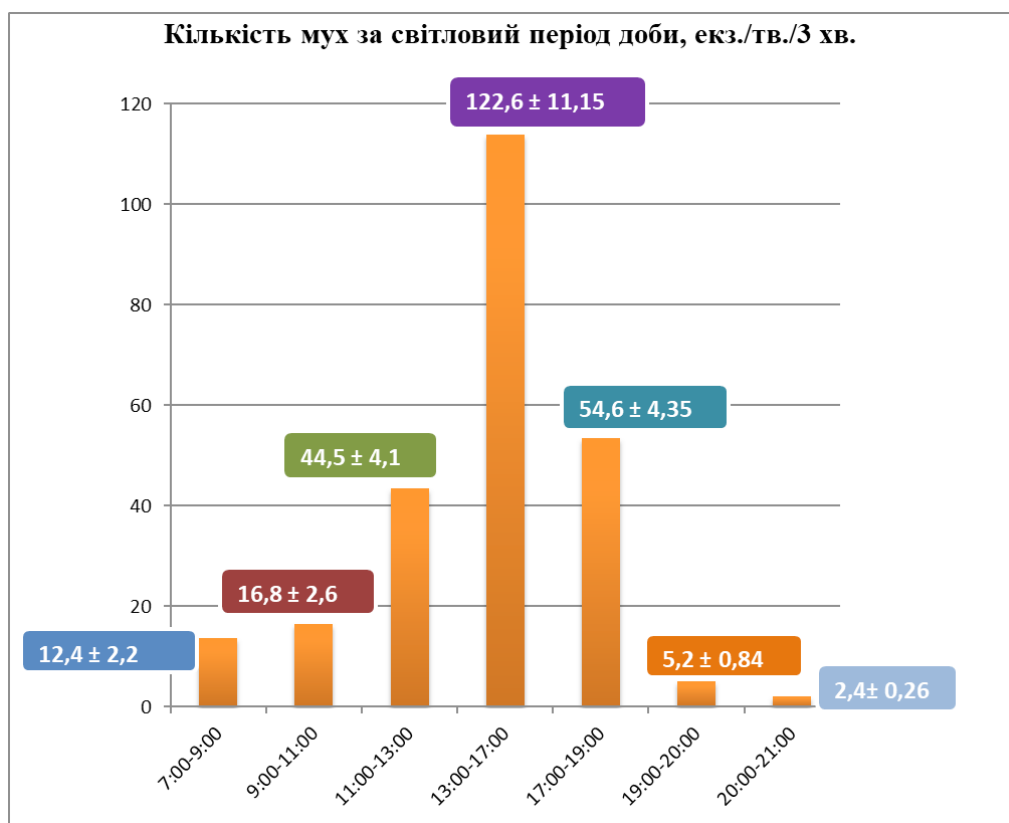


Рис. 3. Ураженість телят мухами впродовж світлового періоду доби.



Рис. 4. Вигляд теляти, ураженого мухами.

Окрім тварин, у господарстві мух відмічали всюди: на стінах, кормовому столі, огорожах, предметах догляду та ін. (рис. 5, 6).

За вивчення локалізації мух на коровах було встановлено, що мухи-корівниці *Musca autumnalis* найчастіше перебували на голові великої рогатої худоби. Малі коров'ячі жигалки *Lyperosia irritans* L. (рогові мухи *Haematobia irritans*) були максимально локалізовані на голові та абдомінальній частині вимені. Мухи-жигалки *Stomoxys Calcitrans* L. були більш активнішими і вибирали для укусів ділянки тіла тварин, менш вкриті шерстю. Це були дистальні ділянки грудних і тазових кінцівок.

За клінічного обстеження тварини мали підвищену рухливість, постійно здійснювали рухи головою, хвостом, кінцівками, намагалися зігнати сидячих на тілі мух та нестерпно вилизували сверблячі ділянки тіла (табл. 5).

Отже, у найбільшій чисельності тваринам завдавали шкоди кровосисні види мух, зокрема осіння муха-жигалка *Stomoxys Calcitrans* L. та мала коров'яча жигалка *Lyperosia irritans* (рогова муха *Haematobia irritans*). Муха-корівниця *Musca autumnalis* також докучала тваринам, локалізуючись більшою мірою у ділянці очей, носового дзеркала.



Рис. 5. Відро для випойки молока.



Рис. 6. Мухи на поверхні у корівнику.

Таблиця 5 – Поведінка тварин під час нападу зоофільних мух

№ п/п	Клінічні ознаки	n = 20	%
1	Підвищена рухова активність	20	100
2	Безперервні рухи головою, кінцівками, хвостом	20	100
3	Посилене рефлекторне скорочення м'язів вух, тулуба	20	100
4	Злизування сидячих на тілі мух	14	70
5	Вилизування сверблячих ділянок тіла	10	50
6	Зменшений прийом корму	8	40

Захист та звільнення тварин від паразитичних комах є важливою ланкою у комплексі протипаразитарних обробок та слугує не лише лікувальним, а й потужним профілактичним заходом стосовно поширення трансмісивних захворювань.

Як відомо, одним з основних методів контролювання ектопаразитів тварин є обробка їх лікарськими засобами широкого спектру дії. Після обробки тварин інсектицидними препаратами визначали їх ефективність (табл. 6).

Відомо, що цифлутрин, який входить до складу препарату «Байофлай пур-он», як і інші основні піретроїди (дельтаметрин, перметрин, циперметрин, флуметрин тощо) стосовно збудників ектопаразитозів проявляють дві дії – репелентну та контактну. Зокрема, наявними є взаємно виключаючі ефекти: якщо виражений відлякувальний вплив, то не можлива контактна дія.

Наші дослідження свідчать, що застосування препарату «Байофлай пур-он» спершу забезпечує репелентний ефект, який спостерігається з першого дня після нанесення препарату. Він більш виражений впродовж 3–4 діб. Потім до 6–7 доби цей ефект зменшується й комахи починають контактувати з

шкірою тварин, особливо, в ділянці кінцівок, підгрудку та вимені.

Також встановлено, що зі збільшенням інтервалу від обробки, чисельність комах на тваринах поступово зростала. Захисний ефект препарату через 37 діб після обробки становив 18,5 %.

У молодняку великої рогатої худоби за використання препарату «Бутокс» відмічали подібну динаміку (табл. 7).

На 37-му добу після обробки телят ефективність Бутоксу щодо захисту від двокрилих комах становила 11,6 %.

Після обробки молодняку та дорослого поголів'я великої рогатої худоби цими препаратами у жодному випадку не було встановлено відхилень від показників фізіологічної норми клінічного стану та поведінкових реакцій у тварин, які б свідчили про появу можливого токсичного впливу препарату.

Отже, після застосування інсектицидних препаратів кількість комах на тілі тварин була меншою, однак вони постійно були присутніми в житті тварин у літньо-осінній період року. На території приміщень, підстилки, кормовому столі, стінах – кількість мух залишалася незмінно великою.

Таблиця 6 – Тривалість захисної дії препарату «Байофлай пур-он» у дійних корів

Період спостережень за тваринами, діб	Кількість комах на тварині впродовж 3 хв спостереження, екз./ гол.		Ефективність, %
	контрольна (n=100)	дослідна (n=100)	
До обробки	36,2±4,7	38,4±5,1	-
Після обробки, через 7 діб	38,5±4,3	5,8±2,8***	84,9
14 діб	39,1±3,5	8,3±1,6***	78,4
21 добу	37,3±4,5	13,1±1,8***	65,8
30 діб	41,5,8±3,6	24,2±3,7*	36,9
37 діб	38,2±3,2	31,3±2,5	18,5

Примітки: р * - < 0,05; *** - < 0,001; решта - > 0,05 порівняно з тваринами до обробки препаратом.

Таблиця 7 – Тривалість захисної дії препарату «Бутокс» у телят

Період спостережень за тваринами, діб	Кількість комах на тварині впродовж 3-хв спостереження, екз./ гол.		Ефективність, %
	контрольна (n=50)	дослідна (n=50)	
До обробки	30,3±4,3	32,8±5,2	
Після обробки, через 7 діб	32,8±5,8	7,2±2,5***	78,0
14 діб	30,9±3,8	9,8±1,6***	70,1
21 добу	31,2±4,5	15,2±3,4*	53,6
30 діб	30,4±3,6	22,3±3,5	32,0
37 діб	33,8±4,5	29,1±4,7	11,6

Примітки: р * - < 0,05; *** - < 0,001; решта - > 0,05 порівняно з тваринами до обробки препаратом.

Впродовж виконання дослідної частини роботи у господарстві також відмічали періоди несвоєчасного прибирання гною, утилізацію залишків кормів та наявність гноєсховища поблизу тваринницьких приміщень. Окрім того, лагуни для гною в господарстві у 2023 році були у стані добудови та гній не мав інсектицидної обробки, а як відомо, він є основним місцем для розплоду мух.

У 2024 році, враховуючи видовий склад, цикл розвитку двокрилих комах та періоди їх активності й нападу (табл. 8), розробляли заходи захисту та вивчали ефективність інсектицидних засобів щодо цих ектопаразитів великої рогатої худоби у господарстві.

комах виявляли поодинокі або не виявляли. Це дозволяє стверджувати про 100 % інсектицидну ефективність препаратів за комплексного підходу до профілактичних заходів щодо захисту від зоофільних мух. Вважаємо, що такий результат вдалося отримати завдяки вчасній і комплексній обробці гноєсховищ, тварин, приміщення інсектицидними препаратами та постійному моніторингу.

Окрім того, за клінічного огляду відмічали зміни у поведінці тварин: вони були спокійними, активність рухів зниженою, не відволікалися на укуси комах, а свій час витрачали на забезпечення фізіологічних потреб щодо споживання корму та відпочинку.

Таблиця 8 – Строки льоту двокрилих кровосисних комах та проведення заходів щодо захисту великої рогатої худоби від їх нападу

Комахи	Активність комах за місяцями та декадами																			
	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень			Жов- тень	
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II
Активність мух																				
Терміни обробки																				

Позначення:  – сприятливий період для льоту комах;  – пік активності нападу комах;  – період профілактичних заходів.

За проведення інтегрованого захисту від зоофільних мух насамперед у господарстві обробляли гноївку, лагуни та підстилку інсектицидним препаратом «Ларвенол». Оскільки ці об’єкти є одним із ключових аспектів у системі захисту від зоофільних мух на фермах великої рогатої худоби, адже є основними місцями розвитку личинок і лялечок більшості видів мух, зокрема *Musca domestica*, *Musca autumnalis*, *Stomoxys calcitrans* та *Haematobia irritans*. У вологому гної та підстилці самки відкладають яйця, з яких впродовж кількох діб виходять личинки, що за відсутності контролю швидко формують великі популяції дорослих мух.

Згідно з отриманими результатами досліджень, після проведених комплексних заходів інтегрованого захисту від зоофільних мух впродовж всього весняно-літньо-осіннього періоду на території господарства та на тваринах

Тому, обробка гноївки, лагун і підстилки інсектицидними засобами є не допоміжним, а базовим та першочерговим компонентом інтегрованої програми захисту від мух, оскільки вона усуває джерела їх масового розвитку, підвищує ефективність зоогігієнічних заходів та забезпечує стабільний контроль над популяціями зоофільних мух у господарствах великої рогатої худоби.

Обговорення. Мухи на молочно-товарних фермах наносять значну шкоду як тваринам, так і економічним показникам господарства. Вони є переносниками багатьох інфекційних та паразитарних захворювань, зокрема маститів, кон’юнктивокератитів, що призводить до погіршення здоров’я поголів’я та зниження продуктивності. Зокрема, дослідження Н.В. Сумакової показали, що мухи переносять яйця гельмінтів на поверхні свого тіла і кінцівках за допомогою численних

щетинок і волосків. Максимальний показник носійства яєць гельмінтів був у *Musca domestica* (77,9 %) [43]. Крім того, постійне занепокоєння тварин, зумовлене укусами та нав'язливою поведінкою мух підвищує рівень стресу та знижує добробут тварин [51]. Водночас, масове розмноження мух погіршує санітарний стан приміщень та якість молочної продукції, ускладнює умови праці персоналу. Саме тому контролювання зоофільних мух є актуальною та необхідною складовою системи біобезпеки, організації утримання тварин та успішного функціонування молочно-товарної ферми.

За літературними даними, мухи можуть бути цілорічними шкідниками для тварин. Зокрема, науковці [10] довели, що в умовах теплої зими зоофільні мухи не втрачають своєї активності у тваринницьких приміщеннях упродовж року.

Згідно з результатами наших досліджень, у господарстві мухи починали з'являтися у квітні, набуваючи піку активності із червня до жовтня, що також узгоджується із іншими науковими даними [14]. Їхній видовий склад і чисельність у приміщенні та на тваринах є непостійними. Дослідники зазначають, що чисельність і видовий склад мух також змінюються залежно від виду тварини, її віку і типу утримання, що обумовлено наявністю різних личинкових субстратів [12, 52, 53].

На нашу думку, основними причинами поширення зоофільних мух та постійного їх перебування на тваринах і у господарстві загалом, були несвоєчасна утилізація залишків кормів, прибирання гноївки та наявність гноєсховища на території ферми. Лагуни для гноївки в господарстві у 2023 році були у стані добудови та гній не мав інсектицидної обробки, а він є основним місцем для розплоду мух. Водночас, не виключаємо, що масову активність мух забезпечили також сприятливі сезонно-погодні умови.

З огляду на це, саме гноївки, лагуни та підстилка є основним сприятливим місцем для розмноження мух, обробка цих об'єктів інсектицидними засобами є одним із ключових елементів системи захисту від зоофільних мух у господарствах великої рогатої худоби.

Для обробки гноївки, лагун було обрано препарат «Ларвенол», оскільки це інноваційний ларвицидний засіб, призначений для контролю популяцій двокрилих комах (мух, мошок, комарів та інших), що використовують для обробки сприятливих місць розмноження комах. Компоненти засобу спрямовані

на переривання життєвого циклу комах на стадії личинки/лялечки, що призводить до значного зменшення їх чисельності. Активною речовиною є S-метопрен – аналог ювенільного гормону комах, що імітує гормони личинкових стадій і в такий спосіб блокує їх метаморфоз у дорослих мух.

Цей препарат доступний у гранульованій формі (Larvenol GR4/ традиційний Larvenol) та у вигляді капсульованої суспензії (Larvenol Caps). Обидві форми діють локально, впливаючи саме на лялечок і личинок, і не мають прямого токсичного ефекту на дорослих особин. Завдяки цьому метод впливу можна вважати циклічним – він перешкоджає розмноженню комах, зупиняючи їх розвиток на стадії личинки чи лялечки.

Засіб «Ларвенол» знищує повзаючі личинки мух, мошок та інших комах, які відкладають свої яйця у лагунах, на землі/підлозі у тваринницьких приміщеннях. Доволі тривала дія засобу дозволяє його застосовувати рідко (1 раз / 8 тижнів). Засіб можна застосовувати в присутності тварин, але обов'язково уникаючи родильних місць, місць годівлі та випоювання. Ним не обробляють місця скупчення комах (стелі, стіни тощо), оскільки ларвенол не діє на дорослих комах.

Суть інтегрованого підходу у захисті від мух у господарствах великої рогатої худоби полягає у комплексному поєднанні різних методів і засобів контролю чисельності комах, що забезпечує не лише швидкий ефект, а також довготривалу стратегію захисту тварин. Основна ідея цього підходу полягає у тому, щоб не покладатися лише на хімічні інсектициди для обробки тварин, а використовувати їх у поєднанні з профілактичними, санітарними та біологічними заходами. Інтегрований захист включає регулярне прибирання та правильне зберігання гною і кормових решток; обробку лагун, гноївки та підстилки інсектицидними чи біологічними препаратами для впливу на місця розмноження мух. Отже, інтегрований підхід забезпечує стаке зниження чисельності мух, зменшує економічні збитки та покращує умови утримання великої рогатої худоби.

Висновок. Запропонований комплексний підхід щодо захисту та профілактики нападу зоофільних мух на поголів'я великої рогатої худоби із використанням препаратів інсектицидної дії «Агіта», «Келіон», «Бутокс», «Байофлай пур-он», «Ларвенол» за першочергового впливу на личинки комах забезпечив 100 % фармакологічний ефект. Ця схема захисту від мух суттєво знизила загальну чи-

сельність їх популяції, мінімізуючи передбачувані ризики щодо благополуччя стада.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Для написання цієї статті користувалися результатами наукових досліджень, які були схвалені відповідними етичними комітетами з питань поводження з тваринами, що використовуються в наукових експериментах. Експериментальну частину роботи виконували з урахуванням «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», схвалених на Національному конгресі з біоетики (Київ, 2001) та узгоджених із положеннями «Європейської конвенції про захист хребетних тварин», які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей (Страсбург, 1985).

Відомості про конфлікт інтересів. Авторі декларують відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. The impact of stable flies (*Stomoxys calcitrans* L.) on small stock production in Bodibeng, Bothatogo and Sehithwa in the North West district, Botswana; a survey study / J.C. Moreki. et al. Online *Journal of Animal and Feed Research*. 2022. Vol. 12. No 2. P. 73–80. DOI:10.51227/ojafr.2022.10.
2. Ectoparasites of Cattle / A.A. Pérez de León, et al. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2020. Vol. 36. No 1. P. 173–185. DOI:10.1016/j.cvfa.2019.12.004.
3. Taylor D.B., Moon R.D., Mark D.R. Economic impact of stable flies (Diptera: Muscidae) on dairy and beef cattle production. *Journal of Medical Entomology*. 2012. Vol. 49. No 1. P. 198–209. DOI:10.1603/ME10050
4. Flies (Insecta, Diptera) collected in the environment of dairy farms as carriers of Rotavirus A and betacoronavirus / A.B. Bertolini et al. *Journal of Applied Microbiology*. 2023. Vol. 134. No 3. DOI:10.1093/jambio/ixad020. PMID: 36725 209.
5. Bacterial Communities Associated with Houseflies (*Musca domestica* L.) Inhabiting Hospices in South Africa / M.C. Monyama et al. *Microorganisms*. 2023. Vol. 11. No (6). 1440 p. DOI:10.3390/microorganisms11061440.
6. Мушинський А., Левицька В. Кровосисні членистоногі як переносники трансмісивних захворювань тварин. *Аграрна наука та освіта в умовах Євроінтеграції: зб. наук. пр. міжнар. наук.-практ. конф. Ч. 2. (Кам'янець-Подільський, 20 – 22 берез. 2018).* Тернопіль: Крок, 2018. С. 66–68.
7. Машкей А.М. Зоофільні мухи лісостепової зони України та розробка екологічно безпечних методів боротьби з ними: автореф. дис. ... канд. вет.: 16.00.11. Харків, 2002. 20 с.
8. Шевченко А.М. Щодо контролю нападу зоофільних мух на корів в умовах тваринницьких приміщень. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 2. С. 232–237. DOI:10.31210/visnyk2019.02.31
9. Овчарук В.М. Телязіоз великої рогатої худоби в зоні Полісся України (поширення, діагностика, лікування): автореф. ... канд. вет. наук: 16.00.11. Київ, 2012. 21 с.
10. Прус П.М., Довгій Ю.Ю., Згозінська О.А. Ефективність «Ектосан пудри™» у боротьбі з паразитичними комахами на пасовищах і у тваринницьких приміщеннях для овець. *Вісник ПДАА*. 2022. № 4. С. 239–245. DOI:10.31210/visnyk2022.04.28
11. Характеристика інсектофауни великої рогатових ферм / Л.В. Нагорна та ін. *Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних лікарських засобів та кормових добавок та Інституту біології тварин*. 2024. № 25 (1). С. 101–107. DOI:10.36359/scivp.20 24-25-1.13
12. Ecology of zoophilic flies in livestock biocenoses of Ukraine / A.P. Paliy et al. *Biosystems Diversity*. 2021. Vol. 29. No 3. P. 258–263. DOI:10.15421/012132
13. Fauna and ecology of Dipterous (Diptera, Muscidae) livestock biocenoses of Ukraine / A. Paliy et al. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24. No 7. P. 20–29. DOI:10.48077/scihor.24(7). 2021.20-29
14. Катюха С.М. Поширення паразитичних двокрилих комах великої рогатої худоби. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 7 (808). С. 55–59. DOI:10.31073/agrovisnyk202007-07
15. Шевченко А.М. Паразитичні комах великої рогатої худоби (поширення та розробка засобів боротьби і профілактики): автореф. ... д-ра вет. наук: 16.00.11. Суми, 2019. 41 с.
16. Шевченко А.М. Добова динаміка активності зоофільних мух виду *Stomoxys Calcitrans* L. зони полісся України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2012. № 7 (31). С. 138–140. URL:visnyk.snau.edu.ua/sample/files/snau_2012_7_vet_31/JRN/ 41.pdf
17. The Composition of zoophilic fly species in eastern Ukraine / A. Paliy et al. *World Vet. J*. 2023. Vol. 13. No 4. P. 501–509. DOI:10.54203/scil.2023.wvj53
18. Otranto D., Wall R. *Veterinary Parasitology: definitive reference for identification, diagnosis, and treatment in veterinary parasitology; 5th Edition*. Wiley-Blackwell, 2024. 896 p.
19. Stable Fly (Diptera: Muscidae) – Biology, Management, and Research Needs / K. Rochon et al. *Journal of Integrated Pest Management*. 2021. Vol. 12. No 1. DOI:10.1093/jipm/pmab029
20. Stable fly activity is associated with dairy management practices and seasonal weather conditions / W.R. ElAshmawy et al. *PLoS One*. 2021. Vol. 16. No 7. DOI:10.1371/journal.pone. 0253946.
21. An integrated pest management strategy approach for the management of the stable fly *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) / M.A. González et al. *Insects*. 2024. Vol. 15. No 4. 222 p. DOI:10.3390/insects15040222.

22. Production of stable flies (*Stomoxys calcitrans*) from sawdust compost barns and straw bedding packs, two alternative cold winter housing systems for dairy cows / A.C. Hansen et al. *Dairy*. 2024. No 5. P. 13–32. DOI:10.3390/dairy5010002
23. The defensive behaviors and milk production of pastured dairy cattle in response to stable flies, horn flies, and face flies / A.C. Hansen et al. *Animals*. 2023. Vol. 13. No 4. 3847 p. DOI:10.3390/ani13243847
24. Kilama J., Islam M.S., Amat S. Bovine ocular microbiome: the next frontier in managing Pinkeye in cattle. *Animal microbiome*. 2025. Vol. 7. No 1. 58 p. DOI:10.1186/s42523-025-00425-9
25. Face Fly (Diptera: Muscidae) – biology, pest status, current management prospects, and research needs / R.T. Trout Fryxell et al. *Journal of Integrated Pest Management*. 2021. Vol. 12. No 1. 5 p. DOI:10.1093/jipm/pmaa020
26. Stoffolano J.G.Jr. Synanthropic Flies – a review including how they obtain nutrients, along with pathogens, store them in the crop and mechanisms of transmission. *Insects*. 2022. Vol. 13. No 9. 776 p. DOI:10.3390/insects13090776
27. House flies are underappreciated yet important reservoirs and vectors of microbial threats to animal and human health / D. Nayduch et al. *Microorganisms*. 2023. Vol. 11. No 3. 583 p. DOI:10.3390/microorganisms11030583.
28. Pathogens associated with houseflies from different areas within a New York State dairy / G. Gioia et al. *JDS Commun*. 2022. Vol. 3. No 4. P. 285–290. DOI:10.3168/jdsc.2021-0200
29. Dar T.A., Mir A.H. Blowflies (Diptera: Calliphoridae) as potential mechanical vectors of the protozoan cyst and helminthic eggs in Kashmir Himalaya, India. *J Parasit Dis*. 2024. Vol. 48. No 2. P. 283–288. DOI:10.1007/s12639-024-01663-5
30. Fly control to prevent diarrhoea in children / J.K. Das et al. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2018. Vol. 12. P. 144–152. DOI:10.1002/14651858.CD011654.pub2
31. Khalifa A., Nasr Z., Errouissi F. First data on the daily and seasonal activity patterns of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) under Mediterranean semiarid climate in a dairy cattle farm in Tunisia. *Int J Trop Insect Sci*. 2022. Vol. 42. P. 1437–1447. DOI:10.1007/s42690-021-00662-w
32. Showler A.T., Osbrink W.L. Stable Fly, *Stomoxys calcitrans* (L.), dispersal and governing factors. *International Journal of Insect Science*. 2015. Vol. 7. P. 19–25. DOI:10.4137/IJIS.S21647
33. Species diversity and seasonal abundance of Stomoxyinae (Diptera: Muscidae) and Tabanid Flies (Diptera: Tabanidae) on a beef cattle and a buffalo farm in Nakhon Si Thammarat Province, Southern Thailand / Y. Phetcharat et al. *Insects*. 2024. Vol. 15. No 10. 818 p. DOI:10.3390/insects15100818
34. Semelbauer M., Mangová B., Barta M., Kozánek M. The factors influencing seasonal dynamics and spatial distribution of stable fly *Stomoxys calcitrans* (Diptera, Muscidae) within stables. *Insects*. 2018. Vol. 9. No 4. 142 p. DOI:10.3390/insects9040142
35. Neupane S., Saski C., Nayduch D. House fly larval grazing alters dairy cattle manure microbial communities. *BMC Microbiology*. 2021. Vol. 21. No 1. 346 p. DOI:10.1186/s12866-021-02418-5
36. Miranda C.D., Cammack J.A., Tomberlin J.K. Large-scale production of house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), larvae fed 3 manure types. *Journal of Economic Entomology*. 2023. Vol. 116. No 4. P. 1102–1109. DOI:10.1093/jee/toad099
37. Preferences for livestock bedding as a development substrate of the stable fly, *Stomoxys calcitrans* L. (Diptera: Muscidae), and potential application of entomopathogenic nematodes for controlling stable fly larvae / N. Khwanket et al. *Medical and Veterinary Entomology*. 2024. Vol. 38. No 4. P. 429–439. DOI:10.1111/mve.12731
38. Cook D.A. Historical review of management options used against the stable fly (Diptera: Muscidae). *Insects*. 2020. Vol. 11. No 5. 313 p. DOI:10.3390/insects11050313
39. Insights into garlic (*Allium Sativum*)'s nutrigenomics-associated fly-repellent potency in cattle / F. Mudau et al. *Tropical Animal Health and Production*. 2025. Vol. 57. No 3. 154 p. DOI:10.1007/s11250-025-04406-7
40. Tiffin H.S., Gordon J.R., Poh K.C. One Health, many approaches: integrated vector management strategies support One Health goals. *Frontiers in insect science*. 2025. Vol. 5. DOI:10.3389/finsc.2025.1549348
41. Pitzer J.B., Navarro J., Phillips E.S. Decreased emergence rates of adult house flies (*Musca domestica*; Diptera: Muscidae) due to exposure to commercially available insecticidal baits during larval development. *Journal of Economic Entomology*. 2025. Vol. 118. No 1. P. 391–396. DOI:10.1093/jee/toae310.
42. A push-pull strategy to suppress stable fly (Diptera: Muscidae) attacks on pasture cattle via a coconut oil fatty acid repellent formulation and traps with *m*-cresol lures / A.T. Lehmann et al. *Pest Manag. Sci*. 2023. Vol. 79. P. 3050–3057. DOI:10.1002/ps.7480
43. Сумакова Н.В. Ветеринарно-санітарна оцінка ефективності застосування дезінфікуючих та дезінсекційних засобів у системі захисту здоров'я тварин: дис. ... канд. вет. наук: 16.00.06. Сумський національний аграрний університет. Суми, 2018. 238 с.
44. Березовський А.В., Нагорна Л.В., Проскуріна І.В. Особливості використання препаратів на основі цифлутрину для захисту худоби від літаючих кровососів. Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. 2018. № 19 (2). С. 191–196.
45. kdr mutations and deltamethrin resistance in house flies in Abu Dhabi, UAE / M. Hamdan et al. *Parasites & Vectors*. 2024. Vol. 17. No 1. 47 p. DOI:10.1186/s13071-024-06128-5
46. Insecticide resistance and management strategies in urban ecosystems / F. Zhu et al. *Insects*. 2016. Vol. 7. No 1. 2 p. DOI:10.3390/insects7010002

47. Перспективи використання еприномектину в молочному скотарстві: матер. міжнар. наук.-практ. конф. «Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту. Сучасний розвиток вет. медицини» (БНАУ, 3 жовтня 2024 р.) / С.В. Рубленко та ін. Біла Церква, 2024. С.73–76.

48. Чалапчий М.В., Шаганенко Р.В. Інсекто-акарицидні засоби для боротьби із ектопаразитами великої рогатої худоби: матеріали всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти "Молодь – аграрній науці і виробництву. Актуальні проблеми ветеринарної медицини" (БНАУ, 19 травня 2022 р.). Біла Церква, 2022. С.110–111.

49. Хмельницький Г.О., Духницький В.Б. Ветеринарна фармакологія: підручник. Київ, 2017. 572 с.

50. Антіпов А.А., Пономар С.І. Диференціювання паразитів тварин за їх морфологічними ознаками: методичні рекомендації. Біла Церква, 2012. 102 с.

51. The influence of fly prevalence on fly dislodging behaviors of dairy cows / A. Kovalenko et al. International Journal of Veterinary Science and Agriculture Research. 2025. Vol. 7. No 3. P. 14–21. ISSN: 2582-4112 URL: www.ijvsar.com/Published/IJVA713/IJV932426383.pdf

52. House Fly (Diptera: Muscidae): biology, pest status, current management prospects, and research needs / C.J. Geden et al. *Journal of Integrated Pest Management*. 2021. Vol. 12. No 1. 39 p. DOI:10.1093/jipm/pmaa021

53. Neupane S., Saski C., Nayduch D. House fly larval grazing alters dairy cattle manure microbial communities. *BMC Microbiology*. 2021. Vol. 21. No 1. 346 p. DOI:10.1186/s12866-021-02418-5

REFERENCES

- Moreki, J.C., Tjinyeka, K., Makore, J., Tlotle, K., Moseki, M.I. (2022). The impact of stable flies (*Stomoxys calcitrans* L.) on small stock production in Bodibeng, Bothatogo and Sehithwa in the North West district, Botswana; a survey study. *Online Journal of Animal and Feed Research*, Vol. 12, no. 2, pp. 73–80. DOI:10.51227/ojaf.2022.10.
- Pérez de León, A.A., Mitchell, R.D., Watson, D.W. (2020). Ectoparasites of Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, Vol. 36, no. 1, pp. 173–185. DOI:10.1016/j.cvfa.2019.12.004. PMID: 32029183.
- Taylor, D.B., Moon, R.D., Mark, D.R. (2012). Economic impact of stable flies (Diptera: Muscidae) on dairy and beef cattle production. *Journal of Medical Entomology*, Vol. 49, no. 1, pp. 198–209. DOI:10.1603/ME10050
- Bertolini, A.B., Thyssen, P.J., Brandão, P.E., Prado, A.M., Silva, S.O.S., Mioni, M.S.R., de Gouvea, F.L.R., Pantoja, J.C.F., Langoni, H., Guimarães, F.F., Joaquim, S.F., Guerra, S.T., Leite, D.D.S., Rall, V.M., Hernandez, R.T., Lucheis, S.B., Rossi, G.A.M., Ribeiro, M.G. (2023). Flies (Insecta, Diptera) collected in the environment of dairy farms as carriers of Rotavirus A and betacoronavirus. *Journal of Applied*

Microbiology, Vol. 134, no. 3. DOI:10.1093/jambio/ixad020. PMID: 367 25209.

5. Monyama, M.C., Taiwe, O.M., Nkhebenyane, J.S., van Wyk, D., Ramatla, T., Thekiso, O.M.M. (2023). Bacterial Communities Associated with Houseflies (*Musca domestica* L.) Inhabiting Hospices in South Africa. *Microorganisms*, Vol. 11, no. 6, 1440 p. DOI:10.3390/microorganisms11061440. PMID: 37374941; PMCID: PMC10304104.

6. Mushynskiy, A., Levytska, V. (2018). Krovosysni chlenystonohi yak perenosnyky transmissyvykh zakhvoriuvan tvaryn. *Ahrarna nauka ta osvita v umovakh Yevrointehratsii: zb. nauk. pr. mizhnar. nauk.-prakt. konf. Ch. 2. (Kamianets-Podilskyi, 20–22 berez. 2018)* [Blood-sucking arthropods as vectors of transmissible animal diseases. Agricultural science and education in the conditions of European integration: collection of scientific. pr. International scientific.-practical. conf. Part 2. (Kamianetsia-Podilskyi, March 20–22, 2018)]. Ternopil: Krok, pp. 66–68. (In Ukrainian).

7. Mashkei A.M. (2002). Zoofilni mukhy li-sostepovoi zony Ukrainy ta rozrobka ekolohichno bezpechnykh metodiv borotby z nymy: avtoref. dys. ... kand. vet.: 16.00.11. [Zoophilic flies of the forest-steppe zone of Ukraine and the development of environmentally safe methods of combating them: author's abstract of the dissertation ... candidate of veterinary sciences: 16.00.11.]. Kharkiv, 20 p. (In Ukrainian).

8. Shevchenko, A.M. (2019). Shchodo kontroliu napadu zoofilnykh mukh na koriv v umovakh tvarynnytskykh prymishchen [On the control of zoophilic fly attacks on cows in livestock facilities]. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii* [Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy]. no. 2, pp. 232–237. DOI:10.31210/visnyk2019.02.31 (In Ukrainian).

9. Ovcharuk, V.M. (2012). Teliazioz velykoi rohatoi khudoby v zoni Polissia Ukrainy (poshyrennia, diahnostyka, likuvannia): avtoref. ... kand. vet. nauk: 16.00.11. [Theliasis of cattle in the Polissya zone of Ukraine (distribution, diagnostics, treatment): author's abstract ... candidate of veterinary sciences: 16.00.11.]. Kyiv, 21 p. (In Ukrainian).

10. Prus, P.M., Dovhii, Yu.Yu., Zghozinska, O.A. (2022). Efektyvnist «Ektosan pudrytm» u borotbi z parazytychnymy komakhamy na pasovyschchakh i u tvarynnytskykh prymishchenniakh dlia ovets [The effectiveness of "Ektosan powder" in the fight against parasitic insects on pastures and in livestock premises for sheep]. *Visnyk PDAA* [Bulletin of the PDAA]. no. 4, pp. 239–245. DOI:10.31210/visnyk2022.04.28 (In Ukrainian).

11. Nahorna, L.V., Proskurina, I.V., Dolbanosova, R.V., Tomik, A.M. (2024). Kharakterystyka insektofauny velykoi rohatovoykh ferm [Characteristics of the insect fauna of cattle farms]. *Naukovo-tekh-nichniy biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidno-ho kontrolnoho instytutu veterynarnykh likarskykh zasobiv ta kormovykh dobavok ta Instytutu biolohii tvaryn* [Scientific and technical bulletin of the State

Research Control Institute of Veterinary Medicines and Feed Additives and the Institute of Animal Biology]. no. 25 (1), pp. 101–107. DOI:10.36359/scivp.2024-25-1.13 (In Ukrainian).

12. Paliy, A.P., Mashkey, A.N., Faly, L.I., Kysterina, O.S., Rebenko, H.I., Paliy, A.P. (2021). Ecology of zoophilic flies in livestock biocenoses of Ukraine. Biosystems Diversity. Vol. 29, no. 3, pp. 258–263. DOI:10.15421/012132

13. Paliy, A., Paliy, A., Rodionova, K., Koreneva, Zh., Kushnir, V. (2021). Fauna and ecology of Dipterous (Diptera, Muscidae) livestock biocenoses of Ukraine. Scientific Horizons, Vol. 24, no. 7, pp. 20–29. DOI:10.48077/scihor.24(7). 2021.20-29

14. Katiukha, S. (2020). Poshyrennja parazytychnyh dvokrylyh komah velykoi' rogatoi' hudoby [The spread of parasitic dipteran insects of cattle]. Visnyk agrarnoi' nauky [Bulletin of Agricultural Science]. no. 7 (808), pp. 54–59. DOI:10.31073/agrovisnyk202007-07 (In Ukrainian).

15. Shevchenko, A.M. (2019). Parazytychni komakhy velykoi' rohatoi' khudoby (poshyrennia ta rozrobka zasobiv borotby i profilaktyky): avtoref. ... d-ra vet. nauk: 16.00.11. [Parasitic insects of cattle (distribution and development of means of control and prevention): author's abstract ... Dr. Vet. Sciences: 16.00.11.]. Sumy, 41 p. (In Ukrainian).

16. Shevchenko, A.M. (2012). Dobova dynamika aktyvnosti zoofilnykh mukh vydu *Stomoxys Calcitrans* L. zony polissia Ukrainy [Daily dynamics of activity of zoophilic flies of the species *Stomoxys Calcitrans* L. in the Polissya zone of Ukraine]. Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agrarian University]. no. 7 (31), pp. 138–140. (In Ukrainian).

17. Paliy, A., Sumakova, N., Bohach, O., Bogach, M., Perotska, L., Pavlichenko, O., Bohach, D. (2023). The Composition of zoophilic fly species in eastern Ukraine. World Vet. J., Vol. 13, no. 4, pp. 501–509. DOI:10.54203/scil.2023.wvj53

18. Otranto, D., Wall, R. (2024). Veterinary Parasitology: definitive reference for identification, diagnosis, and treatment in veterinary parasitology; 5th Edition. Wiley-Blackwell, 896 p.

19. Rochon, K., Hogsette, J.A., Kaufman, P.E., Olafson, P.U., Swiger, S.L., Taylor, D.B. (2021). Stable Fly (Diptera: Muscidae) – Biology, Management, and Research Needs. *Journal of Integrated Pest Management*, Vol. 12, no. 1. DOI:10.1093/jipm/pmab029

20. ElAshmawy, W.R., Abdelfattah, E.M., Williams, D.R., Gerry, A.C., Rossow, H.A., Lehenbauer, T.W., Aly, S.S. (2021). Stable fly activity is associated with dairy management practices and seasonal weather conditions. PLoS One, Vol. 16, no. 7. DOI:10.1371/journal.pone.0253946. PMID: 34320006; PMCID: PMC8318229.

21. González, M.A., Duvallet, G., Morel, D., de Blas, I., Barrio, E., Ruiz-Arrondo, I. (2024). An integrated pest management strategy approach for the management of the stable fly *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae). *Insects*, Vol. 15, no. 4, 222 p. DOI:10.3390/insects15040222. PMID: 38667353; PMCID: PMC11050470.

22. Hansen, A.C., Moon, R.D., Endres, M.I., Heins, B.J. (2024). Production of stable flies (*Stomoxys calcitrans*) from sawdust compost barns and straw bedding packs, two alternative cold winter housing systems for dairy cows. *Dairy*, no. 5, pp. 13–32. DOI:10.3390/dairy5010002

23. Hansen, A.C., Moon, R.D., Endres, M.I., Pereira, G.M., Heins, B.J. (2023). The defensive behaviors and milk production of pastured dairy cattle in response to stable flies, horn flies, and face flies. *Animals*. Vol. 13, no. 4, 3847 p. DOI:10.3390/ani13243847

24. Kilama, J., Islam, M.S. Amat, S. (2025). Bovine ocular microbiome: the next frontier in managing Pinkeye in cattle. *Animal microbiome*. Vol. 7, no. 1, 58 p. DOI:10.1186/s42523-025-00425-9

25. Trout Fryxell, R.T., Moon R.D., Boxler, D.J., Watson, D.W. (2021). Face Fly (Diptera: Muscidae) – biology, pest status, current management prospects, and research needs. *Journal of Integrated Pest Management*, Vol. 12, no. 1, 5 p. DOI:10.1093/jipm/pmaa020

26. Stoffolano, J.G.Jr. (2022). Synanthropic Flies – a review including how they obtain nutrients, along with pathogens, store them in the crop and mechanisms of transmission. *Insects*, Vol. 13, no. 9, 776 p. DOI:10.3390/insects13090776

27. Nayduch, D., Neupane, S., Pickens, V., Purvis, T., Olds, C. (2023). House flies are underappreciated yet important reservoirs and vectors of microbial threats to animal and human health. *Microorganisms*. Vol. 11, no. 3, 583 p. DOI:10.3390/microorganisms11030583. PMID: 36985156; PMCID: PMC10054770.

28. Gioia, G., Freeman, J., Sipka, A., Santisteban, C., Wieland, M., Gallardo, V.A., Monistero, V., Scott, J.G., Moroni, P. (2022). Pathogens associated with houseflies from different areas within a New York State dairy. *JDS Commun*, Vol. 3, no. 4, pp. 285–290. DOI:10.3168/jdsc.2021-0200. PMID: 36338025; PMCID: PMC9623797.

29. Dar, T.A., Mir, A.H. (2024). Blowflies (Diptera: Calliphoridae) as potential mechanical vectors of the protozoan cyst and helminthic eggs in Kashmir Himalaya, India. *J Parasit Dis*, Vol. 48, no. 2, pp. 283–288. DOI:10.1007/s12639-024-01663-5.

30. Das, J.K., Hadi, Y.B., Salam, R.A., Hoda, M., Lassi, Z.S., Bhutta, Z.A. (2018). Fly control to prevent diarrhoea in children. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Vol. 12, pp. 144–152. DOI:10.1002/14651858.CD011654.pub2.

31. Khalifa, A., Nasr, Z., Errouissi, F. (2022). First data on the daily and seasonal activity patterns of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) under Mediterranean semiarid climate in a dairy cattle farm in Tunisia. *Int J Trop Insect Sci*. Vol. 42, pp. 1437–1447. DOI:10.1007/s42690-021-00662-w

32. Showler, A.T., Osbrink, W.L. (2015). Stable Fly, *Stomoxys calcitrans* (L.), dispersal and governing factors. *International Journal of Insect Science*, Vol. 7, pp. 19–25. DOI:10.4137/IJIS. S21647. PMID: 26816486; PMCID: PMC4722882.

33. Phetcharat, Y., Wongtawan, T., Fungwithaya, P., Amendt, J., Sontigun, N. (2024). Species diversity and seasonal abundance of Stomoxyinae (Diptera: Muscidae) and Tabanid Flies (Diptera: Tabanidae) on a beef cattle and a buffalo farm in Nakhon Si Thammarat Province, Southern Thailand. *Insects*, Vol. 15, no. 10, 818 p. DOI:10.3390/insects15100818
34. Semelbauer, M., Mangová, B., Barta, M., Kozánek, M. (2018). The factors influencing seasonal dynamics and spatial distribution of stable fly *Stomoxys calcitrans* (Diptera, Muscidae) within stables. *Insects*, Vol. 9, no. 4, 142 p. DOI:10.3390/insects9040142
35. Neupane, S., Saski, C., Nayduch, D. (2021). House fly larval grazing alters dairy cattle manure microbial communities. *BMC Microbiology*. Vol. 21, no. 1, 346 p. DOI:10.1186/s12866-021-02418-5. PMID: 34911456; PMCID: PMC8672618.
36. Miranda, C.D., Cammack, J.A., Tomberlin, J.K. (2023). Large-scale production of house fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), larvae fed 3 manure types. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 116, no. 4, pp. 1102–1109. DOI:10.1093/jee/toad099
37. Khwanket, N., Tainchum, K., Chareonviriyaphap, T., Ngoen-Klan, R., Noosidum, A. (2024). Preferences for livestock bedding as a development substrate of the stable fly, *Stomoxys calcitrans* L. (Diptera: Muscidae), and potential application of entomopathogenic nematodes for controlling stable fly larvae. *Medical and Veterinary Entomology*. Vol. 38, no. 4, pp. 429–439. DOI:10.1111/mve.12731. PMID: 38783532
38. Cook, D.A. (2020). Historical review of management options used against the stable fly (Diptera: Muscidae). *Insects*, Vol. 11, no. 5, 313 p. DOI:10.3390/insects11050313. PMID: 324 29109; PMCID: PMC7290918.
39. Mudau, F., Durunna, O., Mapiye, C., Semwogerere, F., Hagg, F., Raffrenato, E., Molotsi, A. (2025). Insights into garlic (*Allium Sativum*)'s nutrigenomics-associated fly-repellent potency in cattle. *Tropical Animal Health and Production*. Vol. 57, no. 3, 154 p. DOI:10.1007/s11250-025-044 06-7. PMID: 40178647; PMCID: PMC11968492.
40. Tiffin, H.S., Gordon, J.R., Poh, K.C. (2025). One Health, many approaches: integrated vector management strategies support One Health goals. *Frontiers in insect scienc.* Vol. 5. DOI:10. 3389/finsec.2025.1549348. PMID: 40530168; PMCID: PMC12171957.
41. Pitzer, J.B., Navarro, J., Phillips, E.S. (2025). Decreased emergence rates of adult house flies (*Musca domestica*; Diptera: Muscidae) due to exposure to commercially available insecticidal baits during larval development. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 118, no. 1, pp. 391–396. DOI:10.1093/jee/toae310.
42. Lehmann, A.T., Brewer, G.J., Boxler, D.J., Zhu, J.J., Hanford, K., Taylor, D., Kenar, J.A., Cermak, S.C., Hogsette, J.A. (2023). A push-pull strategy to suppress stable fly (Diptera: Muscidae) attacks on pasture cattle via a coconut oil fatty acid repellent formulation and traps with *m*-cresol lures. *Pest Manag Sci*, Vol. 79, pp. 3050–3057. DOI:10.1002/ps.7480
43. Sumakova, N.V. (2018). *Veterynarno-sanitarna otsinka efektyvnosti zastosuvannia dezinfekuiuchykh ta dezinfektsiynykh zasobiv u systemi zakhystu zdorovia tvaryn: dys. ... kand. vet. nauk: 16.00.06.* [Veterinary and sanitary assessment of the effectiveness of the use of disinfectants and disinfestants in the animal health protection system: dissertation ... candidate of veterinary sciences: 16.00.06.]. Sumskyi natsionalnyi ahrarnyi universytet [Sumy National Agrarian University]. Sumy, 238 p. (In Ukrainian).
44. Berezovskyi, A.V., Nahorna, L.V., Proskurina, I.V. (2018). *Osoblyvosti vykorystannia preparativ na osnovi tsyflutrynu dlia zakhystu khudoby vid litauchykh krovososiv* [Features of the use of cyfluthrin-based preparations for protecting livestock from flying bloodsuckers]. *Naukovo-tekhnichnyi biuleten Derzhavnoho naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu veterynarykh preparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn* [Scientific and technical bulletin of the State Research Control Institute of Veterinary Preparations and Feed Additives and the Institute of Animal Biology]. no. 19 (2), pp. 191–196. (In Ukrainian).
45. Hamdan, M., Kamalanathan, T., Iqbal, A., Gnanaprakasam, A.R., Shajahan, S., Alsadeq, M.H., Ali, A.S., Al-Deeb, M.A. (2024). kdr mutations and deltamethrin resistance in house flies in Abu Dhabi, UAE. *Parasites & Vectors*, Vol. 17, no. 1, 47 p. DOI:10.1186/s13071-024-06128-5. PMID: 38302967; PMCID: PMC10832251.
46. Zhu, F., Lavine, L., O'Neal, S., Lavine, M., Foss, C., Walsh, D. (2016). Insecticide resistance and management strategies in urban ecosystems. *Insects*, Vol. 7, no. 1, 2 p. DOI:10.3390/insects7010002. PMID: 26751480; PMCID: PMC480 8782.
47. Rublenko, S.V., Shahanenko, R.V., Shahanenko, V.S. ta in. (2024). *Perspektyvy vykorystannia eprynomektynu v molochnomu skotarstvi: materialy mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Ahrarna osvita ta nauka: dosiahnennia, rol, faktory rostu. Suchasnyi rozvytok vet. medytsyny»* (BNAU, 3 zhovtnia 2024 r.) [Prospects for the use of eprinomectin in dairy cattle breeding: materials of the international scientific-practical conference "Agricultural education and science: achievements, role, growth factors. Modern development of veterinary medicine" (BNAU, October 3, 2024)]. *Bila Tserkva*, pp.73–76. (In Ukrainian).
48. Chalapchii, M.V., Shahanenko, R.V. (2022). *Insekto-akarytsydni zasoby dlia borotby iz ekto-parazytamy velykoi rohatoi khudoby: materialy vseukr. nauk.-prakt. konf. zdobuvachiv vyshchoi osvity "Molod – ahrarnii nautsi i vyrobnytstvu. Aktualni problemy veterynarnoi medytsyny"* (BNAU, 19 travnia 2022 r.) [Insecto-acaricidal agents for combating ectoparasites of cattle: materials of the All-Ukrainian scientific-practical conference of higher education students "Youth - for agricultural science and production. Current problems of veterinary

medicine" (BNAU, May 19, 2022)]. Bila Tserkva, pp. 110–111. (In Ukrainian).

49. Khmelnytski, H.O., Dukhnytskyi, V.B. (2017). *Veterynarna farmakologhiia: pidruchnyk* [Veterinary pharmacology: textbook]. Kyiv, 572 p. (In Ukrainian).

50. Antipov, A.A., Ponomar, S.I. (2012). *Dyferentsiiuvannia parazytiv tvaryn za yikh morfolohichnyy oznakamy: metodychni rekomendatsii* [Differentiation of animal parasites by their morphological features: methodological recommendations]. Bila Tserkva, 102 p. (In Ukrainian).

51. Kovalenko, A., Shaganenko, R., Poroshynska, O., Iaroshenko, O., Shaganenko, V., Honcharenko, V., Antipov, A., Kozii, V., Ondrejková, A., Mojžisová, J., Korytár, L., Drážovská, M., Vojtek, B., Prokeš, M. The influence of fly prevalence on fly dislodging behaviors of dairy cows. *International Journal of Veterinary Science and Agriculture Research*, Vol. 7, no. 3, pp. 14–21. ISSN: 2582-4112 Available at: www.ijvsar.com/Published/IJVA7I3/IJV932426383.pdf

52. Geden, C.J., Nayduch, D., Scott, J.G., Burgess E.R., Gerry, A.C., Kaufman, P.E., Thomson, J., Pickens, V., Machtinger, E.T. (2021). House Fly (Diptera: Muscidae): biology, pest status, current management prospects, and research needs. *Journal of Integrated Pest Management*, Vol. 12, no. 1, 39 p. DOI:10.1093/jipm/pmaa021

53. Neupane, S., Saski, C., Nayduch, D. (2021). House fly larval grazing alters dairy cattle manure microbial communities. *BMC Microbiology*. Vol. 21, no. 1, 346 p. DOI:10.1186/s12866-021-02418-5. PMID: 34911456; PMCID: PMC8672618.

Pharmacological efficacy of insecticides for the control of zoophilous flies on a dairy farm

Shahanenko V., Rublenko S., Shahanenko R., Kozii N., Avramenko N., Antipov A., Goncharenko V., Solovyova L.

The article presents information on the determination of the entomofauna of zoophilic flies on a dairy cattle farm and proves the effectiveness of the

integrated use of insecticidal agents for the control and prevention of dipteran insects.

The study was conducted in the spring-autumn period on a dairy cattle farm during 2023-2025. The attack of zoophilic flies on animals was observed from late April to October, and their greatest number was from late June to September. The peak of activity of zoophilic flies coincided with the highest air temperature during the study period (+26–+30 °C), usually from 1:00 p.m. to 5:00 p.m.

According to the results of the conducted research, it was found that the main representatives of zoophilic flies in livestock premises and directly on animals were the house fly *Musca domestica*, the autumn fly *Stomoxys calcitrans* L., the small cow fly *Luperosia irritans* (horned fly *Haematobia irritans*), in smaller quantities - the cow fly *Musca autumnalis* and the live-born field fly *Musca larvipara*.

When combating the attack of zoophilic flies, after using the insecticidal preparations "Biofly pur-on" for cows and "Butox" for calves, "Kelion" and "Agita" for processing premises, the number of insects on the body of animals was smaller, but they were constantly near the animals (walls, bedding, floor, feed table). Taking into account the results obtained, the next step in our work was the implementation of a comprehensive fly control scheme, which includes priority treatment with the larvicidal drug "Larvenol" of places that are key for fly reproduction: manure pits, lagoons, litter. Insecticidal treatment of animals and premises with the above-mentioned drugs was also carried out. This set of measures allowed us to obtain 100% pharmacological effectiveness in combating and preventing fly attacks on the dairy farm. Therefore, the treatment of manure, lagoons and litter with insecticides is not an auxiliary, but the main and primary component of a comprehensive fly control program, as it eliminates the sources of their mass development and increases the effectiveness of comprehensive insect control measures.

Keywords: zoophilic flies, dairy farms, farm, cows, insecticides, pharmacological effectiveness, larvenol, butox, biofly pur-on.



Copyright: Шаганенко В.С. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Шаганенко В.С.
Рубленко С.В.
Шаганенко Р.В.
Козій Н.В.
Авраменко Н.В.
Антіпов А.А.
Гончаренко В.П.
Соловійова Л.М.

<https://orcid.org/0000-0003-3484-2962>
<https://orcid.org/0000-0003-0678-5497>
<https://orcid.org/0000-0002-5848-1367>
<https://orcid.org/0000-0002-0141-4390>
<https://orcid.org/0000-0003-2200-1322>
<https://orcid.org/0000-0003-3955-3377>
<https://orcid.org/0000-0002-7279-6146>
<https://orcid.org/0000-0001-9455-8299>

ХІРУРГІЯ ТА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ

UDC 616-089.844:615.451.1:582.677.2

Autologous skin transplantation using water extract of bay leaves (*Laurus nobilis* L.)Albozachri J.M.K. , Khudaier A.M.

College of Veterinary Medicine, University of Kerbala, Karbala, Iraq



Альбозахрі Дж.М.К., Худаєр А.М. Аутологічна трансплантація шкіри з використанням водного екстракту лаврового листя (*Laurus nobilis* L.). Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 145–150.

Albozachri J.M.K., Khudaier A.M. Autologous skin transplantation using water extract of bay leaves (*Laurus nobilis* L.). *Nauk. visn. vet. med.*, 2025. № 2. PP. 145–150.

Рукопис отримано: 09.09.2025 р.

Прийнято: 23.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-145-150

Assessing the impact of aqueous bay leaf (*Laurus nobilis*) extract on the histological development of skin graft healing in rabbits was the aim of this investigation. Group A (control) and Group B (treatment with bay leaf extract) were randomly assigned to sixteen clinically healthy adult rabbits of both sexes, weighing 1.25–2 kg. All animals underwent sterile surgical creation of full-thickness skin wounds (4 cm²) bilaterally on the abdomen, with partial skin grafting at each site. Skin tissue biopsies were collected from both groups on days 3, 7, 14, and 21 for histological analysis. On day 3, Group B exhibited reduced dermal inflammation and edema compared to Group A. By day 7, the treated wounds showed enhanced collagen organization, hair follicle dilatation, and moderate vascular changes, while control wounds displayed pronounced inflammation. On day 14, treated wounds demonstrated extensive dermal fibrosis and mononuclear cell infiltration with endothelial hyperplasia, whereas control wounds showed severe sebaceous gland proliferation and inflammatory exudate. At day 21, Group B wounds showed more mature fibrosis and glandular proliferation than group A, which was still with minimal connective tissue regeneration, topically applied bay leaf aqueous extract significantly can accelerate skin graft healing in rabbit via enhancing inflammation modulation and tissue regeneration too, may be a natural therapeutic agent for treatment of other wound in future.

Keywords: Bay leaves, Skin grafting, Rabbit, Anti-inflammatory.

Introduction. Skin transplantation remains a critical surgical procedure for managing conditions that result in extensive skin loss, such as deep burns, chronic ulcers, and severe traumatic injuries [1,2]. Autologous skin transplantation, which involves grafting skin from a donor site to a recipient site on the same individual, is the gold standard as it circumvents the issue of allogeneic immune rejection [3–5]. However, the success of auto grafts is not guaranteed; it can be compromised by localized complications, primarily an exaggerated inflammatory response at the graft site [6,7].

This dysregulated immune reaction is characterized by the overproduction of pro-inflammatory cytokines, including tumor necrosis

factor-alpha (TNF- α) and interleukin-1 beta (IL-1 β), and increased oxidative stress. These factors can lead to graft damage, impaired integration, and poor cosmetic outcomes with excessive scarring [8,9,10]. Therefore, strategies to modulate this initial immune response are crucial for enhancing graft survival and promoting optimal regeneration.

Natural plant extracts with known anti-inflammatory and immunomodulatory properties offer a promising therapeutic avenue. The bay leaf (*Laurus nobilis* L.) water extract is rich in bioactive compounds such as polyphenols and sesquiterpene lactones, which have demonstrated potent anti-inflammatory and antioxidant effects in various models [11,12]. We hypoth-

esize that the topical application of this extract following autologous skin transplantation will suppress key pro-inflammatory pathways, mitigate oxidative damage, and consequently create a more favorable microenvironment for graft acceptance and tissue repair. **The aim of this study** was to evaluate histologically the effect of an aqueous bay leaf extract (*Laurus nobilis* L.) on healing of skin grafts in rabbits in terms of inflammation, collagen synthesis, and tissue repair

Materials and Methods.

Ethical Approval. This study was approved by the Research Ethics Committee of the College of Veterinary Medicine, University of Kerbala (Approval No. 1412 P.G., issued March 15, 2024). All experimental procedures were conducted in accordance with institutional animal care guidelines and international animal welfare standards.

Experimental Animals. In this investigation, sixteen adult rabbits of both sexes, weighing 1.25 to 2.0 kg, were in good clinical health. The animals were divided into two equal groups at random: Group B (therapy group): Wounds treated with an aqueous extract of *Laurus nobilis* L., while Group A (Control group) received no therapy.

Every animal was kept separately in stainless-steel cages at the University of Kerbala's College of Veterinary Medicine under standard laboratory settings, which included a 12-hour light/dark cycle, a temperature of 22 ± 2 °C, and a relative humidity of 50–60%. The animals were acclimated for a week before the experiment and were provided with unlimited access to food and water.

Preparation of Aqueous Extract of *Laurus nobilis* L. The aqueous extract of *Laurus nobilis* L. leaves was made using the procedure outlined by Duda-Chodak and Tarko (2007) [14]. To put it briefly, 250 g of fresh bay leaves were thoroughly cleaned under running water and allowed to air dry for five to seven days at room temperature. A laboratory mixer was then used to break the dry leaves into a coarse powder. Using an electric mixer, the powder was mixed with 50 milliliters of deionized water and let to remain at room temperature for a full day. After filtering the mixture through Whatman No. 1 filter paper, the filtrate was gathered and kept at 4 °C until it was needed.

Surgical Procedure and Wound Induction. All animals were anesthetized using a combination of Tramadol hydrochloride (10%, Ibn Hayyan Pharm., Syria) at 15 mg/kg body weight and Ketamine hydrochloride (10%, Alfasan, Holland) at 50 mg/kg body weight, administered

intramuscularly [15]. Following aseptic preparation, each rabbit underwent the creation of two full-thickness skin wounds (4 cm²) on both lateral sides of the abdomen using a sterile surgical blade [13]. One wound was left to heal by secondary intention, and the other was closed using autologous skin grafting.

In Group B, Following the autologous transplantation procedure, the grafted area was managed as follows. The wound was topically applied with aqueous bay leaf extract using a sterile cotton swab or syringe. Immediately after, the entire wound area was covered with a primary layer of sterile, non-adhesive vaseline gauze to prevent the dressing from adhering to the graft. This was followed by a secondary, absorbent layer made of sterile gauze pads. Finally, the dressing was secured in place with a cohesive bandage wrap to provide protection and mild pressure. The dressings were changed, and the extract was re-applied, every day for five days. Group A received no treatment.

Skin Biopsy Collection and Histological Evaluation. Skin biopsy samples were collected from all rabbits under general anesthesia at each time point (days 3, 7, 14, and 21). General anesthesia was induced using the same protocol as for the initial surgery, involving an intramuscular injection of a combination of Ketamine hydrochloride (10%, Alfasan, Holland) at 50 mg/kg body weight and Tramadol hydrochloride (10%, Ibn Hayyan Pharm., Syria) at 15 mg/kg body weight. No euthanasia was performed, as biopsies were taken from the wound margin without sacrificing the animals. After being removed from the incision site, tissue samples were promptly preserved in 10% neutral-buffered formalin. The samples were prepared for light microscopic analysis after 48 hours, embedded in paraffin, sectioned at a thickness of 5 µm by microtome (Lica, China) and stained with hematoxylin and eosin (H&E) [16]. Histological features were evaluated to assess inflammation, collagen deposition, neovascularization, and tissue regeneration by integrated microscope camera system (Biozek, Holland).

Results. In the first three days after surgery, all animals remained clinically healthy and exhibited normal feeding and behavior. No signs of systemic illness or infection were observed in either group. Wound sites appeared macroscopically clean, and aseptic conditions were confirmed throughout the experimental period.

As early as day three, the histological examination showed that wounds in Group A (control) displayed a mild inflammatory reaction with dermal infiltration of inflammatory cells and moder-

ate edema in the interstitial space. In addition to this, there was pronounced follicular dilatation, some vascular congestion of the blood vessels supplying the skin, and early phases of sebaceous gland growth. Type 1 arrows indicate marked changes (Fig. 1). On the other hand, Group B (received treatment with bay leaf extract) exhibited less inflammatory infiltration compared to previous assessments which is hallmark sign of an improved outcome with less dermal edema or an preserved inflammatory response.

In day seven group B wounds demonstrated significant improvements, including well-organized collagen fiber bundles, notable dilatation of hair follicles, moderate vascular congestion,

and dense infiltration of inflammatory cells (Fig. 2). These features indicated a transition from the inflammatory to the proliferative phase. In comparison, Group A tissues showed marked sebaceous gland proliferation, vascular congestion with evidence of thrombosis, and moderate inflammatory exudates.

In day fourteen wounds in Group B showed extensive dermal fibrosis with abundant collagen band formation, dense mononuclear cell infiltration, and endothelial hyperplasia. In contrast, Group A displayed disorganized dermal architecture with pronounced myofiber proliferation, severe sebaceous gland hyperplasia, and abundant inflammatory exudates (Fig. 3).

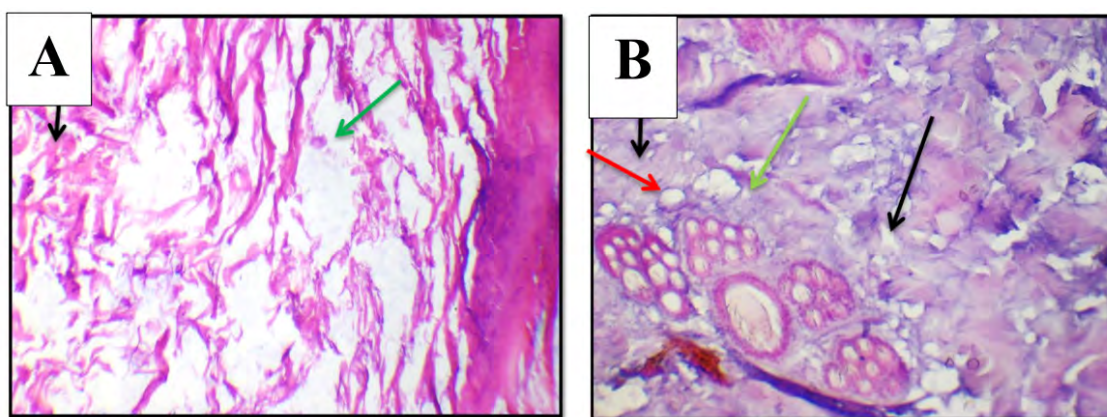


Fig. 1. A cross-section of the skin histologically: (A) 3rd day revealed mild inflammatory dermal infiltration (black arrow), slight inflammatory edema (green arrow) (H and E, 10X). (B) 3rd day revealed significant proliferation of sebaceous glands (black arrow), severe hair follicle dilatation (green arrow) and mild vascular congestion (red arrow) (H and E, 10X).

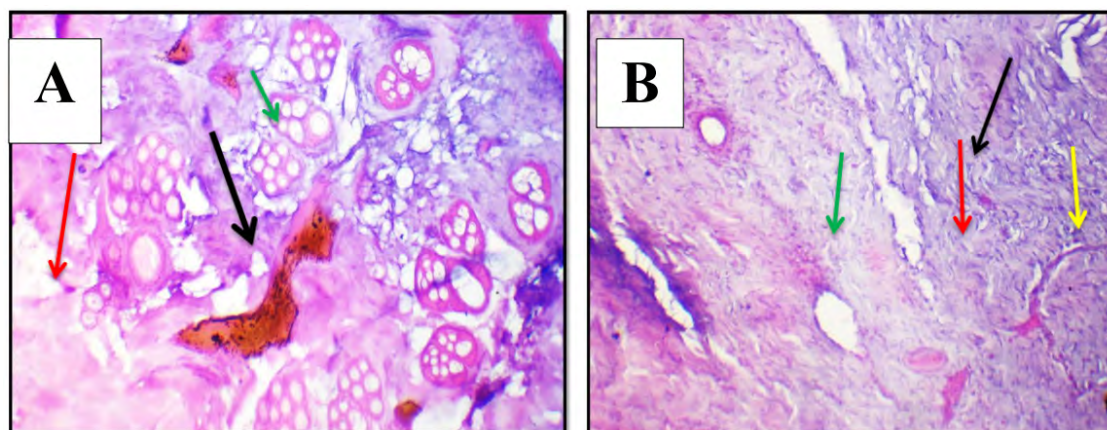


Fig. 2. A cross-section of the skin histologically: (A) 7th day revealed significant congestion of blood vessels with significant thrombosis (black arrow), marked proliferation of sebaceous glands (green arrow) and moderate inflammatory exudation (red arrow) (H and E, 10X). (B) 7th day showed significant collagen bands proliferation (fibrous connective tissue) (black arrow), marked dilatation of hair follicles (green arrow), moderate vascular congestion (red arrow) and severe infiltration of inflammatory cells (yellow arrow) (H and E, 10X).

In day twenty one group B samples exhibited mature fibrosis, dilated hair follicles, sebaceous gland proliferation, and minimal residual exudate, indicating near-complete tissue remodeling. Meanwhile, Group A presented only slight fibrous tissue proliferation with non-significant inflammatory exudation (Fig. 4).

The success of the graft is highly dependent on rapid revascularization. Delays in this process can result in partial graft necrosis. Furthermore, a pronounced inflammatory response at the graft site can impede integration and promote fibrosis [22].

Discussion. Wound healing is a highly coordinated process involving inflammation,

cellular proliferation, extracellular matrix deposition, and tissue remodeling. The current study demonstrates that topical application of *Laurus nobilis* L. (bay leaf) aqueous extract significantly enhances the histological features associated with wound healing in rabbits undergoing skin graft procedures [17].

On day 3, reduced inflammatory infiltration in the treated group suggests that bay leaf extract is anti-inflammatory, presumably due to its bio-active compounds such as flavonoids and phenolic acids, which have been shown to inhibit protein denaturation and inflammatory cytokine production [17, 18].

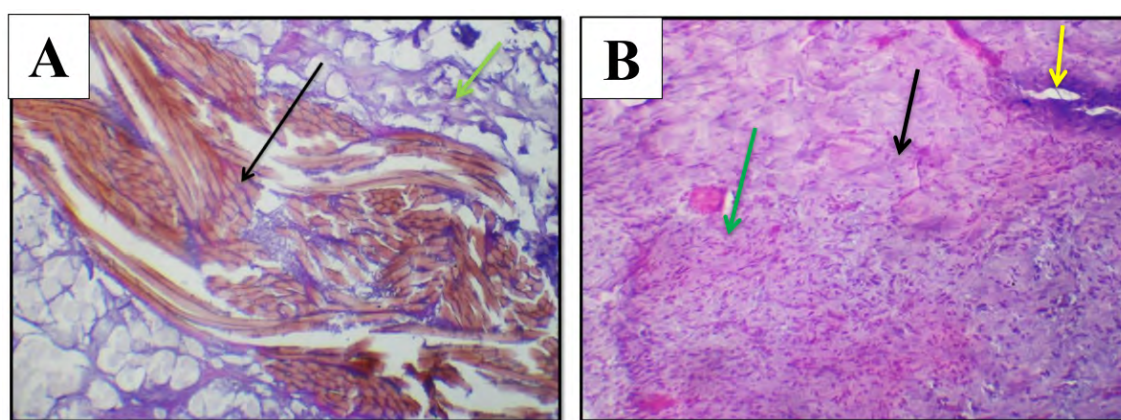


Fig. 3. A cross-section of the skin histologically: (A) 14th day showed significant dermal myofibers proliferation (black arrow), inflammatory exudates (green arrow) (H and E, 10X). (B) 14th day reveals extensive dermal fibrosis (collagen bands proliferation) (black arrow), severe inflammatory cells infiltration mainly mononuclear cells (green arrow) with hyperplasia of blood vessels endothelia (yellow arrow) (H and E, 10X).

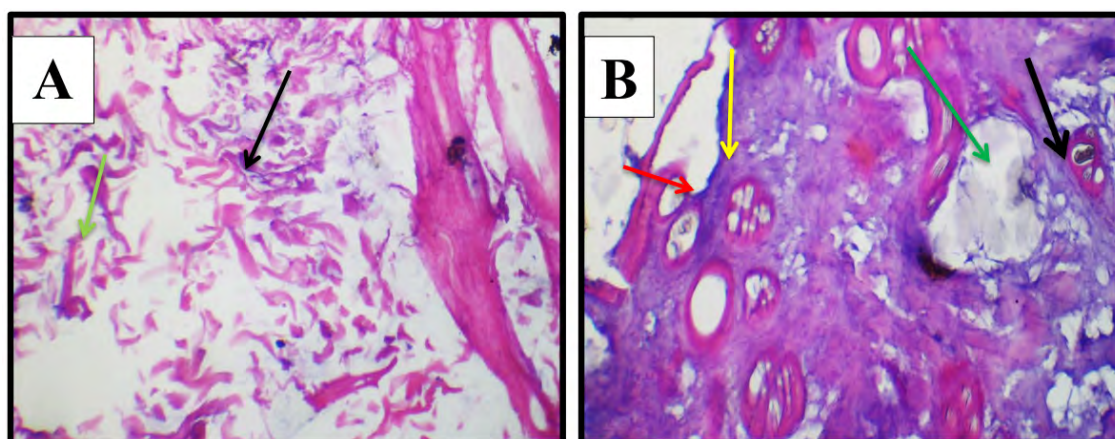


Fig. 4. A cross-section of the skin histologically: (A) 21th day reveals slight fibrous connective tissue proliferation (black arrow), not remarkable inflammatory exudates (green arrow) (H and E, 10X). (B) 14th day reveals fibrosis (black arrow), inflammatory exudates (green arrow), hair follicles dilatation (red arrow), sebaceous glands proliferation (yellow arrow) (H and E, 10X).

More collagen alignment and vascular activity were noted by day 7 in the treated group, which are important indicators of the proliferative phase. Correlation is direct between collagen fiber alignment and increased tensile strength, which is vital for sustaining long-term wound stability [19]. Lack of edema and tissue damage with diffuse inflammatory cell infiltration within treated wounds indicates controlled and productive inflammation for healing and tissue regeneration.

On day 14, the noted fibrosis, mononuclear infiltration, and endothelial hyperplasia in the treatment group are indicative of continued angiogenesis and matrix remodeling. This accords with prior findings that plant extracts can cause modulation of fibroblast activity and cause vascular growth [20].

By day 21, the treated group had more developed healing features, including mature fibrous tissue and reduced inflammation, whereas control wounds were at earlier stages of healing. This shows that bay leaf extract heals quickly as well as improves tissue quality [21].

The extract's effectiveness in promoting epithelial migration, angiogenesis, and collagen deposition suggests its potential use as a natural therapeutic agent in wound care. The positive impact observed in both normal and grafted tissues reinforces the utility of bay leaf extract in enhancing graft integration and minimizing complications such as inflammation and delayed healing.

The activation of regenerative processes in damaged skin during autologous transplantation is primarily mediated by a finely orchestrated immune response. Unlike allogeneic transplants, auto grafts circumvent major histocompatibility complex (MHC)-mediated rejection, allowing the immune system to focus on wound healing and tissue regeneration rather than graft destruction [22]. The key regenerative mechanisms include:

Attenuation of Pro-inflammatory Signaling: A critical shift from a pro-inflammatory to a pro-regenerative phase is essential. Early, controlled inflammation is necessary for debridement, but its prolonged state, characterized by elevated levels of cytokines such as $\text{TNF-}\alpha$ and $\text{IL-1}\beta$, can impede healing and damage the graft [23].

Promotion of Anti-inflammatory Pathways: The up regulation of anti-inflammatory cytokines, particularly IL-10 and $\text{TGF-}\beta$, plays a pivotal role. IL-10 dampens excessive inflammation and inhibits T-cell activation, while $\text{TGF-}\beta$ is a potent stimulator of fibroblast proliferation and collagen deposition, which are crucial for reconstructing the extracellular matrix [24].

Activation of Pro-regenerative Immune Cells: Specific immune cell populations, such as M2 macrophages, are instrumental. These cells are activated in a supportive cytokine environment

and contribute to tissue repair by secreting growth factors like VEGF (promoting angiogenesis) and PDGF (stimulating fibroblast migration) [25].

Conclusions. This study demonstrates that topical application of *Laurus nobilis* L. aqueous extract significantly enhances skin graft healing in rabbits through distinct histological improvements. The extract accelerated the inflammatory phase resolution, promoted organized collagen deposition, and facilitated advanced tissue remodeling compared to controls. These findings validate the extract's role as an effective natural wound-healing modulator. Future studies should focus on identifying the active compounds and evaluating clinical applications in wound management.

REFERENCES

1. Ayoub, N.A., Hashim, A.N., Hussein, S.A., Hegazi, N.M., Hassanein, H.M., Nawwar, M.A. (2013). Hepatoprotective effect of bay leaves crude extract on primary cultured rat hepatocytes. *European Scientific Journal (ESJ)*, 9 (30), pp. 647–655.
2. Awada, F., Hamade, K., Kassir, M., Ham-moud, Z., Mesnard, F., Rammal, H., Fliniaux, O. (2023). *Laurus nobilis* leaves and fruits: A review of metabolite composition and interest in human health. *Applied Sciences*. 13 (7), 4606 p. DOI:10.3390/app13074606.
3. Branski, L.K., Herndon, D.N., Barrow, R.E. (2007). A review of gene therapy in wound healing. *International Journal of Burns and Trauma*, 1 (1), pp. 1–12. DOI:10.1016/j.burns.2008.03.009.
4. Sharangi, A.B., Guha, S. (2013). Wonders of leafy spices: Medicinal properties ensuring human health. *Science International*. 1 (9), pp. 312–317. DOI:10.17311/sciintl.2013.312.317.
5. Mishra, P.K., Tripathi, J., Gupta, S., Variyar, P.S. (2019). GC-MS olfactometric characterization of odor active compounds in cooked red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). *Heliyon*, 5 (9). DOI:10.1016/j.heliyon.2019.e02459
6. Landén, N.X., Li, D., Ståhle, M. (2016). Transition from inflammation to proliferation: a critical step during wound healing. *Cellular and Molecular Life Sciences*. 73 (20), pp. 3861–3885. DOI:10.1007/s00018-016-2268-0.
7. Baytop, T. (1985). *Therapy with Medicinal Plants in Turkey (Past and Present)*. Istanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 194 p.
8. Aqili Khorasani, M. S. (1992). *Collection of drugs (Materia medica)*. Engelab-e-Eslami Publishing and Educational Organization, pp. 624–630.
9. Barla, A., Topçu, G., Öksüz, S. (2007). Secondary metabolites from *Laurus nobilis* L. *Natural Product Research*. 21 (2), pp. 138–145.
10. Khodja, Y.K., Bachir-Bey, M., Ladjouzi, R., Katia, D., Khetta, B. (2021). *In vitro* antioxidant and antibacterial activities of phenolic and alkaloid extracts of *Laurus nobilis*. *South Asian Journal of Experimental Biology*, 11 (3). DOI:10.38150/sajeb.11(3).p345-354

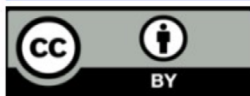
11. DesJardins-Park, H.E., Gurtner, G.C., Wan, D.C., Longaker, M.T. (2022). From chronic wounds to scarring: the growing health care burden of under- and over-healing wounds. *Advances in Wound Care*. 11 (9), pp. 496–510. DOI:10.1089/wound.2021.0039
12. Fossum, T.W. (2018). *Small Animal Surgery E-Book: Small Animal Surgery E-Book*. Elsevier Health Sciences.
13. Bright, C.T. (1994). Fracture healing in the rabbit's fibula when subjected to various capacities couple electrical field. *Journal of Orthopaedic Research*, 3, pp. 331–340.
14. Mitic, V., Ilic, M., Dimitrijevic, M., Cvetkovic, J., Ciric, S., Jovanovic, V.S. (2016). Chemometric characterization of peach, nectarine and plum cultivars according to fruit phenolic content and antioxidant activity. *Fruits*, 71 (1), pp. 57–66. DOI:10.1051/fruits/2015042
15. Albozachri, J.M.K., Al-Tomah, H.M., Wali, O.N., Jameel, Y.J. (2019). A comparison study of nefopam-ketamine, tramadol-ketamine and xylazine-ketamine anesthesia in rabbit. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 12 (5), pp. 2439–2442. DOI:10.5958/0974-360X.2019.00410.9
16. Grunberger, D., Banerjee, R., Eisinger, K., Oltz, E.M., Efros, L., Caldwell, M., Estevez, V., Nakanishi, K. (1988). Preferential cytotoxicity on tumor cells by caffeic acid phenethyl ester isolated from propolis. *Experientia*, 44 (3), pp. 230–232. DOI:10.1007/BF01941717
17. Almadani, Y.H., Vorstenbosch, J., Davison, P.G., Murphy, A.M. (2021). Wound healing: a comprehensive review. In *Seminars in plastic surgery*. Thieme Medical Publishers, Inc. Vol. 35, no. 03, pp. 141–144. DOI:10.1055/s-0041-1731791.
18. Irvin, T.T. (1995). Surgical wound healing in rats. *Journal of Biological Chemistry*, 290, pp. 14854–14860.
19. Gushiken, L.F.S., Beserra, F.P., Bastos, J.K., Jackson, C.J., Pellizzon, C.H. (2021). Cutaneous wound healing: An update from physiopathology to current therapies. *Life*, 11 (7), 665 p. DOI:10.3390/life11070665.
20. Solmaz, H., Dervisoglu, S., Gulsoy, M., Ulgun, Y. (2016). Laser biostimulation of wound healing: bioimpedance measurements support histology. *Lasers in medical science*, 31 (8), pp. 1547–1554. DOI:10.1007/s10103-016-2013-9
21. Loots, M.A.M., Kenter, S.B., Au, F.L. (2002). Fibroblasts derived from chronic diabetic ulcers differ in their response to stimulation with EGF, IGF-I, bFGF, and PDGF-AB compared to controls. *European Journal of Cell Biology*, 81 (3), pp. 153–160. DOI:10.1078/0171-9335-00228.
22. Gurtner, G.C., Werner, S., Barrandon, Y., Longaker, M.T. (2008). Wound repair and regeneration. *Nature*, 453 (7193), pp. 314–321. DOI:10.1038/nature07039.
23. Eming, S.A., Martin, P., Tomic-Canic, M. (2014). Wound repair and regeneration: mechanisms, signaling, and translation. *Science Translational Medicine*, 6 (265). DOI:10.1126/scitranslmed.3009337.
24. Barrientos, S., Stojadinovic, O., Golinko, M.S., Brem, H., Tomic-Canic, M. (2008). Growth factors and cytokines in wound healing. *Wound Repair and Regeneration*, 16 (5), pp. 585–601. DOI:10.1111/j.1524-475X.2008.00410.x.
25. Murray, P.J., Wynn, T.A. (2011). Protective and pathogenic functions of macrophage subsets. *Nature Reviews Immunology*, 11 (11), 723–737. DOI:10.1038/nri3073.

Аутологічна трансплантація шкіри з використанням водного екстракту лаврового листа (*Laurus nobilis* L.)

Альбозахрі Дж.М.К., Худаєр А.М.

Метою цього дослідження була оцінка впливу водного екстракту лаврового листа (*Laurus nobilis*) на гістологічний розвиток загоєння шкірного транспланта у кроликів. Група А (контрольна) та група В (лікування екстрактом лаврового листа) були випадковим чином розподілені по шістнадцять клінічно здорових дорослих кроликів обох статей вагою 1,25–2 кг. Усім тваринам було проведено стерильне хірургічне створення повнотовстої шкірної рани (4 см²) двосторонньо на животі з частковою шкірною пластикою в кожній ділянці. Біопсії тканини шкіри були зібрані в обох групах на -3, -7, -14 та 21-ну добу для гістологічного аналізу. На 3-тю добу у групі В спостерігалось зменшення запалення та набряку шкіри порівняно з групою А. До 7-ї доби оброблені рани демонстрували покращену організацію колагену, розширення волосяних фолікулів та помірні судинні зміни, тимчасом у контрольних ранах спостерігалось виражене запалення. На 14-ту добу у оброблених ранах спостерігався значний дермальний фіброз та інфільтрація мононуклеарними клітинами з ендотеліальною гіперплазією, тимчасом у контрольних ранах спостерігалась виражена проліферація сальних залоз та запальний ексудат. На 21-шу добу рани групи В демонстрували більш зрілий фіброз та залозисту проліферацію, ніж група А, яка все ще мала мінімальну регенерацію сполучної тканини. Місцево застосовуваний водний екстракт лаврового листа може значно пришвидшити загоєння шкірного транспланта у кроликів завдяки посиленню модуляції запалення та регенерації тканин, що також може бути природним терапевтичним засобом для лікування інших ран у майбутньому.

Ключові слова: лавровий лист, шкірна пластика, кролик, протизапальний засіб.



Copyright: Albozachri J.M.K., Khudaier A.M. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Albozachri J.M.K. <https://orcid.org/0000-0002-7115-3528>

ХІРУРГІЯ ТА АНЕСТЕЗІОЛОГІЯ

УДК: 636.4.09:616-001.47/.008.855:611.018.51

Динаміка гематологічних та біохімічних показників у свиней з використанням фібрину, збагаченого тромбоцитами, за герніотомії об'ємних гриж**Шевченко С.М.** , **Чемеровський В.О.** ,**Тодосюк Т.П.** , **Рубленко М.В.** *Білоцерківський національний аграрний університет*E-mail: Шевченко С.М. svitlana.shevchenko@btsau.edu.ua;
Рубленко М.В. mykhailo.rublenko@btsau.edu.ua

Шевченко С.М., Чемеровський В.О., Тодосюк Т.П., Рубленко М.В. Динаміка гематологічних та біохімічних показників у свиней з використанням фібрину, збагаченого тромбоцитами, за герніотомії об'ємних гриж. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2025. № 2. С. 151–162.

Shevchenko S., Chemerovsky V., Todosiuk T., Rublenko M. Dynamics of hematological and biochemical parameters in pigs using platelet-enriched fibrin during herniotomy of large hernias. *Nauk. visn. vet. med.*, 2025. № 2. PP. 151–162.

Рукопис отримано: 13.09.2025 р.

Прийнято: 27.09.2025 р.

Затверджено до друку: 27.11.2025 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2025-200-2-151-162

Загалом, грижі черевної стінки залишаються значною проблемою, оскільки зумовлюють дискомфорт та розвиток низки ускладнень, а вибір методів їх лікування залежить від розмірів грижових воріт та грижового мішка. Герніотомія – переважно основний і найбільш ефективний метод лікування за гриж черевної стінки. Технології, які покращують загоєння м'яких тканин включають використання фібрину, збагаченого тромбоцитами.

Мета роботи – встановити динаміку гематологічних та біохімічних показників за герніотомії великих гриж у свиней за використання аутофібрину, збагаченого тромбоцитами.

Сформовано контрольну та дослідну групи тварин, у кожну з них входили свині з пупковими грижами. Після проведення загальної та місцевої анестезії виконували у контрольній групі герніотомію класичним методом, у дослідній – додатково використовували фібрин, збагачений тромбоцитами. Кров для морфологічних та біохімічних досліджень відбирали до оперативного втручання, на 3-, 7- та 14-ту добу.

Встановлено, що у дослідній групі виникає раннє незначне підвищення рівня лейкоцитів та тромбоцитів. Відмінності в лейкограмі характеризувалися збільшенням частки еозинофілів та сегментоядерних нейтрофілів, зменшенням частки лімфоцитів у дослідній групі, також встановлено в обох групах збільшення відсотка моноцитів.

За динамікою білків гострої фази було встановлено, що в дослідній групі рівні гаптоглобіну були вищими впродовж усього періоду дослідження у 1,4–1,6 рази ($p < 0,001$), порівняно з показниками контрольної групи. Пік концентрації церулоплазміну встановлено на 3-ю добу в обох групах, проте достовірних відмінностей між групами не виявлено.

Використання фібрину, збагаченого тромбоцитами, за лікування гриж черевної стінки у свиней не справляє значного системного впливу на організм та забезпечує інтенсивніший прояв запально-резорбтивної фази.

Ключові слова: тромбоцити, PRF, еритроцити, лейкоцити, церулоплазмін, гаптоглобін, грижі.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. У свиней серед хірургічної патології традиційно чільне місце посідає герніотомія як основний метод лікування гриж різної анатомо-топографічної локалізації. Водночас загоєння лапаротомних ран після герніопластики має багатогранний прояв, оскільки залежить не лише від регенераторних можливостей організму, стану кровопостачання операційної ділянки, а й від анатомо-топографічних і біомеханічних особливостей навколо грижових тканин, наявності та співвідношення в них факторів росту, об'єму гриж, наявності ознак ішемії, некрозу та інфікування [1, 2].

Зокрема, складними можуть бути випадки об'ємних вентральних (пупкових, білої лінії) і післяопераційних гриж, за яких формування повноцінного рубця ускладнюється недостатнім кровопостачанням, слабкістю м'язово-апоневротичного шару та надмірним його біомеханічним натягом з відповідною неспроможністю як погрузних воротних так і поверхневих швів шкіри. Загоєння лапаротомних ран по білій лінії живота, яка характеризується малою кількістю судин, що значно погіршує процеси регенерації та підвищує ризик ускладнень [3, 4].

У структурі хірургічної патології свиней грижі не лише становлять суттєву частину – близько 19 %, а й можуть виникати з різних причин, включаючи породну схильність, травми, вроджені чи набуті вади або недоліки в розвитку черевної стінки, незадовільні умови утримання та розлади шлунково-кишкового тракту тощо. У свиней з грижами суттєво знижується продуктивність, наявні біль чи дискомфорт тварин, нерідко можлива і їх загибель. У результаті це призводить до економічних збитків господарства [5].

Власне у свиней реєструють, здебільшого, пахвинно-мошонкові, пупкові та вентральні грижі білої лінії [6–9]. Основним методом лікування у разі гриж великих об'ємів залишається хірургічне усунення дефекту черевної стінки – герніотомія.

Консервативне лікування гриж у свиней, як правило, не раціональне в будь-якому разі фіксаційні пов'язки або спеціальні пояси, для утримання грижового мішка чи різноманітні фізіопроцедури [10–12].

Вибір способу хірургічного лікування гриж у свиней залежить від анатомічного типу грижі, розмірів грижового кільця та стану тканин, можлива комбінація кількох методів.

Зокрема, проста герніотомія – найбільш поширений спосіб, що полягає у відсіканні шкірного шару грижового мішка та ушивання

грижового кільця з відновленням анатомічної цілісності черевної стінки. Для цього переважно застосовують матраці або безперервні вузлові шви, виконані нерозсмоктуючим матеріалом (капрон, поліамід, шовк) [13–15]. У разі великих гриж накладають два шари швів – внутрішній для закриття м'язового дефекту та зовнішній для зміцнення апоневрозу. Це зменшує ризик рецидиву, але подовжує термін операції. Заразом за класичних способів герніотомії виникає низка ускладнень (розходження швів, лігатурні нориці та їх нагноєння, рецидиви гриж і зацімлення внутрішніх органів тощо), відповідно це потребує повторних хірургічних втручань і навіть призводить до летальних випадків, що також створює економічні проблеми для власників тварин [16, 17].

За великих грижових воріт і рецидивуючих гриж запропоновано їх ендопротезування сітками із поліпропілену, поліестеру або композитних матеріалів. Перспективними для закриття грижових воріт вважаються колагенові та поліфторетиленові мембрани, у яких передбачають досить високу біосумісність та помірну запальну реакцію [18–22]. Водночас ступіть і терміни біодеградації різноманітних грижових полімерних імплантатів мало відомі.

Заразом недостатньо розглянутими для репаративної регенерації м'яких тканин є фібрин-тромбоцитарні біотехнологічні продукти, які можуть виконувати дві функції: відновлювати регенеративний потенціал тканин як біологічна матриця та одночасно бути індуктором їх проліферації. Зокрема, аутологічні фібрин і плазма, збагачені тромбоцитами – PRF, PRP, містять велику кількість факторів росту – PDGF, VEGF, TGF- β , IGF, FGF, що стимулюють відповідно ангиогенез, проліферацію фібробластів та синтез колагену [23–25]. Тобто їх використання за герніотомії може мати вагоме практичне значення, але ще потребує всебічного обґрунтування.

Отже, проблема оптимізації загоєння ран після герніотомії у ветеринарній практиці залишається досить актуальною. Пошук нових методів впливу на репаративні процеси, зокрема використання аутологічного фібрину, збагаченого тромбоцитами, є важливим як для покращення результатів лікування тварин, так і розробки модельних підходів, що можуть мати значення і для гуманної медицини.

Мета дослідження – встановити динаміку гематологічних та біохімічних показників за герніотомії великих гриж у свиней із використанням у операційні рани аутофібрину, збагаченого тромбоцитами.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на свинях ($n=11$) м'ясної породи, що надходили із сільськогосподарського підприємства в університетську клініку свиней. Дизайн дослідження: свині із об'ємними пупковими грижами живою масою від 40 до 50 кг (рис. 1). Діаметр гризових воріт становив близько 10–14 см. Грижі були вправимі. Тварин розділили на дві групи. У контрольній групі ($n=4$) герніотомію проводили традиційним методом, а в дослідній ($n=7$) додатково у шкірно-м'язову рану, яка утворилася на місці ампутованого склерозованого гризового мішка, після закриття апоневрозної частини гризових воріт вносили фібрин, збагачений тромбоцитами (PRF) (рис. 2).

Анестезіологічне забезпечення для проведення герніотомії включало внутрішньом'язове введення ацепромазину в дозі 1 мг/кг маси тіла та внутрішньовенне через орбітальний венозний синус повільно 5 % розчину тіопенталу натрію у дозі 10 мг/кг маси тіла. У випадку необхідності подовження анестезії повторно внутрішньовенно вводили 5 % розчин

тіопенталу натрію у дозі 7 мг/кг. Додатково проводили місцеву інфільтраційну анестезію 0,5 % розчином лідокаїну в дозі 2 мг/кг.

Техніка оперативного втручання. Тварин фіксували у спинному положенні. Оперативне втручання проводили з дотриманням правил асептики і антисептики. Проводили веретеноподібний розріз шкіри навколо гризового мішка, далі підшкірної клітковини відпрепарувували гризовий мішок та тупим способом до гризових воріт. Гризовий вміст вправляли у черевну порожнину, гризовий мішок ампутували. Вузлові шви накладали на гризові ворота із нерозсмоктувального синтетичного стерильного хірургічного шовного матеріалу (ETHICON). На апоневрозно-фасціальний шар накладали переривчасті вузлові шви з хромованого кетгуту (RTmED® Chromic Catgut), а шкіру зашивали вузловим швом із нерозсмоктуючого синтетичного стерильного хірургічного шовного матеріалу (ETHICON). Рани обробляли розчином повідон-йоду. Після операції обробку швів проводили щодня Чемі-спреєм. Шви знімали на 14-ту добу.



а



б

Рис. 1. Свиня з грижею білої лінії: а) розміри грижі; б) величина гризового мішка.

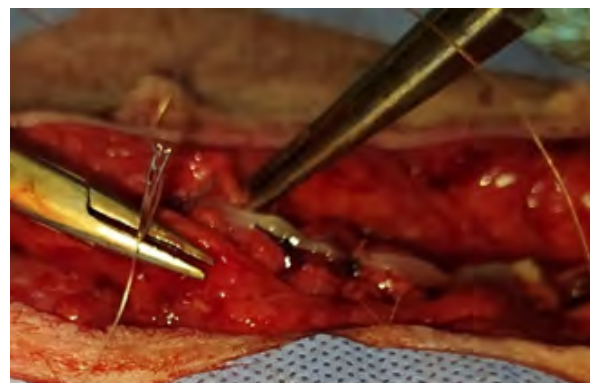


Рис. 2. Імплантація PRF у герніотомічну рану.

Техніка приготування фібрину, збагаченого тромбоцитом (PRF). PRF готували відповідно до попередньо обгрунтованої нами методики [26]. Кров відбирали у кількості 9 мл з очного синуса та центрифугували за 900 g впродовж 10 хв (рис. 3).

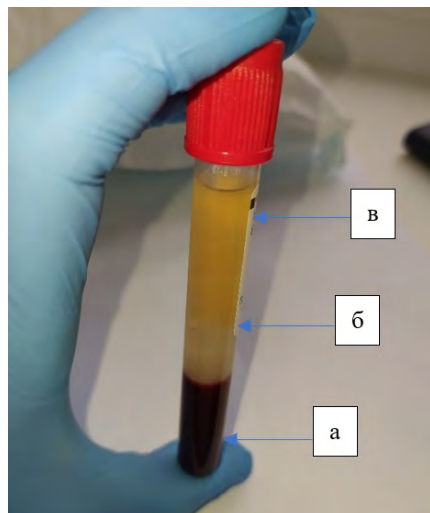


Рис. 3. Аутологічний фібрин, збагачений тромбоцитами:

а – еритроцити, б – нижня частини згустку, в – верхня частини згустку.

Спершу отриманий згусток розрізали на дві частини упоперек, а далі нижню, яка знаходилася ближче до еритроцитів, розрізали по довжині для максимального залучення частини згустку, що містила найбільшу концентрацію тромбоцитів (рис. 4).



Рис. 4. Згусток PRF, розділений упоперек на дві частини.

Кров для досліджень відбирали до оперативного втручання та на 3-, 7-, 14-ту добу. В крові визначали кількість еритроцитів, лейкоцитів і тромбоцитів загальноприйнятими методами (М.П. П'ятницького) та рівень гемоглобіну гемоглобінціанідним методом. Рівень церулоплазміну в сироватці крові визначали методом Равіна, а гаптоглобіну – за реакцією з риванолом наборами ПрАТ "Реагент" (Україна).

Статистичну обробку результатів проводили за програмою Statistica 10 (StatSoft Inc, USA, 2011). Дані у таблицях представлені у вигляді $x \pm SD$ ($x \pm$ відхилення).

Результати досліджень. Загоєння герніотомічних ран у всіх свиней відбувалося за первинним натягом. Операційні рани характеризувалися набряком, гіперемією країв, помірною болючістю та підвищенням місцевої температури. У тварин контрольної групи ці симптоми тривали дещо довше (до 5 діб), у порівнянні з дослідною групою (3–4 доби). Однак почервоніння навколо операційної рани у дослідних тварин було більш тривалим. Одна контрольна тварина була виключена з дослідження в зв'язку з надмірним набряком тканин і болючістю на 3-ю добу, а на 7-му добу – нагноєнням.

Встановлено (табл. 1), що за герніотомії на 3-ю добу в тварин обох груп виникає розвиток еритропенії. Зменшення у периферичній крові кількості еритроцитів становило 1,2–1,25 раза ($p < 0,001$). Однак суттєвої різниці за кількістю еритроцитів між групами не встановлено. Одночасно змінювався і рівень гемоглобіну. Зокрема, на 3-ю добу концентрація гемоглобіну становила від $86,5 \pm 1,71$ до $86,9 \pm 1,86$ Г/л, що в 1,1 раза ($p < 0,001$) нижче за доопераційні показники, проте вже на 14-ту добу його рівень в обох групах почав підвищуватися.

Також встановлено деякі особливості у динаміці кількості лейкоцитів. Зокрема, у дослідній групі відмічали тенденцію до її збільшення вже з 3-ї доби, з піком на 7-му добу – $19,2 \pm 0,34$ та $19,7 \pm 0,63$ Г/л в контрольній групі, що в 1,3 раза ($p < 0,01$) вище за показники до проведення герніотомії.

Необхідно також відмітити коливання кількості тромбоцитів і особливості її динаміки у групах. У тварин дослідної групи її пік припадав на 3-ю добу і становив $325,7 \pm 18,63$ Г/л, тимчасом у контрольній – на 7-му добу і досягав $300,0 \pm 12,91$ Г/л.

Аналіз лейкограми (табл. 2) виявив вірогідні зміни з боку еозинофілів у дослідній групі. Зокрема, на 3- та 7-му добу їх відсоток

був у 2,45–3,8 раза вищим ($p < 0,05$), за показники до оперативного втручання. Еозинофіли виділяють низку антимедіаторних ферментів, до яких належать гістаміназа, каталаза, карбоксипептидаза тощо для підтримання оптимального ступеня запальної реакції [27]. Також відмічали появу юних нейтрофілів на 3-ю добу, незначне підвищення у цей період та динамічне зниження до 14-ї доби відсотка паличкоядерних нейтрофілів на фоні збільшення сегментоядерних. Зокрема в дослідній групі відсоток сегментоядерних нейтрофілів був вищим в 1,1–1,5 раза впродовж усього періоду, зокрема, на 7-му добу в 1,4 раза ($p < 0,01$), порівняно з контрольною групою. Це свідчить про посилення неспецифічного захисту організму за використання PRF.

Прояв змін частки лімфоцитів у лейкограмі полягав у її зниженні в 1,2–1,4 раза ($p < 0,05$) на 3-ю добу, порівняно з доопераційними

показниками. Також у тварин дослідної групи на 7-му добу вона становила $38,86 \pm 1,42\%$, що було нижчим в 1,2 раза ($p < 0,001$), порівняно з контрольною групою. Також відмічали збільшення відсотка моноцитів на 3-ю добу в 3,2–3,5 раза ($p < 0,01$) з наступним його динамічним зниженням. Тобто, динаміка відсотка клітин мононуклеарного ряду відображає стадійність запальної реакції в разі проведення герніотомії. Причиною зниження рівня моноцитів у крові на 7-му добу може бути їх мобілізація у зону пошкодження м'яких тканин.

Травматичне ушкодження тканин за герніотомії внаслідок системної дії прозапальних цитокінів супроводжується реакцією гострої фази, яка характеризується збільшенням концентрації в крові низки білків. Зокрема, гаптоглобін, що належить до головних білків гострої фази, відображає інтенсивність запальної реакції.

Таблиця 1 – Динаміка гематологічних показників за герніотомії об'ємних гриж у свиней

Доба	Група	Еритроцити, Т/л	Лейкоцити, Г/л	Тромбоцити, Г/л	Гемоглобін, г/л
До операції		$6,1 \pm 0,11$	$14,8 \pm 1,1$	$245,18 \pm 7,24$	$97,82 \pm 1,89$
3-я доба	К (n=3)	$4,88 \pm 0,12^{***}$	$13,2 \pm 1,12$	$280,0 \pm 9,13^*$	$86,5 \pm 1,71^{***}$
	Д (n=7)	$5,1 \pm 0,09^{***}$	$17,5 \pm 2,26$	$325,7 \pm 18,63^{***}$	$86,9 \pm 1,86^{***}$
7-ма доба	К (n=3)	$6,2 \pm 0,15$	$19,7 \pm 0,63^{**}$	$300,0 \pm 12,91^{**}$	$89,0 \pm 2,16^{**}$
	Д (n=7)	$6,1 \pm 0,09$	$19,2 \pm 0,34^{**}$	$312,85 \pm 11,28^{***}$	$88,0 \pm 1,07^{***}$
14-та доба	К (n=3)	$6,03 \pm 0,17$	$16,8 \pm 1,36$	$287,5 \pm 8,54^{**}$	$93,0 \pm 3,1$
	Д (n=7)	$6,2 \pm 0,17$	$16,2 \pm 0,85$	$284,3 \pm 6,49^{***}$	$95,4 \pm 2,33$

Примітки: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$, порівняно з показниками до оперативного втручання.

Таблиця 2 – Лейкограма після герніотомії об'ємних гриж у свиней

Доба	Групи	Б	Е	Н			Л	М
				Ю	П	С		
До операції		$0,27 \pm 0,2$	$0,64 \pm 0,24$	$1,18 \pm 0,4$	$12,45 \pm 2,69$	$31,9 \pm 4,13$	$51,9 \pm 3,6$	$1,64 \pm 0,47$
3	К (n=3)	0,0	$1,0 \pm 0,41$	$5,5 \pm 0,29^{***}$	$19,25 \pm 1,11^*$	$24,5 \pm 1,71$	$44,5 \pm 3,66$	$5,25 \pm 0,95^{**}$
	Д (n=7)	$0,14 \pm 0,14$	$2,41 \pm 0,69^*$	$2,41 \pm 1,23^{\wedge}$	$14,43 \pm 4,28$	$38,28 \pm 7,76$	$36,57 \pm 5,47^*$	$5,71 \pm 0,99^{**}$
7	К (n=3)	$0,5 \pm 0,29$	$1,5 \pm 0,64$	$1,25 \pm 0,48$	$10,5 \pm 1,32$	$35,5 \pm 1,94$	$48,0 \pm 0,71$	$2,75 \pm 0,48^{**}$
	Д (n=7)	$0,57 \pm 0,2$	$1,43 \pm 0,43$	$0,86 \pm 0,46$	$6,0 \pm 1,22^*$	$48,86 \pm 1,9^{***\wedge\wedge}$	$38,86 \pm 1,42^{***\wedge\wedge}$	$3,43 \pm 0,3$
14	К (n=3)	$0,75 \pm 0,25$	$0,75 \pm 0,48$	$0,25 \pm 0,25$	$3,5 \pm 0,65^{**}$	$40,25 \pm 3,33$	$51,5 \pm 3,97$	$3,0 \pm 0,41$
	Д (n=7)	$0,57 \pm 0,2$	$1,57 \pm 0,37^*$	$0,29 \pm 0,18$	$2,71 \pm 0,52^{**}$	$44,86 \pm 1,34^{**}$	$47,23 \pm 0,97$	$2,71 \pm 0,42$

Примітки: 1) * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$, порівняно з показниками до оперативного втручання; 2) $\wedge$ – $p < 0,05$, $\wedge\wedge$ – $p < 0,01$, $\wedge\wedge\wedge$ – $p < 0,001$, порівняно з контрольною групою.

Рівень гаптоглобіну (табл. 3) після герніотомії на 3-ю добу суттєво зростає у обох групах та становив відповідно $0,91 \pm 0,04$ і $1,44 \pm 0,06$ г/л, що у 1,4–2,2 рази ($p < 0,001$) вище за доопераційні показники. Надалі він динамічно знижувався до 14-ї доби, але в дослідній групі залишався ще достовірно збільшеним ($p < 0,05$ – $p < 0,001$). Водночас в дослідній групі рівень гаптоглобіну впродовж всього періоду був вищим, порівняно з показниками контрольної групи: в 1,6 рази ($p < 0,001$) на 3-ю добу та в 1,4 рази на 7- та 14-ту добу.

інтеграція таких імплантів, особливо за умов генетичної патології сполучної тканини, обумовили інтерес до різних типів тромбоцитарних концентратів – плазми та фібрину, збагачених тромбоцитами [32, 33]. Ефективність впливу тромбоцитарних концентратів ґрунтується на дії значної кількості факторів росту, які містяться у гранулах тромбоцитів [34]. Серед них вирішальна роль належить PDGF (-platelet-derived growth factor) – тромбоцитарний фактор росту; TGF- β , VEGF (-vascular endothelial growth factor) – судинний ендотеліальний фактор росту; IGF I і II (-insulin-like

Таблиця 3 – Динаміка білків гострої фази за герніотомії об'ємних гриж у свиней

Доба	Група	Церулоплазмін, мг/л	Гаптоглобін, г/л
До операції		$345,4 \pm 11,9$	$0,65 \pm 0,04$
3-я доба	К	$410,7 \pm 7,13^{***}$	$0,91 \pm 0,04^{***}$
	Д	$443,8 \pm 18,5^{***}$	$1,44 \pm 0,06^{***\wedge\wedge}$
7-ма доба	К	$370,5 \pm 15,8$	$0,84 \pm 0,14$
	Д	$414,9 \pm 16,5^{**}$	$1,18 \pm 0,07^{***}$
14-та доба	К	$322,1 \pm 11,4$	$0,61 \pm 0,07$
	Д	$339,6 \pm 11,8$	$0,87 \pm 0,08^{*\wedge}$

Примітки: 1) * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$, порівняно з показниками до оперативного втручання; 2) ^ – $p < 0,05$, ^^ – $p < 0,001$, порівняно з контрольною групою.

Динаміка вмісту церулоплазміну в сироватці крові свиней була подібною. Пік її концентрації припадав на 3-ю добу в обох групах та становив $410,7 \pm 7,13$ і $443,8 \pm 18,5$ мг/л, що було вищим в 1,2–1,3 рази ($p < 0,001$) за доопераційні показники. Водночас достовірних відмінностей між групами не було встановлено.

Обговорення. Грижі досить поширена патологія у свиней. Відомо [28], що в основі їх етіопатогенезу, окрім технологічних чинників, ключову роль відіграють процеси дезорганізації та порушення ремоделювання сполучної тканини. Низка генів регулюють процеси диференціювання гладеньких м'язів та кодують експресію різних типів колагену, впливають на формування і дозрівання еластичних та колагенових волокон, їх кінцеві фізико-хімічні характеристики [29–31]. Ці чинники реалізують механізми формування гриж, а також рецидивів та ускладнень після герніотомії.

Незважаючи на значну кількість імплантів для закриття гризових воріт із нерезорбуючих поліпропіленових і поліетрафторетиленових матеріалів та резорбуючих (вікріл, дексон, тощо), їх використання в хірургії свиней недостатньо обґрунтовано. Проблеми імунологічного походження, міграція з місця імплантування та недостатня

growth factor) – інсуліноподібний фактор росту, що стимулює синтез колагену. Вони завдяки інфільтрації, росту, диференціюванню, міграції та апоптозу клітин здатні індукувати регенерацію тканин [35–38]. Тромбоцитарні концентрати застосовують у ветеринарії для регенерації різних тканин організму, починаючи зі шкіри як пускового механізму для диференціації клітин, утворення великої кількості кровоносних судин та стимуляції загоєння хронічних ран [39–42], а також для відновлення м'язової тканини [43]. Тобто PRF передбачувано можна використовувати для загоєння операційних ран за лікування об'ємних гриж як патогенетично обґрунтованого матеріалу.

Останні десятиріччя регенеративна медицина займається дослідженням впливу PRF на репарацію різних тканин. Проте для оцінки відповідних властивостей необхідне комплексне поглиблене вивчення процесів, які виникають за імплантації зазначених вище матеріалів як окремо, так і у разі їх комбінування [44–46].

Результати представленого дослідження засвідчують менший ступінь еритропенії у дослідній групі. Збільшення кількості лейкоцитів, ймовірно, зумовлено реакцією мобілізації депонованого пулу нейтрофілів, що

пов'язано з крововиливом у ділянці операційної рани та перерозподілом лейкоцитів із пристінкового депо. Також у дослідній групі можуть бути зумовлені випуском ростових чинників та хемокінів із тромбоцитів застосованого PRF, які опосередковують міграцію моноцитів, макрофагів, базофілів, їх залученням до запально-резорбтивних процесів у місце травми м'яких тканин [39, 47]. Тромбоцитоз може бути наслідком безпосереднього впливу тромбоцитарного та інших факторів росту, а також результатом тісного зв'язку тромбоцитів із запальною реакцією [33]. Тромбоцитарні концентрати здатні виділяти хемоатрактанти, які притягують клітини лейкоцитарного ряду в місце травми або у ділянку їх введення. У свою чергу вони забезпечують випуск цитокінів, одними з яких є інтерлейкіни. Зокрема, інтерлейкін-6 підвищує рівень тромбопоєтину у печінці, який індукує утворення тромбоцитів із клітин попередників [39].

Як відомо білки гострої фази мають суттєве клініко-патогенетичне значення у процесі загоєння травмованих тканин. Гаптоглобін належить до головних білків гострої фази у свиней. Його роль полягає в еволюційно сформованому антибактеріальному захисті організму. В дослідженні підвищення його рівнів у ранній період зумовлено реакцією організму на травму. У дослідній групі запальна реакція перебігала більш інтенсивно, що ймовірно, забезпечувало утворення більш потужного рубця через дію факторів росту, що підтверджують наші клініко-ехографічні дослідження.

Церулоплазмін – багатофункціональний фермент, який містить мідь та являє собою глікопротеїд альфа-глобулінової фракції плазми крові. Відомо [48], що церулоплазмін – білок гострої фази підвищує стабільність клітинних мембран, бере участь у неспецифічних захисних реакціях організму від шкідливих чинників, а його основна фізіологічна роль полягає в участі у окислювально-відновлювальних реакціях. Т. Samuel та співавт. [49] повідомляють, що церулоплазмін має ключове значення для підтримки концентрації нітритів у плазмі крові та його зв'язок між гомеостазом міді й оксиду азоту. У дослідній групі встановлено вищі рівні церулоплазміну, що вищий антиоксидантний статус у тварин і відповідно більш інтенсивні процеси проліферації та васкуляризації ділянки операційної рани.

Висновок. Використання PRF у лікуванні гриж черевної стінки у свиней не справляє значного системного впливу на організм, забезпечує інтенсивніший прояв запально-

резорбтивної фази та може представляти перспективну та ефективну стратегію, яка сприятиме швидкому і безпечному відновленню та реабілітації тварин за гриж великого розміру.

Відомості про дотримання біоетичних норм. Дослідження було проведено відповідно до принципів Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних і наукових цілей (Official Journal of the European Union L276/33, 2010), та відповідно до Закону України «Про захист тварин від жорстокого поводження» від 28.03.2006 р. № 27, ст. 230, наказу МОН № 416/20729 від 16 березня 2012 р. «Про затвердження Порядку проведення науковими установами дослідів, експериментів на тваринах» та схвалене Етичним комітетом Білоцерківського НАУ (висновок №2 від 31.05.23 р., протокол № 1).

Конфлікт інтересів. Автори повідомляють про відсутність конфлікту інтересів в представленій роботі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Sutureless hernioplasty with light-weight mesh and fibrin glue versus Lichtenstein procedure: a comparison of outcomes focusing on chronic postoperative pain / R. Lionetti et al. *Hernia*. 2011. Vol. 16. No 2. P. 127–131. DOI:10.1007/s10029-011-0869-y
2. Nowacka-Woszek J. The genetic background of hernia in pigs: A review. *Livestock Science*. 2020. 104317 p. DOI:10.1016/j.livsci.2020.104317
3. A Comparison of Suture Repair with Mesh Repair for Incisional Hernia / R.W. Luijendijk et al. *New England Journal of Medicine*. 2000. Vol. 343. No 6. P. 392–398. DOI:10.1056/nejm200008103430603
4. Овчинніков В.А., Шаповалов В.О. Крово-постачання та анатомо-функціональні особливості білої лінії живота у тварин. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Ветеринарна медицина*. 2016. Вип. 9 (40). С. 45–48.
5. Welfare of pigs on farm / S.S. Nielsen et al. *EFSA Journal*. 2022. Vol. 20. No 8. DOI:10.2903/j.efsa.2022.7421
6. Searcy-Bernal R., Gardner I.A., Hird D.W. Effects of and factors associated with umbilical hernias in a swine herd. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 1994. Vol. 204. No 10. P. 1660–1664. DOI:10.2460/javma.1994.204.10.1660
7. Laparoscopic-assisted percutaneous herniorrhaphy as an alternative to open surgery technique in farm swines / P. Prządka et al. *PLOS ONE*. 2021. Vol. 16. No 9. DOI:10.1371/journal.pone.0256890
8. Нечитайло М.А., Чорнозуб М.П. Поширення та причини гриж у свиней в умовах сучасного комплексу: міжнар. наук.-практ. конф. магістрантів "Наукові пошуки молоді у XXI столітті. Актуальні проблеми ветеринарної медици-

ни" (БНАУ, 18 листопада 2021 р.). Біла Церква, 2021. С. 82–83. URL:<http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/7960>

9. Чорнозуб М.П., Козій В.І. Поширення і причини пахвинно-мошонкових гриж у свиней в умовах сучасного свинарського комплексу. Науковий вісник ветеринарної медицини. 2015. Вип. 1. С. 107–111.

10. Грибнік В.В., Парфентієв Р.С., Парфентієва Н.Д. Сучасні методи хірургічного лікування великих вентральних гриж із відновленням функції м'язів передньої черевної стінки. Шпитальна хірургія. Журнал імені Л.Я. Ковальчука. 2016. Вип. 2. DOI:10.11603/2414-4533.2016.2.6402

11. Gnemmi G., Maraboli C. Le patologie ombelicali del vitello, seconda parte: Terapia. Summa Anim. Reddito. 2008. Vol. 9. P. 1–3.

12. Use of Elastator rings to repair umbilical hernias in young swine / P. Pollicino et al. Journal of Swine Health and Production. 2007. Vol. 15. No 2. P. 92–95. DOI:10.54846/jshap/507

13. Hernioplasty with Peritoneal Flap for the Surgical Treatment of Umbilical Hernia in Swine / F. Spadola et al. Animals. 2022. Vol. 12. No 23. 3240 p. DOI:10.3390/ani12233240

14. A comparative analysis of ventral hernia repair with a porcine hepatic-derived matrix and porcine dermal matrix / J. Roth et al. International Journal of Abdominal Wall and Hernia Surgery. 2019. Vol. 2. No 3. 89 p. DOI:10.4103/ijawhs.ijawhs_20_19

15. Evaluation of a new suture material (Duramesh™) by measuring suture tension in small and large bites techniques for laparotomy closure in a porcine model / Y. Yurtkap et al. Hernia. 2020. Vol. 24. No 6. P. 1317–1324. DOI:10.1007/s10029-020-02140-7

16. Abdominal wall hernia repair: from prosthetic meshes to smart materials / Q. Saiding et al. Materials Today Bio. 2023. 100691 p. DOI:10.1016/j.mtbio.2023.100691

17. Fesseha H. Hernias in Farm Animals and its Management technique – A Review. International Journal of Clinical Studies and Medical Case Reports. 2020. Vol. 4. No 4. DOI:10.46998/ijcmcr.2020.04.000091

18. A review of recent developments of polypropylene surgical mesh for hernia repair / T. Saha et al. Open Nano. 2022. 100046 p. DOI:10.1016/j.onano.2022.100046

19. Early and late effects of absorbable poly(vinyl alcohol) hernia mesh to tissue reconstruction / D. Fehér et al. IET Nanobiotechnology. 2021. Vol. 15. No 6. P. 565–574. DOI:10.1049/nbt2.12015

20. Comparison of mechanical properties and host tissue response to OviTex™ and Strattice™ surgical meshes / J. Lombardi et al. Hernia. 2023. DOI:10.1007/s10029-023-02769-0

21. Surface modification of polypropylene surgical meshes for improving adhesion with poloxamine hydrogel adhesive / X. Lu et al. Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials. 2018. Vol. 107. No 4. P. 1047–1055. DOI:10.1002/jbm.b.34197

22. Application of Acellular Tissue Matrix for Enhancement of Weak Abdominal Wall in Animal Model / M. Wang et al. BioMed Research International. 2020. Vol. 2020. P. 1–10. DOI:10.1155/2020/3475289

23. Dohan Ehrenfest David M. Classification of platelet concentrates (Platelet-Rich Plasma-PRP, Platelet-Rich Fibrin-PRF) for topical and infiltrative use in orthopedic and sports medicine: current consensus, clinical implications and perspectives. Muscle, Ligaments and Tendons Journal. 2014. DOI:10.11138/mltj/2014.4.1.0013

24. Autologous platelets as a source of proteins for healing and tissue regeneration / E. Anitua et al. Thrombosis and Haemostasis. 2004. Vol. 91. No 01. P. 4–15. DOI:10.1160/th03-07-0440

25. Artificial Dermal Scaffold Loaded with Platelet-Rich Plasma Promotes Wound Healing in Pigs by Favoring Angiogenesis / Z.-H. Li et al. Medical Science Monitor. 2022. Vol. 28. DOI:10.12659/msm.936186

26. Шевченко С.М., Рубленко М.В. Гістологічна характеристика згустків фібрину, збагачених тромбоцитами і одержаних за різних режимів центрифугування крові. Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Ветеринарні науки. 2020. Т. 22. № 99. С. 84–93. DOI:10.32718/nvlvet9914

27. Nathan C. Points of control in inflammation. Nature. 2002. Vol. 420. No 6917. P. 846–852. DOI:10.1038/nature01320

28. Transcriptome analysis identifies genes involved with the development of umbilical hernias in pigs / M.R. Souza et al. PLOS ONE. 2020. Vol. 15. No 5. DOI:10.1371/journal.pone.0232542

29. The role of matrix metalloproteinases in the pathogenesis of abdominal wall hernias / S.A. Antoniou et al. European Journal of Clinical Investigation. 2009. Vol. 39. No 11. P. 953–959. DOI:10.1111/j.1365-2362.2009.02199.x

30. Genome-wide association study reveals a QTL and strong candidate genes for umbilical hernia in pigs on SSC14 / E. Grindflek et al. BMC Genomics. 2018. Vol. 19. No 1. DOI:10.1186/s12864-018-4812-9

31. Association and Haplotype Analyses of Positional Candidate Genes in Five Genomic Regions Linked to Scrotal Hernia in Commercial Pig Lines / Z.-Q. Du et al. PLoS ONE. 2009. Vol. 4. No 3. DOI:10.1371/journal.pone.0004837

32. Bielecki T., Dohan Ehrenfest D.M. Platelet-Rich Plasma (PRP) and Platelet-Rich Fibrin (PRF): Surgical Adjuvants, Preparations for In Situ Regenerative Medicine and Tools for Tissue Engineering. Current Pharmaceutical Biotechnology. 2012. No 13. P. 1121–1130. DOI:10.2174/138920112800624292

33. Ehrenfest D.M.D., Rasmusson L., Albrektsson T. Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). Trends in Biotechnology. 2009. Vol. 27. No 3. P. 158–167. DOI:10.1016/j.tibtech.2008.11.009

34. Oryan A., Alidadi S., Moshiri A., Bigham-Sadegh A. Bone morphogenetic proteins: A powerful osteoinductive compound with non-negligible side effects and limitations. *International Union of Biochemistry and Molecular Biology*. 2014. Vol. 40 (5). P. 459–481. DOI:10.1002/biof.1177
35. Peck M.T., Hiss, L. Stephen. Factors affecting the preparation, constituents, and clinical efficacy of leukocyte- and platelet- rich fibrin (L-PRF). *SADJ*. 2016. Vol. 71. No 7. P. 298–302.
36. Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate / D.M. Dohan et al. Part II: Platelet-related biologic features. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006. Vol. 101. P. 45–50. DOI:10.1016/j.tripleo.2005.07.009
37. Arora S., Agnihotri N. Platelet Derived Biomaterials for Therapeutic Use: Review of Technical Aspects. *Indian J Hematol Blood Transfus*. 2017. Vol. 33 (2). P. 159–167.
38. Plasma rich in growth factors (PRGF) and leukocyte-platelet rich fibrin (L-PRF): comparative release of growth factors and biological effect on osteoblasts / L. Baca-Gonzalez et al. *International Journal of Implant Dentistry*. 2022. Vol. 8. No 1. DOI:10.1186/s40729-022-00440-4
39. Management of canine wounds using platelet-rich fibrin (PRF) biomaterial. A case series report / C.S. Soares et al. *Veterinary Medicine and Science*. 2024. Vol. 10. No 3. DOI:10.1002/vms3.1236
40. Autologous platelet-rich fibrin enhances skin wound healing in a feline trauma model / S. Zhang et al. *BMC Veterinary Research*. 2024. Vol. 20. No 1. DOI:10.1186/s12917-024-04358-4
41. A mini-pig model for evaluating the efficacy of autologous platelet patches on induced acute full thickness wound healing / H.-C. Tsai et al. *BMC Veterinary Research*. 2019. Vol. 15. No 1. DOI:10.1186/s12917-019-1932-7
42. Evaluation of the Effects of Autologous Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin Membranes for Treating Chronic Wounds: A Prospective Study / F. Aragosa et al. *Animals*. 2025. Vol. 15. No 1. 112 p. DOI:10.3390/ani15010112
43. Implantation of platelet rich fibrin and allogenic mesenchymal stem cells facilitate the healing of muscle injury: An experimental study on animal / D. N. Utomo et al. *International Journal of Surgery Open*. 2018. Vol. 11. P. 4–9. DOI:10.1016/j.ijso.2018.03.001
44. Positive effect of platelet rich fibrin on osseointegration / E. Oncu et al. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*. 2016. DOI:10.4317/medoral.21026
45. Sam G., Vadakkekuttal R., Amol N. In vitro evaluation of mechanical properties of platelet-rich fibrin membrane and scanning electron microscopic examination of its surface characteristics. *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2015. Vol. 19. No 1. 32 p. DOI:10.4103/0972-124x.145821
46. Vidhale G. Management of Radicular Cyst Using Platelet-Rich Fibrin & Iliac Bone Graft – A Case Report. *Journal of clinical and diagnostic research*. 2015. DOI:10.7860/jcdr/2015/13368.6136
47. Simon J. Inflammation and Acute Phase Proteins in Haemostasis. *Acute Phase Proteins*. 2013. P. 31–54. DOI:10.5772/55998
48. Особливості гострофазової реакції та її корекція в хірургічній патології у свиней / В. Мельников та ін. *Науковий вісник ветеринарної медицини*. 2019. № 1 (149). С. 111–118. DOI:10.33245/2310-4902-2019-149-1-111-118
49. Samuel T.K., Gitlin J.D. Copper and nitric oxide meet in the plasma. *Nature Chemical Biology*. 2006. Vol. 2. No 9. P. 452–453. DOI:10.1038/nchembio0906-452

REFERENCES

1. Lionetti, R., Neola, B., Dilillo, S., Bruzzese, D., Ferulano, G.P. (2011). Sutureless hernioplasty with light-weight mesh and fibrin glue versus Lichtenstein procedure: a comparison of outcomes focusing on chronic postoperative pain. *Hernia*. Vol. 16, no. 2, pp. 127–131. DOI:10.1007/s10029-011-0869-y
2. Nowacka-Woszek, J. (2020). The genetic background of hernia in pigs: A review. *Livestock Science*, 104317p. DOI:10.1016/j.livsci.2020.104317
3. Luijendijk, R.W., Hop, W.C.J., van den Tol, M.P., de Lange, D.C.D., Braaksma, M.M.J., IJzermans, J.N.M., Boelhouwer, R.U., de Vries, B.C., Salu, M.K.M., Wereldsma, J.C.J., Bruijninx, C.M.A., Jeekel, J. (2000). A Comparison of Suture Repair with Mesh Repair for Incisional Hernia. *New England Journal of Medicine*, Vol. 343, no. 6, pp. 392–398. DOI:10.1056/nejm200008103430603
4. Ovchynnikov V.A., Shapovalov V.O. (2016). Krovopostachannia ta anatomo-funktsionalni osoblyvosti biloi linii zhyvota u tvaryn [Blood supply and anatomical and functional features of the white line of life in animals]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu [Bulletin of Sumy National Agricultural University]*. *Veterynarna medytsyna [Veterinary Medicine]*. Issue 9 (40), pp 45–48. (In Ukrainian).
5. Nielsen, S.S. (2022). Welfare of pigs on farm. *EFSA Journal*, Vol. 20, no. 8. DOI:10.2903/j.efsa.2022.7421
6. Searcy-Bernal, R., Gardner, I.A., Hird, D.W. (1994). Effects of and factors associated with umbilical hernias in a swine herd. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Vol. 204, no. 10, pp. 1660–1664. DOI:10.2460/javma.1994.204.10.1660
7. Prządka, P., Liszka, B., Antończyk, A., Skrzypczak, P., Kiełbowicz, Z., & Patkowski, D. (2021). Laparoscopic-assisted percutaneous herniorrhaphy as an alternative to open surgery technique in farm swines. *PLOS ONE*, Vol. 16, no. 9. DOI:10.1371/journal.pone.0256890
8. Nechytailo, M.A., Chornozub, M.P. (2021). Poshyrennia ta prychny hryzh u svynei v umovakh suchasnoho kompleksu: mizhnar. nauk.-prakt. konf. mahistrantiv "Naukovi poshuky molodi u XXI stolitti. Aktualni problemy veterynarnoi medytsyny"

- (BNAU, 18 lystopada 2021 r.). [Prevalence and causes of hernias in pigs in the conditions of the modern complex: international scientific-practical conference of master's students "Scientific searches of youth in the 21st century. Current problems of veterinary medicine" (BNAU, November 18, 2021.)]. Bila Tserkva, pp. 82–83. Available at: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/7960> (In Ukrainian).
9. Chornozub, M.P., Kozii, V.I. (2015). Poshyrennia i prychyny pakhvynno-moshonkovykh hryzh u svynei v umovakh suchasnoho svynarskoho kompleksu [The prevalence and causes of inguinal-scrotal hernias in pigs in the conditions of the modern pig farming complex]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny* [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]. Issue 1, pp. 107–111. (In Ukrainian).
10. Hrybnyk, V.V., Parfentiev, R.S., Parfentieva, N.D. (2016). Suchasni metody khirurhichnoho likuvannia velykykh ventralnykh hryzh iz vidnovlenniam funktsii miaziv perednoi cherevnoi stinky [Current methods of surgical treatment of large ventral hernias with restoration of function of the anterior abdominal wall muscles]. *Shpytalna khirurhiia. Zhurnal imeni L. Ya. Kovalchuka* [Hospital surgery. Journal named after L. Ya. Kovalchuka], Issue 2. DOI:10.11603/2414-4533.2016.2.6402 (In Ukrainian).
11. Gnemmi, G., Maraboli, C. (2008). Le patologie ombelicali del vitello, seconda parte: Terapia. *Summa Anim. Reddito*. Vol. 9, pp. 1–3.
12. Pollicino, P., Gandini, M., Perona, G., Mattoni, M., Farca, A. (2007). Use of Elastrator rings to repair umbilical hernias in young swine. *Journal of Swine Health and Production*, Vol. 15, no. 2, pp. 92–95. DOI:10.54846/jshap/507
13. Spadola, F., Neve, V.C., Interlandi, C.D., Spadaro, A., Macri, F., Iannelli, N.M., Costa, G.L. (2022). Hernioplasty with Peritoneal Flap for the Surgical Treatment of Umbilical Hernia in Swine. *Animals*, Vol. 12, no. 23, 3240 p. DOI:10.3390/ani12233240
14. Roth, J., Tharappel, J., Wennergren, J., Lee, E., Madabhushi, V., Plymale, M. (2019). A comparative analysis of ventral hernia repair with a porcine hepatic-derived matrix and porcine dermal matrix. *International Journal of Abdominal Wall and Hernia Surgery*. Vol. 2, no. 3, 89 p. DOI:10.4103/ijawhs.ijawhs_20_19
15. Yurtkap, Y., den Hartog, F.P.J., van Weteringen, W., Jeekel, J., Kleinrensink, G.J., Lange, J.F. (2020). Evaluation of a new suture material (Duramesh™) by measuring suture tension in small and large bites techniques for laparotomy closure in a porcine model. *Hernia*. Vol. 24, no. 6, pp. 1317–1324. DOI:10.1007/s10029-020-02140-7
16. Saiding, Q., Chen, Y., Wang, J., Pereira, C.L., Sarmiento, B., Cui, W., Chen, X. (2023). Abdominal wall hernia repair: from prosthetic meshes to smart materials. *Materials Today Bio.*, 100691 p. DOI:10.1016/j.mtbio.2023.100691
17. Fesseha, H. (2020). Hernias in Farm Animals and its Management technique – A Review. *International Journal of Clinical Studies and Medical Case Reports*, Vol. 4, no. 4. DOI:10.46998/ijcmcr.2020.04.000091
18. Saha, T., Wang, X., Padhye, R., Houshyar, S. (2022). A review of recent developments of polypropylene surgical mesh for hernia repair. *Open Nano*, 100046 p. DOI:10.1016/j.onano.2022.100046
19. Fehér, D., Ferencz, A., Szabó, G., Juhos, K., Csukás, D., Voniatis, C., Reininger, L., Molnár, K., Jedlovsky-Hajdú, A., Wéber, G. (2021). Early and late effects of absorbable poly (vinyl alcohol) hernia mesh to tissue reconstruction. *IET Nanobiotechnology*. Vol. 15, no. 6, pp. 565–574. DOI:10.1049/nbt2.12015
20. Lombardi, J., Stec, E., Edwards, M., Connell, T., Sandor, M. (2023). Comparison of mechanical properties and host tissue response to OviTex™ and Strattice™ surgical meshes. *Hernia*. DOI:10.1007/s10029-023-02769-0
21. Lu, X., Khanna, A., Luzinov, I., Nagatomi, J., Harman, M. (2018). Surface modification of polypropylene surgical meshes for improving adhesion with poloxamine hydrogel adhesive. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, Vol. 107, no. 4, pp. 1047–1055. DOI:10.1002/jbm.b.34197
22. Wang, M., Yang, S., Cao, Z., Hu, S. (2020). Application of Acellular Tissue Matrix for Enhancement of Weak Abdominal Wall in Animal Model. *BioMed Research International*. Vol. 2020, pp. 1–10. DOI:10.1155/2020/3475289
23. Dohan Ehrenfest David, M. (2014). Classification of platelet concentrates (Platelet-Rich Plasma-PRP, Platelet-Rich Fibrin-PRF) for topical and infiltrative use in orthopedic and sports medicine: current consensus, clinical implications and perspectives. *Muscle, Ligaments and Tendons Journal*. DOI:10.11138/mltj/2014.4.1.0013
24. Anitua, E., Andia, I., Ardanza, B., Nurden, P., Nurden, A. (2004). Autologous platelets as a source of proteins for healing and tissue regeneration. *Thrombosis and Haemostasis*. Vol. 91, no. 01, pp. 4–15. DOI:10.1160/th03-07-0440
25. Li, Z.-H., Wu, G.-F., Song, H.-Q., Huang, K., Wu, B., Xu, X.-L., Zhu, L.-X. (2022). Artificial Dermal Scaffold Loaded with Platelet-Rich Plasma Promotes Wound Healing in Pigs by Favoring Angiogenesis. *Medical Science Monitor*. Vol. 28. DOI:10.12659/msm.936186
26. Shevchenko, S.M., Rublenko, M.V. (2020). Histohichna kharakterystyka zghustkiv fibrynu, zbahachenykh trombotsytamy i oderzhanykh za riznykh rezhymiv tsentryfuhuvannia krovi [Histological characteristics of fibrin clots enriched with platelets and obtained using various blood centrifugation regimes]. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho* [Scientific journal of the LNUVMB named after S.Z. Gzhytskoho]. *Veterynarni nauky* [Veterinary sciences], Vol. 22, no. 99, pp. 84–93. DOI:10.32718/nvlvet9914 (In Ukrainian).
27. Nathan, C. (2002). Points of control in inflammation. *Nature*. Vol. 420, no. 6917, pp. 846–852. DOI:10.1038/nature01320

28. Souza, M.R., Ibelli, A.M.G., Savoldi, I.R., Cantão, M.E., Peixoto, J.D.O., Mores, M.A.Z., Lopes, J.S., Coutinho, L.L., Ledur, M.C. (2020). Transcriptome analysis identifies genes involved with the development of umbilical hernias in pigs. *PLOS ONE*, Vol. 15, no. 5. DOI:10.1371/journal.pone.0232542
29. Antoniou, S.A., Antoniou, G.A., Granderath, F.A., Simopoulos, C. (2009). The role of matrix metalloproteinases in the pathogenesis of abdominal wall hernias. *European Journal of Clinical Investigation*, Vol. 39, no. 11, pp. 953–959. DOI:10.1111/j.1365-2362.2009.02199.x
30. Grindflek, E., Hansen, M.H.S., Lien, S., van Son, M. (2018). Genome-wide association study reveals a QTL and strong candidate genes for umbilical hernia in pigs on SSC14. *BMC Genomics*. Vol. 19, no. 1. DOI:10.1186/s12864-018-4812-9
31. Du, Z.-Q., Zhao, X., Vukasinovic, N., Rodriguez, F., Clutter, A.C., Rothschild, M.F. (2009). Association and Haplotype Analyses of Positional Candidate Genes in Five Genomic Regions Linked to Scrotal Hernia in Commercial Pig Lines. *PLoS ONE*, Vol. 4, no. 3. DOI:10.1371/journal.pone.0004837
32. Bielecki, T., Dohan Ehrenfest, D.M. (2012). Platelet-Rich Plasma (PRP) and Platelet-Rich Fibrin (PRF): Surgical Adjuvants, Preparations for In Situ Regenerative Medicine and Tools for Tissue Engineering. *Current Pharmaceutical Biotechnology*. no. 13, pp. 1121–1130. DOI:10.2174/138920112800624292
33. Dohan Ehrenfest, D.M., Rasmusson, L., Albrektsson, T. (2009). Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Trends in Biotechnology*, Vol. 27, no. 3, pp. 158–167. DOI:10.1016/j.tibtech.2008.11.009
34. Oryan, A., Alidadi, S., Moshiri, A., Bigham-Sadegh, A. (2014). Bone morphogenetic proteins: A powerful osteoinductive compound with non-negligible side effects and limitations. *International Union of Biochemistry and Molecular Biology*. Vol. 40 (5), pp. 459–481. DOI:10.1002/biof.1177
35. Peck, M.T., Hiss, D., Stephen, L. (2016). Factors affecting the preparation, constituents, and clinical efficacy of leukocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). *SADJ*. Vol. 71, no. 7, pp. 298–302.
36. Dohan, D.M., Choukroun, J., Diss, A., Dohan, S.L., Dohan, A.J.J., Mouhyi, J., Gogly, B. (2006). Platelet-rich fibrin (PRF): A second-generation platelet concentrate. Part II: Platelet-related biologic features. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, Vol. 101, pp. 45–50. DOI:10.1016/j.tripleo.2005.07.009
37. Arora, S., Agnihotri, N. (2016). Platelet Derived Biomaterials for Therapeutic Use: Review of Technical Aspects. *Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion*, Vol. 33 (2), pp. 159–167.
38. Baca-Gonzalez, L., Serrano Zamora, R., Rancan, L., González Fernández-Tresguerres, F., Fernández-Tresguerres, I., López-Pintor, R.M., López-Quiles, J., Leco, I., Torres, J. (2022). Plasma rich in growth factors (PRGF) and leukocyte-platelet rich fibrin (L-PRF): comparative release of growth factors and biological effect on osteoblasts. *International Journal of Implant Dentistry*, Vol. 8, no. 1. DOI:10.1186/s40729-022-00440-4
39. Soares, C.S., Dias, I.R., Barros, L.C., Pires, M.D.A., Carvalho, P.P. (2024). Management of canine wounds using platelet-rich fibrin (PRF) biomaterial. A case series report. *Veterinary Medicine and Science*. Vol. 10, no. 3. DOI:10.1002/vms3.1236
40. Zhang, S., Tan, H., Cheng, X., Dou, X., Fang, H., Zhang, C., Yang, G., Yang, H., Zhao, Y., Feng, T., Fan, H., Sha, W. (2024). Autologous platelet-rich fibrin enhances skin wound healing in a feline trauma model. *BMC Veterinary Research*. Vol. 20, no. 1. DOI:10.1186/s12917-024-04358-4
41. Tsai, H.-C., Chang, G.R.-L., Fan, H.-C., Ou-Yang, H., Huang, L.-C., Wu, S.-C., Chen, C.-M. (2019). A mini-pig model for evaluating the efficacy of autologous platelet patches on induced acute full thickness wound healing. *BMC Veterinary Research*. Vol. 15, no. 1. DOI:10.1186/s12917-019-1932-7
42. Aragosa, F., Fatone, G., Caterino, C., Cavalli, S., Piscitelli, A., Vallefucio, R., Lamagna, F., Della Valle, G. (2025). Evaluation of the Effects of Autologous Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin Membranes for Treating Chronic Wounds: A Prospective Study. *Animals*. Vol. 15, no. 1, 112 p. DOI:10.3390/ani15010112
43. Utomo, D.N., Mahyudin, F., Hernugrahanto, K.D., Suroto, H., Chilmi, M.Z., Rantam, F.A. (2018). Implantation of platelet rich fibrin and allogenic mesenchymal stem cells facilitate the healing of muscle injury: An experimental study on animal. *International Journal of Surgery Open*, Vol. 11, pp. 4–9. DOI:10.1016/j.ijso.2018.03.001
44. Oncu, E., Bayram, B., Kantarci, A., Gulsever, S., Alaaddinoglu, E. (2016). Positive effect of platelet rich fibrin on osseointegration. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*. DOI:10.4317/medoral.21026
45. Sam, G., Vadakkekuttikal, R., Amol, N. (2015). In vitro evaluation of mechanical properties of platelet-rich fibrin membrane and scanning electron microscopic examination of its surface characteristics. *Journal of Indian Society of Periodontology*, Vol. 19, no. 1, 32 p. DOI:10.4103/0972-124x.145821
46. Vidhale, G. (2015). Management of Radicular Cyst Using Platelet-Rich Fibrin & Iliac Bone Graft – A Case Report. *Journal of clinical and diagnostic research*. DOI:10.7860/jcdr/2015/13368.6136
47. Simon, J. (2013). Inflammation and Acute Phase Proteins in Haemostasis. *Acute Phase Proteins*. pp. 31–54. DOI:10.5772/55998
48. Melnykov, V. (2019). Osoblyvosti hostrofazovoi reaktsii ta yii korektsiia v khirurhichnii patolohii u svynei [Peculiarities of the acute phase reaction and its correction in surgical pathology in pigs]. *Naukovyi visnyk veterinaryarnoi medytsyny [Scientific Bulletin of Veterinary Medicine]*. no. 1 (149), pp. 111–118. DOI:10.33245/2310-4902-2019-149-1-111-118 (In Ukrainian).
49. Samuel, T.K., Gitlin J.D. (2006). Copper and nitric oxide meet in the plasma. *Nature Chemical Biology*. Vol. 2, no. 9, pp. 452–453. DOI:10.1038/nchembio0906-452

Dynamics of hematological and biochemical parameters in pigs using platelet-enriched fibrin during herniotomy of large hernias**Shevchenko S., Chemerovskiy V., Todosiuk T., Rublenko M.**

In general, abdominal wall hernias remain a significant problem because they cause considerable discomfort and lead to a number of complications, and the choice of treatment methods depends on the size of the hernial orifice and hernial sac. Herniotomy is the main and most effective method of treating abdominal wall hernias. Techniques that improve soft tissue healing include the use of platelet-enriched fibrin.

The aim of the study was to establish the dynamics of hematological and biochemical parameters during herniotomy of large hernias in pigs using platelet-enriched autofibrin.

Control and experimental groups of animals were formed, each of which included pigs with umbilical hernias. After general and local anesthesia, herniotomy was performed in the control group using the classical method, and in the experimental group, platelet-enriched fibrin was additionally used. Blood for

morphological and biochemical studies was collected before surgery, on the 3rd, 7th, and 14th days.

It was found that in the experimental group there was an early slight increase in the level of leukocytes and platelets. Differences in the leukogram were characterized by an increase in the proportion of eosinophils and segmented neutrophils, a decrease in the proportion of lymphocytes in the experimental group, and an increase in the percentage of monocytes in both groups.

Based on the dynamics of acute phase proteins, it was found that in the experimental group, haptoglobin levels were 1.4-1.6 times higher throughout the study period ($p < 0.001$) compared to the control group. The peak concentration of ceruloplasmin was established on the third day in both groups, but no significant differences between the groups were found.

The use of platelet-enriched fibrin in the treatment of abdominal wall hernias in pigs does not cause a significant systemic effect on the body and provides a more intense manifestation of the inflammatory-resorptive phase.

Keywords: platelets, PRF, erythrocytes, leukocytes, ceruloplasmin, haptoglobin, hernias.



Copyright: Шевченко С.М. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

**ORCID iD:**

Шевченко С.М.
Чемеровський В.О.
Тодосюк Т.П.
Рубленко М.В.

<https://orcid.org/0000-0002-9155-0619>
<https://orcid.org/0000-0001-5475-5642>
<https://orcid.org/0000-0002-9856-9793>
<https://orcid.org/0000-0001-9690-9531>

Наукове видання

Науковий вісник ветеринарної медицини

Збірник наукових праць

Випуск 2 (200) 2025

Редактор О.О. Грушко

Комп'ютерне верстання: В.С. Мельник

Зареєстрований у сфері друкованих медіа
(ідентифікатор R30-03972, затверджено рішенням Національної ради України
з питань телебачення і радіомовлення №1425 від 25.04.2024 р.).

Формат 60x84¹/₈. Ум. др. арк. 19,0. Наклад 300.

Підписано до друку 27.11.2025 р.

Видавець і виготовлювач:

Білоцерківський національний аграрний університет,
09117, Біла Церква, Соборна площа, 8/1, тел. 33-11-01,
e-mail: redakciaviddil@ukr.net

Свідоцтво внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру
видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції

№ 3984 ДК від 17.02.2011 р.