
ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА БІОБЕЗПЕКИ ЯК ОСНОВА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ ТВАРИННИЦТВА ТА АКВАКУЛЬТУРИ

Лавринюк О. О., Борщенко В. В., Вербельчук С. П.
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-695-9-12>

ВСТУП

Сучасний агропромисловий комплекс України перебуває на етапі глибокої трансформації, де питання біобезпеки, якості продукції та здоров'я тварин стають визначальними для виходу на міжнародні ринки. В умовах глобалізації продовольчих ринків та посилення вимог до якості сільськогосподарської сировини, традиційні підходи до ветеринарного обслуговування трансформуються у комплексну парадигму біологічного захисту¹. Для сучасних підприємств тваринництва та аквакультури інтегрована система біобезпеки перестає бути виключно вимогою контролюючих органів. Вона перетворюється на фундаментальний інструмент забезпечення стратегічної конкурентоспроможності та фінансової стабільності бізнесу.

Актуальність дослідження зумовлена насамперед високою епізоотичною волатильністю. Постійна загроза транскордонних інфекцій, таких як африканська чума свиней чи специфічні віруси аквакультури, створює ризики миттєвої втрати капіталу. У сучасних умовах лише системний підхід, підкріплений цифровими інструментами моніторингу, може гарантувати ізоляцію виробничих зон та безперервність технологічних процесів. При цьому впровадження превентивних заходів дозволяє реалізувати принцип «профілактика замість лікування», що безпосередньо підвищує рентабельність через покращення конверсії та збереження здоров'я поголів'я.

¹ Про внесення змін до деяких законів України щодо приведення регулювання у сфері ветеринарної медицини та у сфері благополуччя тварин у відповідність до актів права Європейського Союзу : Закон України від 16.12.2025 р. № 4718-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4718-20>

Окремим чинником виступає експортний потенціал та відповідність міжнародним стандартам. Вихід на преміальні ринки, зокрема країни ЄС, неможливий без підтвердження суворого дотримання принципів простежуваності «від лану до столу»². Інтегрована система біобезпеки виступає гарантом відсутності у продукції патогенних мікроорганізмів та залишків препаратів. Це відповідає сучасному соціальному запиту на екологічність та обмеження використання антибіотиків у сільському господарстві³.

Таким чином, розробка та впровадження інтегрованої системи біобезпеки є стратегічним завданням для менеджменту аграрних підприємств. Поєднання ветеринарних стандартів із сучасними технологіями управління даними дозволяє не лише мінімізувати біологічні ризики, а й сформувати стійку репутаційну перевагу. Такий підхід створює надійну основу для довгострокового домінування підприємства як на внутрішньому, так і на зовнішньому продовольчих ринках.

1. Стратегічні та організаційні засади забезпечення біобезпеки у тваринництві

Сучасна архітектура ветеринарного менеджменту в аграрному секторі базується на принципі диференційованої відповідальності, де загальнодержавна безпека та індивідуальна прибутковість підприємства забезпечуються різними, але взаємодоповнюючими ланками управління. Ключову роль у цій системі відіграє державна вертикаль у формі Держпродспоживслужби, яка виконує функції регулятора та стратегічного гаранта⁴. Через глобальний епізоотичний моніторинг, сертифікацію експорту та нагляд за безпечністю харчових продуктів держава створює необхідний правовий та санітарний фундамент, без якого вихід аграрної продукції на зовнішні ринки був би юридично неможливим.

Безпосередньо на рівні підприємства діє внутрігосподарська ветеринарна служба, що виступає «першою лінією оборони» та забезпечує мікрорівень технологічної стабільності. Її діяльність повністю інтегрована у виробничий цикл тваринництва або аквакультури, фокусуючись на суворому дотриманні технологічної дисципліни, впровадженні заходів превентивної медицини та безперервному моніторингу фізіологічного

² Farm to Fork Strategy / European Commission. 2024. URL: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en

³ Aquatic Animal Health Code / WOAH. World Organisation for Animal Health. 2025. URL: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-code-online-access/>

⁴ Офіційний вебпортал Державної служби України з питань безпеки харчових продуктів та захисту споживачів. URL: <https://dpss.gov.ua>

стану поголів'я. Саме ця ланка відповідає за щоденну життєдіяльність стада та мінімізацію внутрішніх технологічних ризиків, що є критичним фактором для операційної стійкості всього господарства.

Доповнює цю структуру гнучкий інструментарій аутсорсингу та спеціалізованого консалтингу, що свідчить про перехід до моделі високотехнологічного менеджменту. Залучення вузькопрофільних експертів дозволяє ефективно вирішувати специфічні завдання, як-от корекція метаболічних розладів через прецизійну оптимізацію раціонів, проведення складної хірургії чи незалежний аудит системи біологічного захисту. У підсумку виникає синергетичний ефект: держава формує безпечне середовище, внутрішня служба гарантує стабільність поточних процесів, а зовнішні фахівці забезпечують технологічний прорив. Така тривінева модель дозволяє не лише мінімізувати біологічні ризики, а й максимізувати додану вартість кінцевого аграрного продукту (Рис. 1).



Рис. 1. Модель синергійної взаємодії суб'єктів ветеринарного забезпечення аграрного сектору України для досягнення біобезпеки

На основі описаної моделі тривіневого ветеринарного менеджменту, аграрним підприємствам рекомендується впровадити комплекс заходів, спрямованих на стратегічну синхронізацію внутрішніх процесів із державними та міжнародними стандартами⁵.

⁵ Biosecurity in animal production and veterinary medicine / J. Dewulf et al. 2018. URL: <https://www.researchgate.net/publication/323626705>

Першочерговим кроком є налагодження тісної взаємодії з Держпродспоживслужбою через узгодження графіків протиепізоотичних заходів та завчасну підготовку до міжнародних аудитів. Це забезпечує безперешкодну сертифікацію продукції та відкриває шлях до преміальних експортних ринків, роблячи діяльність господарства прогнозованою та юридично захищеною.

Важливим організаційним аспектом є цифровізація внутрішньої технологічної дисципліни та фокус на якісних показниках відтворення. Впровадження автоматизованих систем обліку дозволяє здійснювати моніторинг здоров'я поголів'я в режимі реального часу, а інтеграція таких показників, як сервіс-період, у систему оцінки ветеринарної служби прямо стимулює прибутковість⁶. Паралельно з цим, безперервне навчання лінійного персоналу формує надійну «першу лінію оборони», що дозволяє ідентифікувати патології на ранніх етапах і суттєво мінімізувати витрати на подальше лікування.

Для досягнення технологічного прориву підприємствам варто активно використовувати зовнішній експертний ресурс через механізми аутсорсингу. Регулярний незалежний аудит системи біобезпеки, професійний аналіз якості кормів у сертифікованих лабораторіях та залучення спеціалізованих мобільних бригад дозволяють закрити вузькопрофільні ніші, які складно забезпечити власними ресурсами⁷.

У поєднанні з жорстким зонуванням території та цифровим контролем доступу, такий інтегрований підхід перетворює ветеринарну службу на високоефективну систему управління біологічними та економічними ризиками (Рис. 2). Це закладає фундамент для переходу від операційного реагування до стратегічного проектування безпечного виробничого середовища.

Впровадження описаних рекомендацій дозволить трансформувати ветеринарну службу з «центру витрат» на «центр прибутку», гарантуючи при цьому абсолютну безпечність аграрного виробництва.

У сучасній архітектурі аграрного менеджменту концепція біобезпеки розглядається як цілісна система фізичних та адміністративних заходів, спрямованих на мінімізацію ризиків проникнення й поширення

⁶ Asif Raihan. Digital Transformation of Livestock Farming for Sustainable Development. *International Journal of Livestock Research*. 2024. Vol. 14, No. 9. P. 1–11. URL: <https://www.researchgate.net/publication/384940499>

⁷ Biosecurity Guide for Health Management in Aquaculture. Rome : FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 2024. 112 p.

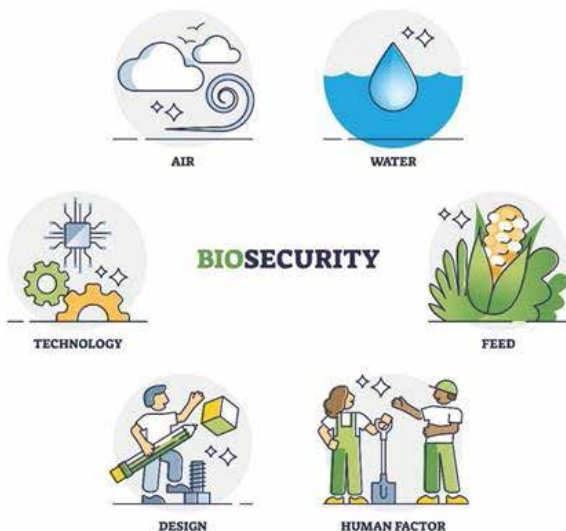


Рис. 2. Основні напрямки біобезпеки

інфекційних агентів у тваринницьких та аквакультурних комплексах⁸. Фундаментальним принципом цієї стратегії є детермінована перевага превенції: інвестиції у високий рівень захисту є суттєво нижчими за прямі та репутаційні збитки від епізоотій.

Система базується на суворому просторово-функціональному зонуванні, що розділяє територію на «брудні» та «чисті» зони. Це забезпечується роботою дезбар'єрів для транспорту, санпропускників для персоналу та оптимізацією внутрішньої логістики, що унеможлиблює перехресне забруднення між технологічними групами.

Важливим вектором захисту є механізм карантинування та вхідного біологічного контролю для кожної нової партії тварин або гідробіонтів. Обов'язковий ізоляційний період, що перевищує інкубаційні терміни патогенів, у поєднанні з лабораторною верифікацією створює надійний фільтр для основного поголів'я. Водночас динамічне стратегічне планування дозволяє адаптувати специфічну імунoproфілактику та діагностичний моніторинг до регіональних особливостей і актуальних змін епізоотичної ситуації.

⁸ Biosecurity guide for health management in aquaculture / FAO. Rome : FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1255, 2023. URL: <https://www.apraca.org/wp-content/uploads/2023/06/cc5414en.pdf>

Науковий аналіз підтверджує, що такий підхід гарантує біологічну автономність підприємства та створює стабільну платформу для нарощування продуктивності. У підсумку, інтегровані заходи виступають наріжним каменем безпечності аграрної продукції, забезпечуючи її високу конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках (таблиця 1).

Таблиця 1

Порівняльна ефективність систем управління біоризиками

Вектор біобеки	Інвестиції в систему превенції (стратегія випередження)	Потенційні економічні збитки (реактивна модель)	Економічний ефект та окупність
Зонування та санпропускники	Облаштування дезбар'єрів, санпропускників, закупівля спецодягу та дезінфектантів (планові витрати).	Витрати на дезінфекцію осередку спалаху, ліквідацію наслідків контамінації «чистих» зон.	Запобігання занесенню збудника окупає вартість дезбар'єру при першому ж уникненні інфекції.
Карантинування	Утримання ізольованих приміщень, лабораторна верифікація негативного статусу нових партій.	Прямі збитки від падежу основного стада після занесення інфекції новими особинами.	Мінімізація ризику повної втрати генетичного ядра підприємства та дорогого поголів'я.
Протиепізоотичні плани	Планова вакцинація та діагностичний моніторинг відповідно до регіональних ризиків.	Витрати на лікування клінічних форм хвороб, подолання антибіотико-резистентності.	Зниження витрат на медикаменти на 30–50% за рахунок формування колективного імунітету.
Технологічна дисципліна	Цифровізація обліку, навчання персоналу принципам біозахисту.	Штрафні санкції регуляторів, втрата продуктивності (приросту, надоїв) через хронічні патології.	Покращення конверсії корму та збереження планової рентабельності виробництва.
Ринковий статус	Підтримання статусу благополучного господарства для експортної сертифікації.	Втрата експортних контрактів, падіння ціни реалізації продукції на 20–40% через карантинні обмеження.	Гарантований доступ до преміальних ринків та стабільність торговельних зв'язків.

Організація ветеринарної справи та процесів догляду за тваринами трансформується з автономної допоміжної служби на стратегічний інструмент управління прибутковістю. Ефективність менеджменту сьогодні детермінується системою об'єктивних індикаторів, що відображають прямий взаємозв'язок між біобезпекою та фінансовими результатами⁹. Мінімізація втрат, зниження показників падежу та вимушеного забою дозволяє зберегти основний капітал, уникаючи витрат на відновлення поголів'я та дорогої утилізації відходів. Кожна збережена одиниця фактично є прямою інвестицією у стабільність виробничого циклу. Саме цей перехід від операційного збереження активів до довгострокового фінансового планування дозволяє розглядати біозахист у масштабах загальної стратегії підприємства. Впровадження такої моделі є формою страхування біологічних ризиків. У той час як інвестиції в профілактику є контрольованими й складають у середньому 3–7% від собівартості, збитки від епізоотичного спалаху мають лавиноподібний характер і можуть сягати 80–100% капіталізації¹⁰.

Особливе значення має «невидима» окупність. Відсутність спалахів дозволяє уникати тривалого відновлення епізоотичного статусу, яке може тривати роками. Таким чином, ветеринарні витрати переходять із категорії непередбачуваних збитків у категорію контрольованих інвестицій. Окупність досягається також завдяки стабілізації технологічних показників, покращенню конверсії корму на 10–15% та максимальній реалізації генетичного потенціалу особин.

Важливим аспектом економічної оптимізації є підвищення фізіологічної ефективності через підтримання оптимального мікробіоценозу та функціонального стану шлунково-кишкового тракту. Здоровий організм демонструє вищу швидкість росту при ідентичних витратах ресурсів, що суттєво знижує собівартість одиниці продукції. Паралельно відбувається раціоналізація структури витрат, перехід від високовартісної терапевтичної моделі лікування до інвестиційної моделі превентивних заходів¹¹. Систематична вакцинація та дезінфекція потребують значно менших капіталовкладень порівняно з антибактеріальною терапією та прямими збитками від карантинних обмежень.

⁹ Berckmans D. General principles of Precision Livestock Farming. *Animal Frontiers*. 2017. Vol. 7, No. 1. P. 6–11. DOI: <https://doi.org/10.2527/af.2017.0102>.

¹⁰ Terrestrial and Aquatic Animal Health Codes / World Organisation for Animal Health (WOAH). 2024. URL: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/>

¹¹ Noga E. J. *Fish Disease: Diagnosis and Treatment*. 2nd ed. Wiley-Blackwell, 2010. 536 p. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118786758>

Вирішальним фактором конкурентності стає виробництво екологічно валідованої сировини, вільної від залишків антибіотиків, гормональних препаратів та ксенобіотиків. У сучасних ринкових умовах такий статус є обов'язковою передумовою для отримання категорії «вищого ґатунку» або «органічного продукту», що дозволяє реалізовувати продукцію за преміальними цінами. Окремим чинником капіталізації виступає статус епізоотичного благополуччя – вагомий нематеріальний актив із прямим грошовим вираженням. Можливість безперешкодної сертифікації для експорту забезпечує цінову перевагу, що часто на 20–30% вища за внутрішньоринкову.

При цьому важливо враховувати часовий чинник. У разі масштабного спалаху період повного відновлення продуктивності може тривати до трьох років, що нерідко призводить до повної втрати ринкової частки. Таким чином, інтеграція принципів НАССР та економічно орієнтованого контролю формує стійку екосистему, де біологічна безпека виступає не обтяженням, а фундаментом фінансової успішності. Перехід до інвестиційної моделі превентивних заходів дозволяє агропідприємству не лише зберігати основний капітал (поголів'я), а й капіталізувати статус епізоотичного благополуччя як стратегічну перевагу на світовій арені.

2. Цифровізація та галузева специфіка біобезпеки в інтегрованих агросистемах

Цифровізація та впровадження високотехнологічних інновацій докорінно трансформують сучасне аграрне виробництво, перетворюючи традиційний ветеринарний менеджмент на прецизійну систему управління біологічними активами. Використання інтегрованих ІТ-рішень дозволяє подолати природні обмеження візуального огляду, забезпечуючи перехід до об'єктивного, безперервного моніторингу фізіологічного стану кожної особини в режимі реального часу¹². Впровадження концепції прецизійного тваринництва (*Precision Livestock Farming, PLF*) стає ключовим етапом модернізації аграрного сектору, де суб'єктивні інтуїтивні рішення поступаються місцем глибокому аналізу великих даних (*Big Data*)¹³.

Впровадження систем дистанційного моніторингу, що базуються на використанні біосенсорів та датчиків активності (акселерометрів), дозволяє ідентифікувати субклінічні стадії захворювань задовго до

¹² Wang S., Ghadge A., Aktas E. Digital Transformation in Food Supply Chains: An Implementation Framework. *Supply Chain Management: An International Journal*. 2023. Vol. 29, No. 8. DOI: 10.1108/SCM-09-2023-0463.

¹³ Halachmi I., Guarino M. Sensor-based monitoring in modern livestock systems. *Journal of Agricultural Engineering*. 2025. Vol. 56, No. 1.

появи перших візуальних ознак патології. Автоматизовані системи управління поголів'ям безперервно аналізують поведінкові алгоритми, інтенсивність жуйки, рухову активність та температурні коливання тіла тварини¹⁴. Виявлення мінімальних відхилень від індивідуальної фізіологічної норми дає змогу ветеринарним фахівцям діяти превентивно, застосовуючи точкові корекційні заходи замість масових обробок. Це суттєво мінімізує використання антибактеріальних препаратів, запобігає втраті продуктивного потенціалу та знижує ризик виникнення резистентності.

Цифрова трансформація також охоплює сферу ветеринарно-санітарного контролю у переробній галузі та аквакультури. У переробному секторі впровадження систем електронного контролю забезпечує миттєвий доступ до повного ветеринарного анамнезу сировини, гарантуючи її безпечність на всіх етапах трансформації у готовий продукт. В аквакультури інновації реалізуються через автоматизовані станції контролю параметрів водного середовища, які інтегровані з алгоритмами штучного інтелекту для прогнозування ризиків бактеріальних спалахів на основі аналізу взаємодії патогену та середовища (модель «Триади Снешко»).

Інтеграція цих інновацій формує єдиний інформаційний простір, де дані про стан здоров'я, якість кормів та параметри середовища синхронізуються з показниками безпечності кінцевого продукту¹⁵. Такий підхід не лише підвищує біологічну безпеку підприємства, а й створює прозору систему верифікації якості для кінцевого споживача, що є ключовою вимогою сучасних глобальних ринків. Для детальної візуалізації архітектури такої системи, що базується на використанні біосенсорів та алгоритмів штучного інтелекту, доцільно представити схему потоку даних на сучасному агрокомплексі (Рис. 3).

Дана модель демонструє, що цифровізація кардинально трансформує роль ветеринарного фахівця: замість реактивного лікування клінічних форм хвороб, він переходить до превентивного управління здоров'ям на основі об'єктивних даних. Хмарна платформа в автоматичному режимі аналізує поведінкові моделі та температурні коливання, виявляючи субклінічні стадії захворювань задовго до появи перших візуальних ознак патології.

Для обґрунтування технологічного розриву та економічної доцільності впровадження таких систем, нижче наведено порівняльний аналіз традиційної та цифрової моделей ветеринарного контролю (табл. 2). Цей

¹⁴ MXenes: Emerging Materials for Environmental Biochemical Sensing Platforms / Min Gao et al. 2025. Vol. 3, No. 4. DOI: 10.1002/elt2.70015.

¹⁵ Lekang O. I. Aquaculture Engineering. 3rd ed. Wiley-Blackwell, 2020. 544 p

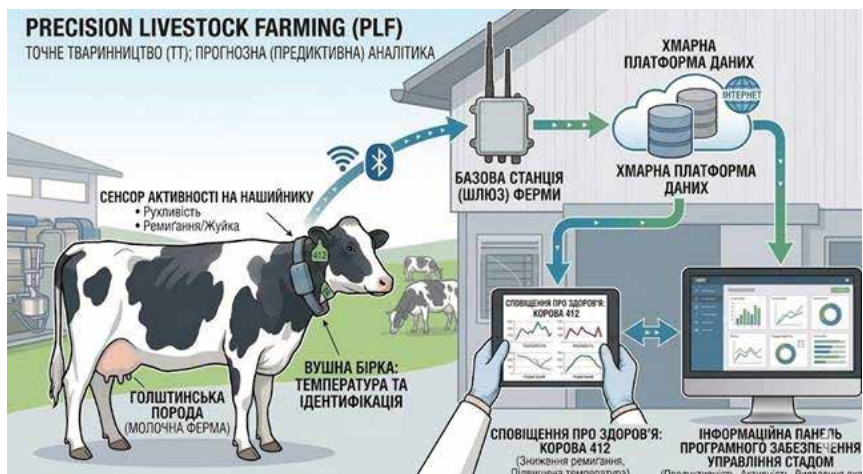


Рис. 3. Модель PLF-моніторингу з використанням хмарних рішень та сенсорів

аналіз дозволяє чітко диференціювати методи збору даних та швидкість прийняття управлінських рішень у сучасних інтегрованих агросистемах.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз традиційного та цифрового (прецизійного) ветеринарного моніторингу на тваринницьких комплексах

Параметр порівняння	Традиційний підхід (реактивний)	Цифрова система PLF (превентивний)
Метод збору даних	Суб'єктивний візуальний огляд (людський фактор).	Автоматичний збір об'єктивних даних біосенсорами 24/7.
Час виявлення патології	На стадії появи виражених клінічних ознак (кашель, відмова від корму).	На субклінічній стадії (за 24–48 годин до появи симптомів).
Точність та об'єктивність	Залежить від досвіду персоналу та часу спостереження.	Базується на точних цифрових показниках та алгоритмах аналізу.
Стратегія використання ліків	Масова або вимушена терапія антибіотиками (часто пізно).	Точкова, селективна корекція або превентивне лікування (менші дози).
Економічний ефект	Втрата піку продуктивності, високі витрати на лікування, ризик падежу.	Збереження продуктивного потенціалу, зниження ветеринарних витрат.

Таким чином, наведені дані підтверджують, що цифровізація менеджменту біобезпеки є не просто технологічною інновацією,

а фундаментальним інструментом підвищення економічної ефективності всього агробізнесу. Аналіз архітектури PLF-систем дозволяє зробити висновок про стратегічний перехід до моделі випередження ризиків. Використання біосенсорів та штучного інтелекту забезпечує ідентифікацію патологічних відхилень ще на субклінічній стадії, що дозволяє максимально зберегти продуктивний потенціал кожної особини. Інтеграція цих інновацій формує єдиний інформаційний простір, де дані про фізіологічний стан синхронізуються з показниками безпечності кінцевого продукту – критичною вимогою для виходу на преміальні міжнародні ринки.

Особливо актуальною така цифрова трансформація стає в галузях із високим рівнем біологічного ризику, зокрема в рибництві. Організація сучасної системи біобезпеки в аквакультурі визначається унікальністю середовища життєдіяльності об'єктів вирощування. Вода тут виступає не лише життєвим простором, а й головним вектором трансляції патогенів. Саме тому ветеринарний менеджмент у цій галузі еволюціонує в комплексну систему екологічного та іхтіопатологічного моніторингу, де цифрові датчики дозволяють у режимі реального часу відстежувати фізико-хімічні параметри води, що нерозривно пов'язані з імунним статусом гідробіонтів.

Візуалізація стратегічного підходу до охорони здоров'я гідробіонтів базується на інтеграції класичних наукових концепцій із сучасними інструментами менеджменту. Цей фундаментальний взаємозв'язок між середовищем, організмом та патогеном представлено на рисунку 4 у вигляді моделі Aquaculture Biosecurity Framework (відомої як «Тріада Снешко»). Цифрове моделювання цієї залежності дозволяє ШІ-алгоритмам змістити фокус із симптоматичного лікування на системну профілактику, запобігаючи спалахам хвороб через автоматичне коригування гідрохімічного режиму ще до моменту їх клінічного прояву.

В основі запропонованої архітектури лежить концепція Тріади Снешко (*Snieszko's Triad*), яка фундаментально ілюструє механіку виникнення патологій в аквакультурі. Згідно з цією моделлю, клінічний спалах хвороби (*Disease Outbreak*) не є випадковим явищем, а виступає результатом деструктивної взаємодії трьох критичних факторів: сприйнятливого організму (HOST), інфекційного агента (PATHOGEN) та стресового водного середовища (ENVIRONMENT). Глибоке розуміння цього взаємозв'язку дозволяє ветеринарним фахівцям завчасно ідентифікувати слабкі ланки в екосистемі та діяти превентивно, не допускаючи перетину цих трьох факторів у критичній точці.

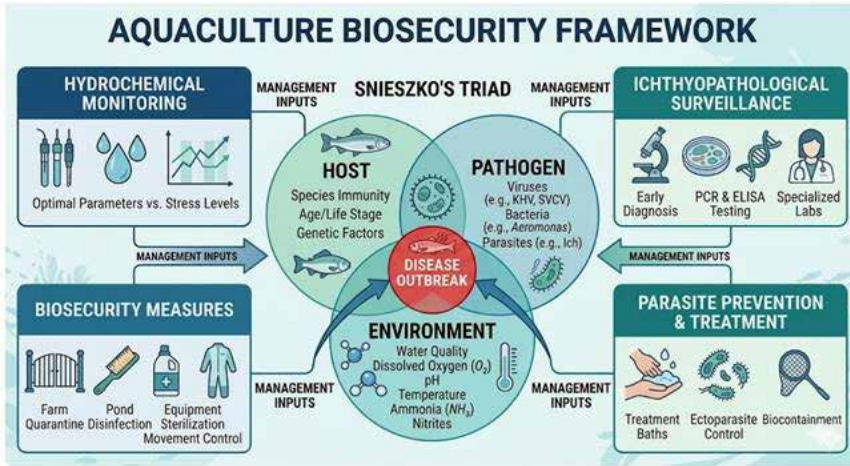


Рис. 4. Комплексна система біобезпеки в аквакультурі
(*Aquaculture Biosecurity Framework*) на засадах Тріади Шнешко

Для ефективного розриву ланцюга патогенезу навколо тріади сформовано чотири стратегічні вектори управлінських заходів (*Management Inputs*), реалізація яких у сучасних умовах базується на цифрових рішеннях та прецизійних технологіях. Гідрохімічний моніторинг повністю автоматизується за допомогою мережі інтелектуальних датчиків, що контролюють ключові параметри води (O_2 , pH, NH_3) у режимі реального часу. Інтеграція штучного інтелекту дозволяє не лише збирати ці дані, а й аналізувати їх у динаміці, прогнозуючи потенційні ризики спалахів ще до появи перших клінічних ознак. Це підсилюється активним наглядом із використанням експрес-методів ПЛР-діагностики, впровадженням суворих протоколів біобезпеки та плановою профілактикою паразитозів.

Запропонована модель доводить, що сучасна стратегія в аквакультурі еволюціонувала до превентивного управління екосистемою через глибоку інтеграцію інтелектуальних систем. Системне поєднання всіх чотирьох векторів контролю за підтримки ШІ-аналітики дозволяє не лише нівелювати вплив патогенів, а й гарантувати високий рівень біологічного благополуччя та стабільну продуктивність господарства. Такий підхід створює надійний фундамент для виробництва безпечної продукції, що повністю відповідає суворим вимогам міжнародних стандартів якості та стратегічним запитам глобальних ринків.

Для сучасних аграрних підприємств із замкненим циклом виробництва («від лану до столу») система біобезпеки трансформується у стратегічну

сполучну ланку, що забезпечує наскрізну простежуваність (*traceability*). В аквакультури та тваринництві це передбачає жорсткий контроль кожного етапу: від інкубаційного цеху чи репродуктора до дільниць пакування готової продукції. Такий підхід дозволяє фахівцям не просто фіксувати стан здоров'я особин, а гарантувати повну відсутність залишків антибіотиків, ксенобіотиків чи гормонів у кінцевому продукті. Це критично мінімізує ризики рекламацій, забезпечує відповідність міжнародним стандартам (НАССР, GlobalG.A.P.) та формує високу довіру споживача через прозору історію походження продукту.

Практична імплементація цієї стратегії потребує переведення цифрових даних у площину конкретних управлінських рішень. Перехід від реактивної моделі «лікування за фактом» до проактивної концепції «управління здоров'ям та прибутком» вимагає впровадження системи ключових індикаторів (КРІ). Це дозволяє оцифрувати роботу фахівців із біобезпеки та зоотехнічного персоналу, перетворюючи біологічний захист на вимірюваний економічний актив. Для систематизації щоденного моніторингу та оперативного прийняття рішень доцільно використовувати регламентований перелік об'єктів контролю (табл. 3).

Таблиця 3

**Ключові індикатори ветеринарно-екологічного благополуччя
в аквакультури**

Об'єкт контролю	Показник / Метод	Значення для біобезпеки
Гідрохімія	Розчинений кисень (O ₂), рН, NH ₃ (аміак)	Запобігання асфіксії та хімічним опікам зябер (головний стрес-фактор)
Паразитологія	Мікроскопія зішкрібів зі шкіри та зябер	Раннє виявлення ектопаразитів (іхтіофтіріоз, дактилогіроз) до початку мору
Вірусологія	ПЛР-діагностика, ІФА	Моніторинг особливо небезпечних хвороб (SVC, KHV) для введення карантину
Гігієна ложа	Дезінфекція (хлорне вапно, марганцевокислий калій)	Елімінація спор та яєць гельмінтів у міжсезонний період

Фундаментальною складовою організації біобезпеки є безперервний контроль гідрохімічних показників. Оскільки водне середовище відзначається високою динамічністю, моніторинг рівнів розчиненого кисню, рН, концентрації аміаку, нітритів та нітратів є першочерговим завданням. Навіть незначні коливання цих параметрів виступають потужним стрес-фактором, що призводить до імуносупресії гідробіонтів та відкриває шлях для вторинних інфекцій. Ефективна модель передбачає

впровадження автоматизованих систем сенсорного контролю, які дозволяють коригувати гідрохімічний режим у реальному часі, запобігаючи метаболічному дистресу риб.

Окрему увагу приділяють профілактиці інвазійних та паразитарних хвороб, які в умовах високої щільності посадки можуть спричинити масову загибель водних біоресурсів за короткий проміжок часу. Системний підхід включає регулярну дезінфекцію лож ставів, басейнів та інвентарю, а також проведення планових лікувально-профілактичних ванн. Організація цих заходів потребує суворого дотримання експозиції та концентрації препаратів, щоб забезпечити елімінацію ектопаразитів, не пригнічуючи при цьому фізіологічний стан самих гідробіонтів.

Критично важливим елементом є спеціалізований іхтіопатологічний нагляд, спрямований на ранню діагностику вірусних (наприклад, герпесвірус коропа, весняна віремія) та бактеріальних інфекцій (аеромоноз, псевдомоноз). Сучасна служба біобезпеки в аквакультурі базується на молекулярно-генетичних методах дослідження (ПЛР-діагностика) у спеціалізованих лабораторіях. Своєчасна ідентифікація патогену дозволяє впроваджувати адресні карантинні заходи та специфічну імунопрофілактику, що мінімізує економічні втрати та гарантує біологічну безпеку продукції перед її реалізацією або подальшою переробкою.

Узагальнюючи вищевикладене, можна стверджувати, що ефективна організація системи біобезпеки в сучасній аквакультурі базується на глибокому розумінні етіології хвороб гідробіонтів. Оскільки патологічний процес є результатом складної динамічної взаємодії між організмом, патогеном та специфічним водним середовищем, стратегічне управління зміщується з реактивного лікування на превентивне моделювання екосистеми. Візуалізована модель Aquaculture Biosecurity Framework (Тріада Снешко) чітко демонструє, що критичною точкою контролю є не лише факт діагностики збудника, а й усунення стресових факторів середовища, які виступають тригерами захворювань.

Реалізація цієї стратегії забезпечується через чотири вектори управлінських заходів (*Management Inputs*): безперервний гідрохімічний моніторинг, прецизійний іхтіопатологічний нагляд, системну профілактику паразитозів та суворі протоколи біобезпеки. Завдяки впровадженню інтелектуальних систем моніторингу та ШІ-аналітики, ці вектори формують єдиний інформаційний простір, що дозволяє ідентифікувати ризики на субклінічній стадії та оперативно розривати ланцюг патогенезу.

У підсумку, такий системний підхід гарантує біологічне благополуччя об'єктів вирощування та стабільну продуктивність господарства. Це створює надійну платформу для виробництва екологічно валідованої

продукції, що відповідає найвищим міжнародним стандартам якості та забезпечує стратегічну стійкість аграрного підприємства на конкурентних світових ринках.

3. Економічна детермінація біобезпеки та інструменти стратегічного управління якістю продукції

Перехід до інтегрованих агросистем вимагає докорінної трансформації сприйняття біобезпеки: з витратної частини бюджету вона має перетворитися на стратегічний економічний актив. У межах сучасної концепції «від лану до столу» система захисту стає ключовим гарантом наскрізного контролю (*traceability*), де кожен етап виробництва – від репродуктора до цеху фінальної переробки сировини – суворо підпорядковується міжнародним стандартам НАССР. Такий підхід дозволяє не лише мінімізувати біологічні ризики на всіх рівнях, а й гарантувати абсолютну відсутність ксенобіотиків у кінцевому продукті. Це стає критичним фактором для капіталізації бренду, формування високої доданої вартості та успішного виходу підприємства на преміальні світові ринки.

Ключовим інструментом управління в цій оновленій моделі виступає система КРІ (ключових показників ефективності) ветеринарного та аграрного менеджменту. Оцифрування показників біологічного благополуччя дозволяє керівництву підприємства здійснювати прецизійний контроль над прибутковістю кожного технологічного процесу. Таким чином, біобезпека перетворюється з теоретичного поняття на вимірюваний інструмент стратегічного страхування ризиків. Інвестиції в профілактику, цифровізацію та безперервний моніторинг забезпечують сталу конкурентоспроможність агропідприємства в умовах жорстких глобальних викликів та мінливої епізоотичної ситуації.

Сучасна стратегія гарантування харчової безпеки базується на зміні фундаментальної парадигми: переході від ретроспективного контролю кінцевих показників уже готового продукту до превентивного моніторингу всіх етапів виробничого ланцюга за принципом «від лану до столу»¹⁶. В основі цієї моделі лежить глибока інтеграція системи НАССР (*Hazard Analysis and Critical Control Points*) безпосередньо в технологічні процеси первинного аграрного виробництва. Впровадження НАССР на рівні ферми дозволяє ідентифікувати та локалізувати біологічні, хімічні та фізичні ризики ще до моменту їх потрапляння на переробне підприємство. Ключовий аспект сучасного ветеринарного менеджменту полягає

¹⁶ Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин : Закон України від 18.05.2017 р. № 2042-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19>

в ідентифікації та управлінні критичними точками контролю (КТК), де стан здоров'я тварин безпосередньо корелює з безпечністю кінцевої харчової продукції¹⁷.

Первинним бар'єром біологічного та хімічного захисту виступає контроль якості й безпечності кормів¹⁸. Оскільки саме аліментарний шлях є основним вектором потрапляння в організм тварин небажаних речовин – від мікотоксинів до важких металів та залишків пестицидів – суворе ветеринарно-санітарна експертиза раціонів стає фундаментом для виробництва чистої сировини. Особливе значення має гігієна технологічних режимів, зокрема процесу доїння, який розглядається як стратегічна КТК. Належна організація цього етапу дозволяє ефективно попередити бактеріальне обмінення сировини та запобігти поширенню маститів. Це безпосередньо впливає на якісний склад продукції, зокрема на кількість соматичних клітин, що визначає не лише безпечність, а й високі технологічні властивості молока для подальшої переробки.

Завершальним етапом превентивного контролю є моніторинг умов зберігання та первинної переробки продукції. Суворе дотримання температурних режимів у танках-охолоджувачах, а також виконання санітарних регламентів у зонах тимчасового зберігання, дозволяє мінімізувати ризики вторинної контамінації. Такий комплексний підхід гарантує цілісність ланцюга безпечності «від лану до столу», де кожна технологічна операція підпорядкована збереженню здоров'я поголів'я та високої якості продукту. Специфіка ветеринарного менеджменту в аквакультури полягає в реалізації концепції «Здоров'я через якість середовища», оскільки вода виступає не лише життєвим простором для гідробіонтів, а й активним транзитним середовищем для патогенів.

Впровадження системи біобезпеки в цій галузі суттєво відрізняється від наземного тваринництва через унікальні фізико-хімічні властивості водного середовища. У межах системи НАССР, особливо для установок замкнутого водопостачання (УЗВ), ключовими критичними точками контролю (КТК) стають гідрохімічний гомеостаз, мікробіологічний статус води та стабільність біофільтрації. Постійний моніторинг рівнів кисню, азотистих сполук та рН дозволяє запобігти хронічному стресу й імуносупресії риб, а регулярна дезінфекція оборотної води за допомогою УФ-опромінення чи озонування мінімізує бактеріальне навантаження без

¹⁷ Офіційний вебпортал Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. URL: <https://dpss.gov.ua>

¹⁸ Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин : Закон України від 18.05.2017 р. № 2042-VIII : станом на 02 берез. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19>

використання агресивних хіміопрепаратів. Ветеринарна стратегія «від лану до столу» в рибництві фокусується на комплексному іхтіопатологічному моніторингу та суворому контролю накопичення ксенобіотиків, таких як важкі метали та пестициди, до яких гідробіонти схильні через біоаккумуляцію¹⁹.

Пріоритетним напрямом сучасної аквакультури є мінімізація використання антибіотиків шляхом впровадження пробіотиків та органічних кислот, що дозволяє виробляти продукцію з позначкою «*Antibiotic-Free*». Такий підхід забезпечує високі показники економічної ефективності, що прямо корелюють з індексом виживаності на ранніх стадіях розвитку та питомою швидкістю росту (SGR) до товарної маси, що суттєво пришвидшує оборотність капіталу. Науковий аналіз підтверджує, що ветеринарний менеджмент в аквакультурі остаточно трансформується в інженерно-біологічний контроль. У цій моделі управління здоров'ям гідробіонтів неможливе без прецизійного регулювання параметрів водної екосистеми. Таке інтегроване управління забезпечує біологічну автономність підприємства та створює фундамент для виробництва безпечної, екологічно валідованої продукції, здатної конкурувати на глобальних продовольчих ринках.

Для систематизації превентивних заходів у межах стратегії «від лану до столу» та оцінки їх впливу на економічну стійкість підприємства, ключовим етапом є виокремлення об'єктів моніторингу, де ризики контамінації є найбільш критичними. Нижче наведено структуру основних контрольних точок, що дозволяють оцифрувати біологічну безпеку та інтегрувати її в загальну систему управління якістю агропродукції (табл. 4).

Таблиця 4

**Критичні точки контролю (КТК) в системі НАССР
на етапах виробництва та первинної обробки**

Етап процесу	Об'єкт контролю (КТК)	Основні ризики (біологічні/хімічні)	Метод моніторингу
1	2	3	4
Годівля	Раціони, комбікорми	Мікотоксини, пестициди, важкі метали	Лабораторна експертиза кожної партії
Отримання сировини	Процес доїння	Бактеріальне обсіменіння, субклінічні та клінічні мастити	Контроль кількості соматичних клітин (SCC)

¹⁹ Про аквакультуру : Закон України від 18.09.2012 р. № 5293-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5293-17>

1	2	3	4
Аквакультура (УЗВ)	Водне середовище	Азотисті сполуки (NH ₃ , NO ₂), критичний дисбаланс рН	Гідрохімічні сенсори в режимі реального часу (Real-time)
Зберігання	Танки-охолоджувачі	Порушення температурного режиму, вторинна контамінація	Безперервна термометрія, автоматичні логери температури

Показана ієрархія контролю демонструє, що кожен етап виробничого циклу має власну специфіку детермінації ризиків. У тваринництві та молочному виробництві фокус зміщується на аліментарну безпеку (через корми) та гігієну секретії (через процес доїння), що дозволяє гарантувати високий сорт сировини вже на виході з ферми.

В аквакультурі ж модель КТК трансформується у безперервний технологічний аудит середовища. Оскільки накопичення токсичних метаболітів (аміаку та нітритів) може призвести до миттєвих економічних втрат, використання інтелектуальних сенсорів стає не просто технічною опцією, а обов'язковою умовою виживання біоактиву. Усі ці заходи в сукупності формують фундамент для наскрізної простежуваності, що дозволяє підприємству документально підтвердити безпечність продукту для кінцевого споживача (Рис. 5).



Рис. 5. Модель наскрізної простежуваності «Від лану до столу» на засадах НАССР та КРІ

Дана модель демонструє фундаментальний перехід від ретроспективної перевірки готового продукту до стратегії циклічного та наскрізного управління безпечністю. В основі цієї системи лежать чотири ключові фази, що об'єднані єдиним ветеринарним моніторингом і спрямовані на повну ліквідацію ризиків ще до моменту їх виникнення. Первинне виробництво, що охоплює тваринництво та аквакультуру, стає базовим етапом, де завдяки технологіям точного тваринництва (PLF) та установкам замкнутого водопостачання (УЗВ) здійснюється прецизійний контроль критичних точок (КТК). Моніторинг вхідних ресурсів, зокрема кормів на вміст мікотоксинів, та підтримання гідрохімічного гомеостазу водойм дозволяють попередити патології на рівні їх зародження, що безпосередньо відображається на показниках збереженості поголів'я (*Survival Rate* > 95%).

Наступні етапи логістичного ланцюга – транспортування та зберігання – фокусуються на забезпеченні безперервності «холодового ланцюга» та повної простежуваності (*Traceability*). Ветеринарний нагляд на цій фазі гарантує, що сировина, будь то молоко, м'ясо чи риба, потрапляє на переробку без втрати своєї біологічної цінності та без ризиків вторинної контамінації. Це створює надійний місток між фермою та переробним цехом, де ветеринарно-санітарна експертиза стає найбільш жорстким фільтром. Скринінг на ксенобіотики (антибіотики, гормони) та ретельне патоморфологічне дослідження паренхіматозних органів у поєднанні з принципами НАССР дозволяють повністю елімінувати біологічні чи хімічні загрози перед фінальним пакуванням.

Кінцевим результатом реалізації такої інтегрованої моделі є вихід на ринок екологічно валідованої продукції з високим ступенем довіри споживача. Маркування *Antibiotic-Free* та підтверджена безпечність стають потужним інструментом формування доданої вартості для агробізнесу. Таким чином, ветеринарний менеджмент трансформується у гаранта здоров'я нації та фундамент конкурентоспроможності вітчизняного бренду на глобальному продовольчому ринку.

Реалізація стратегії наскрізної контролю ідентифікації знаходить своє логічне завершення на етапі безпосередньої переробки отриманої сировини. Організація ветеринарної справи на переробних підприємствах характеризується докорінною зміною функціональних пріоритетів: основний акцент зміщується з лікувально-профілактичної роботи на ветеринарно-санітарну експертизу, гігієну та токсикологічний контроль. Головною детермінантою цієї діяльності є забезпечення біологічної безпеки харчових продуктів шляхом недопущення потрапляння збудників

зооантропонозів (хвороб, спільних для тварин і людей) у трофічний ланцюг²⁰.

Система контролю на забійних та переробних об'єктах базується на багаторівневій верифікації стану сировини, що починається з обов'язкового передзабійного огляду. Ця процедура дозволяє не лише відсіяти тварин з клінічними ознаками інфекцій, а й ідентифікувати особин у стані гострого стресу, оскільки метаболічні зміни в організмі стресованих тварин критично погіршують рН-показники та технологічні властивості м'яса (Рис. 6).

Система контролю на забійних та переробних об'єктах базується на багаторівневій верифікації стану сировини, що починається з обов'язкового передзабійного огляду. Ця процедура дозволяє не лише відсіяти тварин з клінічними ознаками інфекцій, а й ідентифікувати особин у стані гострого стресу, оскільки метаболічні зміни в організмі стресованих тварин критично погіршують рН-показники та технологічні властивості м'яса (Рис. 6).

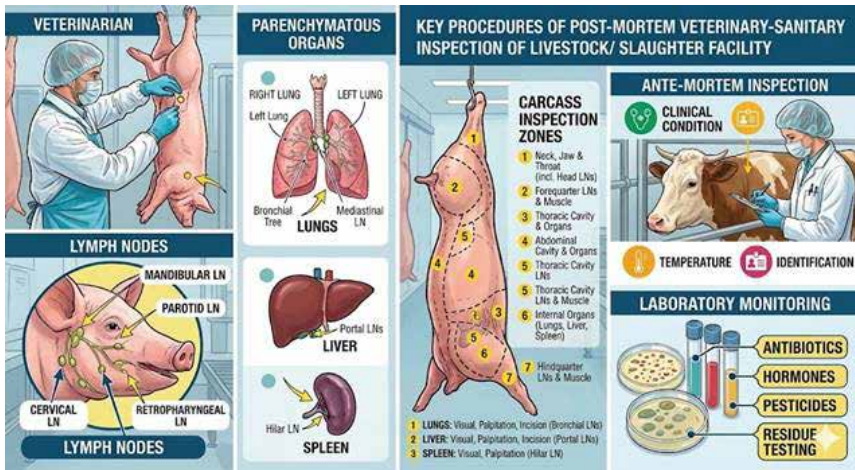


Рис. 6. Комплексна модель ветеринарно-санітарної експертизи та моніторингу залишків ксенобіотиків на забійному підприємстві

Центральною ланкою системи захисту є післязабійна ветеринарно-санітарна експертиза, яка передбачає детальний патологоанатомічний

²⁰ Про ветеринарну медицину та благополуччя тварин : Закон України від 04.02.2021 р. № 1206-IX : станом на 02 берез. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1206-20/ed20260301/>

огляд туш та внутрішніх органів. Особлива увага приділяється дослідженню лімфатичних вузлів та паренхіматозних органів (печінки, легень, селезінки), що дозволяє виключити латентні форми інфекційних та паразитарних захворювань, які неможливо діагностувати при живому огляді. Цей етап є критичною точкою контролю, де приймається остаточне рішення щодо придатності сировини для харчових цілей або необхідності її технічної утилізації.

Для систематизації превентивних заходів та оцінки їх впливу на кінцеву безпечність продукції доцільно згрупувати основні етапи ветеринарного нагляду в єдину аналітичну модель. У таблиці 5 представлено ієрархію контрольних процедур, що дозволяє провести експрес-аналіз потенційних економічних та біологічних ризиків на кожному етапі переробного циклу.

Таблиця 5

Етапи та об'єкти ветеринарно-санітарного контролю на переробному підприємстві

Етап контролю	Об'єкт дослідження / Параметри	Мета та значення для безпечності
Передзайбний огляд	Клінічний стан, температура, рівень стресу (поведінка).	Недопущення хворих тварин; запобігання погіршенню рН м'яса через стрес.
Експертиза туш	Стан м'язової тканини, підшкірної клітковини.	Виключення антраксу, ящуру та інших гострих інфекцій.
Експертиза органів	Лімфовузли, легені, печінка, селезінка.	Діагностика туберкульозу, цистицеркозу (фінозу) та паренхіматозних патологій.
Лабораторний моніторинг	Вміст антибіотиків, гормонів, пестицидів, бакпосів.	Гарантування відсутності ксенобіотиків та збудників харчових токсикоінфекцій (Salmonella тощо).

Завершальний рівень безпеки забезпечується шляхом суворого лабораторного моніторингу готової продукції. Науково обґрунтовані методи аналізу дозволяють здійснювати прецизійний контроль залишків ветеринарних препаратів (зокрема антибіотиків), гормональних стимуляторів росту та пестицидів. Такий інтегрований підхід гарантує, що готова продукція відповідає національним та міжнародним стандартам безпечності, мінімізуючи ризики хімічного та біологічного впливу на організм споживача та забезпечуючи високу довіру до аграрного бренду.

Впровадження цілісної системи KPI (*Key Performance Indicators*) у ветеринарний та аграрний менеджмент дозволяє трансформувати роботу фахівців із формального виконання інструкцій у площину стратегічного управління здоров'ям і прибутком підприємства. Такий підхід базується на

оцифруванні біологічних процесів, де показники здоров'я та збереженості поголів'я виступають головним дзеркалом якості профілактичної роботи та ефективності збудованих біобар'єрів. Високий відсоток збереженості (*Survival Rate*), який для ВРХ має становити >95–97%, у поєднанні з низьким індексом захворюваності (*Morbidity*), свідчить про превентивний характер ветеринарної служби, що мінімізує випадки вимушеного вибракування (*Culling Rate*) через хронічні патології.

Економічний блок показників дозволяє менеджменту оцінювати ветеринарні заходи як інвестиційний актив, а не лише як статтю витрат. Розрахунок вартості ветеринарного обслуговування на 1 кг готової продукції та коефіцієнт окупності заходів (*ROI*) наочно демонструють фінансову доцільність інвестицій у біобезпеку. Особлива увага в цій системі приділяється динаміці використання антибактеріальних засобів: планомірне зниження витрат на антибіотики є прямим підтвердженням покращення загальної гігієни та успішної імунопрофілактики, що відповідає сучасним вимогам екологічності та стандартам GlobalG.A.P.

Технологічна ефективність виробництва досягається через тісну інтеграцію ветеринарних та зоотехнічних маркерів. Показники середньодобового приросту (*ADG*) та виходу ділового молодняка дозволяють ідентифікувати загрози (приховані інфекції або метаболічні розлади) на ранніх етапах, до настання клінічних проявів. На заключному етапі переробки система КРІ замикається показниками якості, мінімізацією рекламацій та ідеальними результатами мікробіологічних змивів. Це гарантує, що кожна одиниця продукції – від філе риби до м'ясних виробів – відповідає найвищим стандартам безпечності, забезпечуючи підприємству стабільну репутацію та повний контроль усього виробничого циклу.

Для забезпечення сталого розвитку агропідприємства в умовах глобальної конкуренції необхідно перейти від якісних описів здоров'я тварин до кількісних індикаторів. Система ключових показників ефективності (КРІ) ветеринарного менеджменту дозволяє оцифрувати біологічні ризики та оцінити їх вплив на фінансовий результат. У таблиці «Система ключових показників ефективності (КРІ) ветеринарного менеджменту» показано комплексну ієрархію індикаторів, розподілених за категоріями біологічної ефективності, технологічного розвитку та економічної якості.

Структура інтегрованої системи КРІ демонструє взаємозв'язок між оцифруванням процесів біобезпеки та загальною рентабельністю агропідприємства замкненого циклу. Ця модель дозволяє менеджменту приймати рішення на основі даних, де кожен ветеринарний захід валідується через пришвидшення оборотності капіталу та мінімізацію рекламацій.

Таблиця 6

Система ключових показників ефективності (KPI) ветеринарного менеджменту

Категорія KPI	Показник (англійською/ українською)	Цільове значення / Сутність	Економічний ефект
Біологічна ефективність	Survival Rate (Збереженість)	>95–97% (для ВРХ)	Зниження прямих збитків від падежу
	Morbidity (Захворюваність)	Мінімально можливий рівень	Зменшення витрат на лікування
	Culling Rate (Вибракування)	Контроль хронічних патологій	Оптимізація ремонтного молодняку
Технологічний розвиток	ADG (Середньодобовий приріст)	Максимізація за породою	Скорочення терміну відгодівлі
	Yield of young stock (Вихід молодняку)	Високий індекс відтворення	Формування виробничого потенціалу
Економіка та Якість	ROI (Окупність інвестицій)	Коефіцієнт окупності заходів	Підтвердження доцільності біобезпеки
	Antibiotic usage dynamics	Стабільне зниження	Відповідність GlobalG.A.P.
	Reclamations level (Рекламації)	Прагнення до 0%	Збереження репутації та бренду

Деталізація цих показників у стратегічному контексті представлена в таблиці 7, де кожному KPI присвоєно конкретний орієнтир та визначено його роль у формуванні ринкової стратегії бренду.

Таблиця 7

Деталізація ключових показників ефективності (KPI) ветеринарного менеджменту

Сектор контролю	Показник (KPI)	Цільовий орієнтир	Вплив на стратегію
Біобезпека	Survival Rate (Збереженість)	>95–97%	Мінімізація прямих збитків
Біобезпека	Morbidity (Захворюваність)	Динамічне зниження	Скорочення витрат на препарати
Продуктивність	ADG (Середньодобовий приріст)	Згідно з генетичним потенціалом	Пришвидшення оборотності капіталу
Рентабельність	ROI ветеринарних заходів	Коефіцієнт > 1,0	Валідація інвестицій у захист
Якість бренду	Reclamations (Рекламації)	Прямус до 0%	Гарантія довіри споживача

Аналіз наведених вище показників (табл. 6 та 7) дозволяє стверджувати, що перехід до управління на основі KPI докорінно змінює роль ветеринарного фахівця: він стає не просто лікарем, а менеджером біологічних ризиків, відповідальним за капіталізацію активів. Оцифрування таких параметрів, як ROI, Morbidity та Survival Rate, надає керівництву підприємства прозорий інструмент для оцінки доцільності інвестицій у біобезпеку та дозволяє прогнозувати фінансові результати ще на етапі вищесудження молодняку.

Для візуалізації синергії між біологічною ефективністю, технологічним прогресом та економічною рентабельністю розроблено цілісну архітектуру управління, що представлена на Рис. 7.



Рис. 7. Модель інтегрованої системи KPI ветеринарного менеджменту агропідприємства

Дана модель демонструє складну циклічність та глибоку взаємозалежність чотирьох ключових векторів стратегічного ветеринарного менеджменту. В основі цієї інтегрованої системи лежить принцип наскрізної простежуваності (*Traceability*), яка виступає сполучною ланкою між біологічною ефективністю, технологічним розвитком, економічною детермінацією та якістю кінцевого бренду. Таке поєднання формує єдину цифрову екосистему управління «здоров'ям і прибутком», де кожен ветеринарний захід має чітко визначену мету та вимірюваний результат.

Первинним етапом цієї моделі є біологічна ефективність, що фокусується на мінімізації показників падежу та захворюваності,

створюючи надійний фундамент для стабільного виробництва. Наступний вектор – технологічний розвиток – трансформує цей біологічний потенціал у конкретні виробничі результати, такі як максимізація середньодобових приростів (ADG) та високий вихід ділового молодняка. Економічна детермінація, у свою чергу, валідуює ці процеси через прецизійні фінансові маркери: окупність інвестицій (ROI), зниження вартості ветеринарного обслуговування на одиницю продукції та планомірну оптимізацію витрат на антибактеріальні препарати.

Завершальна фаза циклу – якість продукції та довіра споживача – гарантує відсутність рекламацій та повну відповідність світовим стандартам GlobalG.A.P. і HACCP²¹. Наведена модель переконливо доводить, що сучасний інтегрований ветеринарний менеджмент є невід’ємною складовою агрономічної інженерії. Він забезпечує не лише біологічну автономність підприємства, а й створює екологічно валідований продукт, здатний формувати високу лояльність аудиторії на преміальних продовольчих ринках.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволяє констатувати, що сучасна організація ветеринарної справи в аграрному секторі остаточно трансформувалася з вузькопрофільної лікувальної дисципліни у фундаментальну систему стратегічного менеджменту, що гарантує біологічну та харчову безпеку держави. Інтегрований підхід до ветеринарного управління базується на таких ключових положеннях:

Ефективність сучасного тваринництва та аквакультури визначається не інтенсивністю лікування, а якістю побудови багатоступеневих біологічних бар’єрів. Використання моделі «Триади Снешко» та прецизійний аналіз компонентів середовища (O_2 , рН, NH_3 , якість кормів) доводять, що лише синергія технологічних рішень та суворих протоколів контролю дозволяє запобігати спалахам інфекцій ще на доклінічному етапі.

Впровадження систем точного тваринництва (PLF), використання біосенсорів, хмарних платформ та предиктивної аналітики забезпечують перехід до об’єктивного управління здоров’ям. Це дозволяє здійснювати безперервний моніторинг кожної особини в режимі реального часу та ідентифікувати субклінічні стадії захворювань за 24–48 годин до появи візуальних ознак, що є критичним для збереження економічної стійкості підприємств.

²¹ Integrated Farm Assurance Standard v6.0 / GlobalG.A.P. 2024. URL: <https://www.globalgap.org/uk/for-producers/integrated-farm-assurance-ifa/>

Ветеринарна служба виступає ключовим інструментом простежуваності (traceability) у замкненому циклі виробництва. Поєднання прижиттєвого моніторингу з жорсткою ветеринарно-санітарною експертизою на переробних підприємствах гарантує елімінацію зооантропонозних ризиків та повну відсутність у продуктах залишків антибіотиків, гормонів чи пестицидів. Це є фундаментом для реалізації стратегії Antibiotic-Free та виходу на преміальні ринки.

Переведення ветеринарної діяльності у площину вимірюваного бізнес-активу через систему ключових показників (Survival Rate >95–97%, Morbidity, ROI заходів) надає менеджменту дані для прийняття стратегічних рішень. Це сприяє зниженню собівартості продукції при одночасному підвищенні її екологічної валідації та доданої вартості.

Стабільність аграрного сектору забезпечується взаємодією державної служби, внутрішньогосподарського контролю та консалтингу. Така архітектура дозволяє оперативно реагувати на глобальні епізоотичні виклики, підтримуючи експортний потенціал та конкурентоспроможність українського агробізнесу в межах стандартів GlobalG.A.P. та HACCP.

Таким чином, інтегрована система ветеринарного забезпечення виступає фундаментом сучасного агровиробництва, гарантуючи продовольчу безпеку, високу рентабельність підприємств та здоров'я нації в цілому через концепцію «Єдине здоров'я» (One Health).

АНОТАЦІЯ

У роботі досліджено актуальні аспекти організації ветеринарної справи як стратегічного компонента сучасного аграрного бізнесу. Висвітлено проблематику переходу від реактивної моделі лікування до проактивної системи управління біобезпекою, що базується на синергії державної та приватної вертикалей контролю. Обґрунтовано економічну доцільність ветеринарних інвестицій, які трансформуються з джерела витрат у фактор підвищення рентабельності. Особливу увагу приділено технологічній конвергенції, зокрема впровадженню систем точного тваринництва (PLF) та прецизійного моніторингу в аквакультури, що дозволяє ідентифікувати субклінічні стадії захворювань за 24–48 годин до появи видимих симптомів.

Результати дослідження доводять, що інтеграція процесів вирощування та переробки в єдину систему на засадах принципів HACCP гарантує повну простежуваність (traceability) продукту «від лану до столу». Запропоновано авторську систему ключових показників ефективності (KPI), яка дозволяє оцифрувати результативність менеджменту через індикатори збереженості поголів'я (Survival Rate) та окупності заходів (ROI). Доведено, що впровадження цифрових інновацій та суворе

дотримання протоколів ветеринарно-санітарної експертизи є фундаментом конкурентоспроможності агропідприємств на міжнародних ринках. Сформульовані висновки підтверджують роль інтегрованого ветеринарного забезпечення як гаранта продовольчої та біологічної безпеки держави в межах глобальної концепції One Health.

Література

1. Офіційний вебпортал Державної служби України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів. URL: <https://dpss.gov.ua> (дата звернення: 26.03.2026).
2. Про аквакультуру : Закон України від 18.09.2012 р. № 5293-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5293-17> (дата звернення: 26.03.2026).
3. Про ветеринарну медицину та благополуччя тварин : Закон України від 04.02.2021 р. № 1206-IX : станом на 02 берез. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1206-20/ed20260301/> (дата звернення: 26.03.2026).
4. Про внесення змін до деяких законів України щодо приведення регулювання у сфері ветеринарної медицини та у сфері благополуччя тварин у відповідність до актів права Європейського Союзу : Закон України від 16.12.2025 р. № 4718-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4718-20> (дата звернення: 26.03.2026).
5. Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин : Закон України від 18.05.2017 р. № 2042-VIII : станом на 02 берез. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19> (дата звернення: 26.03.2026).
6. Berckmans D. General principles of Precision Livestock Farming. *Animal Frontiers*. 2017. Vol. 7, No. 1. P. 6–11. DOI: <https://doi.org/10.2527/af.2017.0102>.
7. Asif Raihan. Digital Transformation of Livestock Farming for Sustainable Development. *International Journal of Livestock Research*. 2024. Vol. 14, No. 9. P. 1–11. URL: <https://www.researchgate.net/publication/384940499> (дата звернення: 26.03.2026).
8. Biosecurity Guide for Health Management in Aquaculture. Rome : FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, 2024. 112 p.
9. Biosecurity in animal production and veterinary medicine / J. Dewulf et al. 2018. URL: <https://www.researchgate.net/publication/323626705> (дата звернення: 26.03.2026).

10. Farm to Fork Strategy / European Commission. 2024. URL: https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en (дата звернення: 26.03.2026).
11. Biosecurity guide for health management in aquaculture / FAO. Rome : FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1255, 2023. URL: <https://www.apraca.org/wp-content/uploads/2023/06/cc5414en.pdf> (дата звернення: 26.03.2026).
12. Integrated Farm Assurance Standard v6.0 / GlobalG.A.P. 2024. URL: <https://www.globalgap.org/uk/for-producers/integrated-farm-assurance-ifa/> (дата звернення: 26.03.2026).
13. Halachmi I., Guarino M. Sensor-based monitoring in modern livestock systems. *Journal of Agricultural Engineering*. 2025. Vol. 56, No. 1.
14. Lekang O. I. *Aquaculture Engineering*. 3rd ed. Wiley-Blackwell, 2020. 544 p.
15. MXenes: Emerging Materials for Environmental Biochemical Sensing Platforms / Min Gao et al. 2025. Vol. 3, No. 4. DOI: 10.1002/elt2.70015.
16. Noga E. J. *Fish Disease: Diagnosis and Treatment*. 2nd ed. Wiley-Blackwell, 2010. 536 p. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118786758> (дата звернення: 26.03.2026).
17. *Terrestrial and Aquatic Animal Health Codes* / World Organisation for Animal Health (WOAH). 2024. URL: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/> (дата звернення: 26.03.2026).
18. Wang S., Ghadge A., Aktas E. Digital Transformation in Food Supply Chains: An Implementation Framework. *Supply Chain Management: An International Journal*. 2023. Vol. 29, No. 8. DOI: 10.1108/SCM-09-2023-0463.
19. *Aquatic Animal Health Code* / WOAH. World Organisation for Animal Health. 2025. URL: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-code-online-access/> (дата звернення: 26.03.2026).

Information about the authors:

Lavryniuk Oksana Oleksandrivna,

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Bioresources, Animal Husbandry,
and Aquaculture

Polissia National University
7, Staryi boulevard, Zhytomyr, Ukraine

Borshchenko Valerii Volodymyrovych,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Professor at the Department of Bioresources,
Animal Husbandry, and Aquaculture
Polissia National University
7, Staryi boulevard, Zhytomyr, Ukraine

Verbelchuk Serhii Petrovych,
Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Bioresources,
Animal Husbandry, and Aquaculture
Polissia National University
7, Staryi boulevard, Zhytomyr, Ukraine