**МІКРОБІОЛОГІЯ, ЕПІЗООТОЛОГІЯ ТА ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ**

**УДК 636.5:615.371:616.98**

# Локальний імунітет кишківника курчат-бройлерів у захисті проти хвороби Ньюкасла за різних програм вакцинації: наративний огляд

**Оробчук А.В.**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

Оробчук А.В. E-mail: andriiorobchuk7@gmail.com

Оробчук А.В. Локальний імунітет кишківника курчат-бройлерів у захисті проти хвороби Ньюкасла за різних програм вакцинації: наративний огляд. Науковий вісник ветеринарної медицини, 2026. № 1. С. 40–50.

Orobchuk A. Local intestinal immunity of broiler chickens in protection against Newcastle disease under different vaccination programs: a narrative review. Nauk. vìsn. vet. med., 2026. № 1. PP. 40–50.

Рукопис отримано: 08.03.2026 р.
Прийнято: 21.03.2026 р.
Затверджено до друку: 19.05.2026 р.

Doi: 10.33245/2310-4902-2026-204-1-40-50

ISSN 2310-4902

У статті наведено наративний огляд сучасних літературних даних щодо локального імунітету кишківника курчат-бройлерів та його ролі у захисті проти хвороби Ньюкасла за різних програм вакцинації. Метою роботи було систематизувати відомості про бар'єрні, гуморальні та клітинні механізми імунітету слизової оболонки кишківника, порівняти особливості імунної відповіді, індукованої живими та HVT-векторними вакцинами, а також виокремити пріоритетні маркери для прикладної оцінки ефективності вакцинних схем. Роботу виконано як цілеспрямований наративний огляд літератури на основі аналізу наукових публікацій, присвячених мукозальному імунітету птиці, кишково-асоційованій лімфоїдній тканині, бар'єрній функції кишківника, живим вакцинам проти хвороби Ньюкасла та рекомбінантним HVT-векторним вакцинам. За даними проаналізованих джерел, ефективність контролю хвороби Ньюкасла визначається не лише рівнем циркулюючих антитіл, а й станом слизового бар'єра, активністю GALT, продукцією секреторного IgA, експресією pIgR і MUC2, локальним цитокіновим профілем та функціонуванням клітинних ефекторів у слизовій оболонці кишківника. Показано, що живі вакцини, введені шляхами контакту із слизовими оболонками, здебільшого, швидше стимулюють локальну імунну відповідь, тимчасом HVT-векторні вакцини забезпечують тривалiший системний і клітинний захист та менше залежать від материнських антитіл. Найбільш перспективною для бройлерного виробництва виглядає комбінована схема, у якій HVT-векторну вакцину застосовують для ранньої вакцинації, а живу вакцину проти хвороби Ньюкасла – як подальшу повторну стимуляцію імунітету слизових оболонок. До пріоритетних маркерів локального імунітету кишківника віднесено sIgA, IgA+-клітини, pIgR, MUC2, IFN-γ, IL-1β, IL-6, IL-8, CD4+, CD8+, CD68+ та морфометричні показники слизової оболонки. Зроблено висновок, що включення параметрів інтестинального мукозального імунітету до оцінки вакцинних програм може підвищити прогностичну цінність контролю хвороби Ньюкасла у бройлерному птахівництві та бути використане за планування прикладних і експериментальних досліджень.

**Ключові слова:** мукозальний імунітет, інтестинальний захист, кишково-асоційована лімфоїдна тканина, HVT-векторні вакцини, живі вакцини, біомаркери слизової оболонки.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Хвороба Ньюкасла (ХН) залишається однією з найважливіших вірусних інфекцій у промисловому птахівництві через високу контагіозність, значні економічні збитки та здатність вірусу циркулювати навіть у вакцинованих стадах за умов неповного формування стерильного імунітету [7, 14]. Для бройлерного виробництва практичне значення має не лише попередження клінічної хвороби та збереження поголів'я, а й зменшення реплікації польового вірусу на слизових оболонках, обмеження його виділення у навколишнє середовище та зниження ризику подальшої циркуляції у стаді [14, 20, 35].

Традиційно ефективність вакцинації проти хвороби Ньюкасла оцінюють переважно за рівнем сироваткових антитіл, зокрема за титрами в реакції затримки гемаглютинації (РЗГА). Однак такий підхід не повністю відображає реальний стан поствакцинального захисту, оскільки високі сироваткові титри не завжди корелюють із повним пригніченням реплікації вірусу на слизових оболонках і не дають вичерпної інформації щодо локальної бар'єрної, секреторної та клітинної відповіді [14, 15, 20]. Саме тому в сучасних уявленнях про контроль ХН дедалі більшого значення набуває аналіз імунітету слизових оболонок (мукозального імунітету), який визначає ранню взаємодію організму птиці з вірусом у місцях його первинного контакту.

Кишківник птиці є не лише органом травлення, а й одним з найбільших імунологічно активних бар'єрів організму. Його слизова оболонка містить розвинену кишково-асоційовану лімфоїдну тканину (GALT), спеціалізовані популяції лімфоцитів, антигенпрезентувальні клітини, механізми секреції імуноглобулінів, а також молекулярні системи підтримання бар'єрної функції епітелію [4, 18, 21, 23]. Стан цього бар'єра, інтенсивність продукції секреторного імуноглобуліну А (sIgA), експресія полімерного рецептора імуноглобулінів (pIgR) і муцину 2 (MUC2), локальний цитокіновий профіль та морфофункціональна цілісність слизової оболонки можуть суттєво впливати як на сприйнятливість птиці до інфекції, так і на прояв відповіді на вакцинацію [23, 39, 40, 42].

У науковій літературі широко висвітлено окремі аспекти мукозального імунітету птиці, будову та функції GALT, роль кишкового бар'єра і мікробіоти, а також сучасні підходи до вакцинації проти ХН [14, 21, 23, 38, 39]. Водночас більшість публікацій або розглядає загальні механізми імунітету слизових оболонок, або аналізує ефективність вакцинних платформ загалом, без окремого фокусування на кишковому (інтестинальному) компоненті локального захисту саме у бройлерів. Крім того, порівняльні дані щодо впливу живих і векторних вакцин на основі герпесвірусу індиків (HVT-векторних вакцин) на кишкові маркери локальної імунної відповіді залишаються фрагментарними, а питання прикладної придатності окремих біомаркерів для оцінки вакцинних програм у виробничих умовах наразі не є належно систематизованим [14, 32, 38].

Отже, актуальним є узагальнення сучасних літературних даних щодо локального імунітету кишківника у курчат-бройлерів у контексті захисту проти ХН, зіставлення особливостей відповіді за використання живих і HVT-векторних вакцин, а також виокремлення маркерів, що можуть мати найбільше прикладне значення для оцінки ефективності вакцинних програм.

**Мета дослідження** систематизувати сучасні літературні дані щодо компонентів локального імунітету кишківника у курчат-бройлерів, оцінити їх роль у захисті проти вірусу ХН за використання живих і HVT-векторних вакцин, а також виокремити пріоритетні маркери для прикладної оцінки ефективності вакцинних програм з урахуванням їхньої біологічної доцільності, методичної відтворюваності та практичної придатності у виробничих умовах.

**Матеріал і методи дослідження.** Роботу виконано як цілеспрямований наративний огляд літератури, присвячений локальному імунітету кишківника птиці та його ролі у захисті проти ХН за різних програм вакцинації. Такий формат обрано з огляду на мету дослідження, що полягала не у формальному систематичному охопленні всіх доступних публікацій, а у концептуальному узагальненні та порівняльному аналізі сучасних даних щодо бар'єрних, гуморальних і клітинних механізмів інтестинального мукозального імунітету у курчат-бройлерів.

Пошук літературних джерел здійснювали в наукометричних базах PubMed, Scopus та Web of Science, а також у пошуковій науковій системі Google Scholar і через аналіз списків літератури релевантних публікацій; загалом було опрацьовано 67 джерел, з яких 43 використано під час написання статті. Основний часовий діапазон пошуку охоплював 1995–2026 рр. Пріоритет надавали сучасним роботам, тимчасом більш ранні джерела включали у випадках, коли вони мали фундаментальне

значення для характеристики кишково-асоційованої лімфоїдної тканини, механізмів мукозального імунітету або базових підходів до вакцинації проти ХН.

Під час пошуку використовували комбінації таких термінів: “Newcastle disease”, “NDV”, “broiler”, “intestinal immunity”, “mucosal immunity”, “gut-associated lymphoid tissue”, “GALT”, “secretory IgA”, “IgA+ cells”, “pIgR”, “MUC2”, “intestinal barrier”, “HVT-vectored vaccine”, “recombinant HVT vaccine”, “live ND vaccine”, “mucosal vaccination”, “cecal tonsil”, “intestinal cytokines”, “IFN-γ”, “IL-1β”, “IL-6”, “IL-8”, “gut health biomarkers”. Додатково використовували пошукові комбінації, спрямовані на виявлення робіт щодо порівняння живих і векторних вакцин, контролю виділення вірусу та морфофункціонального стану кишківника після вакцинації.

До аналізу включали оригінальні експериментальні роботи та оглядові статті, релевантні до теми локального інтестинального імунітету у птиці, насамперед у курчат-бройлерів. До аналізу включали переважно публікації англійською мовою, а також окремі джерела іншими мовами за умови їхньої тематичної доцільності та доступності повного тексту. Критеріями включення були тематична відповідність локальному мукозальному імунітету кишківника, розгляд живих або HVT-векторних вакцин проти хвороби Ньюкасла, а також наявність даних щодо бар’єрних, гуморальних, клітинних або морфофункціональних показників кишкової відповіді. Не включали публікації, які не стосувалися мукозального імунітету, не мали достатньої тематичної доцільності щодо інтестинального компоненту захисту або містили лише загальні серологічні дані без зв’язку з локальною відповіддю слизової оболонки.

Під час синтезу літературних даних основну увагу приділяли маркерам, що можуть мати прикладне значення для оцінки вакцинних програм, а саме: секреторному імуноглобуліну А (sIgA), IgA+-клітинам, полімерному рецептору імуноглобулінів (pIgR), муцину 2 (MUC2), локальним цитокінам, тканинним клітинним маркерам та морфометричним показникам слизової оболонки кишківника. Логіку огляду формували з урахуванням біологічної релевантності розглянутих механізмів і маркерів до NDV-інфекції, їх значення для локального мукозального захисту, можливості порівняльної оцінки живих, HVT-векторних і комбінованих схем вакцинації, а також методичної відтворюваності й потенційної придатності відповідних показників для прикладного використання у виробничих умовах.

**Результати огляду літератури та їх обговорення. Кишківник як імунологічний бар’єр у птиці.** У птиці GALT представлена цекальними мигдаликами, дивертикулом Меккеля, лімфоїдними агрегатами тонкого кишківника, інтраепітеліальними лімфоцитами та клітинами власної пластинки. Розвиток цих структур тісно пов’язаний з віком, контактом із мікробіотою, станом кормового середовища та вакцинним навантаженням [4, 17, 18, 21, 39].

Ключовою особливістю мукозального імунітету є здатність слизової оболонки поєднувати бар’єрну та секреторну функції. До першої належать щільні міжклітинні контакти, шар слизу, продукція муцинів, антимікробні пептиди та контроль складу мікробіоти. До другої – синтез секреторних антитіл, активація місцевих Т- та В-клітин, продукція цитокінів і рекрутування фагоцитів. Порушення будь-якої з цих ланок знижує резистентність до ентеральних і респіраторних вірусів [1, 23, 39]. У контексті вакцинації проти ХН це має практичне значення, оскільки ефективність поствакцинального захисту може визначатися не лише системною серологічною відповіддю, а й функціональним станом слизового бар’єра кишківника.

Особливе місце в локальному захисті займає секреторний IgA. У курей функціональний pIgR забезпечує транспорт полімерних антитіл через епітелій до просвіту кишки, де вони нейтралізують антигени без надмірного запалення. Наявність функціонального pIgR у птиці підтверджує давню еволюційну роль секреторного імунітету в захисті слизових оболонок [40]. З огляду на це, система sIgA та pIgR може розглядатися як одна з ключових ланок локальної відповіді, потенційно релевантна для оцінки ефективності мукозальних вакцинних схем.

У перші тижні життя відбувається швидке дозрівання системи локального імунітету: наростає експресія IgA, pIgR, MUC2 та низки цитокінів, що значною мірою визначає реакцію бройлерів на ранні вакцинації. Вікові зміни експресії імуноглобулінів, MUC2 і pIgR описані як у бройлерів, так і качок, що свідчить про загальні закономірності становлення мукозального захисту в птиці [17, 42]. Водночас прямих досліджень, у яких ці вікові особливості були б системно зіставлені саме з ефективністю різних програм вакцинації проти ХН у бройлерів, наразі недостатньо, що слід враховувати за інтерпретації літературних даних.

**Значення локального імунітету кишківника за хвороби Ньюкасла.** Вірус хвороби Ньюкасла (ВХН) здатний уражати респіраторний і травний тракти та нервову систему, а окремі патотипи демонструють виражений тропізм до кишківника та пов'язаних із ним лімфоїдних структур. З позиції профілактики це означає, що захист слизових оболонок, зокрема кишкової, безпосередньо впливає на рівень реплікації вірусу, вираженість клінічних ознак і подальше виділення збудника [1, 2].

Імунітет слизової оболонки проти ВХН не обмежується нейтралізацією вірусу у просвіті кишківника. Локальна відповідь охоплює активацію епітелію, продукцію хемокінів та інтерлейкінів, залучення макрофагів і дендритних клітин, а також рекрутування антиген-специфічних В- і Т-клітин до слизової оболонки. Під впливом вакцинації ці процеси можуть змінюватися раніше, ніж формуються високі сироваткові титри, тому вони можуть розглядатися як ранні маркери ефективності імунізації [3, 13]. Це особливо важливо у випадках, коли традиційні серологічні показники не дають повного уявлення про здатність вакцинної програми обмежувати реплікацію вірусу на слизових оболонках і знижувати його виділення.

Практичний інтерес до кишкового мукозального імунітету підсилюється тим, що у бройлерному виробництві стан кишкової стінки та мікробіоти тісно пов'язаний із конверсією корму, інтенсивністю росту, резистентністю до супутніх інфекцій, а також варіабельністю імунної відповіді на вакцинацію. Отже, з виробничого погляду найбільш бажаною є вакцинна програма, яка не лише формує захист від клінічної хвороби, а й мінімізує пошкодження слизової оболонки та підтримує ефективну місцеву імунну відповідь [8, 14].

Водночас наявні літературні дані свідчать, що пряме зіставлення локальних кишкових імунних показників із рівнем клінічного захисту або виділення вірусу після різних схем вакцинації наразі представлено обмежено. Це вказує на потребу подальших досліджень, у яких кишкові маркери мукозального імунітету оцінювалися б одночасно з вірусологічними, серологічними та виробничими показниками.

**Живі вакцини проти хвороби Ньюкасла та мукозальна відповідь.** Живі вакцини проти ХН традиційно залишаються основою масової профілактики, особливо в бройлерному секторі, де їх застосовують методом спрею, інтраназально, орально або з питною водою. Їхня перевага полягає в тому, що вакцинний вірус короткочасно реплікує на слизових оболонках і безпосередньо стимулює місцеві механізми імунітету. Саме це забезпечує швидке формування захисту в місцях первинного контакту з польовим ВХН [2, 7, 14, 20].

Ще у класичних роботах було показано, що оральна або окулоназальна імунізація живими вакцинами проти ХН здатна стимулювати мукозальну імунну відповідь у курей, включаючи утворення місцевих антитіл і підвищення стійкості до контрольного зараження. Зокрема, було продемонстровано, що живі вакцини можуть індукувати слизовий імунітет і забезпечувати захист від летального зараження. Особливий інтерес у цьому контексті становлять апатогенні ентеротропні штами, які переважно реплікують у травному тракті та можуть ефективніше стимулювати локальну імунну відповідь слизових оболонок [16, 25].

У роботі F. Rauw та співавт. показано, що окулоназальна вакцинація одноденних курчат двома живими вакцинами проти ХН індукувала не лише гуморальну, а й клітинну та мукозальну відповідь, причому прояв цієї відповіді залежав від вакцинного штаму та типу птиці. Це підтверджує, що локальний імунітет формується не автоматично за будь-якої живої вакцинації, а визначається властивостями вакцинного вірусу, дозою, шляхом введення та віком птиці [11, 27, 30].

Для кишкового тракту важливими є не лише антитіла у просвіті кишки, а й формування плазматичних клітин у структурах GALT. У бройлерів після вакцинації проти ХН показано мобілізацію імуноглобулін-вмісних плазматичних клітин у цекальних мигдаликах поряд із Гардеровою залозою та трахеєю, що прямо підтверджує залучення GALT до поствакцинальної відповіді. Разом із даними про локально продукувані мукозальні IgG та IgA це свідчить, що живі вакцини проти ХН здатні активувати не лише респіраторну, а й інтестинальну ланку слизового імунітету [5, 22, 25].

Іншим важливим аспектом є рання прозапальна та регуляторна відповідь. За оцінки оральної вакцини проти ХН методом кількісної полімеразної ланцюгової реакції в реальному часі (qPCR) встановлено, що у кишківнику змінюється експресія інтерлейкіну-1β (IL-1β), інтерлейкіну-8 (IL-8) та інших маркерів, а отже локальна імунна реакція може бути виявлена ще до повної сероконверсії. Це робить цитокінові показники корисними для раннього моніторингу мукозальної імуногенності живих вакцин [33].

Отже, за даними проаналізованих публікацій, живі вакцини мають найбільш переконливе літературне підґрунтя саме щодо здатності швидко стимулювати локальну мукозальну відповідь. Водночас слід враховувати, що вираженість цього ефекту істотно залежить від вакцинного штаму, способу введення, однорідності застосування препарату в стаді та впливу материнських антитіл.

Водночас живі вакцини мають і обмеження: коротшу тривалість імунітету, чутливість до материнських антитіл, варіабельність прийому вакцини за масового введення та ризик недостатньої однорідності відповіді в стаді птиці [7, 14, 15]. Тому в сучасних програмах їх усе частіше розглядають не як єдиний інструмент, а як компонент комбінованих схем [14, 38]. Крім того, хоча дані щодо індукції мукозальної відповіді живими вакцинами є достатньо переконливими, кількість робіт, у яких одночасно оцінювали кишкові маркери, рівень виділення вірусу та виробничі показники у бройлерів, залишається обмеженою, що потребує подальшого вивчення.

**Векторні HVT-вакцини: тривалий системний захист і межі прямої мукозальної стимуляції.** Рекомбінантні вакцини на основі герпесвірусу індиків (HVT-векторні вакцини), що експресують F- або HN-антиген вірусу хвороби Ньюкасла, суттєво змінили підхід до раннього захисту птиці. Їхніми перевагами є можливість застосування методом *in ovo* або в добовому віці, менший негативний вплив материнських антитіл і триваліший період захисної дії [24, 37]. Для HVT-векторних конструкцій проти ХН характерні високий рівень захисту після *in ovo* та підшкірної вакцинації, а також довготривала ефективність у комерційної птиці. Водночас саме для таких вакцин у літературі окремо підкреслюється доцільність їх поєднання з живими вакцинами проти ХН для забезпечення більш раннього захисту [14, 24, 37].

З імунологічного погляду HVT-векторні вакцини формують інший профіль відповіді порівняно з живими вакцинами проти ХН. Вони не реплікують безпосередньо на слизових оболонках респіраторного чи кишкового тракту, так як це роблять класичні живі вакцини, тому їхній вплив на локальні показники мукозального імунітету, зокрема sIgA, зазвичай є опосередкованим. Прямих робіт, у яких після застосування HVT-векторних вакцин оцінювали саме кишкові маркери sIgA, pIgR або MUC2, наразі небагато. Тому про внесок HVT-векторних вакцин у локальний інтестинальний захист частіше судять непрямо, ас саме за вираженістю клінічного захисту, рівнем виділення вірусу, наявністю або відсутністю уражень у GALT та вірусним навантаженням у цекальних мигдаликах [14, 38].

У сучасній роботі B. Shi та співавт. після однократної HVT-векторної імунізації ВХН не виявляли у цекальних мигдаликах після контрольного зараження, а гістопатологічні ураження цих структур були відсутні [32]. У комерційних бройлерів з материнськими антитілами HVT-векторна вакцина також знижувала передачу вірусу між птахами, що свідчить про її важливу роль у контролі циркуляції збудника на рівні стада [35]. Однак навіть у таких умовах повна блокада виділення вірусу досягається не завжди, тому інтерес до локальної мукозальної відповіді та способів її підсилення зберігається [20, 35].

Сучасні огляди розвитку рекомбінантних вірусних векторних вакцин підкреслюють, що HVT-платформа є однією з найуспішніших у птахівництві, проте оптимізація її поєднання з мукозальним повторенням (бустером) залишається одним із перспективних напрямів [14, 38]. Отже, HVT-векторні вакцини доцільно розглядати не як прямий функціональний аналог живих мукозальних вакцин проти ХН, а як основу довготривалої первинної вакцинації, яку за певних виробничих умов було б доцільно підсилювати локальною стимуляцією слизових оболонок. Водночас кількість досліджень, у яких безпосередньо оцінювали кишкові маркери локального імунітету після застосування HVT-векторних вакцин, залишається обмеженою, що ускладнює однозначну інтерпретацію їх впливу на інтестинальний мукозальний захист.

**Комбіновані схеми: поєднання системного та локального захисту.** Найбільш переконливі дані щодо взаємодоповнюваності живих і векторних вакцин отримано в роботах, де HVT-векторні вакцини поєднували з живими вакцинами проти ХН у стартовому періоді або під час подальших ревакцинацій. Такі схеми забезпечували кращий клінічний захист і нижчий рівень виділення вірусу порівняно з окремим застосуванням компонентів, оскільки поєднували системний первинний захист із локальною мукозальною стимуляцією [9, 12, 28, 29].

У дослідах із застосуванням HVT-векторної вакцини та живої бустерної вакцини показано, що саме комбінований підхід є більш захисним за контрольного зараження, ніж схема HVT-вакцина плюс інактивована бустерна вакцина [29]. У комерційних бройлерів програми на основі HVT-векторної

вакцини з подальшим застосуванням живої вакцини проти ХН забезпечували 95–100 % клінічного захисту та суттєве зниження клоакального виділення вірусу порівняно з невакцинованими контролями [9].

Польові й експериментальні роботи останніх років також підтверджують, що додавання живої вакцини проти ХН до векторної схеми може знижувати виділення вірусу та підсилювати захист у разі циркуляції варіантних генотипів, зокрема генотипу VII.2 [9, 10, 12, 13, 34]. У бройлерів з материнськими антитілами комбінування HVT-векторних вакцин із живою вакциною в добовому віці або з повторенням на 14-ту добу забезпечувало кращий ранній захист і менше виділення вірусу, ніж застосування векторної вакцини окремо, особливо за контрольного зараження на 14- та 24-ту добу [12]. Це має особливе значення для короткого циклу вирощування бройлерів, де навіть кілька днів різниці у формуванні захисту мають практичну цінність.

Отже, з позиції локального імунітету кишківника комбінована схема є найбільш логічною, оскільки HVT-вектор забезпечує ранню системну первинну стимуляцію імунної системи (праймінг) і триваліший клітинний захист, тимчасом жива вакцина виконує роль мукозального підсилювача, здатного активувати sIgA, IgA+-клітини, дуоденальний специфічний IgG, локальні IgA/IgM та локальні цитокінові сигнали [9, 10, 12, 28, 29].

Водночас прямих публікацій, у яких після комбінованих програм одночасно оцінювали sIgA, pIgR, MUC2, морфологію кишківника та вірусне навантаження у цекальних мигдаликах, наразі небагато [14, 32, 38]. Тому, за даними проаналізованих публікацій, комбінована схема є не лише концептуально привабливою, а й найкраще підтвердженою за показниками клінічного захисту та контролю виділення вірусу, тимчасом її прямий вплив на кишковий мукозальний імунітет ще потребує детальнішого документування [10, 12, 14, 32].

**Біомаркери локального імунітету кишківника, релевантні для вакцинації проти ХН.** Для практичної оцінки ролі кишкового мукозального імунітету в поствакцинальному захисті доцільно використовувати панель маркерів, що охоплює бар'єрну, гуморальну, клітинну та сигнальну ланки відповіді. З огляду на мету прикладної оцінки, пріоритетними слід вважати ті показники, які поєднують біологічну релевантність до інфекції вірусу ХН, методичну відтворюваність і практичну придатність у виробничих умовах. До таких маркерів належать sIgA у кишковому вмісті або змивах зі слизової оболонки, кількість IgA+-клітин у власній пластинці, експресія pIgR і MUC2, локальні цитокінові транскрипти, тканинні клітинні маркери, що відображають склад і функціональний стан імунного інфільтрату слизової оболонки, а також більш специфічні щодо ХН показники – дуоденальний NDV-специфічний IgG, локальні IgA/IgM та антиген-специфічна відповідь за продукцією курячого інтерферону-γ (ChIFNγ) [23, 27–29, 33, 40, 42].

З боку епітеліального бар'єра важливими маркерами є експресія pIgR та MUC2. pIgR відображає здатність епітелію транспортувати полімерні імуноглобуліни, а MUC2 – функціональний стан слизового шару. Вікову та функціональну динаміку цих маркерів у птиці добре описано, тому вони можуть бути корисними і за оцінки вакцинної відповіді [40, 42]. Водночас їх слід розглядати переважно як індикатори функціонального стану бар'єра, а не як повністю специфічні маркери імунітету саме до вірусу ХН.

У молекулярних дослідженнях доцільно оцінювати експресію інтерферону-γ (IFN-γ) як маркера локальної клітинної відповіді, а також IL-1β, IL-6 та IL-8 як індикатори ранньої активації слизової оболонки. Додатково можуть бути інформативними й інші гени, пов'язані з бар'єрною функцією та активацією мукозального імунітету, якщо їх вибір відповідає дизайну дослідження та методичним можливостям лабораторії. Для більш специфічної оцінки відповіді на вакцинацію проти ХН особливо перспективним виглядає визначення антиген-специфічної клітинної відповіді у тканинах кишківника за продукцією ChIFNγ [28, 29, 33, 41].

Окрему цінність для оцінки саме кишкового імунітету мають тканинні клітинні маркери. Наявність CD4+ і CD8+ Т-лімфоцитів у слизовій оболонці та інтраепітеліальному шарі відображає інтенсивність локальної Т-клітинної відповіді, тимчасом CD68+ макрофаги характеризують фагоцитарну й антигенпрезентувальну ланки у власній пластинці слизової оболонки (lamina propria). Для огляду, орієнтованого на кишковий імунітет, ці маркери доцільно розглядати як доповнення до sIgA, pIgR і цитокінового профілю, особливо за гістологічного або імуногістохімічного аналізу тканини кишківника [4, 18, 23].

Морфометричні показники слизової оболонки – висота ворсинок, глибина крипт, співвідношення ворсинка/крипта, щільність келихоподібних клітин – не є специфічними маркерами імунітету до ХН, однак добре

відображають функціональний стан кишкового бар'єра і можуть доповнювати імунологічні показники. З огляду на взаємозв'язок між запаленням, мікробіотою та імунною відповіддю ці параметри є корисними у комплексній оцінці поствакцинального стану бройлерів [3, 6, 8, 19, 39]. Отже, морфометричні критерії доцільно розглядати не як самостійні маркери специфічного захисту, а як важливий компонент інтегральної оцінки стану кишкового бар'єра.

**Роль мікробіоти та стану кишкового бар'єра у вакцинній відповіді.** Останніми роками дедалі більше уваги приділяють зв'язку між мікробіотою, цілісністю кишкового бар'єра та ефективністю вакцинації. Нормальна мікробіота бере участь у дозріванні GALT, регуляції продукції муцинів та розвитку IgA-відповіді, тимчасом дисбіоз може змінювати силу і напрямок реакції на мукозальні вакцини [1, 3, 39].

Для вакцинації проти ХН це означає, що одна й та сама схема введення може демонструвати різну результативність залежно від умов утримання, якості корму, застосування антимікробних препаратів та супутніх ентеральних інфекцій. Тому інтерпретація локальних імунних маркерів має враховувати не лише вакцинний фактор, а й загальний стан кишкового здоров'я стада [3, 39]. Це особливо важливо за порівняння різних вакцинних програм у виробничих умовах, де саме супутні фактори можуть істотно модифікувати силу локальної відповіді.

Експериментальні підходи з використанням мукозальних ад'ювантів і модифікаторів раннього розвитку слизової оболонки, зокрема за *in ovo* введеннях, підтверджують, що посилення бар'єрної функції кишківника може супроводжуватися інтенсифікацією локальної відповіді на вакцинацію. Для птиці описано позитивний вплив окремих мукозальних ад'ювантів на рівень місцевих і системних відповідей після оральної вакцинації проти ХН [41, 43]. Водночас дані щодо практичного відтворення таких підходів у комерційному бройлерному виробництві поки що залишаються обмеженими, тому їх слід розглядати як перспективний, але ще недостатньо стандартизований напрям подальших досліджень.

**Практичне значення для бройлерного виробництва.** У промисловому бройлерному птахівництві основними викликами є дуже короткий продуктивний цикл, наявність материнських антитіл і необхідність швидко сформувати захист без надмірного вакцинального стресу. За таких умов HVT-векторні вакцини мають очевидні переваги як інструмент раннього праймінгу імунітету, однак повноцінний контроль циркуляції польового вірусу часто потребує додаткової мукозальної стимуляції живою вакциною [24, 35].

З огляду на це, за оцінки вакцинних схем у фокусі мають бути показники локального імунітету кишківника, які можуть бути реально застосовані в прикладних дослідженнях. Для умов України найбільш реалістичною панеллю видаються sIgA, гістоморфологічні показники слизової оболонки, кількість IgA+-клітин, експресія pIgR і MUC2, а також 1–3 транскрипційні або тканинні клітинні маркери локальної відповіді, зокрема IFN-γ, IL-1β, IL-6, IL-8, CD4+, CD8+ та CD68+. За наявності відповідних методичних можливостей цю панель доцільно доповнювати дуоденальним NDV-специфічним IgG, локальними IgA/IgM та ChIFN-γ відповіддю. Такий підхід дає змогу оцінювати не лише стан кишкового мукозального бар'єра, а й більш специфічні прояви поствакцинальної локальної імунної реактивності [8, 19, 23, 27–29, 33, 40, 42].

Водночас практична цінність окремих маркерів є неоднаковою. Найбільш придатними для прикладних досліджень слід вважати ті показники, які поєднують біологічну релевантність до інфекції вірусу ХН, методичну відтворюваність і доступність для використання у виробничих умовах. Саме тому у польових дослідженнях доцільно надавати перевагу компактній, але інформативній панелі маркерів, а розширені специфічні показники застосовувати за наявності відповідної лабораторної бази.

Перспективним напрямом для прикладних і виробничих досліджень є використання неінвазивних біомаркерів кишкового здоров'я, придатних для раннього моніторингу стану бар'єра та прогнозування продуктивності бройлерів [26, 31, 36]. Однак наявні літературні дані щодо їх прямої валідності саме для оцінки ефективності вакцинації проти ХН наразі залишаються обмеженими, що потребує подальшого вивчення.

Важливо також розрізняти цілі вакцинації. Якщо основним завданням є запобігання клінічній хворобі в умовах короткого циклу вирощування, HVT-векторні схеми можуть бути достатніми. Якщо ж пріоритетом є мінімізація виділення вірусу та обмеження його циркуляції у стаді, комбіновані програми з використанням повторної живої вакцини для стимуляції слизових оболонок мають

вищий теоретичний і практичний потенціал [10, 29, 35]. Отже, вибір вакцинної стратегії у бройлерному виробництві має визначатися не лише здатністю запобігати клінічним проявам хвороби, а й цілями контролю циркуляції збудника та можливістю оцінки локальної мукозальної відповіді.

**Обмеження огляду та невирішені питання.** Поданий наративний огляд не містить власних експериментальних або статистично узагальнених даних і ґрунтується на синтезі вже опублікованих досліджень, включених до аналізу. Джерела, використані в огляді, відрізняються за дизайном досліджень, типом птиці, вакцинними схемами, шляхами введення вакцин, термінами відбору матеріалу, набором оцінюваних показників та методами їх визначення, що обмежує можливість прямого кількісного зіставлення результатів між окремими роботами. Крім того, в доступній літературі відносно небагато досліджень, у яких одночасно оцінювали кишкові маркери локального імунітету, морфофункціональний стан слизової оболонки, рівень виділення вірусу та показники захисту після застосування живих, HVT-векторних і особливо комбінованих схем вакцинації. Недостатньо вивченими залишаються питання пріоритизації локальних біомаркерів за їх специфічністю до ВХН, відтворюваністю у виробничих умовах і прогностичною цінністю щодо контролю виділення вірусу. Також потребують подальшого вивчення взаємозв'язки між станом мікробіоти, цілісністю кишкового бар'єра, локальною мукозальною відповіддю та ефективністю різних програм вакцинації у бройлерів. Отже, частину наведених положень слід розглядати як узагальнення наявних літературних даних, а не як універсально доведені закономірності.

Таблиця 1 – **Аналітичне узагальнення літературних даних щодо впливу живих, HVT-векторних і комбінованих схем вакцинації на локальний імунітет кишківника проти ХН**

| Параметр оцінки | Живі вакцини проти ХН | HVT-векторні вакцини | Комбіновані схеми | К-ть посилань | Рівень підтвердження | Основні джерела |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Швидкість формування локальної мукозальної відповіді | Висока за умови ефективної реплікації на слизових оболонках | Прямий локальний ефект обмежений або опосередкований | Висока завдяки поєднанню ефекту вакцин | 6 | Високий | [14, 16, 25, 27, 28, 29] |
| Вплив на sIgA та IgA+-клітини | Переважно виражений | Прямі дані обмежені | Імовірно вищий, ніж за HVT окремо | 5 | Середній | [16, 22, 25, 27, 33] |
| Залежність від материнських антитіл | Вища | Нижча | Помірна | 5 | Високий | [12, 14, 24, 35, 37] |
| Тривалість системного захисту | Коротша | Триваліша | Тривала | 5 | Високий | [14, 24, 32, 35, 37] |
| Контроль виділення та циркуляції вірусу | Помірний | Кращий, але не абсолютний | Найкращий серед підходів | 7 | Високий | [9, 10, 12, 20, 29, 32, 35] |
| Підтвердження за кишковими маркерами | Наявне в окремих роботах | Обмежене | Фрагментарне | 4 | Низький–середній | [22, 27, 32, 33] |
| Практична придатність | Як мукозальний стимул імунітету | Як ранній стимул імунітету | Найперспективніша для комбінованих програм | 6 | Середній–високий | [9, 12, 14, 24, 29, 35] |

**Примітка:** Рівень підтвердження оцінювали якісно за кількістю та узгодженістю доступних публікацій, включених до цього наративного огляду: високий – 5 і більше релевантних джерел із загалом узгодженими висновками; середній – 3–4 джерела або наявна часткова неоднорідність даних; низький – 1–2 джерела або дані фрагментарні. Кількість джерел наведено за роботами, використаними в цьому огляді.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** За результатами узагальнення сучасних літературних даних встановлено, що локальний мукозальний імунітет кишківника відіграє важливу роль у формуванні захисту проти вірусу хвороби Ньюкасла у курчат-бройлерів, зокрема у контексті обмеження реплікації та виділення збудника на слизових оболонках. Показано, що різні вакцинні підходи формують відмінні імунологічні профілі: живі вакцини забезпечують більш виражену локальну мукозальну відповідь, тимчасом HVT-векторні вакцини характеризуються тривалішим системним і клітинним імунітетом, що обґрунтовує доцільність їх комбінованого застосування у бройлерному виробництві. Обґрунтовано доцільність використання панелі інтестинальних біомаркерів для прикладної оцінки ефективності вакцинних програм, водночас питання їх стандартизації та валідації у виробничих умовах потребують подальшого вивчення.

**Відомості про конфлікт інтересів.** Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

**REFERENCES**

1. Abaidullah, M., Peng, S., Kamran, M., Song, X., Yin, Z. (2019). Current findings on gut microbiota mediated immune modulation against viral diseases in chicken. Viruses, 11 (8), 681 p. DOI:10.3390/v11080681

2. Akter, R., Masum, M.A., Biswas, S., Rubel, M.Z.U., Sarkar, S.K., Islam, M.S., Golbar, H.M., Alam, M.E., Rakib, M.A., Khan, M.Z.I. (2024). Clarification of a unique mucosal vaccination route for improved systemic and mucosal immune response in broiler. Heliyon, 10 (20). DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e39621

3. Beck, C.N., Zhao, J., Erf, G.F. (2024). Vaccine immunogenicity versus gastrointestinal microbiome status: implications for poultry production. Applied Sciences, 14 (3), 1240 p. DOI:10. 3390/app14031240

4. Casteleyn, C., Doom, M., Lambrechts, E., Van den Broeck, W., Simoens, P., Cornillie, P. (2010). Locations of gut-associated lymphoid tissue in the 3-month-old chicken: a review. Avian Pathology, 39 (3), pp. 143–150. DOI:10.1080/03079451003786105

5. Chimeno Zoth, S., Gómez, E., Carrillo, E., Berinstein, A. (2008). Locally produced mucosal IgG in chickens immunized with conventional vaccines for Newcastle disease virus. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 41 (4), pp. 318–323. DOI:10.1590/S0100-879X2008000400010

6. De Meyer, F., Eeckhaut, V., Ducatelle, R., Dhaenens, M., Daled, S., Dedeurwaerder, A., De Gussem, M., Haesebrouck, F., Deforce, D., Van Immerseel, F. (2019). Host intestinal biomarker identification in a gut leakage model in broilers. Veterinary Research, 50 (1), 46 p. DOI:10.1186/ s13567-019-0663-x

7. Dimitrov, K.M., Afonso, C.L., Yu, Q., Miller, P.J. (2017). Newcastle disease vaccines – a solved problem or a continuous challenge? Veterinary Microbiology, 206, pp. 126–136. DOI:10. 1016/j.vetmic.2016.12.019

8. Ducatelle, R., Goossens, E., De Meyer, F., Eeckhaut, V., Antonissen, G., Haesebrouck, F., Van Immerseel, F. (2018). Biomarkers for monitoring intestinal health in poultry: present status and future perspectives. Veterinary Research, 49 (1), 43 p. DOI:10.1186/s13567-018-0538-6

9. Fellahi, S., Rawi, T., Fagrach, A., Berrada, L., Delvecchio, A., Drissi Touzani, C., El Houadfi, M., Kichou, F., Lemiere, S. (2022). Assessing the efficacy of recombinant Newcastle disease virus vaccines (double-insert vHVT-IBD-ND and single-insert vHVT-ND) followed by a vaccination with a live Newcastle disease vaccine against a Moroccan velogenic Newcastle disease challenge in commercial broilers. Avian Diseases, 66 (4), pp. 396–403. DOI:10.1637/aviandiseases-D-22-00045

10. Ferreira, H.L., Reilley, A.M., Goldenberg, D., Ortiz, I.R.A., Gallardo, R.A., Suarez, D.L. (2020). Protection conferred by commercial NDV live attenuated and double recombinant HVT vaccines against virulent California 2018 Newcastle disease virus (NDV) in chickens. Vaccine, 38 (34), pp. 5507–5515. DOI:10.1016/j.vaccine.2020.06.004

11. Geletu, A.S., Robi, D.T. (2024). Evaluation of the immune response of layer chickens to Newcastle disease virus vaccines using the new vaccination regimens. Veterinary Medicine and Science, 10 (3). DOI:10.1002/vms3.1428

12. Ghanem, I.A.E., Abdullatif, T.M., Hassanin, O. (2023). The protection conferred against virulent Newcastle disease virus (vNDV) genotype VII by commercial double recombinant HVT vaccines and NDV live-attenuated vaccine as prime/boost vaccination regimens in commercial broiler chickens carrying maternally-derived antibodies (MDAs) against NDV. Avian Pathology, 52 (4), pp. 251–263. DOI:10.1080/03079457.2023.2211548

13. Haque, M.A., Haque, M.E., Parvin, M.K., Kamal, M.M., Islam, T.R., Sadekuzzaman, M., Islam, M.A., Khatun, M.M., Hossain, M.T., Uddin, M.A., Nahar, S.S., Khasruzzaman, A.K.M., Islam, M.A. (2024). Determination of immunogenicity of an inactivated ND-vaccine developed experimentally with Newcastle disease virus (Genotype VII.2) local isolates of Bangladesh. Frontiers in Immunology, 15. DOI:10.3389/fimmu.2024.1482314

14. Hu, Z., He, X., Deng, J., Hu, J., Liu, X. (2022). Current situation and future direction of Newcastle disease vaccines. Veterinary Research, 53, 99 p. DOI:10.1186/s13567-022-01118-w

15. Ike, A.C., Ononugbo, C.M., Obi, O.J., Onu, C.J., Olovo, C.V., Muo, S.O., Chukwu, O.S., Reward, E.E., Omeke, O.P. (2021). Towards improved use of vaccination in the control of infectious bronchitis and Newcastle disease in poultry: understanding the immunological mechanisms. Vaccines, 9 (1), 20 p. DOI:10.3390/vaccines9010020

16. Jayawardane, G.W.L., Spradbrow, P.B. (1995). Mucosal immunity in chickens vaccinated with the V4 strain of Newcastle disease virus. Veterinary Microbiology, 46 (1–3), pp. 69–77. DOI:10.1016/0378-1135(95)00073-J

17. Lammers, A., Wieland, W.H., Kruijt, L., Jansma, A., Straetemans, T., Schots, A., den Hartog, G., Parmentier, H.K. (2010). Successive immunoglobulin and cytokine expression in the small intestine of juvenile chicken. Developmental and Comparative Immunology, 34 (12), pp. 1254–1262. DOI:10.1016/j.dci.2010.07.001

18. Lillehoj, H.S., Trout, J.M. (1996). Avian gut-associated lymphoid tissues and intestinal immune responses to Eimeria parasites. Clinical Microbiology Reviews, 9 (3), pp. 349–360. DOI:10.1128/CMR.9.3.349

19. Mantzios, T., Kiousi, D.E., Brellou, G.D., Papadopoulos, G.A., Economou, V., Vasilogianni, M., Kanari, E., Petridou, E., Giannenas, I., Tsiouris, V. (2024). Investigation of potential gut health biomarkers in broiler chicks challenged by Campylobacter jejuni and submitted to a continuous water disinfection program. Pathogens, 13 (5), 356 p. DOI:10.3390/pathogens 13050356

20. Miller, P.J., Afonso, C.L., El Attrache, J., Dorsey, K.M., Courtney, S.C., Guo, Z., Kapczynski, D.R. (2013). Effects of Newcastle disease virus vaccine antibodies on the shedding and transmission of challenge viruses. Developmental & Comparative Immunology, 41 (4), pp. 505–513. DOI:10.1016/j.dci.2013.06.007

21. Muir, W.I., Bryden, W.L., Husband, A.J. (2000). Immunity, vaccination and the avian intestinal tract. Developmental and Comparative Immunology, 24 (2–3), pp. 325–342. DOI:10. 1016/S0145-305X(99)00081-6

22. Nasrin, M., Khan, M.Z.I., Siddiqi, M.N.H., Masum, M.A. (2013). Mobilization of immunoglobulin (Ig)-containing plasma cells in Harderian gland, cecal tonsil and trachea of broilers vaccinated with Newcastle disease vaccine. Tissue and Cell, 45 (3), pp. 191–197. DOI:10.1016/ j.tice.2012.12.001

23. Nochi, T., Jansen, C.A., Toyomizu, M., van Eden, W. (2018). The well-developed mucosal immune systems of birds and mammals allow for similar approaches of mucosal vaccination in both types of animals. Frontiers in Nutrition, 5, 60 p. DOI:10.3389/fnut.2018.00060

24. Palya, V., Tatár-Kis, T., Mató, T., Felföldi, B., Kovács, E., Gardin, Y. (2014). Onset and long-term duration of immunity provided by a single vaccination with a turkey herpesvirus vector ND vaccine in commercial layers. Veterinary Immunology and Immunopathology, 158 (1–2), pp. 105–115. DOI:10.1016/j.vetimm.2013.11.008

25. Perozo, F., Villegas, P., Dolz, R., Afonso, C.L., Purvis, L.B. (2008). The VG/GA strain of Newcastle disease virus: mucosal immunity, protection against lethal challenge and molecular analysis. Avian Pathology, 37 (3), pp. 237–245. DOI:10.1080/03079450802043734

26. Pires, P.G. da S., Cardinal, K.M., Elnesr, S.S., Peripolli, V., Dos Santos, B.R.C., Moraes, P. de O. (2025). Non-invasive biomarkers for monitoring intestinal health in broilers: A systematic review. Research in Veterinary Science, 190. DOI:10.1016/j.rvsc.2025.105669

27. Rauw, F., Gardin, Y., Palya, V., van Borm, S., Gonze, M., Lemaire, S., van den Berg, T., Lambrecht, B. (2009). Humoral, cell-mediated and mucosal immunity induced by oculo-nasal vaccination of one-day-old SPF and conventional layer chicks with two different live Newcastle disease vaccines. Vaccine, 27 (27), pp. 3631–3642. DOI:10.1016/j.vaccine.2009.03.068

28. Rauw, F., Palya, V., Gardin, Y., Tatar-Kis, T., Dorsey, K.M., Lambrecht, B., van den Berg, T. (2010). Improved vaccination against Newcastle disease by an *in ovo* recombinant HVT-ND combined with an adjuvanted live vaccine at day-old. Vaccine, 28 (3), pp. 823–833. DOI:10. 1016/j.vaccine.2009.10.049

29. Rauw, F., Gardin, Y., van den Berg, T., Lambrecht, B., van Borm, S. (2014). The combination of attenuated Newcastle disease vaccine with rHVT-ND vaccine at 1 day old is more protective against Newcastle disease virus challenge than when combined with inactivated Newcastle disease vaccine. Avian Pathology, 43 (1), pp. 26–36. DOI:10.1080/03079457.2013.859 655

30. Rawal, P., Adhikari, A., Adhikari, S., Kandel, S.P., Bhatta, N.P., Khanal, S., Adhikari, A., Gautam, M. (2026). Comparison of the safety and immunogenicity of commercial lentogenic Newcastle disease vaccine strains in layer chicks in Nepal. Journal of Applied Poultry Research, 35 (1). DOI:10.1016/j.japr.2025.100657

31. Rysman, K., Eeckhaut, V., Ducatelle, R., Van Immerseel, F. (2023). The fecal biomarker ovotransferrin associates with broiler performance under field conditions. Poultry Science, 102 (11). DOI:10.1016/j.psj.2023.103011

32. Shi, B., Yang, G., Xiao, Y., Qian, K., Shao, H., Xu, M., Qin, A. (2024). Long-term protection against virulent Newcastle disease virus (NDV) in chickens immunized with a single dose of recombinant turkey herpesvirus expressing NDV F protein. Vaccines, 12 (6), 604 p. DOI:10.3390/vaccines12060604

33. Shilpa, P., Kirubaharan, J.J., Chandran, N.D.J., Gnanapriya, N. (2014). Assessment of cellular and mucosal immune responses in chicks to Newcastle disease oral pellet vaccine (D58 strain) using qPCR. Virus Disease, 25 (4), pp. 467–473. DOI:10.1007/s13337-014-0230-z

34. Steensels, M., Soldan, C., Rauw, F., Roupie, V., Lambrecht, B. (2024). Protective efficacy of classical vaccines and vaccination protocols against an exotic Newcastle disease virus genotype VII.2 in Belgian layer and broiler chickens. Poultry Science, 104 (12). DOI:10.1016/j.psj.2024. 104604

35. Tatár-Kis, T., Fischer, E.A.J., Cazaban, C., Walkó-Kovács, E., Homonnay, Z.G., Velkers, F.C., Palya, V., Stegeman, J.A. (2020). A herpesvirus of turkey-based vector vaccine reduces transmission of

Newcastle disease virus in commercial broiler chickens with maternally derived antibodies. Vaccines, 8 (4), 614 p. DOI:10.3390/vaccines8040614

36. van Hees, K., van Velzen, R., Thijssen, J., Hofmans, L., Dijkman, R., Ducatelle, R., Molenaar, R.J. (2025). New method for early detection of gut health issues in broilers. Avian Pathology, 54 (6), pp. 753–761. DOI:10.1080/03079457.2025.2521354

37. van Hulten, M.C.W., Cruz-Coy, J., Gergen, L., Pouwels, H., Ten Dam, G.B., Verstegen, I., de Groof, A., Morsey, M., Tarpey, I. (2021). Efficacy of a turkey herpesvirus double construct vaccine (HVT-ND-IBD) against challenge with different strains of Newcastle disease, infectious bursal disease and Marek's disease viruses. Avian Pathology, 50 (1), pp. 18–30. DOI:10.1080/0307 9457.2020.1828567

38. Wang, H., Tian, J., Zhao, J., Zhao, Y., Yang, H., Zhang, G. (2024). Current status of poultry recombinant virus vector vaccine development. Vaccines, 12 (6), 630 p. DOI:10.3390/vacci nes12060630

39. Wickramasuriya, S.S., Park, I., Lee, K., Lee, Y., Kim, W.H., Nam, H., Lillehoj, H.S., Kong, C. (2022). Role of physiology, immunity, microbiota, and infectious diseases in the gut health of poultry. Vaccines, 10 (2), 172 p. DOI:10.3390/vaccines10020172

40. Wieland, W.H., Orzaez, D., Lammers, A., Parmentier, H.K., Verstegen, M.W.A., Schots, A., van den Berg, T.K. (2004). A functional polymeric immunoglobulin receptor in chicken (Gallus gallus) indicates ancient role of secretory IgA in mucosal immunity. Biochemical Journal, 380 (3), pp. 669–676. DOI:10.1042/BJ20040200

41. Yang, S., Qin, Y., Ma, X., Luan, W., Sun, P., Ju, A., Duan, A., Zhang, Y., Zhao, D. (2021). Effects of in ovo injection of Astragalus polysaccharide on the intestinal development and mucosal immunity in broiler chickens. Frontiers in Veterinary Science, 8. DOI:10.3389/fvets.021. 738816

42. Zhang, Q., Eicher, S.D., Applegate, T.J. (2015). Development of intestinal mucin 2, IgA, and polymeric immunoglobulin receptor expressions in broiler chickens and Pekin ducks. Poultry Science, 94 (2), pp. 172–180. DOI:10.3382/ps/peu064

43. Zhang, X., Zhang, X., Yang, Q. (2007). Effect of compound mucosal immune adjuvant on mucosal and systemic immune responses in chicken orally vaccinated with attenuated Newcastle disease vaccine. Vaccine, 25 (17), pp. 3254–3262. DOI:10.1016/j.vaccine.2007.01.052

**Local intestinal immunity of broiler chickens in protection against Newcastle disease under different vaccination programs: a narrative review**

**Orobchuk A.**

This paper presents a narrative review of current literature on the intestinal mucosal immunity of broiler chickens and its role in protection against Newcastle disease under different vaccination programs. The aim of the study was to systematize available data on barrier, humoral, and cellular mechanisms of intestinal mucosal defense, to compare immune responses induced by live and HVT-vectored vaccines, and to identify priority biomarkers for the applied evaluation of vaccination strategies. The study was carried out as a focused narrative literature review based on the analysis of scientific publications addressing avian mucosal immunity, gut-associated lymphoid tissue, intestinal barrier function, live Newcastle disease vaccines, and recombinant HVT-vectored vaccines.

According to the analyzed sources, effective control of Newcastle disease is determined not only by circulating antibody levels but also by the functional state of the mucosal barrier, GALT activity, secretory IgA production, pIgR and MUC2 expression, local cytokine profiles, and the activity of cellular effectors within the intestinal mucosa. Live vaccines administered via mucosal routes generally induce a faster local immune response, whereas HVT-vectored vaccines provide longer-lasting systemic and cellular immunity and are less affected by maternal antibodies. A combined vaccination strategy, in which an HVT-vectored vaccine is used for early priming and a live vaccine serves as a subsequent mucosal booster, appears to be the most promising approach for broiler production.

Priority intestinal mucosal immune biomarkers include sIgA, IgA+ cells, pIgR, MUC2, IFN-γ, IL-1β, IL-6, IL-8, CD4+, CD8+, CD68+, and morphometric parameters of the intestinal mucosa. It is stated out that the inclusion of intestinal mucosal immunity parameters in the evaluation of vaccination programs may improve the predictive value of Newcastle disease control in broiler production and can be applied in the design of experimental and field-oriented studies.

**Keywords:** mucosal immunity, intestinal protection, gut-associated lymphoid tissue, HVT-vectored vaccines, live vaccines, mucosal biomarkers.

Copyright: Оробчук 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:
Оробчук А.В. https://orcid.org/0009-0003-0756-5354