


МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ

УДК: 619:616.981.55/616-084

Клостридіози у тваринництві: сучасні аспекти етіології, діагностики та профілактикиУшкалов А.В. *Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»* Ушкалов А.В. E-mail: vetdocman@gmail.com

Ушкалов А.В. Клостридіози у тваринництві: сучасні аспекти етіології, діагностики та профілактики. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2026. № 1. С. 65–73.

Ushkalov A. Clostridiosis in livestock: modern aspects of etiology, diagnostics and prevention. *Nauk. visn. vet. med.*, 2026. № 1. PP. 65–73.

Рукопис отримано: 30.01.2026 р.

Прийнято: 12.02.2026 р.

Затверджено до друку: 19.05.2026 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2026-204-1-65-73

ISSN 2310-4902

У статті здійснено систематичний аналіз сучасних даних щодо клостридіозів у тваринництві, зокрема збудників роду *Clostridium*, таких як *C. perfringens*, *C. chauvoei*, *C. septicum*, *C. difficile* та *C. botulinum*. Предметом дослідження були етіологічні, культурально-морфологічні та токсингенні властивості клостридій, фактори їх епізоотичного поширення, а також сучасні методи лабораторної діагностики і профілактики інфекцій. Метою роботи було узагальнення наукових даних щодо токсинного поліморфізму, мультирезистентності, зоонозного потенціалу та способів контролю клостридіозів у тваринництві.

Для дослідження застосовано методи аналітичного та порівняльного аналізу літературних джерел: наукових публікацій останніх років, міжнародних і національних баз даних (PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar), офіційних матеріалів Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, Всесвітньої організації охорони здоров'я і Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин, а також нормативно-правових актів України у сфері ветеринарної медицини та безпеки харчових продуктів. Особливу увагу приділено сучасним підходам до лабораторної діагностики, включаючи комбіноване використання культуральних методів, ПЛР та молекулярного типування токсиногенних генів, а також профілактичним заходам, що передбачають вакцинацію, оптимізацію годівлі, дотримання біобезпеки та використання пробіотичних препаратів.

Результати дослідження підтверджують, що клостридії характеризуються високою екологічною пластичністю і здатні тривалий час перебувати в ґрунті, кормі та кишечнику тварин. *C. perfringens* залишається провідним етіологічним агентом ентеротоксемій, некротичних ентеритів та міонекрозів у різних видів тварин, при цьому токсин NetB у птахівництві та β -токсин у свинарстві визначають тяжкість клінічних проявів. *C. chauvoei* та *C. septicum* зумовлюють гострі гістіотоксичні інфекції з високою летальністю у ВРХ та дрібних жуйних. Токсигенні штами *C. difficile* демонструють зоонозний потенціал та можуть циркулювати між тваринами і людиною. Встановлено поширення мультирезистентних ізолятів *C. perfringens*, що ускладнює терапію і підкреслює необхідність регулярного моніторингу антибіотикорезистентності.

Отже, ефективна профілактика клостридіозів потребує інтегрованого підходу, що поєднує контроль за токсиногенними штамми, вакцинацію, оптимізацію годівлі, дотримання біобезпеки та використання пробіотиків, що дозволяє знизити захворюваність і летальність тварин, а також підвищити безпечність продукції тваринництва.

Ключові слова: *Clostridium spp.*, клостридіози, токсиногенність, мультирезистентність, лабораторна діагностика, профілактика, тваринництво, пробіотики, зоонози.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. За сучасних умов глобалізації, інтенсифікації аграрного виробництва та зростаючих викликів продовольчої безпеки виробництво продукції тваринництва набуває стратегічного значення для забезпечення сталого розвитку аграрного сектору та економіки загалом [1]. Тваринництво відіграє ключову роль у формуванні продовольчих ресурсів, забезпеченні населення повноцінним білком і підтриманні соціально-економічної стабільності, особливо в країнах з розвиненим аграрним сектором.

За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, системи тваринництва забезпечують засоби до існування для близько 1,3 млрд осіб у світі, формуючи до 40 % сільськогосподарського валового внутрішнього продукту та близько 34 % світового білкового балансу [2]. Продовольча безпека визначається Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН як стан, за якого кожна людина має постійний фізичний, соціальний та економічний доступ до безпечної й поживної їжі. Водночас питання продовольчої безпеки залишаються одними з найбільш актуальних і складних для вирішення, зокрема в умовах біологічних ризиків.

У цьому контексті особливої актуальності набуває аналіз факторів, що впливають на здоров'я тварин і безпечність продукції тваринництва, серед яких важливе місце посідають бактеріальні інфекції, зокрема збудники роду *Clostridium*. Якість і безпечність продуктів тваринного походження є одним із ключових компонентів національної продовольчої безпеки України та безпосередньо залежать від епізоотичного благополуччя тваринницьких господарств [3].

Інфекційні захворювання, спричинені бактеріями роду *Clostridium*, залишаються серйозною проблемою для тваринництва різних форм власності, особливо за умов високої концентрації поголів'я та інтенсивного використання промислових технологій утримання тварин. Порушення ветеринарно-санітарних вимог, стресові чинники, зміни раціонів, використання концентрованих кормів і вплив несприятливих факторів довкілля створюють передумови для виникнення та поширення клостридіальних інфекцій [4].

Клостридіальні інфекції традиційно розглядаються як одна з найбільш небезпечних груп захворювань у ветеринарній медицині через здатність збудників продукувати потужні токсини та зумовлювати тяжкі, часто летальні форми хвороб. Водночас клостридіози

мають суттєве значення і для гуманної медицини, що обумовлює їх міждисциплінарне поширення та актуальність у межах концепції «Єдине здоров'я» [5].

Рід *Clostridium* був уперше описаний Празмовським у 1880 році. Нині відомо понад 225 видів клостридій, поширених у різних кліматичних і географічних зонах. Це грам-позитивні, спороутворювальні, більшість видів строгі анаероби, значна частина яких є компонентами нормальної кишкової мікробіоти тварин і людини, однак лише окремі види мають виражені патогенні властивості [6]. Захворювання, спричинені цими бактеріями, об'єднують під загальною назвою клостридіози та характеризуються високою летальністю, значними економічними втратами й складністю профілактики [6, 7].

Особливе значення серед клостридій має *C. perfringens*, який широко поширений у навколишньому середовищі та продуктах тваринного походження. За результатами досліджень, понад 11 % зразків яловичини, курятини та сирого молока були контаміновані цим збудником, причому значна частина ізолятів мала мульти-лікарсько-резистентні профілі та гени токсинів, включно з *cpe* [8]. Це істотно ускладнює контроль збудника та підвищує ризик виникнення харчових токсикоінфекцій у людей.

Доведено, що *C. perfringens* часто виявляється у кишечнику сільськогосподарських і домашніх тварин без клінічних ознак захворювання. Найвищі рівні носійства реєструють у котів і собак, однак збудник також поширений серед ВРХ, овець і кіз. Таке безсимптомне носійство створює потенційні ризики передачі патогена людині через контакт або харчові ланцюги, що підтверджує його зоонозний потенціал [9].

Окрему увагу в сучасних дослідженнях приділяють *C. difficile*, токсигенні штами якого широко поширені серед продуктивних тварин, коней і домашніх улюбленців. Виявлення ідентичних риботипів у людей і тварин свідчить про можливість міжвидової передачі та роль тваринництва у підтриманні циркуляції збудника в довкіллі та харчових ланцюгах [10, 11].

Значну небезпеку для тварин і людей становить *C. botulinum*, який продукує ботулотоксини – одні з найпотужніших відомих природних токсинів. Інфікування людини найчастіше пов'язане зі споживанням контамінованих продуктів тваринного походження, що робить ботулізм класичним прикладом харчового клостридіального зоонозу та підкреслює важливість ветеринарного контролю [12].

Ускладнює діагностику та профілактику клостридіозів їх асоційований перебіг. Зокрема, встановлено одночасну циркуляцію *C. perfringens*, *C. sordellii* та *C. septicum* у молодняку дрібної рогатої худоби з геморагічним абомаситом, водночас виявлені штами несли токсиногенні гени, пов'язані з тяжким перебігом захворювань [12, 13].

Захворювання, спричинені клостридіями, зазвичай мають тяжкий перебіг і несприятливий прогноз. Діагностика ускладнена, а специфічна профілактика не завжди ефективна через значну видову та токсинну різноманітність збудників. Багато антибактеріальних препаратів і дезінфекційних засобів є природно малоефективними проти клостридій, особливо їхніх спорових форм [14–16].

Незважаючи на значну кількість досліджень, відомості про клостридії як збудників інфекційних хвороб тварин залишаються фрагментарними та потребують систематизації. Недостатньо узагальненими є дані щодо видового різноманіття клостридій, їх токсинного профілю та ролі у формуванні різних клінічних форм захворювань. Актуальними залишаються питання лабораторної діагностики клостридіозів, зокрема стандартизації методів виділення та ідентифікації збудників, інтерпретації результатів досліджень і диференціації клостридіальних інфекцій від інших анаеробних уражень. Це обумовлює необхідність узагальнення сучасних наукових даних з метою вдосконалення підходів до діагностики та профілактики клостридіозів у ветеринарній практиці.

Мета дослідження полягала у систематизації та узагальненні сучасних наукових даних щодо етіологічних, біологічних та епізоотологічних особливостей бактерій роду *Clostridium*, їх ролі у виникненні бактеріальних хвороб тварин, а також у висвітленні сучасних підходів до лабораторної діагностики, профілактики та контролю клостридіозів у ветеринарній медицині.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження виконано у форматі систематизованого нарративного огляду наукової літератури з елементами структурованого пошуку джерел. Пошук публікацій здійснювали у міжнародних наукометричних базах даних PubMed, Scopus, Web of Science Core Collection та пошуковій системі Google Scholar.

Пошукову стратегію формували з використанням логічних операторів (AND, OR) та комбінацій ключових слів англійською мовою:

- *Clostridium spp.*;
- *Clostridium perfringens*, *Clostridium*

chauvoei, *Clostridium septicum*, *Clostridium difficile*, *Clostridium botulinum*;

- *clostridial infections in livestock*;
- *enterotoxemia, necrotic enteritis, myonecrosis*;
- *toxin genes, toxigenicity*;
- *antimicrobial resistance, multidrug resistance*;
- *laboratory diagnostics, PCR, molecular typing*;
- *zoonotic potential*;
- *prevention, vaccination, probiotics in livestock*.

Додатково використовували українські ключові слова: «клостридіози тварин», «ентеротоксемія», «некротичний ентерит», «токсिनогенність», «антибіотикорезистентність», «лабораторна діагностика», «профілактика клостридіозів».

Глибина пошуку охоплювала переважно період 2015–2025 років. Окремі фундаментальні джерела (монографії, класичні огляди) більш ранніх років включали за умови їх наукової значущості та цитованості. Пошук проводили через аналіз назв, анотацій і ключових слів публікацій. У разі відповідності тематиці здійснювали повнотекстовий аналіз статей.

Критерії включення джерел:

1. Публікації у рецензованих наукових виданнях.
2. Дослідження, присвячені клостридіям як збудникам інфекцій у сільськогосподарських тварин.
3. Наявність даних щодо токсиногенності, молекулярної характеристики, антибіотикорезистентності або сучасних методів діагностики й профілактики.
4. Доступність повного тексту статті.
5. Відповідність концепції «One Health» у контексті зооозного потенціалу (за наявності).

Критерії виключення:

- публікації без рецензування;
- тези конференцій без повного тексту;
- роботи, що не стосувалися ветеринарної медицини або продуктивних тварин;
- дублікати результатів;
- статті з недостатньою методичною описовістю.

На першому етапі пошуку було ідентифіковано 64 джерела. Після видалення дублікатів та первинного скринінгу назв і анотацій виключено 28 публікацій як нерелевантні тематиці дослідження. Повнотекстовий аналіз проведено для 36 джерел, з яких 11 не відповідали встановленим критеріям включення.

У підсумковий аналіз включено 25 наукових праць та офіційні документи міжнародних організацій. Оцінювання релевантності здійснювали за такими параметрами:

- відповідність темі дослідження;
- наукова новизна та актуальність;
- методологічна обґрунтованість дослідження;
- рівень доказовості (експериментальні дослідження, систематичні огляди, метааналізи);
- індексация журналу в міжнародних базах даних;
- показники цитованості (за наявності).

Додатково аналізували офіційні матеріали міжнародних організацій (Продовольча та сільськогосподарська організація ООН, Всесвітня організація охорони здоров'я, Всесвітня організація охорони здоров'я тварин), нормативно-правові акти України у сфері ветеринарної медицини та безпеки харчових продуктів, а також сучасні клінічні рекомендації щодо профілактики клостридіозів.

Узагальнення отриманих даних здійснювали методами аналітичного, порівняльного та системного аналізу з подальшою інтерпретацією результатів відповідно до мети дослідження.

Результати дослідження та обговорення. Сучасні наукові дослідження підтверджують, що бактерії роду *Clostridium* характеризуються надзвичайною екологічною пластичністю, що забезпечує їх широке поширення у природних та аграрних екосистемах. Клостридії є постійними мешканцями ґрунту, води, кормів, фекалій тварин та кишкового тракту теплокровних організмів, де вони можуть перебувати як у формі сапрофітів, так і умовно-патогенних агентів. За даними огляду Kumar et al. (2023), понад 70 % ізолятів *Clostridium spp.* зразків ґрунту та кормів містять гени токсинів, що зумовлює їхній потенціал до індукції клінічних форм захворювання за наявності сприятливих умов [17].

Епізоотологічні дослідження, проведені в Європі та Північній Америці, свідчать про стабільне зростання частоти клостридіозів серед продуктивних тварин, особливо у промислових системах утримання. Встановлено, що клостридіальні інфекції займають одне з провідних місць серед причин гострої загибелі молодняку жуйних та свиней. За даними Jerram (2019), у 38–46 % випадків раптової загибелі телят етіологічним чинником були токсигенні штами *C. septicum*, *C. chauvoei* та *C. perfringens* [18].

Особливе значення серед клостридій має *C. perfringens*, який є одним із найбільш поширених анаеробних патогенів у тваринництві. Він продукує понад 20 токсинів, серед яких α -, β -, ϵ - та ι -токсини відіграють провідну роль у патогенезі ентеротоксемій, некротичних ентеритів та міонекрозів. Генетичні дослідження підтверджують високий рівень токсинного поліморфізму цього виду. Зокрема, Nayati et al. (2025) встановили значну генетичну варіабельність ізолятів *C. perfringens*, отриманих від здорових і хворих тварин, що свідчить про активну циркуляцію токсигенних клонів у популяціях сільськогосподарських тварин [19].

У птахівництві *C. perfringens* є основним етіологічним агентом некротичного ентериту, який вважається однією з найбільш економічно значущих хвороб у промисловому вирощуванні бройлерів. Захворювання характеризується гострим або підгострим перебігом, розвитком некротичних уражень слизової оболонки тонкого кишечника, зниженням приростів живої маси, погіршенням конверсії корму та підвищеною смертністю. Встановлено, що ключову роль у патогенезі некротичного ентериту відіграє токсин NetB, який індукує пороутворення в мембранах ентероцитів, порушує цілісність кишкового епітелію та сприяє транслокації бактеріальних токсинів у кровообіг. Наявність гена *netB* у штамів *C. perfringens* тісно корелює з тяжкістю клінічних проявів і рівнем економічних втрат у птахівничих господарствах. Крім того, доведено, що розвиток некротичного ентериту значною мірою детермінується взаємодією між токсигенними штамми *C. perfringens*, складом кишкової мікробіоти та технологічними чинниками, зокрема високобілковими раціонами, мікотоксинами та стресовими факторами. Сучасні дослідження також підтверджують зростання частоти виділення мультирезистентних штамів *C. perfringens* у птахівничих господарствах, що суттєво обмежує можливості антибактеріальної терапії та підкреслює актуальність пошуку альтернативних стратегій профілактики, включно з використанням пробіотиків, пребіотиків і вакцин нового покоління [20].

У свинарстві клостридіози, спричинені *C. perfringens* типів А та С, залишаються однією з провідних причин неонатальної діареї та ентеротоксемії, що супроводжуються значними економічними втратами через високу летальність, зниження приростів та витрати на лікування. Комплексний огляд сучасних досліджень, проведений Songer

та Uzal (2023), засвідчив, що *C. perfringens* типу С є основним етіологічним агентом гострих геморагічних ентеритів у новонароджених поросят, а ключову роль у патогенезі відіграє β -токсин, який індукує некроз ентероцитів, руйнування міжклітинних контактів та масивне ушкодження слизової оболонки кишечника. Автори зазначають, що клінічний перебіг захворювання характеризується раптовим початком, тяжкою діареєю з домішками крові, швидким розвитком дегідратації та летальністю, що може перевищувати 50–70 % у перші 72 години життя поросят. Особливу небезпеку становить блискавичний перебіг хвороби, за якого смерть може наставати без виражених продромальних симптомів, що значно ускладнює своєчасну діагностику та терапію [21].

У жуйних тварин клостридіальні інфекції, зумовлені *C. chauvoei* та *C. septicum*, залишаються важливою групою гострих інфекційних процесів із високою летальністю та значними економічними наслідками. *C. chauvoei* є причиною емфізематозного карбункулу – швидкоплинного гістіотоксичного захворювання, що проявляється некротичним міозитом великих груп м'язів із системною інтоксикацією та високою смертністю, особливо серед молодих тварин (6–24 місяці). Подібні клінічні форми характеризуються масивним газоутворенням у тканинах і некрозом м'язових волокон, що класично асоціюється з проникненням і активацією спорових форм збудника у сприятливих анаеробних умовах у м'язовій тканині або після травм/стресових станів. *C. septicum* є одним із головних збудників злякисного набряку у ВРХ і дрібних жуйних; цей стан проявляється глибоким некротичним ураженням м'язиків тканин із вираженим набряком, гнійним процесом і часто летальним перебігом, особливо без своєчасного лікування. Обидва патогени продукують потужні токсини, включно з α -токсинами та іншими ферментами, що руйнують клітинні мембрани, сприяють ішемії й некрозу тканин, що визначає тяжкість захворювань і складність їх клінічного ведення. Систематичні огляди підкреслюють, що ці гістіотоксичні клостридіози значною мірою залежать від екологічних, технологічних та імунологічних факторів, включно зі станом біобезпеки, рівнем вакцинації тварин і умовами утримання, а також першочергова увага має приділятися профілактиці та своєчасній діагностиці для зменшення втрат у тваринництві (що вказано в сучасних оглядових дослідженнях клостридіальних інфекцій у ВРХ) [23].

Окрему увагу сучасні дослідження приділяють *C. difficile*, який розглядається як важливий зоонозний агент. Встановлено, що тварини можуть відігравати роль резервуару токсигенних штамів, які передаються людині через харчові ланцюги. За даними Pellissery et al. (2022), риботипи RT078 та RT014 домінують як у тваринницьких господарствах, так і серед клінічних ізолятів у людей, що підтверджує міжвидову циркуляцію збудника [24].

Необхідно зазначити, що за сучасних таксономічних уявлень, цей мікроорганізм більше не належить до роду *Clostridium*. У результаті перегляду філогенетичних зв'язків на основі аналізу 16S rRNA та геномних досліджень його було перекласифіковано в окремий рід *Clostridioides*. Отже, *Clostridioides difficile* є спорідненим до клостридій анаеробним спороутворювальним бактерійним видом, однак таксономічно відокремленим від роду *Clostridium* [25].

Незважаючи на зміну номенклатури, цей збудник зберігає важливе медико-ветеринарне значення, оскільки токсигенні штами широко циркулюють серед продуктивних тварин, коней і домашніх улюбленців та розглядаються як потенційний зоонозний агент у межах концепції «One Health».

Дослідження антибіотикорезистентності *C. perfringens* показують, що цей вид здатний формувати мультирезистентні профілі, що значно ускладнює лікування клінічних форм інфекцій і підвищує ризики передачі збудника через харчові ланцюги. Зокрема, у дослідженні, присвяченому ізолятам *C. perfringens* з продуктів тваринного походження (включно з яловичиною, курячим м'ясом та сирим молоком), загалом 74 % виділених штамів мали мультирезистентний профіль, проявляючи стійкість до тетрациклінів, лінкоміцинів, еритроміцину, енрофлоксацину та ампіциліну. Пошук відповідних маркерів резистентності підтвердив наявність генів, що кодують резистентність до цих класів антибіотиків, зокрема tet та erm(B), що свідчить про широке розповсюдження механізмів антибіотикорезистентності у популяціях *C. perfringens*, пов'язаних із тваринами та харчовою продукцією. Ці дані підкреслюють необхідність регулярного моніторингу чутливості до протимікробних препаратів, оптимізації антибіотичної терапії та впровадження політик, спрямованих на обмеження надмірного застосування антибіотиків у тваринництві [26].

Лабораторна діагностика клостридіозів у тварин є складною через анаеробність збудників та багатоаспектну токсинну варіабельність

різних видів *Clostridium*. Сучасні дослідження підтверджують, що класичне анаеробне культивування має високу специфічність, але може бути недостатньо чутливим та повільним, особливо за низької концентрації і бактерій у матеріалі. У дослідженні Kalender et al. (2023) *C. perfringens*, *C. sordellii* та *C. septicum* ідентифікували із зразків із шлунково-кишкового тракту ягнят і козенят з геморагічним абомаситом за допомогою традиційних культуральних методів у поєднанні з PCR для визначення токсинних генів, що дозволило встановити домінуючі клостридіальні види та їх токсинний профіль у 86,8 % випадків [25].

Такі комбіновані підходи значно підвищують точність діагностики у порівнянні з виключно культуральними чи серологічними тестами, дозволяючи чітко розрізнити види та штами, які мають клінічне значення для тваринництва. Одночасно, з іншого боку, сучасна мультиплексна ПЛР дозволяє швидко виявляти кілька токсигенних мішеней у одному аналізі, що особливо важливо за субклінічних або змішаних інфекцій, де лише традиційні методи часто є недостатньо інформативними [26].

Сучасні підходи до профілактики клостридіозів у тваринництві поступово переходять від широкого застосування антибіотиків до комплексних стратегій, які включають вакцинацію, оптимізацію годівлі, покращення біобезпеки та використання пробіотичних препаратів. Особливу увагу приділяють пробіотикам як ефективній альтернативі антибіотикам у контролі *C. perfringens*-асоційованих кишкових захворювань у молодяку тварин. Наприклад, клінічне дослідження показало, щоденне застосування комерційних пробіотичних препаратів, що містять *Lactobacillus animalis*, *Propionibacterium freudenreichii* та штами *Bacillus*, значно знижувало частоту й тяжкість діарейних проявів, спричинених *C. perfringens*, у телят і позитивно впливало на загальний стан здоров'я та продуктивність тварин порівняно з контрольною групою. Такі пробіотичні добавки можуть модулювати склад кишкової мікробіоти, створювати конкурентне середовище для патогенів і зміцнювати бар'єрну функцію кишечника, що сприяє зниженню колонізації *Clostridium* і зменшенню ризику розвитку клостридіозів без застосування антибіотиків. Крім того, у галузі птахівництва дослідження продемонстрували, що *Bacillus subtilis* DSM29784 здатний запобігати розвитку субклінічного некротичного ентериту, пов'язаного з *C. perfringens*, підвищуючи експресію імунологічно важливих

білків і підтримуючи нормальний стан слизової оболонки тонкого кишечника [Wang et al., 2023]. Ці дані підкреслюють потенціал пробіотичних стратегій як частини інтегрованого підходу до профілактики клостридіальних інфекцій у тваринництві за умов обмеження антибіотикотерапії та зростання резистентності патогенів [26].

Поряд із міжнародними дослідженнями, українські вчені активно вивчають епізоотичні особливості клостридіозів у різних тваринницьких господарствах. Зокрема, роботи Н. Д. Левківської та ін. (2019) висвітлюють взаємозв'язок між умовами утримання, годівлею та частотою виникнення клостридіозів у господарствах Рівненської області. Автори також оцінювали ефективність вакцинопрофілактики, що дозволяє оптимізувати схеми імунізації та підкреслює важливість системного епізоотологічного моніторингу для контролю захворювання.

Ю. К. Дунаєв та ін. (2020) здійснили аналіз поширення та клінічного перебігу клостридіозів у різних видів тварин по території України, оцінюючи виділення *Clostridium perfringens* із патологічного матеріалу та рівні антибіотикорезистентності ізолятів. Важливим внеском є встановлення сучасної епізоотичної ситуації, що дозволяє коригувати терапевтичні підходи та впроваджувати ефективні профілактичні заходи. Дослідження Zh. Kaziyeв та співавт. (2024) додатково підтверджують значення ранньої діагностики клостридійних інфекцій у кролівництві для запобігання економічним втратам та удосконалення протиепізоотичних програм.

Отже, результати сучасних досліджень підтверджують провідну роль бактерій роду *Clostridium* у формуванні інфекційної патології тварин, їх високий зоонозний потенціал та здатність до формування мультирезистентних популяцій. Це обґрунтовує необхідність удосконалення лабораторної діагностики, профілактичних програм та систем біобезпеки у тваринницьких господарствах.

Висновки. Бактерії роду *Clostridium* залишаються одними з провідних патогенів у тваринництві, спричинюючи тяжкі захворювання, такі як ентеротоксемії, некротичні ентерити, міонекрози та гістіотоксичні інфекції, що супроводжуються високою летальністю та значними економічними втратами. Значний зоонозний потенціал клостридій, зокрема *C. perfringens*, *C. difficile* та *C. botulinum*, підкреслює необхідність міждисциплінарного підходу у межах концепції «Єдине здоров'я». Високий рівень токсинного поліморфізму

та циркуляція мультирезистентних штамів у популяціях тварин ускладнюють терапію та контроль клостридіозів, що зумовлює потребу регулярного моніторингу антибіотикорезистентності. Сучасна лабораторна діагностика має базуватися на комбінованих підходах, які включають культуральні методи, ПЛР та молекулярне типування токсиногенних генів, що забезпечує точну ідентифікацію збудників і дозволяє оцінити їх патогенність. Ефективна профілактика клостридіозів потребує комплексного підходу, який поєднує вакцинацію, оптимізацію годівлі, дотримання біобезпеки та використання пробіотичних препаратів, що дозволяє значно знизити поширення клостридіальних інфекцій без застосування антибіотиків і підвищити здоров'я та продуктивність тварин у господарствах.

Перспективою подальших досліджень є вивчення виділених ізолятів клостридій від тварин, що дасть змогу отримати сучасні дані стосовно епізоотичної ситуації щодо інфекційних хвороб, збудником яких є бактерії роду *Clostridium*.

Відомості про дотримання біоетичних норм: не використовувалось.

Відомості про конфлікт інтересів: відсутній.

Подяки: відсутні.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Глушков О.А. Глобальні тенденції виробництва продукції тваринництва: корисний досвід для України. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2025. № 4 (207). С. 39–49. DOI:10.20998/2313-8890.2025.04.03
2. Food security and livestock: a comprehensive review of sustainability, challenges and innovative solutions / Z.H. Naqvi et al. *Agrobiological Records*. 2025. 20. P. 50–58. DOI:10.47278/journal.abr/2025.019
3. Серологічний моніторинг бактеріальних зоонозних патогенів у Харківській області (Україна) за 2011–2024 роки / А.В. Ушкалов та ін. *One Health Journal*. 2025. 3 (V). С. 21–34. DOI:10.31073/onehealthjournal2025-V-03
4. Левківська Н.Д., Левківський Д.М., Гутий Б.В. Епізоотичні особливості прояву клостридіозів та засоби специфічної профілактики тварин у ТОВ СГП імені Воловікова Гоцанського району Рівненської області. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Ветеринарні науки*. 2019. 21 (94). С. 86–94. DOI:10.32718/nvlvet9423 ISSN 2518–1327
5. Дунаєв Ю.К., Гадзевич О.В., Дунаєва О.В. Особливості поширення та перебігу клостридіозів у тваринницьких господарствах України у 2019 році. *Ветеринарна медицина*. 2020. № 106. С. 36–39. DOI:10.36016/VM-2020-106-7
6. Salvarani F.M., Vieira E.V. Clostridial infections in cattle: a comprehensive review with emphasis on current data gaps in Brazil. *Animals*. 2024. 14 (20). 2919 p. DOI:10.3390/ani14202919
7. Robi D. T., Mossie T., Temteme S. A comprehensive review of the common bacterial infections in dairy calves and advanced strategies for health management. *Veterinary Medicine (Auckland, N.Z.)*. 2024. 15. P. 1–14. DOI:10.2147/VMRR.S452925
8. *Clostridium perfringens* associated with food-borne infections of animal origins: insights into prevalence, antimicrobial resistance, toxin genes profiles, and toxinotypes / M.M. Bendary et al. *Biology*. 2022. 11 (4). 551 p. DOI:10.3390/biology11040551
9. Carriage of *Clostridium perfringens* in domestic and farm animals across the central highlands of Colombia: implications for gut health and zoonotic transmission / A. Camargo et al. *Veterinary Research Communications*. 2024. 48 (4). P. 2857–2862. DOI:10.1007/s11259-024-10345-9
10. Kachrimanidou M., Tzika E., Filioussis G. *Clostridioides (Clostridium) difficile* in food-producing animals, horses and household pets: a comprehensive review. *Microorganisms*. 2019. 7 (12). 667 p. DOI:10.3390/microorganisms7120667
11. Pellissery A.J., Vinayamohan P.G., Venkitanarayanan K. *Clostridioides difficile* infection: an emerging zoonotic disease. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 2022. 53 (2). P. 129–142. DOI:10.51966/jvas.2022.53.2.129-142
12. Detection and molecular characterization of *Clostridium perfringens*, *Paenoclostridium sordellii* and *Clostridium septicum* from lambs and goat kids with hemorrhagic abomasitis in Turkey / H. Kalender et al. *BMC Veterinary Research*. 2023. 19 (1). 8 p. DOI:10.1186/s12917-023-03569-5
13. Lawson P.A., Citron D.M., Tyrrell K.L., Finegold S.M. Reclassification of *Clostridium difficile* as *Clostridioides difficile* (Hall and O'Toole 1935) Prévot 1938. *Anaerobe*. 2016. 40. P. 95–99. DOI:10.1016/j.anaerobe.2016.06.008. Epub 2016 Jun 28. PMID: 27370902.
14. Simpson K.M., Callan R.J., Van Metre D.C. (2018). Clostridial abomasitis and enteritis in ruminants. *Vet Clin Food Anim*. 34. P. 155–184. DOI:10.1016/j.cvfa.2017.10.010
15. Uzal F.A., Songer J.G., Prescott J.F., Popoff M.R. *Clostridial diseases of animals*. Ames, IA: Wiley and Blackwell, 2016. 360 p.
16. Busol V., Mandugra M., Boyko P., Kurtyak B. Evolution of pathogenicity *Clostridium chauvoei*. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*. 2016. 18 (2(66)). P. 24–29. DOI:10.15421/nvlvet6606
17. The pore structure of *Clostridium perfringens* epsilon toxin / C.G. Savva et al. *Nature Communications*. 2019. 10 (1). 2641 p. DOI:10.1038/s41467-019-10645-8
18. Diagnostic studies for enterotoxaemia in rabbits / Zh. Kazyev et al. *Ukrainian Journal of Veterinary Sciences*. 2024. 15 (3). P. 94–112. DOI:10.31548/veterinary3.2024.94
19. Kumar S., Singh V., Kumar S. *Clostridium perfringens* food poisoning: an update on toxins, occurrence, diseases and detection techniques. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*. 2023. 8 (3). P. 146–154. DOI:10.22271/veterinary.2023.v8.i3b.530

20. Jerram L. Clostridial disease in cattle. *Livestock*. 2019. 24. P. 274–279. DOI:10.12968/live.2019.24.6.274

21. Hayati M., Alebouyeh M., Mahmoudi M. (2025). Genomic diversity of *Clostridium perfringens* isolates from healthy and enterotoxemia affected livestock using MLVA method. *Archives of Veterinary Medicine*. 18 (2). P. 89–101. DOI:10.46784/e-avm.v18i2.475

22. Fathima S., Hakeem W.G.A., Shanmugasundaram R., Selvaraj R.K. Necrotic enteritis in broiler chickens: a review on the pathogen, pathogenesis, and prevention. *Microorganisms*. 2022. 10 (10). 1958 p. DOI:10.3390/microorganisms10101958

23. Songer J.G., Uzal F.A. Clostridial diarrheas in piglets: a review. *Veterinary Microbiology*. 2023. 280. P. 2–10. DOI:10.1016/j.vetmic.2023.109691

24. Efficacy of two probiotic products fed daily to reduce *Clostridium perfringens* based adverse health and performance effects in dairy calves / C. Cull et al. *Antibiotics (Basel)*. 2022. 11 (11). 1513 p. DOI:10.3390/antibiotics11111513

25. *Bacillus subtilis* DSM29784 attenuates *Clostridium perfringens* induced subclinical necrotic enteritis in broiler chickens / Y. Wang et al. *Frontiers in Microbiology*. 2023. 14. P. 1–17. DOI:10.3389/fmicb.2023.1138903

REFERENCES

1. Hlushkov, O.A. (2025). Hlobal'ni tendentsii vyrobnytstva produktsii tvarynnytstva: korysny dosvid dlia Ukrainy [Global trends in livestock production: useful experience for Ukraine]. *Enerhozberezhennia. Enerhetyka. Enerhoaudit* [Energy Saving. Energy. Energy Audit]. no. 4 (207), pp. 39–49. DOI:10.20998/2313-8890.2025.04.03 (In Ukrainian).

2. Naqvi, Z.H., Maqbool, B., Arshad, M.I., Aderibigbe, A., Gul, S.T. (2025). Food security and livestock: a comprehensive review of sustainability, challenges and innovative solutions. *Agrobiological Records*, 20, pp. 50–58. DOI:10.47278/journal.abr/2025.019

3. Ushkalov, A.V., Vygovska, L.M., Melnyk, V.V., Romanko, M.Ye., Paliy, A.P., Ushkalov, V.O. (2025). Serolohichnyi monitorynh bakterial'nykh zoonoznykh patoheniiv u Kharkivskii oblasti (Ukraina) za 2011–2024 roky [Serological monitoring of bacterial zoonotic pathogens in Kharkiv region (Ukraine) during 2011–2024]. *One Health Journal*, 3 (V), pp. 21–34. DOI:10.31073/onehealthjournal2025-V-03 (In Ukrainian).

4. Levkivska, N.D., Levkivskiy, D.M., Huty, B.V. (2019). Epizootychni osoblyvosti proiavu klostridioziv ta zasoby spetsyfichnoi profilaktyky tvaryn u TOV SGI imeni Volovikova Hoshchanskoho raionu Rivnenskoï oblasti [Epizootic features of clostridial diseases and methods of specific prevention in animals at TOV SGP named after Volovikov, Hoshchansky district, Rivne region]. *Naukovyi visnyk LNU-VMB imeni S.Z. Hzhyskoho* [Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies]. *Veterinarni nauky* [Veterinary Sciences], 21 (94), pp. 86–94. DOI:10.32718/nvlvet9423 ISSN 2518–1327 (In Ukrainian).

5. Dunaiev, Yu.K., Hadzevych, O.V., Dunaieva, O.V. (2020). Osoblyvosti poshyrennia ta perebihu klostridioziv u tvarynnytskykh hospodarstvakh Ukrainy u 2019 rotsi [Features of the spread and course of clostridial infections in livestock farms of Ukraine in 2019]. *Veterinarna medytsyna* [Veterinary Medicine]. no. 106, pp. 36–39. DOI:10.36016/VM-2020-106-7 (In Ukrainian).

6. Salvarani, F.M., Vieira, E.V. (2024). Clostridial infections in cattle: a comprehensive review with emphasis on current data gaps in Brazil. *Animals*, 14 (20), 2919 p. DOI:10.3390/ani14202919

7. Robi, D.T., Mossie, T., Temteme, S. (2024). A comprehensive review of the common bacterial infections in dairy calves and advanced strategies for health management. *Veterinary Medicine (Auckland, N.Z.)*, 15, pp. 1–14. DOI:10.2147/VMRR.S452925

8. Bendary, M.M., Abd El-Hamid, M.I., El-Tarabili, R.M., Hefny, A.A., Algendy, R.M., Elzohairy, N.A., Ghoneim, M.M., Al-Sanea, M.M., Nahari, M.H., Moustafa, W.H. (2022). Clostridium perfringens associated with foodborne infections of animal origins: insights into prevalence, antimicrobial resistance, toxin genes profiles, and toxotypes. *Biology*, 11 (4), 551 p. DOI:10.3390/biology11040551

9. Camargo, A., Páez-Triana, L., Camargo, D., García-Corredor, D., Pulido-Medellín, M., Camargo, M., Ramírez, J.D., Muñoz, M. (2024). Carriage of *Clostridium perfringens* in domestic and farm animals across the central highlands of Colombia: implications for gut health and zoonotic transmission. *Veterinary Research Communications*, 48 (4), pp. 2857–2862. DOI:10.1007/s11259-024-10345-9

10. Kachrimanidou, M., Tzika, E., Filioussis, G. (2019). Clostridioides (*Clostridium*) *difficile* in food-producing animals, horses and household pets: a comprehensive review. *Microorganisms*, 7 (12), 667 p. DOI:10.3390/microorganisms7120667

11. Pellissery, A.J., Vinayamohan, P.G., Venkitanarayanan, K. (2022). Clostridioides *difficile* infection: an emerging zoonotic disease. *Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 53 (2), pp. 129–142. DOI:10.51966/jvas.2022.53.2.129-142

12. Kalender, H., Öngör, H., Timurkaan, N., Karagülle, B., Karabulut, B., İncili, C.A., Başar, H.E., Ekinci, E., Çevik, A., Atıl, E., Çetinkaya, B. (2023). Detection and molecular characterization of *Clostridium perfringens*, *Paenibacillus sordellii* and *Clostridium septicum* from lambs and goat kids with hemorrhagic abomasitis in Turkey. *BMC Veterinary Research*, 19 (1), 8 p. DOI:10.1186/s12917-023-03569-5.

13. Lawson, P.A., Citron, D.M., Tyrrell, K.L., Finegold, S.M. (2016). Reclassification of *Clostridium difficile* as *Clostridioides difficile* (Hall and O'Toole 1935) Prévot 1938. *Anaerobe*, 40, pp. 95–99. DOI:10.1016/j.anaerobe.2016.06.008. Epub 2016 Jun 28. PMID: 27370902.

14. Simpson, K.M., Callan, R.J., Van Metre, D.C. (2018). Clostridial abomasitis and enteritis in ruminants. *Vet Clin Food Anim*, 34, pp. 155–184. DOI: 10.1016/j.cvfa.2017.10.010

15. Uzal, F.A., Songer, J.G., Prescott, J.F., Popoff, M.R. (2016). Clostridial diseases of animals. Ames, IA: Willey and Blackwell, 360 p.

16. Busol, V., Mandugra, M., Boyko, P., Kurtyak, B. (2016). Evolution of pathogenicity *Clostridium chauvoei*. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Veterinary Sciences, 18 (2(66)), pp. 24–29. DOI:10.15421/nvlvet6606
17. Savva, C.G., Clark, A.R., Naylor, C.E., Popoff, M.R., Moss, D.S., Basak, A.K., Titball, R.W., Bokori-Brown, M. (2019). The pore structure of *Clostridium perfringens* epsilon toxin. Nature Communications, 10 (1), 2641 p. DOI:10.1038/s41467-019-10645-8
18. Kaziyevev, Zh., Holopura, S., Tsvilikhovskiy, M., Boyko, N., Ushkalov, A. (2024). Diagnostic studies for enterotoxaemia in rabbits. Ukrainian Journal of Veterinary Sciences, 15 (3), pp. 94–112. DOI:10.31548/veterinary3.2024.94
19. Kumar, S., Singh, V., Kumar, S. (2023). *Clostridium perfringens* food poisoning: an update on toxins, occurrence, diseases and detection techniques. International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry, 8 (3), pp. 146–154. DOI:10.22271/veterinary.2023.v8.i3b.530
20. Jerram, L. (2019). Clostridial disease in cattle. Livestock, 24, pp. 274–279. DOI:10.12968/live.2019.24.6.274
21. Hayati, M., Alebouyeh, M., Mahmoudi, M. (2025). Genomic diversity of *Clostridium perfringens* isolates from healthy and enterotoxemia affected livestock using MLVA method. Archives of Veterinary Medicine, 18 (2), pp. 89–101. DOI:10.46784/e-avm.v18i2.475
22. Fathima, S., Hakeem, W.G.A., Shanmugasundaram, R., Selvaraj, R.K. (2022). Necrotic enteritis in broiler chickens: a review on the pathogen, pathogenesis, and prevention. Microorganisms, 10 (10), 1958 p. DOI:10.3390/microorganisms10101958
23. Songer, J.G., Uzal, F.A. (2023). Clostridial diarrheas in piglets: a review. Veterinary Microbiology, 280, pp. 2–10. DOI:10.1016/j.vetmic.2023.109691
24. Cull, C., Singu, V.K., Cull, B.J., Lechtenberg, K.F., Amachawadi, R.G., Schutz, J.S., Bryan, K.A. (2022). Efficacy of two probiotic products fed daily to reduce *Clostridium perfringens* based adverse health and performance effects in dairy calves. Antibiotics (Basel), 11 (11), 1513 p. DOI:10.3390/antibiotics11111513
25. Wang, Y. (2023). *Bacillus subtilis* DSM29784 attenuates *Clostridium perfringens* induced subclinical necrotic enteritis in broiler chickens. Frontiers in Microbiology, 14, pp. 1–17. DOI:10.3389/fmicb.2023.1138903

Clostridiosis in livestock: modern aspects of etiology, diagnostics and prevention

Ushkalov A.

The article presents a comprehensive analysis of current data on clostridiosis in animal husbandry, focusing on pathogens of the genus *Clostridium*, including *C. perfringens*, *C. chauvoei*, *C. septicum*, *C. difficile* and *C. botulinum*. The study addresses the etiological, cultural-morphological, and toxin-producing properties of clostridia, factors influencing their epizootic spread, as well as modern methods of laboratory diagnostics and prevention. The aim of the research was to summarize scientific evidence on toxin polymorphism, antimicrobial resistance, zoonotic potential, and control strategies for clostridial infections in animals.

The study employed analytical and comparative methods to review recent scientific publications, international and national databases (PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar), and official materials from Food and Agriculture Organization, World Health Organisation, World Organisation for Animal Health, , as well as Ukrainian veterinary regulations and food safety standards. Special attention was paid to combined diagnostic approaches, including culture-based methods, PCR, and molecular typing of toxin genes, alongside preventive measures such as vaccination, feed optimization, biosecurity, and probiotic supplementation.

Results indicate that clostridia are highly ecologically adaptable, persisting in soil, feed, and the intestines of animals. *C. perfringens* remains a major causative agent of enterotoxemia, necrotic enteritis, and myonecrosis in various species, with NetB toxin in poultry and β -toxin in swine determining the severity of clinical signs. *C. chauvoei* and *C. septicum* cause acute histiotoxic infections with high mortality in cattle and small ruminants. Toxigenic *C. difficile* strains demonstrate zoonotic potential, circulating between animals and humans. The prevalence of multidrug-resistant *C. perfringens* strains complicates treatment and emphasizes the need for continuous antimicrobial resistance monitoring.

Effective prevention of clostridiosis requires an integrated approach combining control of toxigenic strains, vaccination, feed management, biosecurity measures, and the use of probiotics, which reduces morbidity and mortality in livestock and improves the safety of animal products.

Keywords: *Clostridium spp.*, clostridiosis, toxigenicity, multidrug resistance, laboratory diagnostics, prevention, animal husbandry, probiotics, zoonoses.



Copyright: 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:

Ушкалов А.В.

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